نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۲ / شماره ٤/ ۱۳۹۷
Archive of SID
DOI:http://dx.doi.org/10.22092/JWRA.2019.118523

برآورد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه و مقایسه آن با داده‌های سند ملی آب

خدیجه براتی، جهانگیر عابدی‌کوپایی[۱] *، الهام درویشی، آرش آذری و علی یوسفی

دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

kh_barati@yahoo.com

استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

koupai@cc.iut.ac.ir

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی.

darvishi86@yahoo.com

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی.

arashazari.ir@gmail.com

استادیار گروه توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

ayousefi@cc.iut.ac.ir

چکیده

در انجام محاسبات سند ملی آب کشور، از دوره آماری ۲۵ ساله ۱۳۷۴-۱۳۴۹ برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه بهره گرفته شده است. با توجه به تغییرات اقلیمی ایجاد شده در سال‌های اخیر، به روز رسانی این کار ارزشمند ملی ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تعیین میزان تغییرات مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه در شرایط آب و هوایی کنونی نسبت به مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT صورت نگرفته است. لذا در این تحقیق، این موضوع مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، برای محاسبه نیاز آبی گیاهان، از آمار هواشناسی سال‌های ۶۶-۱۳۶۵ تا ۹۵-۱۳۹۴ استفاده شد و به منظور برآورد نیاز خالص آبیاری الگوی کشت دشت کرمانشاه از نرم افزار ET_0 Calculator برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع استفاده شد. سپس مقادیر تبخیر و تعرق گیاهان الگوی کشت، مقادیر باران مؤثر، و در ادامه مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان محاسبه شدند. نتایج حاصل از مقایسه مقادیر بدست آمده در این تحقیق با مقادیر موجود در نرم‌افزار NETWAT نشان داد که برای اغلب گیاهان، مقادیر بدست آمده در این تحقیق به طور میانگین ۱/۲ برابرِ مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT می‌باشد. این نسبت برای دو گیاه گندم و جو تقریباً ۲ و برای گیاهان شبدر، گرمک و طالبی، نخود و بادام تقریباً یک می‌باشد. نتایج تحقیقات لایسیمتری در منطقه مورد مطالعه، مؤید درستی محاسبات انجام گرفته در این تحقیق می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق، روش پنمن-مانتیث-فائو، گندم، جو

---

۱ - آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* - دریافت: مرداد ۱۳۹۷ و پذیرش: آبان ۱۳۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تبخیر و تعرق یکی از اجزاء اصلی سیکل هیدرولوژی است که تعیین صحیح آن برای بسیاری از مطالعات، نظیر توازن هیدرولوژیکی آب، طراحی و مدیریت سیستم‌های آبیاری، شبیه‌سازی تولید محصول و مدیریت منابع آب از اهمیت بسزایی برخوردار است. به علت مشکل بودن محاسبه دقیق ET_0 در مزرعه، از داده-های اقلیمی منطقه استفاده می‌شود. تنها عامل مؤثر بر ET_0 پارامترهای آب و هوایی می‌باشند. در واقع ET_0 توان تبخیر اتمسفر در یک موقعیت و زمان معین از سال را نشان می‌دهد و مشخصات محصول و عوامل خاک را در برنمی‌گیرد. در مطالعه‌ای بیست روش برآورد تبخیر و تعرق در یازده ایستگاه در نقاط مختلف جهان با اقلیم‌های متفاوت نسبت به نتایج لایسیمتر مقایسه شد. نتایج نشان داد که برای همه اقلیم‌ها روش پنمن- مانتیث، بهترین روش برآورد تبخیر و تعرق است و مرتبه سایر روش‌ها با توجه به اقلیم، متفاوت است (جنسن و همکاران، ۱۹۹۰).

در مطالعه دیگری پنج روش محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع (فائو-پنمن-مانیث، ترنت وایت، بلانی کریدل اصلاح شده، هارگریوز، پنمن اصلاح شده) بر روی اطلاعات هواشناسی پنج ایستگاه منتخب در استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد از بین پنج روش مذکور، روش فائو-پنمن-مانتیث برآورد دقیق-تری از تبخیر و تعرق گیاه مرجع را در استان کرمانشاه ارائه می‌دهد (میرموسوی و همکاران، ۱۳۹۱).

برای تعیین مقدار نیاز خالص آبیاری گیاهان یک منطقه، تعیین مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع و به تبع آن تعیین تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر با دخالت دادن ضریب گیاهی و همچنین تعیین مقدار باران مؤثر برای هر یک از گیاهان الگوی کشت یک منطقه، ضروری می‌باشد. از جمله اقدامات مسئولین بخش کشاورزی در زمینه تعیین نیاز خالص آبیاری گیاهان زراعی و باغی کشور ایران، تولید نرم‌افزاری نسبتاً جامع با نام NETWAT است که تحت عنوان سند ملی آبیاری کشور شناخته شده و به طور گسترده‌ای توسط کارشناسان بخش کشاورزی و منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سند در سال ۱۳۷۸ بر اساس مطالعات متخصصین وزارت کشاورزی و همچنین سازمان هواشناسی کشور به روش توصیه شده توسط سازمان فائو تهیه شد و کماکان اطلاعات موجود در آن جهت انجام برنامه‌ریزی‌های آبیاری مورد استفاده قرار می-گیرد (حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۰). در تهیه این سند از دوره آماری ۲۵ ساله ۱۳۷٤-۱۳٤۹ برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه بهره گرفته شده است (عرفانیان و همکاران، ۱۳۸۹). رشد و توسعه هواشناسی در کشور و احداث ایستگاه‌های هواشناسی جدید از یک سو و تغییرات اقلیمی دهه اخیر از سوی دیگر، ضرورت به روز رسانی و بازنگری در این کار ارزشمند ملی را دو چندان ساخته است (حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۰). در سال-های اخیر مطالعات متعددی برای بررسی تغییرات احتمالی مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان در شرایط آب و هوایی کنونی نسبت به مقادیر ذکر شده در نرم‌افزار NETWAT صورت گرفته است.

در مطالعه‌ای به بررسی روش محاسبه و مقادیر برآورد شده نیاز آبی محصولات استان خوزستان در سند ملی آبیاری پرداخته شد. بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه، مقایسه نیاز آبی محاسبه شده در سند با دیگر مراجع جهت دشت‌های مختلف استان خوزستان تفاوتی در حدود ۳۸ تا ۸٦ درصد برای گندم و تا ۹٤ درصد برای برنج را نشان داده است (مینائی و مادح خاکسار، ۱۳۸۲). پژوهش انجام گرفته برای سه منطقه برناج (واقع در استان کرمانشاه) و شیخ بشارت و قصریان (واقع در استان کردستان) جهت مقایسه مقادیر محاسبه شده آب مورد نیاز الگوی کشت به روش پنمن-مانتیث و مقادیر ارائه شده در سند ملی آبیاری کشور، بیانگر آن است که سند ملی آبیاری کشور در برخی موارد مقدار نیاز خالص آبی را بیشتر از مقدار محاسبه شده و در برخی از موارد کمتر گزارش نموده است (قمرنیا و سپهری، ۱۳۸۸)

www.SID.ir

Archive of SID

موضوع تغییرات اقلیمی ظرف ۱۵ سال اخیر و قابلیت افزایش طول دور آماری ۱۵ ساله به مطالعات قبلی سند ملی آبیاری کشور نیز در مطالعه‌ای برای استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نیاز آبی گیاه مرجع در استان خراسان رضوی در شرایطی که ۱۵ سال اخیر نیز در محاسبات گنجانده شوند به طور متوسط ٤۷ درصد بیش از مقدار محاسبه شده در مطالعات قبلی است. در این مطالعه، بر لزوم بازنگری و به روزرسانی سند ملی آبیاری کشور تأکید شده است (عرفانیان و همکاران، ۱۳۸۹).

در پژوهشی دیگر، نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم مناطق مختلف در استان فارس برای شرایط میانگین (سطح احتمال ۵۰ درصد) و شرایط بحرانی (تبخیر و تعرق زیاد و بارندگی کم) تعیین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه NETWAT در ۸۸/۵ درصد موارد کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین و در ۹۸/۱ درصد موارد کمتر از نیاز آبیاری بحرانی است (فولادمند، ۱۳۸۹). علاوه بر این، میزان انطباق نیاز آبی بادام در ایستگاه سینوپتیک سامان واقع در استان چهار محال و بختیاری نیز با سند ملی آبیاری کشور در پژوهشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نیز بیانگر افزایش ٤۰ درصدی تبخیر و تعرق بادام در منطقه مذکور نسبت به مقادیر ذکر شده در سند ملی آبیاری کشور بود (حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۰).

از آنجا که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تعیین میزان تغییرات مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه در شرایط آب و هوایی کنونی نسبت به مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT صورت نگرفته است لذا در پژوهش حاضر، نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه در شرایط آب و هوایی کنونی برآورد و با مقادیر موجود در نرم‌افزار NETWAT مقایسه شده‌اند.

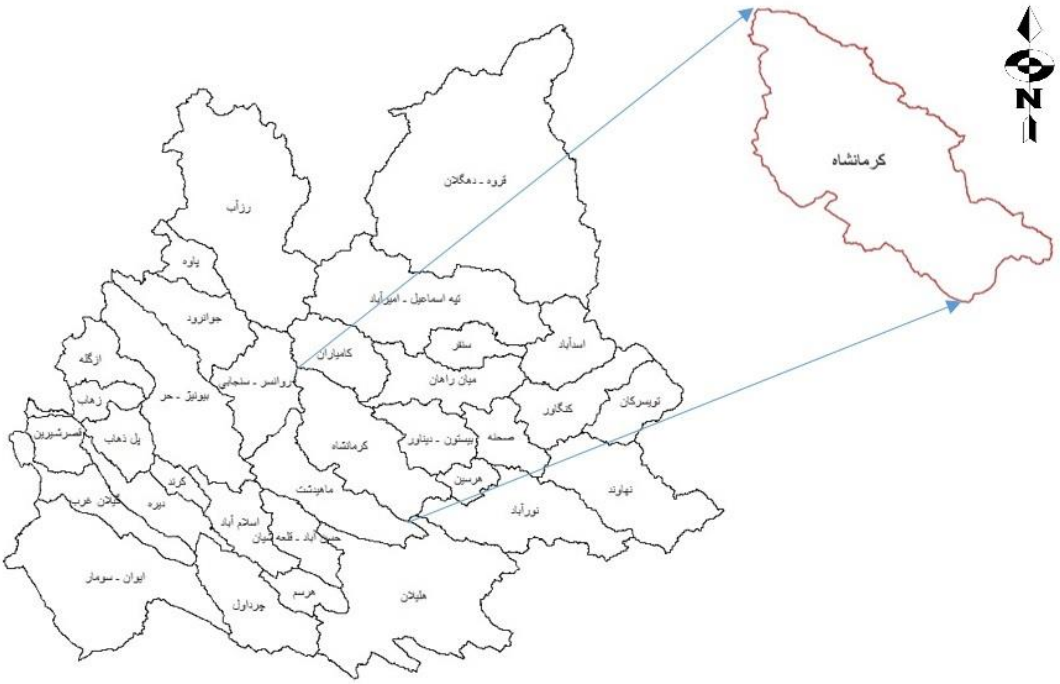
روش انجام تحقیق

منطقه مورد مطالعه

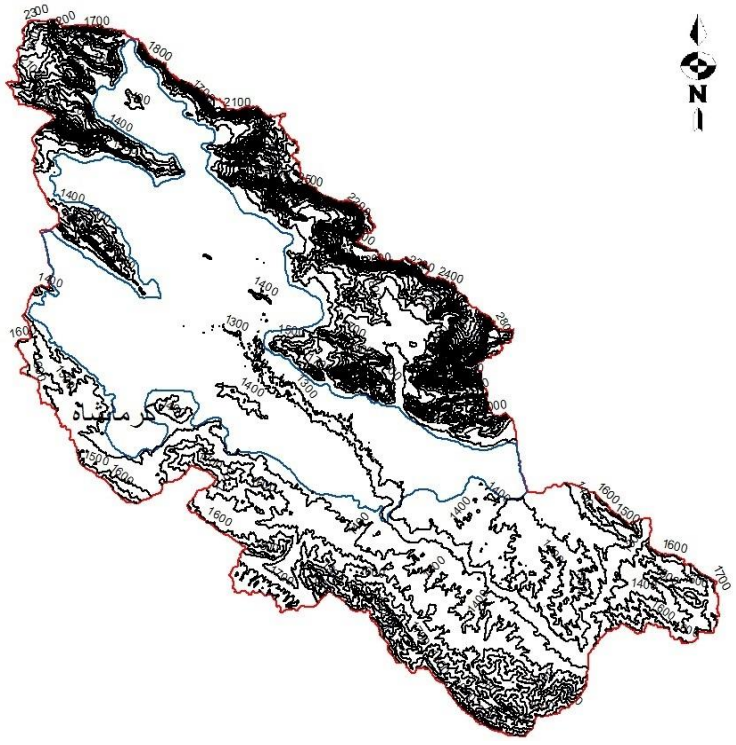
استان کرمانشاه با وسعتی حدود ۲۵۰۰۰ کیلومتر مربع در غرب ایران قرار دارد. در یک دید کلی، اراضی استان را می‌توان به دو واحد کوهستان و دشت تقسیم کرد. بیش از نیمی از استان را سرزمین‌های کوهستانی و مرتفع فرا گرفته است. در استان کرمانشاه دشت‌های متعددی وجود دارد که بر اساس حوضه‌های آبریز فرعی، تحت نام محدوده‌های مطالعاتی معرفی شده‌اند. استان کرمانشاه دارای ۳۳ محدوده مطالعاتی است که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. در این پژوهش، محدوده مطالعاتی کرمانشاه که در شکل ۱ با وضوح بیشتری نشان داده شده است مورد مطالعه قرار گرفته است. محدوده مطالعاتی کرمانشاه با وسعت ۱۹۸۵/۷۲۵ کیلومترمربع، بخشی از حوضه آبریز کرخه و در بخش علیای آن واقع شده است. مختصات جغرافیائی محدوده مطالعاتی، بین طول‌های "۲۹ ´٤٥ °٤٦ تا "۰۲ ´۲۹ °٤۷ شرقی و بین عرض‌های "٤۰ ´۰٦ °۳٤ تا "۲۲ ´٤۲ °۳٤ شمالی می‌باشد. با توجه به تغییرات درجه حرارت، تبخیر و تعرق و میزان ریزش‌های جوی می‌توان آن را در زمره مناطق نسبتاً مرطوب قلمداد کرد که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم است. شکل ۲ منحنی‌های تراز ارتفاعی محدوده مطالعاتی کرمانشاه را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، مشاهده می‌شود که دشت کرمانشاه توسط ارتفاعات اطراف، محصور شده است. این دشت مساحتی حدود ۷۸۰ کیلومترمربع را به خود اختصاص می‌دهد (طاهری، ۱۳۹٤).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- محدوده‌های مطالعاتی استان کرمانشاه



شکل ۲- منحنی‌های تراز ارتفاعی محدوده مطالعاتی کرمانشاه

www.SID.ir

Archive of SID

تبخیر و تعرق مرجع (ET_0)

در این تحقیق، برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع، از نرم افزار ET_0 Calculator استفاده شد. معادله-ای که این نرم افزار برای محاسبه ET_0 از آن استفاده می-کند معادله پنمن-مانتیث اصلاح‌شده توسط فائو است. پارامترهای هواشناسی ماهانه، شامل حداکثر و حداقل دما (بر حسب درجه سانتیگراد)، حداکثر و حداقل درصد رطوبت نسبی (بر حسب درصد)، سرعت باد در ارتفاع دو متری (بر حسب متر در ثانیه) و تعداد ساعات آفتابی در روز (بر حسب ساعت در روز)، به عنوان اطلاعات ورودی به نرم افزار داده شد و مقادیر تبخیر و تعرق مرجع (بر حسب میلی‌متر در روز) محاسبه گردید. لازم به ذکر است که در این پژوهش، جهت اعمال شرایط آب و هوایی کنونی، محاسبات تبخیر و تعرق مرجع در مدت ۳۰ سال (سال آبی ٦٦-۱۳٦٥ تا ۹٥-۱۳۹٤) در مقیاس ماهانه انجام شد و سپس میانگین ۳۰ ساله این پارامتر برای هر ماه بدست آمد و مبنای محاسبات بعدی قرار گرفت.

تبخیر و تعرق گیاه (ET_C)

تبخیر و تعرق گیاه، طبق رابطه زیر از حاصلضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست می‌آید.

$$ET_C = K_C \times ET_0 \qquad (۱)$$

که در آن:

ET_C تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر در روز) ، K_C ضریب گیاهی (بدون واحد) و ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز) می‌باشد. مقادیر K_C در دوره‌های مختلف رشد گیاه، از جداول مندرج در نشریه FAO-56 برای هر یک از گیاهان الگوی کشت، استخراج شد. با توجه به اینکه مقادیر این جداول برای شرایط بدون تنش و مدیریت زراعی مطلوب (اقلیم نیمه مرطوب با حداقل رطوبت نسبی ٤٥٪ و سرعت باد در ارتفاع دو متری برابر دو متر در ثانیه) ذکر شده‌اند لذا تصحیحات لازم برای رطوبت نسبی و سرعت باد واقعی در محدوده مورد مطالعه، بر اساس روابط زیر که در نشریه مذکور ارائه شده‌اند بر روی مقادیر K_C استخراج شده از نشریه انجام شد.

$$K_{Cmid} = K_{Cmid\ (FAO-56)} + [0.04\,(u_2 - 2) - 0.004\,(RH_{min} - 45)]\left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \qquad (۲)$$

که در آن:

K_{Cmid} ضریب گیاهی در مرحله میانی رشد در شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر، $K_{Cmid(FAO-56)}$ ضریب گیاهی ذکر شده در نشریه FAO-56 برای مرحله میانی رشد، u_2 میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع دو متری بالای سطح چمن در مرحله میانی رشد (متر بر ثانیه)، RH_{min} میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه در مرحله میانی رشد (درصد) و h میانگین ارتفاع گیاه در مرحله میانی رشد (متر) می‌باشد.

$$K_{Cend} = K_{Cend\ (FAO-56)} + [0.04\,(u_2 - 2) - 0.004\,(RH_{min} - 45)]\left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \qquad (۳)$$

که در آن:

K_{Cend} ضریب گیاهی در مرحله پایانی رشد در شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر، $K_{Cend(FAO-56)}$ ضریب گیاهی ذکر شده در نشریه FAO-56 برای مرحله پایانی رشد، u_2 میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع دو متری بالای سطح چمن در مرحله پایانی رشد (متر بر ثانیه)، RH_{min} میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه در مرحله پایانی رشد (درصد) و h میانگین ارتفاع گیاه در مرحله پایانی رشد (متر) می‌باشد.

در نهایت، مقادیر اصلاح‌شده نهایی K_C، جهت محاسبه تبخیر و تعرق گیاهان، مورد استفاده قرار گرفت. طول هر یک از دوره‌های رشد گیاهان نیز با استفاده از جداول کمکی مندرج در نشریه FAO-56 و همچنین در نظر گرفتن شرایط واقعی محدوده مورد مطالعه، تعیین شد. مقدار تبخیر و تعرق هر یک از گیاهان الگوی کشت، در

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌های ۱۰ روزه، طبق رابطه ۱ محاسبه شد. در نهایت، مقدار تبخیر و تعرق گیاه در طول دوره رشد، از مجموع تبخیر و تعرق محاسبه شده برای دوره‌های ۱۰ روزه بدست آمد.

باران مؤثر

قسمتی از کل بارش که صرف تأمین نیاز آبی گیاه می‌شود باران مؤثر نام دارد. روش‌های برآورد باران مؤثر عبارتند از: اندازه‌گیری مستقیم، روش‌های تجربی و مدل بیلان آب در خاک. به دلیل هزینه‌های زیاد اندازه-گیری و نگهداری ادواتی چون لایسیمتر، معمولاً از روش-های تجربی و بیلان برای برآورد بارش مؤثر استفاده می-شود (آویناش و همکاران، ۱۹۹۰). در این تحقیق برای برآورد باران مؤثر از روش بارندگی قابل اطمینان استفاده شد.

روش بارندگی قابل اطمینان

این روش مبتنی بر فرمولی تجربی بوده که توسط سازمان خوار و بار جهانی[۲] ارائه شده است و استفاده از آن برای مناطق خشک مناسب نمی‌باشد. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در زمره مناطق نسبتاً مرطوب است لذا می‌توان از این روش برای برآورد بارش مؤثر استفاده نمود. استفاده از این روش موجب برآورد کمترِ بارش مؤثر و به تبع آن افزایش ضریب اطمینان برنامه-ریزی‌ها می‌شود. در این روش از روابط زیر برای برآورد بارش مؤثر استفاده می‌شود:

$$if \quad P \le 70 \quad ; \quad P_{eff} = 0.6P - 10 \qquad (٤)$$

$$if \quad P > 70 \quad ; \quad P_{eff} = 0.8P - 24 \qquad (٥)$$

که در آن:

P بارش ماهانه (میلی‌متر) و P_{eff} بارش مؤثر در هر ماه (میلی‌متر) می‌باشد (داستین، ۱۹۷٤).

نیاز خالص آبیاری

نیاز خالص آبیاری، حاصل تفاضل تبخیر و تعرق گیاه و باران مؤثر است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$In = ET_c - P_{eff} \qquad (٦)$$

که در آن:

In نیاز خالص آبیاری (میلی‌متر)، ET_C تبخیر و تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر) و P_{eff} بارندگی مؤثر (میلی‌متر) می-باشد.

نتایج و بحث

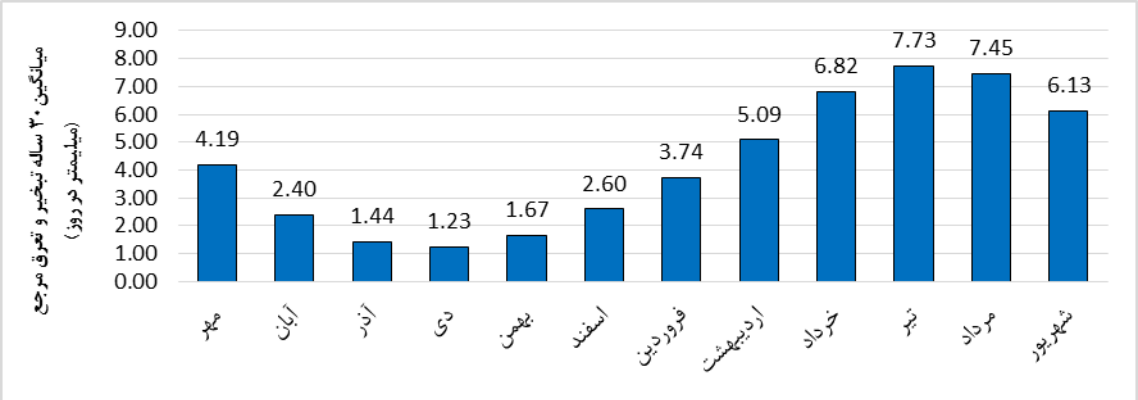
تبخیر و تعرق مرجع

در این تحقیق ابتدا تبخیر و تعرق مرجع در مدت ۳۰ سال (سال آبی ٦٦-۱۳٦۵ تا ۹۵-۱۳۹٤) در مقیاس ماهانه بر حسب میلی‌متر در روز برای هر ماه محاسبه شد و سپس میانگین ۳۰ ساله این پارامتر برای هر ماه بدست آمد. در شکل ۳ مقادیر میانگین ۳۰ ساله تبخیر و تعرق مرجع برای هر ماه در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار میانگین ۳۰ ساله تبخیر و تعرق مرجع متعلق به تیر ماه (۷/۷۳ میلی‌متر در روز) و کمترین مقدار میانگین ۳۰ ساله تبخیر و تعرق مرجع متعلق به دی ماه (۱/۲۳ میلی‌متر در روز) می‌باشد.

[2] FAO

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نمودار مقادیر میانگین ۳۰ ساله تبخیر و تعرق مرجع برای هر ماه در منطقه مورد مطالعه

تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت

مقادیر تبخیر و تعرق گیاهان الگوی کشت و همچنین مقادیر نیاز خالص آبیاری آنها در دو حالتِ محاسبه شده در این تحقیق و ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT و همچنین نسبت مقادیر در جدول ۱ ارائه شده است. پس از بررسی نتایج مشاهده شد که مقادیر محاسبه شده تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری گیاهان در این تحقیق در اغلب موارد بیش از مقادیر ذکر شده در نرم‌افزار NETWAT است. بیشترین مقادیر نسبت‌ها متعلق به دو گیاه گندم و جو با مقدار حدوداً دو برابر و در سایر موارد این نسبت به طور میانگین حدود ۱/۲ برابر می‌باشد. برای برخی از گیاهان نیز مقادیر محاسبه شده و مقادیر نرم‌افزار تقریباً برابر و نسبت آنها حدوداً یک است. علت اختلاف زیاد مقادیر برای دو گیاه گندم و جو، برآورد کمِ تبخیر و تعرق این دو گیاه در نرم‌افزار NETWAT به دلیل اختصاص رقم صفر در ماه‌های آذر تا اسفند می‌باشد. دوره رشد این دو گیاه در منطقه مورد مطالعه از مهر تا خرداد سال بعد است و بدیهی است که این گیاهان در تمامی ماه‌ها دارای تبخیر و تعرق می‌باشند و اختصاص رقم صفر به برخی ماه‌ها صحیح نمی‌باشد. لازم به ذکر است که این مسئله در خصوص سایر گیاهان در نرم‌افزار NETWAT صدق نمی‌کند و صرفاً برای گیاهان گندم و جو اعمال گردیده است که باعث تفاوت فاحش نتایج مربوط به این دو گیاه با سایر گیاهان شده است. در خصوص چهار گیاه شبدر، گرمک و طالبی، نخود و بادام که مقادیر محاسبه شده آنها تقریباً برابر با مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT می‌باشد می‌توان چنین استنباط کرد که احتمالاً تبخیر و تعرق محاسبه شده برای این گیاهان جهت ارائه در نرم‌افزار NETWAT بیش از مقدار واقعی در آن زمان برآورد شده است. بنظر می‌رسد که این امر ناشی از وجود خطا در محاسبات انجام گرفته در این تحقیق نباشد چرا که صرفنظر از دو گیاه گندم و جو که قبلاً شرح داده شد سایر گیاهان دارای نسبت میانگین ۱/۲ هستند و اختلاف مقادیر محاسبه شده و مقادیر نرم‌افزار برای آنها شبیه یکدیگر است. از طرفی، ملاک درستی محاسبات انجام گرفته برای تعیین مقادیر تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری گیاهان در این تحقیق، مقدار بدست آمده برای گیاه موردنظر در شرایط لایسیمتری می‌باشد. مرور منابع تحقیقات لایسیمتری صورت گرفته برای گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه نشان داد که تنها گیاه مطالعه شده در شرایط لایسیمتری در این منطقه که مقدار تبخیر و تعرق و نیاز آبی آن در سند ملی آبیاری نیز گزارش شده باشد، گیاه نخود می‌باشد. مطالعه مذکور در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی واقع در پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با استفاده از لایسیمترهای زهکش‌دار و برای گیاه نخود انجام گرفته است. در این تحقیق، میانگین مقدار تبخیر و تعرق گیاه نخود در طول دوره رشد در دو سال مذکور، ٤۲۹/۷٥ میلی‌متر گزارش شده است (قمرنیا و همکاران،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳۹۶). مقادیر تبخیر و تعرق محاسبه شده در این تحقیق که در جدول ۱ ارائه گردیده‌اند مقادیر میانگین ۳۰ ساله (سال‌های آبی ٦٦-۱۳٦۵ تا ۹۵-۱۳۹٤) می‌باشند. میانگین ارقام مختص به سال‌های آبی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ برای گیاه نخود معادل ٤۲۷/٤۵ میلی‌متر می‌باشد که همخوانی بالایی با مقدار گزارش شده برای شرایط لایسیمتری در تحقیق قمرنیا و همکاران (۱۳۹٦) دارد که می‌تواند نمونه‌ای جهت تأیید درستی محاسبات انجام گرفته در این تحقیق باشد. به طور کلی می‌توان گفت صرفنظر از موارد استثنا که شرح داده شد اختلاف مقادیر محاسبه شده در این پژوهش با مقادیر ارائه شده در نرم-افزار NETWAT به دلیل آن است که مقادیر پارامترهای هواشناسی مورد استفاده برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در شرایط آب و هوایی کنونی، با مقادیر در نظر گرفته شده برای محاسبات تبخیر و تعرق در نرم‌افزار NETWAT که مربوط به سال‌های قبل از ۱۳۷۸ است متفاوت هستند. افزایش دما در سال‌های اخیر سبب افزایش مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع و به تبع آن افزایش مقادیر تبخیر و تعرق گیاهان می‌شود. کاهش بارندگی نیز کاهش باران مؤثر را در پی دارد. متعاقباً مقادیر نیاز خالص آبیاری گیاهان نیز به تبع این دو مؤلفه، در شرایط آب و هوایی کنونی متفاوت خواهد بود. این اختلاف مقادیر، در تحقیقاتی که قبلاً توسط برخی محققین برای سایر مناطق کشور انجام شده نیز مشاهده شده است که در بخش مرور منابع شرح داده شدند (مینائی و مادح خاکسار، ۱۳۸۲؛ قمرنیا و سپهری، ۱۳۸۸؛ عرفانیان و همکاران، ۱۳۸۹؛ فولادمند، ۱۳۸۹ و حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۰).

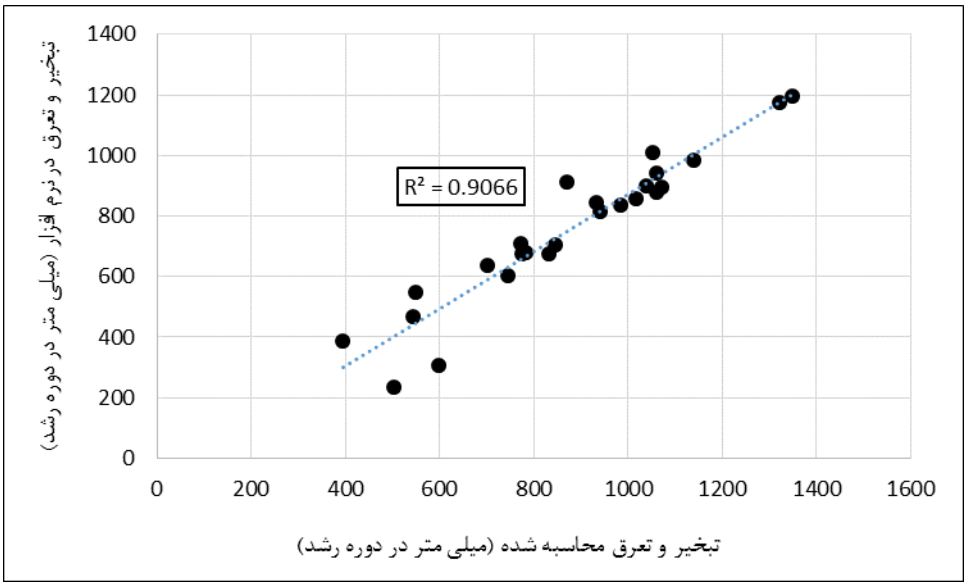
جدول ۱- مقادیر تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه

گیاه	تبخیر و تعرق در طول دوره رشد (میلی‌متر)			نیاز خالص آبیاری در طول دوره رشد (میلی‌متر)		
	محاسبه شده	نرم افزار NETWAT	نسبت	محاسبه شده	نرم افزار NETWAT	نسبت
گندم	۵۹۹/۴۲	۳۰۷	۱/۹۵	۳۹۸/۴۲	۲۴۳	۱/۶۴
جو	۵۰۴/۰۵	۲۳۳	۲/۱۶	۳۱۸/۳۲	۱۷۳	۱/۸۴
ذرت دانه ای	۷۸۴/۲۷	۶۷۸	۱/۱۶	۷۵۵/۲۵	۶۵۲	۱/۱۶
ذرت علوفه ای	۷۰۱/۴۲	۶۳۵	۱/۱۰	۶۷۲/۴۱	۶۰۹	۱/۱۰
یونجه	۱۳۵۰/۳۷	۱۱۹۶	۱/۱۳	۱۱۷۸/۴۵	۹۷۳	۱/۲۱
شبدر	۸۶۹/۲۹	۹۱۳	۰/۹۵	۶۹۷/۳۷	۷۳۵	۰/۹۵
سیب زمینی	۹۸۴/۹۰	۸۳۵	۱/۱۸	۹۴۷/۶۵	۸۰۶	۱/۱۸
پیاز	۱۰۶۱/۵۳	۸۷۷	۱/۲۱	۱۰۱۲/۴۷	۸۳۶	۱/۲۱
گوجه فرنگی	۱۰۱۸/۴۷	۸۵۸	۱/۱۹	۹۷۷/۰۹	۸۲۹	۱/۱۸
خیار	۷۴۶/۵۵	۶۰۳	۱/۲۴	۷۲۹/۸۹	۵۹۵	۱/۲۳
هندوانه	۷۷۶/۵۳	۶۷۷	۱/۱۵	۷۵۹/۸۶	۶۵۵	۱/۱۶
گرمک و طالبی	۵۴۹/۳۱	۵۴۹	۱/۰۰	۵۳۲/۶۵	۵۲۷	۱/۰۱
سبزی	۸۳۳/۴۳	۶۷۶	۱/۲۳	۸۱۶/۷۶	۶۵۴	۱/۲۵
سویا	۹۴۱/۰۱	۸۱۴	۱/۱۶	۹۲۴/۳۵	۷۹۴	۱/۱۶
آفتابگردان	۸۴۶/۰۱	۷۰۶	۱/۲۰	۸۲۹/۳۴	۶۸۶	۱/۲۱
چغندرقند	۱۰۶۱/۷۵	۹۴۴	۱/۱۲	۱۰۴۰/۵۹	۹۲۴	۱/۱۳
نخود	۳۹۴/۵۲	۳۸۶	۱/۰۲	۳۲۴/۶۲	۳۱۴	۱/۰۳
لوبیا	۷۷۲/۶۷	۷۰۷	۱/۰۹	۷۵۶/۰۱	۶۸۵	۱/۱۰
باقلا	۵۴۵/۳۵	۴۶۸	۱/۱۷	۳۴۶/۵۴	۲۷۳	۱/۲۷
بادام	۱۰۵۴/۱۵	۱۰۱۰	۱/۰۴	۱۰۰۱/۵۶	۹۷۱	۱/۰۳
سیب	۱۱۴۰/۶۰	۹۸۳	۱/۱۶	۱۰۹۴/۷۴	۹۴۶	۱/۱۶
زردآلو	۱۰۷۲/۸۰	۸۹۵	۱/۲۰	۱۰۱۹/۲۵	۸۵۶	۱/۱۹
انگور	۹۳۲/۴۶	۸۴۵	۱/۱۰	۸۹۸/۹۵	۸۰۸	۱/۱۱
هلو	۱۰۳۸/۷۹	۹۰۰	۱/۱۵	۹۹۴/۹۹	۸۷۱	۱/۱۴
گردو	۱۳۲۱/۸۹	۱۱۷۴	۱/۱۳	۱۲۶۱/۸۹	۱۱۲۶	۱/۱۲

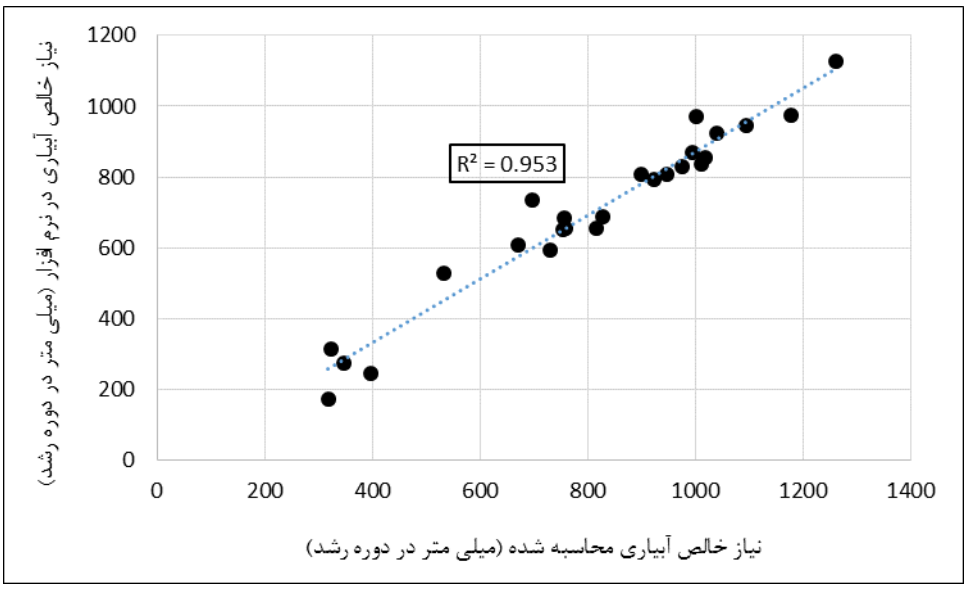
www.SID.ir

Archive of SID

شکل‌های ٤ و ٥ همبستگی مقادیر محاسبه شده در این پژوهش و مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT را به ترتیب برای تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری گیاهان نشان می‌دهند. مشاهده می‌شود که مقادیر ضریب تعیین معادل ۰/۹۱ و ۰/۹۵ می‌باشد که نشان‌دهنده همبستگی بالای مقادیر محاسباتی و مقادیر نرم‌افزار می‌باشد.



شکل ۴- نمودار همبستگی بین مقادیر تبخیر و تعرق محاسبه شده و مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT



شکل ۵- نمودار همبستگی بین مقادیر نیاز خالص آبیاری محاسبه شده و مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق به منظور برآورد نیاز خالص آبیاری گیاهان الگوی کشت دشت کرمانشاه، ابتدا از نرم افزار ET_0 Calculator برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع استفاده شد. سپس مقادیر تبخیر و تعرق گیاهان الگوی کشت از حاصلضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست آمد. مقدار باران مؤثر در منطقه نیز به روش بارندگی قابل اطمینان برآورد گردید. در نهایت نیاز خالص آبیاری گیاهان از تفاضل تبخیر و تعرق گیاه و باران مؤثر محاسبه شد. سپس مقادیر بدست آمده،

www.SID.ir

Archive of SID

با مقادیر موجود در نرم‌افزار NETWAT که به طور گسترده‌ای برای تعیین نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد مقایسه شد. نتایج نشان داد که برای اغلب گیاهان الگوی کشت، مقادیر بدست آمده در این تحقیق به طور میانگین ۱/۲ برابرِ مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT می‌باشد. این نسبت برای دو گیاه گندم و جو تقریباً دو برابر می‌باشد که علت آن برآورد کمِ تبخیر و تعرق این دو گیاه در نرم‌افزار NETWAT به دلیل اختصاص رقم صفر در ماه‌های آذر تا اسفند می‌باشد. مقادیر محاسبه شده برای گیاهان شبدر، گرمک و طالبی، نخود و بادام نیز تقریباً برابر با مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT می‌باشد که احتمالاً به دلیل برآورد تبخیر و تعرق این گیاهان بیش از مقدار واقعی در آن زمان جهت ارائه در نرم‌افزار NETWAT می‌باشد. بررسی تحقیقات لایسیمتری انجام گرفته در منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده درستی محاسبات انجام گرفته در این تحقیق می‌باشد لذا برابری نتایج برای چهار گیاه فوق‌الذکر را نمی‌توان ناشی از خطای صورت گرفته در محاسبات این تحقیق دانست. به طور کلی می‌توان گفت صرفنظر از موارد استثنا که شرح داده شد اختلاف مقادیر محاسبه شده در این پژوهش با مقادیر ارائه شده در نرم‌افزار NETWAT به دلیل آن است که مقادیر پارامترهای هواشناسی مورد استفاده برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در شرایط آب و هوایی کنونی، با مقادیر در نظر گرفته شده برای محاسبات تبخیر و تعرق در نرم‌افزار NETWAT که مربوط به سال‌های قبل از ۱۳۷۸ است متفاوت هستند. لذا توصیه می‌شود محاسبات نیاز آبی گیاهان در شرایط آب و هوایی کنونی، طبق اطلاعات هواشناسی سال‌های اخیر صورت گیرد تا به واقعیت نزدیک‌تر باشد.

فهرست منابع

۱. حیدری بنی، م.، پارسا، ش. و قطره سامانی، س. ۱۳۹۰. بررسی میزان انطباق نیاز آبی بادام با سند ملی آبیاری کشور (مطالعه موردی سامان). دومین همایش ملی بادام با محوریت صادرات. شهرکرد.

۲. رادفر، م. ۱۳۸۹. کاربرد نرم‌افزارهای ET0 Calculator و AquaCrop در مدل‌سازی برای مدیریت مزارع. انتشارات کنکاش، اصفهان، ۹۶ صفحه.

۳. طاهری، ک. ۱۳۹٤. جستاری بر منابع آب زیرزمینی استان کرمانشاه. دفتر مطالعات شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمانشاه.

٤. عرفانیان، م.، علیزاده، ا. و محمدیان، آ. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام مندرج در سند ملی آبیاری (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۳(٤): ٤۹۲-٤۷۸.

۵. فولادمند، ح. ۱۳۸۹. تخمین نیاز آبیاری میانگین و بحرانی گیاهان زراعی مهم استان فارس. مجله دانش آب و خاک، ۱(۲): ۱۹٦-۱۸۷.

٦. قمرنیا، ه. و سپهری، س. 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، شیراز.

۷. قمرنیا، ه.، نظری، ب. و قبادی، م. ا. ۱۳۹٦. برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک جزئی و دو جزئی نخود رقم بیونیج (Cicer arietinum L.) در شرایط لایسیمتری و مقایسه با مدل SIMDualKc. مجله پژوهش‌های حبوبات ایران، ۸(۱): ۱۷۹-۱٦٤.

www.SID.ir

Archive of SID

۸. میرموسوی، س. ح.، پناهی، ح.، اکبری، ح. و اکبرزاده، ی. ۱۳۹۱. واسنجی روش‌های برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_0) و محاسبه نیاز آبی گیاه (ET_C) زیتون در استان کرمانشاه. مجله جغرافیا و پایداری محیط، ۲(۳): ٦٤-٤٥.

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

10. Avinash, S., Patwardhan, J., Nieber, L. and Eldon, L.J. 1990. Effective rainfall estimation methods. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 116(2): 182-193.
11. Dastane, N.G. 1974. Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO irrigation and drainage paper 25. Flood and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
12. Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE, New York.

www.SID.ir

Archive of SID

Estimation of Net Irrigation Requirement of the Crop Pattern in Kermanshah Plain and Comparison with the Data in the National Water Document

K. Barati, J. Abedi Koupai [1]*, E. Darvishi, A. Azari, and A. Yousefi

PhD Student of Irrigation and Drainage, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. **kh_barati@yahoo.com**

Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. **koupai@cc.iut.ac.ir**

Assistant Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran. **darvishi86@yahoo.com**

Assistant Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran. **arashazari.ir@gmail.com**

Assistant Professor, Department of Rural Development, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. **ayousefi@cc.iut.ac.ir**

Abstract

To prepare the National Water Document of the country, a 25-year statistical period of 1970-1995 has been used to calculate daily potential evapotranspiration. Due to the climate changes that have taken place in recent years, updating this national valuable work is necessary. Since so far there has been no study on determining the changes in irrigation requirement of plants of cropping pattern in Kermanshah plain in the current climate conditions compared to the values presented in NETWAT software, this subject was investigated. In this study, to calculate crops water requirement, the meteorological data of 2006-2007 to 2015-2016 were used. In order to estimate the net irrigation requirement for cropping pattern in Kermanshah plain, ET_0 calculator software was used to calculate evapotranspiration of reference crop. Then, the evapotranspiration values of the cropping pattern, the effective rainfall and, eventually, the amount of net irrigation requirement of the crops were calculated. The comparison between the values obtained in this research with available values in NETWAT software indicate that, for most plants, the obtained values in this study are on average 1.2 times the amounts presented in the NETWAT software. This ratio is about 2 for wheat and barley and about 1 for clover, cantaloupe, pea, and almond. The results of lysimeteric researches in the study area confirms the correctness of the performed calculations in this study.

Keywords: Evapotranspiration, FAO Penman-Monteith Method, Wheat, Barley

1 - Corresponding author: Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

*- Received: July 2018 and Accepted: November 2018

www.SID.ir