

مقاله علمی-پژوهشی

## تحلیلی بر آب مصرفی بخش کشاورزی مبتنی بر تبخیر و تعرق واقعی

حسین دهقانی سانج<sup>۱\*</sup>، ابراهیم اسعدی اسکویی<sup>۲</sup>، افروز تقی‌زاده قصاب<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۲

### چکیده

تعیین آب مصرفی کشاورزی به‌عنوان بخش مصرف‌کننده اصلی منابع آبی کشور به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت مصرف منابع و برقراری امنیت غذایی، امنیت آبی و بهبود معیشت جمعیت رو به افزایش، از اهمیت بسیاری برخوردار است. آب مصرفی متفاوت از آب آبیاری تحویلی به کشاورزان و یا آب آبیاری برداشتی از شبکه‌های آبیاری و منابع زیرزمینی و سایر منابع توسط کشاورزان است. آب مصرفی یا تبخیر و تعرق واقعی، بخشی از آب کاربردی و یا تحویلی به بخش کشاورزی است که از دسترس خارج می‌شود و امکان استفاده مجدد از آن نیست. تخمین توزیع مکانی تبخیر و تعرق واقعی (ETA) بر اساس داده‌های ماهواره‌ای معتبر یک رویکرد نوین در برنامه‌ریزی و تعیین بیلان آب است. در مطالعه حاضر از روش‌شناسی معرفی شده توسط سازمان خواربار جهانی (فاو) که در پایگاه اطلاعاتی WaPOR ارائه شده است مقادیر تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور و کاربری‌های زراعت، باغ و دیم استخراج شد. نتایج نشان داد بیشترین تبخیر و تعرق واقعی نزدیک به ۲۵۰۰ میلی‌متر در سواحل شمالی و دریاچه ارومیه رخ می‌دهد. نتایج نشان داد که در یک دوره ۱۲ ساله متوسط مقدار تبخیر و تعرق واقعی در اراضی آبی باغ برابر با ۲۹۹/۳۰ میلی‌متر و در اراضی آبی زراعت ۳۰۱/۵۲ میلی‌متر بوده است. بر همین اساس میزان تبخیر و تعرق واقعی اراضی آبی در مقیاس کشوری در سال ۹۹-۱۳۹۸، برابر با ۳۱/۲۲ میلیارد مترمکعب تعیین گردید که به تفکیک زراعت و باغ به ترتیب برابر با ۲۱/۰۶ و ۸/۱۶ میلیارد مترمکعب است و مقدار مصرف برای گلخانه، دام، طیور و شیلات ۲/۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از آب مصرفی برای زراعت و باغ، ۷۲/۱ درصد به تعرق و ۲۷/۹ درصد دیگر به تبخیر تعلق دارد. این نتایج با مقدار آب مصرفی بخش کشاورزی اعلام شده در بیلان آب کشور اختلاف زیادی دارد که به خطا در محاسبه و یا برآورد مؤلفه‌های بیلان ارتباط داده می‌شود. این اختلاف نباید به‌عنوان آب مصرفی بخش کشاورزی گزارش شود.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی کشاورزی، سنجش از دور، مدیریت آب

### مقدمه

های مختلف، به خصوص در مقیاس حوضه بسیار با اهمیت است (Vörösmarty et al., 2000). بیشترین سهم مصرف آب (حدود ۷۰٪) اغلب به آبیاری در کشاورزی اختصاص می‌یابد (Karimi et al., 2018). از این رو نظارت بر و آگاهی از تغییرات مکانی و زمانی آب در دسترس، سطح زیر کشت آبی و مصرف آب در سطح حوضه نقش مهمی در حصول اطمینان از تخصیص مناسب آب به روش پایدار خواهد داشت (Bastiaanssen et al., 2014). برنامه‌ریزی و مدیریت مصرف آب در حوضه و یا مقیاس ملی، مستلزم آگاهی از رفتار هیدرولوژیکی سیستم از جمله تغییرات زمانی و مکانی مؤلفه‌های مهم آن مانند تبخیر و تعرق واقعی (ETA) حوضه است (Javadian et al., 2019). بر اساس تعاریف حسابداری آب، تبخیر و تعرق واقعی بخشی از آب برداشتی برای بخش کشاورزی است که به صورت سودمند مصرف شده و البته از دسترس خارج شده و دیگر قابل بازیافت نیست (Karimi et al., 2012). تبخیر و تعرق از دو جزء تبخیر و تعرق تشکیل می‌شود و بخش تبخیر آن می‌تواند با به کارگیری تکنیک‌هایی تا نزدیک به صفر درصد کاهش یابد و یا به تعرق تبدیل شود. مصرف غیر سودمند آب بخش کشاورزی، شامل آن

مدیریت آب کشاورزی یکی از جدیدترین کاربردهای سنجش از دور است که در دو دهه گذشته تحولات زیادی در آن رخ داده است. مدیریت آب کشاورزی شامل نظارت بر مصرف آب به منظور ارزیابی عملکرد آبیاری است که در سال‌های اخیر استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در این امر پررنگ تر شده است. یکی از اهداف توسعه پایدار این است که با افزایش بهره‌وری آب به صورت پایدار تعداد افرادی را که از کمبود آب رنج می‌برند، کاهش دهد (Karimi et al., 2018). به‌منظور ارتقاء بهره‌وری آب، نظارت بر میزان مصرف آب در مقیاس

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران  
۲- استادیار پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران، ایران  
۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران  
(\* نویسنده مسئول (Email: h.dehghanisanij@areeo.ac.ir)  
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.6.2.2

خاک استخراج شده از حسگرهای ماکروویو منفعل استفاده می‌کند. داده‌های ماکروویو حتی در روزهای ابری اطلاعات سطح را ارائه می‌دهند، زیرا کمتر تحت تأثیر پوشش ابری هستند (Tsang et al., 1977).

سازمان جهانی غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) سامانه دسترسی آزاد به بهره‌وری آب را با هدف پوشش دادن کشورهای دچار بحران آب در آفریقا و خاورمیانه ایجاد کرده است که تخمین تبخیر و تعرق واقعی (ETA) در WaPOR یکی از مهم‌ترین محصولات این سیستم است (Javadian et al., 2019). پایگاه داده WaPOR میزان تعرق (T) و تبخیر (E) را به صورت جداگانه بر اساس مدل ETLook برای آفریقا و خاورمیانه به صورت ۱۰ روزه و سالانه با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متری تخمین می‌زند و آن‌ها را به صورت  $ETA = T + E$  در نظر می‌گیرد (Bastiaanssen et al., 2012; Javadian et al., 2012). WaPORETLook خودکار طراحی شده است و تطبیق‌پذیر است زیرا رطوبت خاک را به عنوان یک لایه داده ورودی در نظر می‌گیرد (FAO, 2018). برتری اصلی برآورد تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق با استفاده پایگاه اطلاعاتی WaPOR، فراهم ساختن امکان برآورد متغیرهای موردنظر به صورت واقعی، مکانی و پیوسته است. علاوه بر آن اطلاعات تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق موجود در کشور عمدتاً شامل مقادیر تبخیر پتانسیل است که با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی محاسبه می‌شوند و در صورت وجود داده واقعی (لایسیمتری) این داده‌ها در مقیاس نقطه‌ای (در سطح مزرعه و حداکثر مطالعات موردی) موجود است. رحیم پور و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی و اعتبارسنجی تبخیر تعرق واقعی حاصل از پایگاه اطلاعاتی WaPOR با مقادیر اندازه‌گیری شده دستگاه Scintillometer و تحلیلی جامع از تغییرات مصرف خالص آب در حوضه آبریز زاینده رود پرداختند (رحیم پور و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج مقایسه داده‌های Scintillometer و اطلاعات ماهواره‌ای حاکی از آن بود که پایگاه اطلاعاتی WaPOR یکی از مناسب‌ترین داده‌های تبخیر و تعرق واقعی به لحاظ صحت و دقت است. همچنین نتایج بررسی متوسط سالانه مصرف خالص آب در کاربری‌های مختلف نشان داد که بیشترین میزان (ETA) در سال ۲۰۱۶ برای اراضی کشت‌های دوگانه، باغ، بهار، پاییز، دیم و مراتع به ترتیب ۵۱۳، ۳۸۷، ۲۷۲، ۲۷۱، ۱۱۲ و ۸۳ میلی‌متر بود (رحیم‌پور و همکاران، ۱۳۹۷). بلتچفورد و همکاران مقادیر تبخیر و تعرق واقعی حاصل از WaPOR را با تبخیر و تعرق حاصل از ۱۴ ایستگاه هواشناسی برای مناطق کشت آبی و دیم در آفریقا مقایسه و تطابق سطح را بین تفکیک‌های مختلف مکانی بررسی کردند (Blatchford et al., 2020). تبخیر و تعرق واقعی حاصل از WaPOR سازگاری مکانی و زمانی مورد انتظار را با توجه به کلاس‌های آب و هوایی نشان داد و همبستگی کلی تبخیر و تعرق واقعی حاصل از WaPOR

قسمت از آب برداشتی است که علی‌رغم کاربرد در بخش کشاورزی، برای تولید (تبخیر و تعرق واقعی) بکار نمی‌رود، بلکه به صورت نفوذ عمقی و یا احتمالاً رواناب از دسترس بهره‌بردار خارج می‌شود. بخشی از مصرف غیر سودمند می‌تواند دوباره از منابع زیرزمینی و یا رواناب برداشت شده و به صورت مصرف سودمند بکار گرفته شود و بخشی از آن ممکن است به سفره‌های زیرزمینی عمیق منابع آبی و یا منابع آب شور پیوندد و به طور کلی از دسترس خارج شود. لذا صرفه‌جویی در مصرف آب به واسطه کاهش تبخیر و تعرق واقعی و یا آبی که به سفره‌های زیرزمینی عمیق منابع آبی و یا منابع آب شور می‌پیوندد، می‌تواند رخ دهد (Molden et al., 2001).

تبخیر و تعرق واقعی (ETA) یک مؤلفه مهم در تعیین بیلان آب در هر منطقه محسوب می‌شود که به در دسترس بودن انرژی خورشیدی، شاخص سطح برگ (LAI)، رطوبت خاک و پارامترهای هواشناسی بستگی دارد. مطالعات بسیاری برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی (ETA) در مزرعه انجام شده است که در عموم این مطالعات تبخیر و تعرق واقعی (ETA) به طور غیرمستقیم با در نظر گرفتن ضریب گیاهی و شرایط و مرحله رشد محصول بر اساس استانداردهای خاص محاسبه شده است. درحالی که در این روش بیماری‌ها و یا وضعیت مواد ریزمغذی در نظر گرفته نمی‌شود (Allen et al., 1998). تبخیر و تعرق واقعی (ETA) مجموع تبخیر خاک (E) و تعرق کانوپی (T) است که توسط اقلیم (سرعت باد، تابش، رطوبت نسبی و دمای هوا) و شرایط خاک (مقدار رطوبت خاک) محدود می‌شود. از مجموع هر دو پارامتر یعنی تبخیر و تعرق واقعی (ETA) می‌توان برای تعیین مقدار واقعی مصرف آب کشاورزی استفاده کرد (FAO, 2018). امروزه برای محاسبه (ETA) در مقیاس مزرعه و حوضه، معمولاً از تکنیک‌های سنجش از دور استفاده شود؛ زیرا مدل‌های هیدرولوژیکی و رشد محصول قادر به اعمال اثرات ناشی از پیچیدگی اکوسیستم و پویایی بیوفیزیکی متأثر از انسان (کاربری اراضی و رطوبت خاک) و طبیعت (بیماری‌ها، قارچ‌ها و شوری) نیستند. تبخیر و تعرق واقعی (ETA) به طور مستقیم توسط ماهواره‌ها اندازه‌گیری نمی‌شود، بلکه اندازه‌گیری (ETA) با توجه به بیلان انرژی سطح که از طریق محاسبه متغیرهای فیزیکی در منطقه تعیین می‌گردد؛ بنابراین انواع مختلفی از الگوریتم‌های سنجش از دور برای برآورد تبخیر و تعرق واقعی (ETA) ایجاد شده است (FAO and Delft, 2019). پرکاربردترین الگوریتم‌ها شامل SEBS، SEBAL، SREBOP و ETLOOK، METRIC می‌باشند (Rahimpour et al., 2018). بیشتر مدل‌های بیلان انرژی مانند METRIC برای تولید نقشه‌های دمای سطح اراضی به باند مادون قرمز حرارتی نشأت گرفته از تصاویر بدون ابر و تصحیح‌شده نیاز دارند (Jia et al., 2009). از این رو، تصاویر ابری باعث کاهش دقت در نتایج می‌شوند. درحالی که الگوریتم ETLook به جای دمای سطح زمین از رطوبت

تعرق واقعی با استفاده از لایسیمتر انجام شده است. عدم اطلاع از مقدار واقعی مصرف آب در بخش کشاورزی می تواند منجر به اتخاذ سیاست های ناکارآمد و سرمایه گذاری های بدون اثربخشی شود. هدف از مطالعه حاضر بررسی تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در بخش کشاورزی در دوره آماری ۲۰۰۹-۲۰۱۹ در کشور و آب مصرفی بخش کشاورزی است.

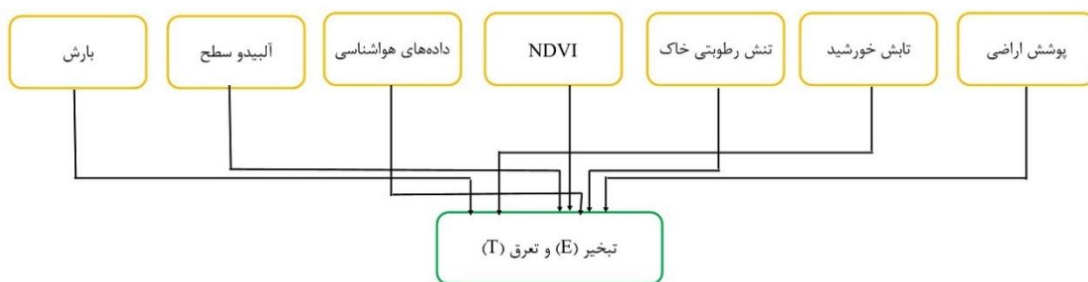
## مواد و روش ها

### روش شناسی سامانه WaPOR

در پایگاه اطلاعاتی WaPOR تبخیر (E)، تعرق (T) و تبخیر و تعرق واقعی (ETa) به صورت ماهانه، سالانه و ده روزه در قالب داده های شبکه ای ارائه می شود که مقادیر پیکسل نشان دهنده مقدار میانگین روزانه تبخیر (E)، تعرق (T) و تبخیر و تعرق واقعی (ETa) در هر بازه زمانی برحسب میلی متر در روز است. قدرت تفکیک مکانی این داده ها در ایران ۲۵۰ متر است. شکل ۱ مؤلفه های مورد نیاز برای اندازه گیری تبخیر و تعرق واقعی (ETa) در پایگاه اطلاعاتی WaPOR را نشان می دهد. محاسبه E و T در پایگاه داده های WaPOR نیاز به هفت مؤلفه ورودی دارد که شامل تابش خورشید، داده های هواشناسی و بارش به صورت روزانه است. ورودی های تنش رطوبتی خاک، NDVI و آلبیدو سطح به صورت دهه هستند. از ورودی پوشش اراضی برای به دست آوردن زبری سطح و حداقل مقاومت روزنه استفاده می شود. مقادیر تبخیر و تعرق واقعی از صفر در بیابان- های شمال آفریقا و خاورمیانه تا حدود ۱۰ میلی متر در روز در جنگل- های بارانی استوایی و دلتای نیل متغیر است (FAO, 2018).

در مقیاس نقطه ای در مقایسه با اطلاعات حاصل از ایستگاه ها ۰/۷۱ و میانگین ریشه مربع خطای ۱/۲ میلی متر در روز گزارش شد (Blatchford et al., 2020). گشنیگانی و همکاران در تحقیقات خود داده های تبخیر و تعرق مرجع حاصل WaPOR را با مقادیر برآورد شده از طریق روش اصلاح شده هارگریوز-سامانی (MHS) و روش پنمن-مانتیث (PM) مقایسه کردند (Geshnigani et al., 2021). سپس، اثر کاربرد مقادیر تخمین زده شده تبخیر و تعرق مرجع حاصل از سه روش به عنوان ورودی مدل هیدرولوژیکی HBV برای شبیه سازی رواناب بر اساس ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب همبستگی (R)، ضریب کارایی نش-ساتکلیف (NSE)، ارزیابی شد. نتایج اعتبارسنجی نشان داد که اطلاعات محصول سنجش از دور (RS) در تخمین تبخیر و تعرق مرجع قابل قبول است. همچنین، ارزیابی مدل HBV نشان داد که عملکرد مدل در شبیه سازی رواناب خوب بوده است، زیرا ضریب کارایی نش-ساتکلیف (NSE) به ترتیب در طول اعتبارسنجی برای تبخیر و تعرق مرجع تخمین زده شده از طریق روش های PM و MHS و پایگاه اطلاعاتی WaPOR به ترتیب ۰/۷۱۳، ۰/۷۶۳ و ۰/۷۶۰ به دست آمد. بین نتایج شبیه سازی رواناب با استفاده از روش های مختلف مذکور برای تخمین تبخیر و تعرق مرجع تفاوت معنی داری وجود نداشت. از این رو آن ها در مطالعه خود اظهار داشتند، محصول WaPOR می تواند به عنوان جایگزین خوبی برای روش PM و MHS در مواردی که کمبود داده های هواشناسی وجود دارد، استفاده شود (Geshnigani et al., 2021).

اطلاعات دقیقی از مصرف واقعی آب و یا تبخیر و تعرق واقعی در بخش کشاورزی در کشور وجود ندارد. بررسی مطالعات انجام شده در خصوص تبخیر و تعرق واقعی در کشور نشان دهنده آن است که بیشتر مطالعات به صورت موردی، مقایسه مدل های مختلف و برآورد تبخیر و



شکل ۱- تبخیر و تعرق واقعی در رابطه با سایر مؤلفه های داده

به روزرسانی شده است (Bastiaanssen et al., 2012). معادله پنمن-مانتیث با استفاده از داده های معمول هواشناسی (تابش خورشید، دمای هوا، فشار بخار و سرعت باد) میزان تبخیر و تعرق کل را پیش بینی می کند (Monteith, 1965). این روش استاندارد فائو برای محاسبه

روش محاسبه E و T بر اساس مدل ETLook است که توسط باستیانسسن و همکاران در سطح حوضه توسعه داده شده است (Bastiaanssen et al., 2012). مدل ETLook از معادله پنمن-مانتیث استفاده می کند که با داده های ورودی سنجش از دور

تبخیر و تعرق واقعی و مرجع است.

معادله پنمن-مانتیت (ET)

معادله پنمن-مانتیت به عنوان معادله ترکیبی شناخته می‌شود زیرا دو روش بنیادی معادله بیلان انرژی سطح و معادله آئرو دینامیک را برای تخمین تبخیر بکار می‌برد (Allen et al., 2005). معادله پنمن-مانتیت به صورت معادله ۱ بیان می‌شود (FAO, 2018):

$$ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_p \left( \frac{e_s - e_a}{r_a} \right)}{\Delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_s}{r_a} \right)} \quad (1)$$

در رابطه فوق  $\lambda$  گرمای نهان تبخیر (J kg<sup>-1</sup>) تبخیر (kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)، تعرق (kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)، تشعشع خالص (W m<sup>-2</sup>)،  $G$ ،  $R_n$ ، چگالی هوا (kg m<sup>-3</sup>)،  $\rho_a$ ،  $C_p$ ، فشار بخار واقعی بخار هوا (Pa)،  $e_s$ ، فشار بخار اشباع که جزئی از دمای هوا است (Pa)،  $\Delta$ ، شیب فشار بخار اشباع در برابر منحنی دما (Pa K<sup>-1</sup>)، ثابت سایکرومتری (Pa K<sup>-1</sup>)،  $r_a$ ، مقاومت آئرو دینامیکی (s m<sup>-1</sup>) و  $r_s$  مقاومت سطحی (s m<sup>-1</sup>) است. مدل ETLook دو نسخه از معادله پنمن-مانتیت را حل می‌کند که یکی برای تبخیر خاک (E) و دیگری برای تعرق کانوبی (T) است (FAO, 2018):

$$\lambda E = \frac{\Delta(R_{n,soil} - G) + \rho_a C_p \left( \frac{e_s - e_a}{r_{a,soil}} \right)}{\Delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_{s,soil}}{r_{a,soil}} \right)} \quad (2)$$

$$\lambda T = \frac{\Delta(R_{n,canopy}) + \rho_a C_p \left( \frac{e_s - e_a}{r_{a,canopy}} \right)}{\Delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_{s,canopy}}{r_{a,canopy}} \right)} \quad (3)$$

این دو معادله با توجه به تشعشع خالص موجود ( $R_n$  و  $R_{n,soil}$ ) و همچنین مقاومت آئرو دینامیکی و سطحی ( $r_a, soil$ ،  $r_n, soil$ ) و  $r_a, canopy$ ،  $r_n, canopy$ ) متفاوت هستند. علاوه بر این، جریان گرمای خاک (G) برای تعرق در نظر گرفته نمی‌شود.

### منطقه مطالعاتی و انتخاب کاربری‌های مختلف

در این تحقیق پس از دریافت داده‌ها سه پارامتر تبخیر، تعرق و

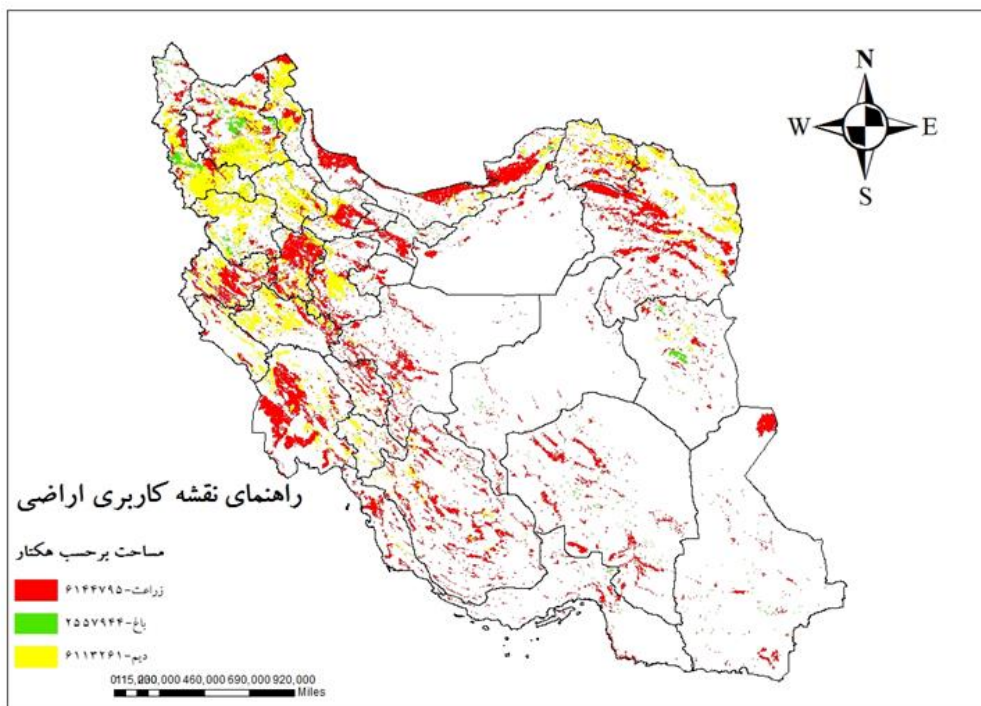
تبخیر و تعرق برای بازه‌های ۱۰ روزه ۱۲ سال منتهی به سال ۲۰۲۰ از پایگاه داده WAPOR، انجام برش (ماسک) در محدوده کشور و در محدوده کاربری‌های اراضی مدنظر و همچنین محاسبات آمار توصیفی مورد نظر برای مقادیر این سه پارامتر در محدوده کل کشور، زراعت آبی، زراعت دیم و باغ با کد نویسی به زبان برنامه‌نویسی در محیط برنامه‌نویسی آر (R) انجام شد.

در مطالعه حاضر سه دسته از کاربری اراضی زراعی، باغ و دیم در سطح کشور با استفاده از نقشه کاربری اراضی که توسط موسسه حفاظت خاک و آبخیزداری برای سال ۱۳۹۸ منتشر شده است، تفکیک شد (شکل ۲) (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۶) و آمار سطح زیر کشت زراعی و باغ و دیم از آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی استخراج گردید. سطح زیر کشت دیم، زراعت و باغ برای سال‌های مورد مطالعه از آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی استخراج گردید. بر اساس آمارنامه کشاورزی سطح زیر کشت زراعت، باغ و دیم در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب ۶,۲۲۶,۴۹۵، ۲,۵۸۸,۵۹۹ و ۶,۳۲۱,۹۶۸ هکتار است. مساحت دیم شامل مجموع مساحت زراعت دیم و باغ دیم است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸-۱۳۸۸). در هر دسته کاربری اطلاعات دریافت شده (شامل تبخیر، تعرق و تبخیر تعرق) برش داده شد.

لايه‌های اطلاعاتی تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی به صورت سالانه از پایگاه اطلاعاتی WAPOR در پایگاه اطلاعاتی سازمان خواربار جهانی فائو دریافت شد. قدرت وضوح این لایه‌های اطلاعاتی رستری ۲۵۰ متر است. پس از دریافت، هر یک از لایه‌های رستری با استفاده از زبان برنامه‌نویسی R در محدوده ایران برش داده و محاسبات انجام شد. سپس مقادیر تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی برای هر یک از طبقات کاربری زراعی، باغ و دیم مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

پراکندگی تبخیر واقعی در سطح کشور برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۹ در شکل ۳ نشان داده شده است. در این دوره زمانی بیشترین تبخیر در سطح کشور در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۶ اتفاق افتاده است. بیشترین تبخیر در تمام سال‌ها در دریاچه ارومیه به میزان حداکثر تا بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر رخ داده است که این امر به دلیل در دسترس بودن آب کافی و مورد نیاز برای فرآیند حداکثری تبخیر است. شکل ۳ نشان می‌دهد، پس از دریاچه ارومیه در تمام سال‌های مورد بررسی به ترتیب دامنه‌های شمالی البرز و سواحل خزر (به ویژه شرق مازندران و گلستان) و رشته کوه زاگرس به دلیل وجود منابع آبی کافی دارای تبخیر بالایی هستند.



شکل ۲- موقعیت مکانی کاربری زراعی، باغ و دیم در سطح کشور

مازندران و نواحی میانی گلستان بیشترین تعرق واقعی رخ داده است. در شرق مازندران و نواحی میانی گلستان میزان تعرق از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ نزدیک به ۲۰۰۰ میلی متر است. در حالی که در استان گیلان میزان تعرق در این سال‌های نزدیک به ۱۵۰۰ میلی متر است.

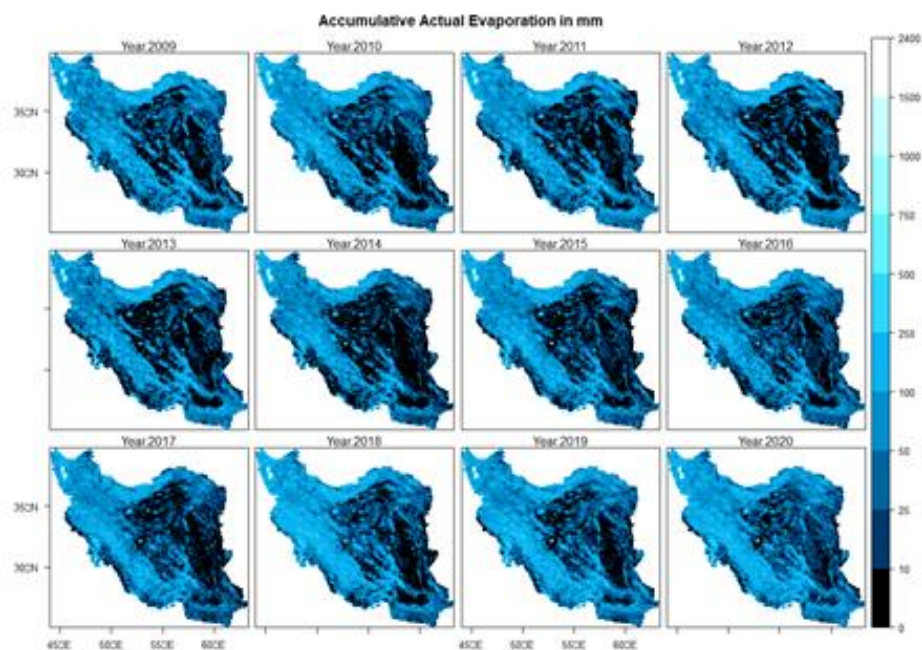
از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ به تدریج میزان تعرق واقعی کاهش یافته و در سال ۲۰۲۰ تعرق واقعی نزدیک به ۱۰۰۰ میلی متر در شرق مازندران و نواحی میانی گلستان رسیده است. همچنین در جنوب دریاچه ارومیه و نقاطی از غرب خوزستان تعرق واقعی زیادی مشاهده می‌شود که به طور تقریبی ۱۰۰۰ میلی متر بالغ است. بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۴ در منطقه وسیعی از مرکز و شرق ایران میزان تعرق واقعی بین صفر تا ۱۰ میلی متر است.

در شکل ۵ پراکنندگی مکانی مجموع تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۹ ارائه شده است. بیشترین مجموع تبخیر و تعرق واقعی سالانه از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ در سواحل شمالی و دریاچه ارومیه نزدیک به ۲۵۰۰ میلی متر است. در حالی که این مقدار از مجموع تبخیر و تعرق واقعی در سواحل شمالی به دلیل تعرق بالا و در دریاچه ارومیه به دلیل تبخیر بالا رخ داده است. در منطقه وسیعی از مرکز و شرق ایران تبخیر و تعرق واقعی نزدیک کمتر از ۱۰ میلی متر است (شکل ۵).

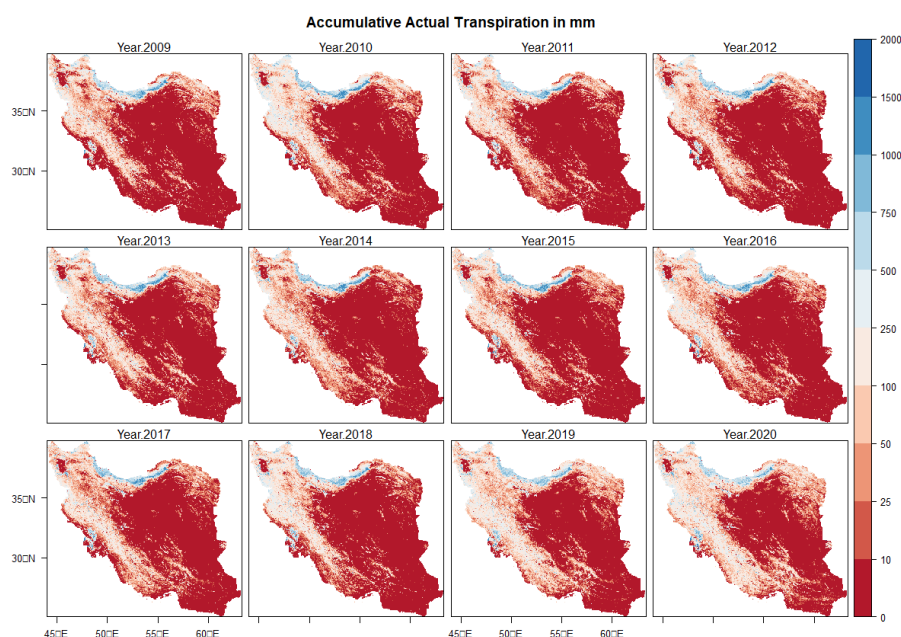
بیشترین مقدار تبخیر و تعرق واقعی در اراضی آبی باغ در سال ۲۰۲۰ و برابر با ۳۴۰/۲۷ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۱۴ و با مقدار ۲۵۹/۵۴ میلی متر بوده است. بیشترین مقدار تبخیر و تعرق واقعی در اراضی آبی زراعت در سال ۲۰۲۰ و برابر با ۳۶۵/۷۱ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۱۱ و با مقدار ۲۶۸/۲۶ میلی متر بوده است. بررسی مقادیر تبخیر و تعرق به طور جداگانه نشان داد، بیشترین مقدار تبخیر در اراضی آبی باغ در سال ۲۰۱۸ و به طور متوسط برابر با ۱۰۲/۵۷ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۱۴ و با مقدار متوسط ۷۶/۶۱ میلی متر بوده است. بیشترین مقدار تبخیر در اراضی آبی زراعت در سال ۲۰۲۰ و به طور متوسط برابر با ۹۶/۳۴ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۱۳ و با مقدار متوسط ۶۶/۴۸ میلی متر بوده است. بیشترین مقدار تعرق در اراضی آبی باغ در سال ۲۰۲۰ و به طور متوسط برابر با ۲۳۸/۴۸ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۱۴ و با مقدار متوسط ۱۸۲/۹۳ میلی متر بوده است. بر همین اساس بیشترین مقدار تعرق در اراضی آبی زراعت در سال ۲۰۲۰ و به طور متوسط برابر با ۲۶۹/۳۷ میلی متر و کمترین آن در سال ۲۰۰۹ و با مقدار متوسط ۱۹۴/۱۲ میلی متر بوده است.

شکل ۴ پراکنندگی مکانی تعرق واقعی در سطح کشور در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۹ را نشان می‌دهد. در سواحل شمالی به ویژه شرق





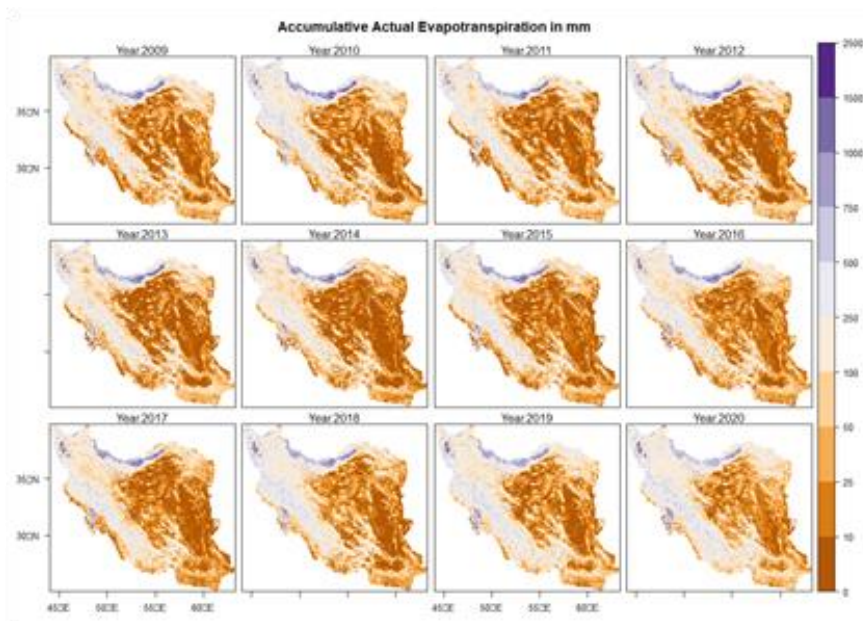
شکل ۳- پراکندگی مکانی تبخیر واقعی (برحسب میلی‌متر) در سطح کشور و در دوره زمانی ۲۰۰۹-۲۰۲۰



شکل ۴- پراکندگی مکانی تعرق واقعی (برحسب میلی‌متر) در سطح کشور و در دوره زمانی ۲۰۰۹-۲۰۲۰

واقعی از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۰ به صورت افزایشی بوده است. این افزایش را می‌توان با افزایش میزان بارش در سال‌های آبی متوالی منتهی به سال ۲۰۲۰ توجیه کرد.

در جدول ۱ میانگین مقادیر تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور در دوره ۱۲ ساله ارائه شده است. بر این اساس در سال ۲۰۲۰، تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی به ترتیب ۷۶/۲۹، ۸۵/۶۳ و ۱۶۱/۹۲ میلی‌متر به دست آمد. روند تغییرات حجمی تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق



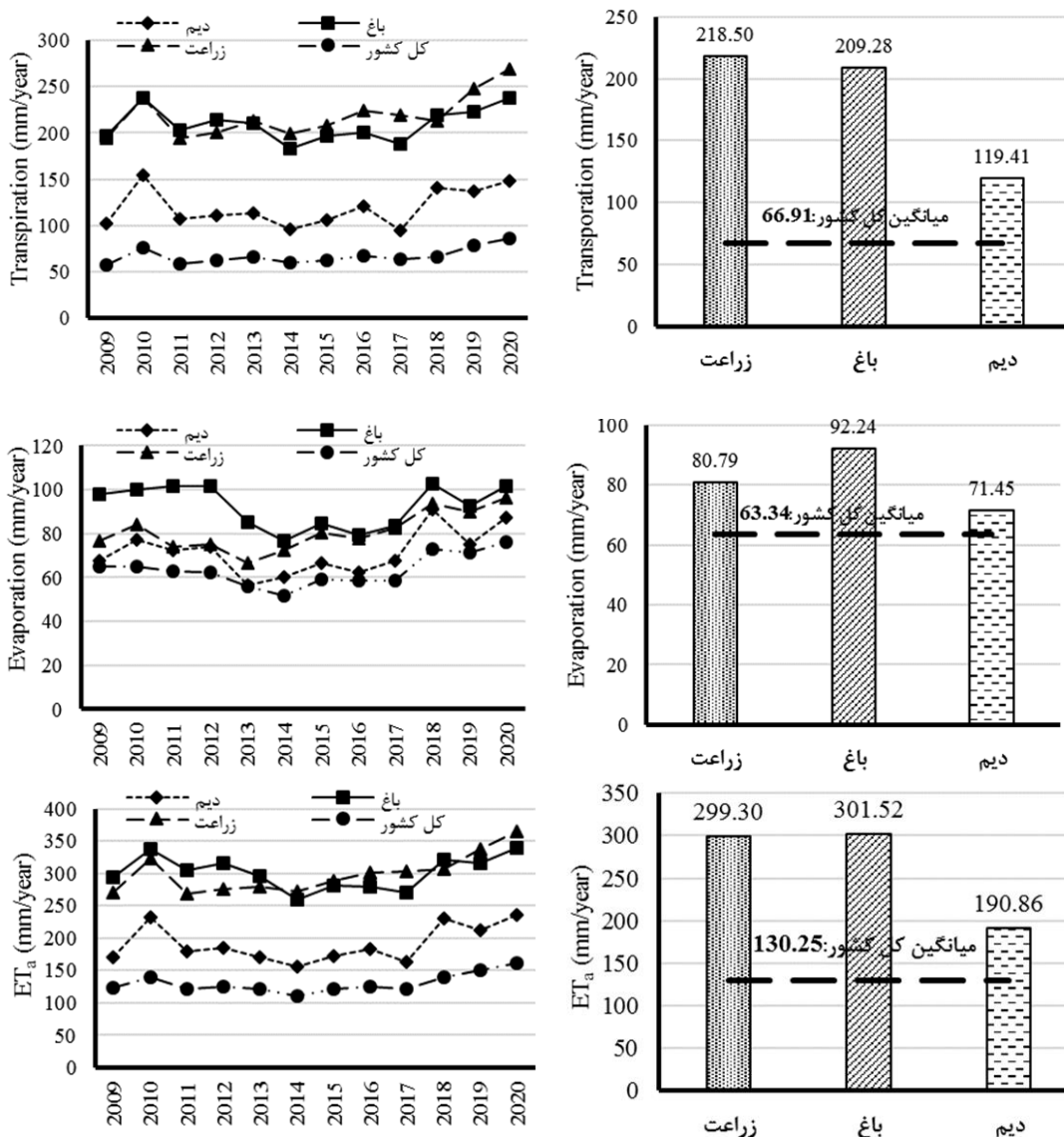
شکل ۵- پراکنندگی مکانی تبخیر و تعرق واقعی (برحسب میلی‌متر) در سطح کشور و در دوره زمانی ۲۰۰۹-۲۰۲۰

جدول ۱- مقادیر تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور در دوره ۱۲ ساله

سال	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	تبخیر میلی‌متر	تعرق میلی‌متر
۲۰۰۹	۱۲۲/۸۷	۶۴/۹۸	۵۷/۸۹
۲۰۱۰	۱۴۰/۶۱	۶۵/۰۶	۷۵/۵۵
۲۰۱۱	۱۳۱/۶۶	۶۳/۰۱	۵۸/۶۵
۲۰۱۲	۱۲۵/۱۷	۶۲/۴۶	۶۲/۷۱
۲۰۱۳	۱۲۱/۷۶	۵۶/۰۳	۶۵/۷۳
۲۰۱۴	۱۱۱/۱۷	۵۱/۷۱	۵۹/۴۶
۲۰۱۵	۱۲۱/۳۴	۵۹/۱۳	۶۲/۲۱
۲۰۱۶	۱۲۵/۴۰	۵۸/۴۱	۶۶/۹۹
۲۰۱۷	۱۳۱/۷۴	۵۸/۵۵	۶۳/۱۹
۲۰۱۸	۱۳۸/۸۴	۷۲/۹۲	۶۵/۹۲
۲۰۱۹	۱۵۰/۵۶	۷۱/۵۴	۷۹/۰۲
۲۰۲۰	۱۶۱/۹۲	۷۶/۲۹	۸۵/۶۳

در زراعت و باغ می‌تواند در انتخاب الگوی کشت و سیاست‌های مرتبط مؤثر باشد. با توجه به شکل ۶ متوسط سالانه تبخیر در کاربری‌های زراعت، باغ و دیم به ترتیب ۸۰/۷۹، ۹۲/۲۴ و ۷۱/۴۵ میلی‌متر است. بیشتر بودن میزان تبخیر در باغات نشان‌دهنده اولویت دهی برای کاهش تبخیر در باغات است. تغییرات تبخیر سالانه در اراضی باغی نشان‌دهنده کاهش آن طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۷ است. متوسط تبخیر و تعرق واقعی سالانه برای دوره زمانی مورد مطالعه در زراعت، باغ و دیم برابر با ۲۹۹/۳۰، ۳۰۱/۵۲ و ۱۹۰/۸۶ میلی‌متر در سال بود. کاربری باغ در سطح کشور دارای بیشترین میزان تبخیر و تعرق واقعی ۳۰۱/۵۲ میلی‌متر و کاربری زراعت با اختلاف کم پس از آن دارای تبخیر و تعرق بالا است (شکل ۶).

شکل ۶ روند تغییرات تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در دوره ۱۲ ساله و مقادیر میانگین آن‌ها به تفکیک کاربری زراعت، دیم و باغ و کل کشور برحسب میلی‌متر ارائه شده است. متوسط تعرق سالانه در زراعت و باغ و دیم به ترتیب برای بار ۲۱۸/۵۰، ۲۰۹/۲۸ و ۱۱۹/۴۱ میلی‌متر در سال بود. تغییرات تعرق طی سال‌های مورد مطالعه یک روند افزایشی را از سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد. این روند افزایش در مقیاس کلان کشور ناشی از افزایش سطح سبز ناشی از افزایش سطح زیر کشت و تراکم کشت است که منجر به افزایش مصرف واقعی آب در بخش کشاورزی می‌شود. بررسی فرآیند تعرق در کشور نشان‌دهنده آن است که میزان تعرق سالانه در زراعت و باغ به هم نزدیک بوده و در بعضی از سال‌ها تعرق در زراعت بیشتر از باغ است و در بعضی از سال‌های برعکس آن مشاهده شده است. بررسی بهره‌وری تعرق



شکل ۶- تغییرات تبخیر، تعرق و تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور به تفکیک کاربری اراضی در دوره ۱۲ سال

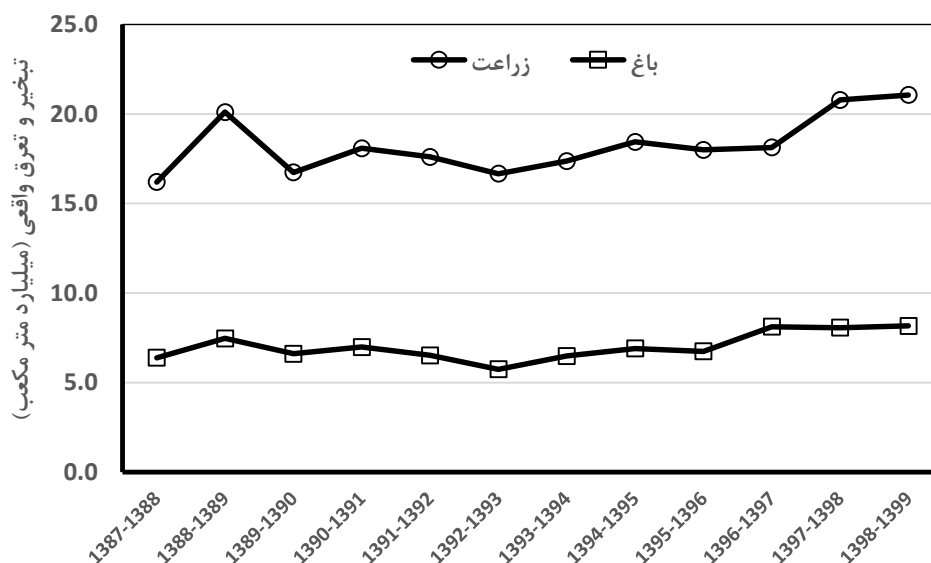
با ۲۹/۲۲ میلیارد مترمکعب تعیین گردید که به تفکیک زراعت و باغ برابر با ۲۱/۰۶ و ۸/۱۶ میلیارد مترمکعب می‌باشد. با احتساب ۲/۰ میلیارد مترمکعب مصرف برای گلخانه، دام، طیور و شیلات، این عدد برابر با ۳۱/۲۲ میلیارد مترمکعب می‌شود. این در حالی است که در آخرین گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران آب برداشتی بخش کشاورزی ۸۷/۹ میلیارد مترمکعب گزارش شده است. بر اساس این گزارش کل برداشت آب‌های سطحی و زیرزمینی برابر ۹۸/۱ میلیارد مترمکعب است و حجمی معادل ۶۶/۳ میلیارد مترمکعب مصرف خالص بوده و مابقی برابر با ۳۱/۸ میلیارد مترمکعب به صورت‌های مختلف به چرخه هیدرولوژیکی کشور بر می‌گردد. با فرض اینکه بخش شرب و بهداشت آبی مصرف نمی‌کند و تنها آن را آلوده می‌کند و صنعت تمامی آب تخصیصی معادل ۱/۸ میلیارد مترمکعب را مصرف کند، تنها ۲۳/۴ میلیارد مترمکعب آب بخش کشاورزی به چرخه هیدرولوژیکی بر

با احتساب سطح زیر کشت زراعی و باغی گزارش شده در آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی، مقدار تبخیر و تعرق واقعی طی سال‌های مختلف محاسبه و روند تغییرات آن در کاربری زراعت و باغ کشور در یک دوره ۱۲ ساله برای سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ تعیین گردید (شکل ۷). همچنین با توجه به اینکه در کاربری دیم آبیاری انجام نمی‌شود و محصول از بارش مؤثر استفاده می‌کند، از تبخیر و تعرق در کاربری دیم چشم‌پوشی شد. همان‌طور که در شکل ۶ نیز نمایش داده شد، روند تغییرات تبخیر و تعرق واقعی از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ در هر دو کاربری زراعت و باغ آبی به‌صورت افزایشی بوده است. به‌طوری‌که حجم آب مصرفی واقعی مبتنی بر تبخیر و تعرق واقعی در این دوره در کاربری زراعت از مقدار ۱۶/۷ به ۲۱/۰۶ و در کاربری باغ از ۶/۳۸ به ۸/۱۶ میلیارد مترمکعب رسیده است. بر همین اساس میزان تبخیر و تعرق واقعی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مقیاس کشور برابر



مترمکعب می‌باشد، فاصله زیادی دارد. بر همین اساس نتایج بیلان منابع آبی کشور مورد تردید اعلام می‌شود و باید نسبت به تدقیق آن اقدام شد.

می‌گردد و آب مصرفی بخش کشاورزی ۶۴/۵ میلیارد مترمکعب می‌شود. این مصرف با مصرف واقعی اعلام‌شده در این مقاله که ۲۸/۸۴ میلیارد



شکل ۷- تغییرات تبخیر و تعرق واقعی در سطح کشور در دوره ۱۲ ساله

مشارکت تخصص‌های مختلف الزام دارد.

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیقات مختلف در مقیاس جهانی نشان می‌دهد، داده‌های WaPOR که توسط فائو منتشر شده است، می‌تواند برای تعیین قابل اطمینان در مصارف آب کشاورزی و یا تبخیر و تعرق و برنامه ریزی‌های مربوط به منابع و مصارف آبی در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. این داده‌ها و به دلیل قدرت تفکیک مکانی (۲۵۰ متر) و زمانی (۱۰ روزه) و عدم وجود خلاء داده‌ای، می‌توانند نقش مهمی در مدیریت منابع آب، تعیین آب مصرفی موردنیاز و راندمان تبخیر و تعرق (به تفکیک) در کشور ارائه دهند. در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ میزان تبخیر و تعرق واقعی در کشاورزی آبی کشور (زراعت و باغ) ۲۹/۲۲ میلیارد مترمکعب بوده است که ۲۷/۹ درصد آن تبخیر بوده است. در همین سال، میزان تبخیر و تعرق در اراضی دیم ۲۱۱/۶۴ میلی‌متر بوده است که ۷۵/۰۶ میلی‌متر آن تبخیر بوده است. پتانسیل تبخیر در اراضی کشاورزی آبی و دیم، اهمیت سرمایه‌گذاری بر روی کاهش تبخیر برای کاهش مصرف واقعی بخش کشاورزی را نشان می‌دهد. مصرف واقعی اعلام‌شده در این مقاله با بیلان اعلام‌شده توسط شرکت مدیریت منابع ایران فاصله زیادی دارد. این اختلاف به خطا در محاسبه مؤلفه‌های بیلان شامل پتانسیل ذخیره آب از بارش، آب برگشتی و یا تلفات است که نیاز به بازنگری و تدقیق دارد و نباید به عنوان آب مصرفی بخش کشاورزی منظر شود. همچنین مفاهیم تبخیر و تعرق واقعی معرف آن است که کاهش مصرف واقعی آب در بخش کشاورزی تنها به پشتوانه متخصصان آب ممکن نیست و

## منابع

- بی‌نام. ۱۳۹۰. بیلان منابع آب کشور. دفتر مطالعات منابع آب. شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۲۱ ص.
- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۱۳۸۶. طرح سیمای اطلس حوزه‌های آبخیز کشور.
- رحیم‌پور، م.، کریمی، ن.ا.، روزبهانی، ر. و افتخاری، م. ۱۳۹۷. اعتبارسنجی و تصحیح محصول تبخیر-تعرق واقعی برآورد شده از محصول WaPOR فائو در ایران با استفاده از داده‌های زمینی. تحقیقات منابع آب ایران. ۱۴(۲): ۲۴۹-۲۶۲.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷، جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸، جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.

- water production and water consumption of Nile Basin agro-ecosystems. Remote sensing, Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 6(11): 10306–10334.
- Blatchford, M. L., Mannaerts, C. M., Njuki, S. M., Nouri, H., Zeng, Y., Pelgrum, H., Wonink, S. and Karimi, P. 2020. Evaluation of WaPOR V2 evapotranspiration products across Africa. Hydrological Processes, Wiley Online Library. 34(15): 3200–3221.
- FAO. 2018. WaPOR Database Methodology: Level 1. Remote Sensing for Water Productivity Technical Report: Methodology Series. Rome, FAO. 72p.
- FAO, and Delft, I. 2019. WaPOR quality assessment. Technical report on the data quality of the WaPOR FAO database version 1.0. Rome. 134p.
- Geshnigani, F. S., Mirabbasi, R. and Golabi, M. R. 2021. Evaluation of FAO's WaPOR product in estimating the reference evapotranspiration for stream flow modeling. Theoretical and Applied Climatology. 144(1): 191–201.
- Javadian, M., Behrangi, A., Gholizadeh, M. and Tajrishy, M. 2019. METRIC and WaPOR estimates of evapotranspiration over the Lake Urmia Basin: Comparative analysis and composite assessment. Water, Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 11, 1647. 19p.
- Jia, L., Xi, G., Liu, S., Huang, C., Yan, Y. and Liu, G. 2009. Regional estimation of daily to annual evapotranspiration with MODIS data in the Yellow River Delta wetland. Hydrology & Earth System Sciences. 13: 1775–1787.
- Karimi, P., Molden, D., Bastiaanssen, W. G. M. and Cai, X. 2012. Water accounting to assess use and productivity of water: evolution of a concept and new frontiers. In Godfrey, J. M.; Chalmers, K. (Eds). Water accounting: international approaches to policy and decision-making. Cheltenham, UK: Edward Elgar. pp. 76-88.
- Karimi, P., Pareeth, S. and Fraiture, C. D. 2018. Remote sensing for agricultural water management (rs4awm) educational course within post-graduate program for water professionals. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. 42(5): 21–27.
- Molden, D., Sakthivadivel, R. and Habib, Z. 2001. Basin-level use and productivity of water: Examples from South Asia. IWMI. Research Report 49. Colombo, Sri Lanka. 34p.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸. جلد اول: محصولات زراعی و جلد سوم: محصولات باغبانی.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300p.
- Bastiaanssen, W. G. M., Cheema, M. J. M., Immerzeel, W. W., Miltenburg, I. J. and Pelgrum, H. 2012. Surface energy balance and actual evapotranspiration of the transboundary Indus Basin estimated from satellite measurements and the ETLook model. Water Resources Research, Wiley Online Library. 48. W11512.
- Bastiaanssen, W. G. M., Karimi, P., Rebelo, L. M., Duan, Z., Senay, G., Muthuwatte, L. and Smakhtin, V. 2014. Earth observation based assessment of the

- 16(7): 2095–2107.
- Tsang, L., Kong, J., Njoku, E., Staelin, D. and Waters, J. 1977. Theory for microwave thermal emission from a layer of cloud or rain. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, IEEE. 25(5): 650–657.
- Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J. and Lammers, R. B. 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science, American Association for the Advancement of Science*. 289(5477): 284–288.
- Pettigrew, W.T. 2004. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components and boll distribution. *Agronomy Journal*. 96: 377-383.
- Monteith, J. L. 1965. *Evaporation and environment*. Symposia of the society for experimental biology. Cambridge University Press (CUP). 19: 205–234.
- Rahimpour, M., Karimi, N., Rouzbahan, R. and Eftekhari, M. 2018. Validation and Calibration of FAO's WaPOR Product (Actual Evapotranspiration) in Iran Using In-Situ Measurements. *Iran-Water Resources Research*. 14(2): 249–262.
- Samain, B., Simons, G. W. H., Voogt, M. P., Defloor, W., Bink, N. J. and Pauwels, V. 2012. Consistency between hydrological model, large aperture scintillometer and remote sensing based evapotranspiration estimates for a heterogeneous catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*.

## The Interpretation of Water Consumption in the Agricultural Sector Based on Actual Evapotranspiration

H. Dehghanisani<sup>1\*</sup>, E. Asadi Oskouei<sup>2</sup>, A. Taghizadehghasab<sup>3</sup>

Received: Sep.01, 2021

Accepted: Nov.23, 2021

### Abstract

Determination of agricultural water consumption, as the main consumer of the country's water resources, is very important in order to plan and manage resource consumption and establish food security, water security and improve the livelihood of the growing population. Consumption water is different from irrigation water delivered to farmers or irrigation water is extracted from irrigation networks, groundwater resources and other resources by farmers. Water consumption or actual evapotranspiration is the part of water used or delivered to the agricultural sector that is out of reach and cannot be reused. Estimating the spatial distribution of actual evapotranspiration (ETa) based on valid satellite data is a new approach in planning and determining water balance. In the study, amounts of actual evaporation, transpiration and evapotranspiration in the country and agricultural, horticultural and rainfed land uses were extracted using the methodology introduced by Food and Agriculture Organization (FAO), which is presented in the WaPOR database. The results showed that the highest actual evapotranspiration about 2500 mm occurs on the north coast and Lake Urmia. The results showed that the average amount of actual evapotranspiration in irrigated horticultural lands was 299.30 mm and in irrigated agricultural lands was 301.52 mm in a 12-year period. Accordingly, the amount of actual evapotranspiration of irrigated lands on a national scale and for the year 2018-2019 was calculated to 29.22 billion cubic meters, from which about 2 billion cubic meters of water contributed to the greenhouses, livestock, poultry and fisheries consumption and equal to 21.06 and 8.16 billion cubic meters for agriculture and horticulture, respectively. Furthermore, 72.1% of that belongs to transpiration and the other of that 27.9% belongs to evaporation. These results are very different from the values announced of water consumed by the agricultural sector in the country's water balance, which is related to the error in calculating or estimating the components of water balance. This difference should not be reported as water consumption by the agricultural sector.

**Keywords:** Agricultural water consumption, Remote sensing, Water management

1- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Alborz, Iran

2- Assistant Professor, Atmospheric Science & Meteorological Research Center, Tehran, Iran

3- Ph.D. student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(\*- Corresponding Author Email: h.dehghanisani@areeo.ac.ir)