ستاد احیای دریاچه ارومیه

دانشگاه صنعتی شریف

مرکز تحقیقات سنجش از دور(RSRC)

برآورد آب مصرفی
بخش کشاورزی استان های کشور

مدیر فنی

مصطفی جوادیان

نویسنده

فاطمه کردی

کد سند

OC11RN9612047

اسفند ۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحيم

شناسه سند				
عنوان سند	برآورد آب مصرفی بخش کشاورزی استان های کشور			
نوع سند	گزارش فنی (TR) ☐	خلاصه مدیریتی (ES) ☐	پروپوزال (PR)☐	
	یادداشت تحقیقی(RN) ■	یادداشت فنی (TN)☐	مقاله (AR)☐	خروجی غیررسمی (RM)☐
کد سند	RN -۹۶-۱۹			
شماره قرارداد				
تاریخ قرارداد	۱۳۹۶			
کارفرما	ستاد احیای دریاچه ارومیه			
گروه فنی				
مدیر اجرایی				
مدیر فنی طرح	مصطفی جوادیان			
کارشناسان فنی طرح	فاطمه کردی			
تاریخ انتشار	۱۳۹۶			
ویرایش	اول			

نوع سند	تعریف
گزارش فنی (TR)	Peer review شده با فرایند داوری خیلی دقیق و جدی و دارای محتوی علمی مفصل و ویرایش شده ادبی و فنی
یادداشت فنی (TN)	همانند گزارش فنی است با این تفاوت که مطالب مفصل نبوده و داوری جدی نشده است.
خلاصه مدیریتی (ES)	خلاصه‌ای از یک کار تحقیقاتی یا مطالعاتی که برای مدیران و بارگذاری روی سایت تنظیم‌شده است.
یادداشت تحقیقی(RN)	جهت پاسخگویی به سوالات و ابهامات و یا آموزش و یادگیری از تکنیک ها و الگوریتم هایی که کاربرد آن برای مطالعات و پروژه های مرکز می‌باشد
خروجی غیر رسمی (RM)	نتیجه کار تحقیقی که تکمیل نشده و لذا داوری جدی نشده و ارزیابی عمیق و ویراستیاری روی آن صورت نگرفته و به صورت غیر رسمی برای اطلاع عموم در اختیار قرار گرفته است.
پروپوزال (PR)	پیشنهادیه انجام پروژه
مقاله (AR)	مقالات فارسی و انگلیسی

پیش‌گفتار

قرارگیری دریاچه ارومیه در آستانه بحرانی زیست‌محیطی در مقیاس بین‌المللی در سال‌های منتهی به سال ۱۳۹۲ شمسی و مطالبات مردم شریف منطقه، هیأت محترم وزیران را بر آن داشت که در اولین جلسه خود در دولت یازدهم، طی مصوّبه شماره ۴۹۵۰۳/۱۱۱۱۴۶ مورّخ ۱۳۹۲/۰۵/۲۸، تشکیل کارگروه نجات دریاچه ارومیه را به تصویب رسانند که پس از بررسی‌های گروه‌های کارشناسی، ۱۹ طرح اولویت‌دار جهت نجات دریاچه ارومیه در جلسه ۱۳۹۲/۰۷/۱۶ کارگروه نجات دریاچه ارومیه تصویب گردید.

به منظور تمرکز و تسریع در روند اقدامات مرتبط با احیای دریاچه ارومیه، پیشنهاد تشکیل «کارگروه ملّی نجات دریاچه ارومیه» در جلسه مورّخ ۱۳۹۲/۱۱/۰۲ هیأت محترم وزیران مطرح و به موجب اختیارات اصل ۱۳۸ قانون اساسی، طبق مصوّبه شماره ۴۹۵۰۳/۱۷۰۰۹۲ مورّخ ۱۳۹۲/۱۱/۱۲، مقرّر گردید که ریاست کارگروه بر عهده معاون اوّل محترم رئیس‌جمهور باشد و جناب آقای دکتر عیسی کلانتری به عنوان دبیر کارگروه و مدیر اجرایی احیای دریاچه ارومیه تعیین گردیدند. ۷ وزیر، ۲ معاون رئیس‌جمهور و ۳ استاندار حوضه آبریز نیز به عنوان اعضای این کارگروه معرفی شدند.

در گام بعدی، ستاد احیای دریاچه ارومیه ضمن ایجاد کمیته‌های تخصّصی شش‌گانه، ۲۰ کارگروه تخصّصی، انجام مطالعات تطبیقی و ایجاد شوراهای منطقه‌ای، ضمن برگزاری ۹۸ جلسه متنوّع کارشناسی و مدیریتی و بهره‌گیری از نظرات بیش از ۷۵۰ نفر از متخصّصان داخلی و بین‌المللی در بازه زمانی ۱۳۶ روزه (از ۱۳۹۲/۱۱/۰۲ تا ۱۳۹۳/۰۳/۱۷)، اقدام به تدوین و اجرای یک نقشه راه جامع در راستای احیای دریاچه ارومیه نمود که نقشه راه مذکور در جلسه مورّخ ۱۳۹۳/۰۴/۰۸ به ریاست رئیس‌جمهور محترم جناب آقای دکتر روحانی، ارائه و مورد تصویب قرار گرفت و دستور شروع عملیات اجرایی راه‌کارهای مصوّب توسط ایشان صادر گردید. کارگروه ملّی نجات دریاچه ارومیه نیز طی مصوّبه شماره ۴۹۵۰۳/۵۷۵۴۲ مورّخ ۱۳۹۳/۰۵/۲۵ به طور رسمی مسئولیت مطالعه و طراحی طرح نجات دریاچه ارومیه را به دانشگاه صنعتی شریف سپرد.

در کنار دستاوردهای میدانی متعدّد حاصل از طرح ملّی نجات دریاچه ارومیه از جمله قرار گرفتن دریاچه در مسیر احیای پایدار و رفع مخاطرات بهداشتی و سلامتی، نقش محوری دانشگاه‌های ملّی و استانی در کلیه امور مطالعه و پایش، شاخصه‌ای کم‌نظیر در پروژه بوده که توانسته است ضمن خلق تعاملی پویا و چندسویه با دستگاه‌های اجرایی، روح اقدامات علمی-پژوهشی را در کالبد همه پروژه‌های ذیل طرح، جاری نمایند.

لذا با هدف شفاف‌سازی اقدامات مطالعاتی و پژوهشی انجام شده و نیز به منظور فراهم شدن امکان استفاده مجامع علمی در رشته‌های مختلف دانشگاهی از آب (هیدرولوژی، آب زیرزمینی، هیدرولیک و هیدرودینامیک)، محیط‌زیست، اکولوژی و لیمنولوژی گرفته تا اقتصاد و جامعه‌شناسی از دانش بومی تولید شده در این طرح ملّی، کلّیه مطالعات انجام شده توسط دبیرخانه کارگروه در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی شریف در دسترس پژوهشگران محترم قرار گرفته است. یقیناً تدارک مطالعه و پژوهش در این منابع بومی ارزشمند که حاصل سال‌ها تلاش مجدّانه محقّقان تراز اوّل داخلی و بین‌المللی بوده، سرآغازی خواهد بود برای تداوم نهضت علمی شکل گرفته و به زودی با بروز جهشی علمی در بستر استثنایی پدید آمده، شاهد شکوفا شدن برکات این گردش آزاد اطّلاعات در اقصی نقاط کشور خواهیم بود.

کلّیه تعابیر، نتایج و تفاسیری که در این اثر ذکر شده‌اند، محصول تلاش‌های نویسنده (یا نویسندگان) آن بوده و لزوماً منعکس‌کننده دیدگاه‌های دبیرخانه کارگروه ملّی نجات دریاچه ارومیه نیست. لذا مسئولیت صحت کلّیه اطّلاعات و نتایجی که توسط این اثر در دسترس عموم قرار می‌گیرد، به عهده نویسنده (یا نویسندگان) آن می‌باشد.

چکیده

یکی از وقایع اقلیمی در ایران خشکسالی و کمبود آب است و مشکل خشکسالی در سال های آتی با توجه به روند افزایشی نیاز بخش های مختلف به آب، جدی تر خواهد شد. بر اساس گزارش موسسه بین المللی مدیریت آب (IWMI) کشور ایران تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود به منظور حفظ وضع فعلی، بیفزاید. اما شرایط فعلی کشور بنا به پتانسیل ها و نیازهای روزافزون بخش های کشاورزی، شرب، صنعت، این امر را ناممکن می سازد. از آنجا که بخش عمده ای از مصارف آب در ایران و جهان را بخش کشاورزی به خود اختصاص می دهد، لذا مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی حائز اهمیت است. بنابراین برای دستیابی به این مهم باید در صدد شناسایی و تعیین شاخص های اصلی مدیریت مصرف آب برآمد. از جمله شاخص های کلیدی که می تواند در برنامه ریزی های کلان مدیریت منابع آبی مثمرثمر واقع شود، برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی وحجم آبیاری است.

در این مطالعه میزان مصارف کشور ایران با استفاده از نقشه‌های نرخ تبخیر و تعرق واقعی در سطح همه استان های کشور برآورد شده است. همچنین، با در نظر گرفتن دشت‌هایی که عمده مصارف کشاورزی ایران را دارا هستند، میزان حجم آب مصرف شده در سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی به تفکیک استانی مورد محاسبه قرار گرفت.

آن مقدار بارندگی که برای تأمین نیاز آبی گیاه، مفید واقع می‌گردد، باران مؤثر نامیده می‌شود. به عبارت بهتر، پس از حذف رواناب و نفوذ آب به آب زیرزمینی، آن بخش از بارش باران که در خاک ذخیره می‌شود و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، بارش مؤثر نامیده می‌شود. در این مطالعه، با توجه به توصیه FAO، میزان بارش مؤثر به صورت متوسط به میزان ۰/۶۹ از کل بارش باران برآورد شد. درنهایت با کاستن حجم بارش مؤثر از حجم آب مصرف شده، حجم آبیاری اعمال شده نیز محاسبه شد.

کلمات کلیدی: *مصرف آب،مدیریت منابع آب، کشاورزی، بارش موثر، حجم آبیاری.*

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۸

۱-۱- سؤالات طرح ۹

۱-۲- هدف طرح ۹

۲- برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی ۹

۳- روش انجام کار ۱۳

۳-۱- منطقه مطالعاتی ۱۳

۳-۲- نحوه برآورد مصرف آب در بخش کشاورزی با استفاده محصول WAPOR ۱۴

۳-۲-۱- معرفی محصول WaPOR ۱۴

۳-۳- مقایسه نقشه تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران با نقشه کاربری اراضی ۲۱

۳-۴- بررسی شیب روند تغییرات مصارف کشاورزی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ ..... ۲۷

۳-۵- تحلیل تغییرات بارش موثر در سطح کشور ۲۸

۳-۶- محاسبه حجم آبیاری ۳۲

۴- محدودیت های برآورد حجم مصرف آب در بخش کشاورزی ۳۵

۵- جمع بندی و پیشنهادات ۳۵

۶- مراجع ۳۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۱- مولفه های حجم آب تجدید شونده در کشور ۱۰
شکل ۲- نقشه تبخیر و تعرق واقعی محصول WAPOR سال ۲۰۱۶ ..... ۱۶
شکل ۳- مقایسه سطح زیر کشت استان های کشور با استفاده از محصول مادیس و اطلاعات آمارنامه جهاد کشاورزی ۲۰
شکل ۴-مقایسه نقشه تجمعی نرخ تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران در سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی با نقشه توزیع مکانی اراضی کشاورزی در سال ۲۰۱۳ ..... ۲۲
شکل ۵-حجم مصرف برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ ..... ۲۳
شکل ۶-نقشه نرخ تبخیر و تعرق واقعی در اراضی کشاورزی برای سال ۲۰۱۶ ..... ۲۴
شکل ۷- توزیع مکانی تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران در سال ۲۰۱۶ ..... ۲۵
شکل ۸-حجم آب مصرفی استان های کشور سال ۲۰۱۶بر حسب میلیون مترمکعب(MCM) ۲۷
شکل ۹- شیب روند تغییرات مصارف کشاورزی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ ..... ۲۸
شکل ۱۰- حجم بارش موثر در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ ..... ۲۹
شکل ۱۱-حجم آبیاری موثردر بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ ..... ۳۲
شکل ۱۲-حجم آبیاری استان های کشور در سال ۲۰۱۶ برحسب میلیون متر مکعب(MCM) ۳۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۱– تغییرات مصرف آب بر حسب نوع مصارف(قدرت نما، ۱۳۷۷) ۱۱
جدول ۲– مقدار حجم آب حاصل از بارش در سطح کشور به استناد منابع مختلف ۱۲
جدول ۳– مقایسه سطح زیرکشت آمارنامه با محصول مادیس ۱۸
جدول ۴- حجم آب مصرفی استان های کشور بر حسب میلیون مترمکعب(MCM) ۲۶
جدول ۵- حجم بارش موثر استان های کشور برحسب میلیون متر مکعب(MCM) ۳۱
جدول ۶- حجم آبیاری استان های کشور برحسب میلیون متر مکعب(MCM) ۳۴

۱- مقدمه

یکی از ابزارها و شاخص های کلیدی در برنامه ریزی های کلان مربوط به تامین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش های مختلف از جمله کشاورزی، تخمین و یا تعیین مقدار آب در دسترس می باشد.

آمار بیانگر این است که حدود ۷۰ درصد از آب شیرین جهان که شامل آب رودخانه ها، دریاچه ها و آبخوا ن های زیرزمینی است در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. از طرفی حجم تبخیر و تعرق برآورد شده از اراضی فاریاب معادل ۲۲۰۰ میلیارد مترمکعب می باشد که ۳۰ درصد آن از طریق آب سبز (باران) و ۷۰ درصد آن از طریق آب آبیاری می باشد. ایران نیز همانند سایر کشورها، بخش قابل توجهی از منابع آب های سطحی و زیرزمینی خود را در بخش کشاورزی استفاده می کند. تاکنون حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی به طور دقیق تعیین نشده است و این مسئله کماکان به عنوان یکی از دغدغه های اصلی متولیان و برنامه ریزان منابع آب کشور مطرح است.

مدیریت صحیح منابع آبی هر منطقه، توسعه اقتصادی، کشاورزی و اجتماعی آن را به همراه دارد، لذا برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آبی امری حیاتی و قابل توجه است. بیش‌ترین سهم مصرف آب مربوط به تبخیر و تعرق از گیاه، خاک، مناطق شهری، جنگل و پوشش گیاهی طبیعی می باشد. در این بین نیز، بیشترین مقدار مصرف آب مربوط به آبیاری زمین‌های کشاورزی است.

روش‌هایی که در گذشته برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی استفاده می‌شد، فقط در همان نقطه که اندازه-گیری صورت پذیرفته معتبر بوده‌اند. لذا با توجه به اهمیت تبخیر و تعرق در مطالعات مختلف، لازم است تا روش‌هایی که از توزیع مکانی خوبی برای محاسبه تبخیر و تعرق برخوردار می‌باشند بهره گرفت (Dominique et al., 2005).

توسعه‌ی ماهواره‌های سنجش از دور، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دلیل پوشش وسیع مکانی، قدرت تفکیک بالا، هزینه کم و آرشیو زمانی غنی تصاویر ماهواره‌ای رشد چشمگیری داشته است. از اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی، سنجش از دور در تخمین تبخیر و تعرق نیز به کار گرفته شده است. تا کنون روش‌های مختلفی برای برآورد تبخیر و تعرق واقعی بر مبنای داده‌های سنجش از دور به کار گرفته شده است. همانطور که گفته شد تبخیر و تعرق از گیاه، خاک، مناطق شهری، جنگل و پوشش گیاهی طبیعی بیشترین سهم مصرف آب را دارا می باشد و از آنجا که تخمین آبیاری در مناطق کشاورزی منوط به ارزیابی دو پارامتر بارش موثر و میزان مصرف آب می باشد. لذا در این مطالعه نیز به منظور بر آورد مصارف، از محصول WaPOR که بر پایه

تصاویر ماهواره ای و علم سنجش از دور به تخمین و برآورد میزان تبخیرو تعرق می پردازد، استفاده شده است. برای محاسبه بارش موثر برای استان های کشور،ابتدا مقدار بارش سالانه در ایستگاه سینوپتیک مرکز استان ها استخراج گردیده و با لحاظ کردن ضریب ۰/۶۹ بارش موثر برای هر استان محاسبه شد.

۱-۱- سؤالات تحقیق

سؤالاتی که این مطالعه سعی دارد تا به آن پاسخ دهد عبارتند از:

- میزان مصارف آب در بخش های کشاورزی استان های کشور چقدر می باشد؟
- بارش موثر در استان های کشور به چه میزان است ؟
- کدام استان ها بیشترین حجم مصرف آب را دارا هستند؟
- میزان حجم آبیاری در استان های کشور به چه صورت بوده و بیشترین حجم آبیاری مربوط به کدام استان های کشور است؟

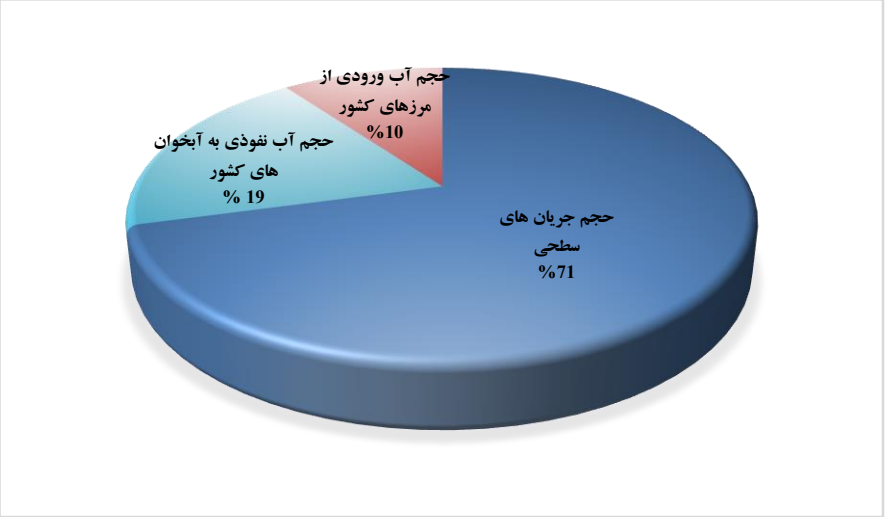
۱-۲- هدف تحقیق

هدف این یادداشت تحقیقی، برآورد حجم آبیاری در بخش کشاورزی استان های کشورمی‌باشد.

۲- برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی

دو طریق عمده تامین نیازمندی گیاه به آب با توجه به شرایط اقلیمی، اگرونومیک و اقتصادی محیط های کشاورزی، آبیاری و بارش است. در حال حاضر بخش قابل توجهی از آب رودخانه ها، دریاچه ها وآبخوان های زیرزمینی در جهان به مصرف کشاورزی می رسد(ناصری، ۱۳۷۶) و منشاء اصلی آب مصرفی کشاورزی در جهان، بارش نزولات جوی در دشت ها و ارتفاعات با میانگین ۸۶۰ میلی متر در سال است.

کشور ایران به دلیل کم بودن نزولات جوی با مقدار کمتر از یک سوم میانگین ارتفاع بارش سالانه در جهان و با توزیع نامناسب مکانی و زمانی آن، در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است. بررسی منابع حاکی از آن است که از کل حجم بارش بادرنظرگرفتن حجم جریان ورودی از رودخانه های مرزی، حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب تجدید شونده برآورد می شود که ۹۲ و ۲۵ میلیارد مترمکعب آن به ترتیب مربوط به جریان های سطحی و نفوذ به آبخوا ن ها می شود. شکل ۱ مولفه های حجم آب تجدید شونده در کشور را نشان می دهد.



شکل ۱- مولفه های حجم آب تجدید شونده در کشور

میزان آب مصرفی در کشور در سال ۱۳۲۸ توسط مهندسین مشاور ماوراء بحار حدود ۵۰۰ میلیارد مترمکعب برآورد شد. برآورد انجام شده بیش از حجم بارش سالانه، حتی در دشت و ارتفاعات بود. در سال ۱۳۳۰ گزارش ناقصی توسط مهندسین مشاور پارسونزجانسون براش در مورد برآورد آب زیرزمینی منتشر شد. در سال ۱۳۴۲ وزارت آب و برق سابق در گزارش " توسعه منابع آب ایران :مشکلات و راه حل ها" اولین بررسی مدون در مورد میزان آب مصرفی در کشور را منتشر کرد(قدرت نما، ۱۳۷۷).

سازمان برنامه در سال ۱۳۴۵ گزارشی کاملا متفاوت با انچه که سال ۱۳۴۲ در مورد حجم منابع و مصارف آب در کشور ارائه شده بود(قدرت نما، ۱۳۷۷)، از وضعیت منابع و مصارف آب کشور منتشر کرد. نشریه های شماره دو، هشت و شانزده کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، در تمام یا بخشی از این نشریه ها به مبحث منابع و مصارف آب در کشور پرداخته شده است. در نشریه شماره هشت کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، میانگین حجم آب حاصل از بارش در سطح کشور حدود ۳۸۰ میلیار د مترمکعب، نوسانات سالانه آن بین ۲۸۰ تا ۵۲۰ میلیارد مترمکعب و آب مصرفی هرهکتار از زمین های کشاورزی فاریاب حدود ۹۵۲۴ متر مکعب در هکتار بود. حدود ۸۶ میلیارد مترمکعب از حجم آب با منشاء بارش به صورت مستقیم و غیرمستقیم برای زراعت آبی، دیم، مراتع و جنگل ها استفاده می شده است.

گزارش طرح جامع (تحقیق و توسعه) در سال ۱۳۵۶ با وجود اینکه بررسی های نسبتا جدی در زمینه جمع آوری و تحلیل آمار منابع و مصارف آب در کشور انجام داد، ولی در نهایت مقادیر مطمئنی برای حجم آب مصرفی در کشور به دست نیامد. در سال ۱۳۵۷ سازمان برنامه و بودجه، گزارش بیلان منابع آب تا اوایل سال ۱۳۵۲ را منتشر کرد. قدرت نما در سال ۱۳۷۷ منابع و مصارف و نیازهای آبی در کشور را از

سال ۱۳۴۲ تا ۱۳۷۲ بررسی کرده و تغییرات مصرف آب در سال های گذشته را به صورت جدول ۱– تغییرات مصرف آب بر حسب نوع مصارف(قدرت نما، ۱۳۷۷)ارائه کرده است.

درصد مصرف آب کشاورزی از کل مصرف برای سال ۱۳۴۲ و سال ۱۳۷۲ به ترتیب ۹۹ و ۹۴ درصد در نظر گرفته شده است. مقدار مصرف آب کشاورزی از کسر نیازهای شرب و صنعت از کل مصرف آب، حاصل شده است. مقادیر مصرف ارائه شده در جدول ۱ خصوصا در بخش کشاورزی داده های حاصل از اندازه گیری نیست و از طریق برازش بر مبنای برخی مقادیر تخمینی بدست آمده اند. لذا درستی داده ها را باید بررسی نمود.

جدول ۱– تغییرات مصرف آب بر حسب نوع مصارف(قدرت نما، ۱۳۷۷)

سال	کشاورزی	شرب و صنایع	کل
۱۳۴۲	۴۴	۰/۴۲	۴۴/۴۲
۱۳۴۵	۴۵	۰/۵۴	۴۵/۵۴
۱۳۵۰	۴۹	۰/۷۵	۴۹/۷۵
۱۳۵۵	۵۳/۶	۱/۲۷	۵۴/۸۷
۱۳۵۷	۵۵/۶	۱/۵۱	۵۷/۱۰
۱۳۶۰	۵۸/۹	۱/۹۵	۶۰/۸۵
۱۳۶۲	۶۰/۵	۲/۸۹	۶۳/۴
۱۳۶۵	۶۵/۳	۲/۹۷	۶۸/۳۰
۱۳۷۰	۷۳/۳	۴/۵۵	۷۷/۸۵
۱۳۷۲	۷۸/۲	۴/۷۷	۸۲/۹۷

آمارهای موجود در خصوص مقدار حجم آب حاصل از بارندگی در پهنه کشور بسیار متفاوت است. حجم آب حاصل از بارش در سطح کشور را حدود۴۰۰ میلیارد مترمکعب و مصرف آب در بخش کشاورزی را۷۰ میلیارد مترمکعب گزارش کرده است(موحد دانش، ۱۳۷۳).

مصرف آب در کشور برای سا ل های۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ به ترتیب ۸۶/۸ و ۹۳/۱ میلیارد مترمکعب و مصرف آب در بخش کشاورزی ۸۱/۴ و ۸۶ میلیارد مترمکعب گزارش شده و برای سال ۱۴۰۰ مصرف آب در کشور و بخش کشاورزی به ترتیب برابر۱۱۳/۲ و ۱۰۳ میلیارد مترمکعب پیش بینی شده است(محمد ولی سامانی، ۱۳۸۴). در گزارش ارائه شده توسط وزارت نیرو، حجم مصرف آب در کشور ۸۸/۵ میلیارد مترمکعب

و مصرف آب در بخش کشاورزی ۸۳ میلیارد متر مکعب بیان شده است. مقدار حجم آب حاصل از بارش در سطح کشور به استناد منابع مختلف، در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲– مقدار حجم آب حاصل از بارش در سطح کشور به استناد منابع مختلف

ردیف	حجم آب (میلیارد متر مکعب)	منبع
۱	۵۰۰	مهندسین مشاور ماوراء بحار(۱۳۲۸۵)
۲	۲۸۰ تا ۵۲۰	نشریه شماره ۸ کمیته ملی آبیاری و زهکشی(۱۳۵۱)
۳	۴۹۰	گنجی(۱۳۵۳)
۴	۳۶۹	وزارت نیرو(۱۳۵۵)
۵	۳۶۵	وزارت نیرو(۱۳۵۶)
۶	۴۴۰	Bureau of Water Planning and Development and Resources Corporation (1357)
۷	۴۰۰	کوچک پور(۱۳۵۹)
۸	۴۰۰	عطرچین(۱۳۵۹)
۹	۴۰۰	ایقانیان(۱۳۶۰)
۱۰	۳۶۵	قطبی(۱۳۶۰)
۱۱	۴۰۰	وزارت نیرو(۱۳۶۰)
۱۲	۴۰۰	موحد دانش(۱۳۷۳) به نقل گزارش های وزارت نیرو
۱۳	۴۱۶	قدرت نما(۱۳۷۷)
۱۴	۴۱۳	کشاورز و صادق زاده(۱۳۷۸) به نقل از طرح جامع آب
۱۵	۴۰۰	محمد ولی سامانی(۱۳۸۴)

همانطور که ملاحظه می شود اعداد و ارقام ارائه شده در خصوص حجم آب حاصل از بارش و حجم آب مصرفی در بخش های مختلف به ویژه در بخش کشاورزی متفاوت بوده و به این دلیل در باب درستی و صحت آ نها تردید وجود دارد. بنابراین با توجه به مهم بودن این مسئله باید درصدد برنامه ریزی گسترده ای به منزله تعیین نمودن حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی بود. با توجه به اینکه روش بیلان آب در تخمین حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی دارای محدویت هایی است، بدین منظور در این مطالعه سعی شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دلیل پوشش وسیع مکانی و هزینه کم، حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی

برای کشور ایران در بازه زمانی سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی برای هر استان به صورت جداگانه تخمین زده شود.

۳-روش انجام کار

۳-۱- منطقه مطالعاتی

منطقه مورد بررسی در این مطالعه کشور اسلامی ایران است. کشور ایران بخشی از سرزمین کوهستانی و بلندفلات ایران است. این فلات از شمال به دریای مازندران و استپ های ترکمن، از جنوب به خلیج فارس و دریای عمان، از غرب به جلگه بین النهرین و دامنه های غربی رشته کوه های زاگرس، و از شرق به جلگه رود سند و کوه های پامیر، محدود است. حدود جغرافیایی این کشور از ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی گسترش دارد (ولایتی، ۱۳۷۴).

محدوده جغرافیایی ایران حدود۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع (۱۶۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع آن خشکی و ۱۲۰۰۰ کیلومترمربع آن آبی) وسعت دارد (ولایتی، ۱۳۷۴ و آل یاسین ۱۳۸۴). سطح اراضی کوهستانی ۸۹۰۴۸۶ کیلومترمربع و سطح اراضی دشت ها ۷۳۰۲۱۶/۲ کیلومترمربع وسعت دارد (آل یاسین، ۱۳۸۴).

بیش از ۸۰ درصد از اراضی کشور را کوه ها، دره ها، کویر های خشک، دامنه کوه ها و تپه ها از جمله اراضی کشاورزی و باغات پراکنده است. حدود ۵۵ درصد از سطح کشور را مراتع، ۱۱/۳ درصد را کشت های آبی، دیم و آیش، ۸/۲ درصد را جنگل ها، ۱۹/۱ درصد را ارضی قابل کشت و ۶/۴ درصد را سایر اراضی از جمله کوه ها تشکیل می دهند(آل یاسین، ۱۳۸۴).

کشور ایران جزو مناطق خشک جهان بوده و از نظر اقلیمی به دو اقلیم خشک و معتدل تقسیم بندی شده است (آل یاسین، ۱۳۸۴). توزیع مکانی بارش در این کشور غیر یکنواخت است. ارتفاع بارش از۲۰۰۰ میلی متر در حاشیه غربی دریای خزر تا کمتر از ۱۰۰ میلی متر در نواحی خشک مرکزی و جنوبی و ۲۵ میلی متر در کویر لوت متفاوت بوده و میانگین بارش در سطح کشور از یک سوم میانگین جهانی بارش کمتر است (آل یاسین، ۱۳۸۴). بارش های جوی در کشور از جریان های مرطوب مراکز کم فشار قطاع غربی ناشی می شود. رطوبت این بارش به ترتیب اهمیت از اقیانوس اطلس، دریای مدیترانه، دریای سیاه، دریای سرخ و خلیج فارس تامین می شود(آل یاسین، ۱۳۸۴).

دو منشاء دیگر بارش، پدیده ادوکسیون توده های هوا بر بستر دریای خزر و نفوذ متناوب جریان های مرطوب فصلی اقیانوس هند هستند(آل یاسین، ۱۳۸۴). توپوگرافی و گستره های بزرگ آبی دور یا نزدیک

از مهم ترین عوامل موثر بر بارش های ایران هستند. ارتفاع بارش در کشور ۳۰ درصد میانگین بارش های کره زمین بوده و تبخیر از پهنه های دشت و ارتفاعات کشور ۱۰ درصد از میانگین تبخیر کره زمین بیشتر است. اغلب بارش های جوی در این کشور در فصل پاییز و زمستان صورت می گیرد که دوران حداقل نیاز آبی محصولات است. فصل تابستان که هنگام مصرف آب گیاهان است، اقلیم ایران فاقد بارش موثر است. با توجه به شرایط خاص اقلیمی در ایران، تولید محصولات زراعی و باغی در کشور برخلاف کشورهای اروپایی، آمریکای شمالی، آسیای جنوب شرقی از طریق استفاده از رو ش های آبیاری و با احداث سامانه های انتقال آب صورت گرفته و می گیرد.

۳-۲- نحوه برآورد مصرف آب در بخش کشاورزی با استفاده محصول WaPOR

۳-۲-۱- معرفی محصول WaPOR

گروه تکنولوژی اطلاعات FAO و کارشناسان آب و خاک آژانس تخصصی سازمان ملل «سامانه بهره‌وری آب با دسترسی آزاد» (FAO Water Productivity Open Access Portal) را طی یک پروژه ۱۰ میلیون دلاری با حمایت مالی دولت هلند طراحی کرده‌اند. این پروژه با هدف تحت پوشش قرار دادن کشورهایی که با کم‌آبی فیزیکی یا زیرساختی در آفریقا و خاورمیانه مواجه بوده و یا به زودی دچار بحران می‌شوند، طراحی شده است.

«سامانه بهره‌وری آب با دسترسی آزاد» با هدف تقویت بهره‌وری کشاورزی، مقدار تبخیر و تعرق واقعی را تخمین می‌زند. تبخیر و تعرق یکی از مراحل کلیدی در چرخه طبیعی آب بوده و شامل آبی است که مستقیماً با تبخیر وارد اتمسفر شده و یا پس از حرکت از درون گیاه، از شاخه‌ها و برگ‌ها به صورت بخار خارج شده و به اتمسفر باز می گردد.

این ابزار می‌تواند ارزیابی‌های تفصیلی برای پایش عملکرد مجموعه مشخصی از برنامه‌های آبیاری، پشتیبانی از سامانه‌های مدرن آبیاری و نیز کمک به دسترسی همه کاربران به خدمات آبی مطمئن‌تر، باصرفه‌تر و سازگارتر با تغییرات اقلیمی را ارائه کند. ابزار جدید ارائه شده توسط FAO با بهره‌گیری از پیشرفته‌ترین فن‌آوری‌های ماهواره‌ای و استفاده از الگوریتم جدید محاسبه تبخیر و تعرق (ETLook)، امکان اندازه‌گیری مؤثر استفاده از آب کشاورزی، به ویژه در کشورهای کم‌آب از جمله ایران را فراهم می کند (تارنمای سامانه WaPOR).

در بخش اعظمی از قرن گذشته، میزان مصرف جهانی آب که قسمت عمده‌ای از آن صرف کشاورزی می‌شود از نرخ رشد جمعیت بالاتر رفته و در برخی مناطق به شرایط بحرانی نزدیک شده است. بنابراین FAO با راه اندازی «سامانه بهره‌وری آب» از داده‌های ماهواره‌ای زمان واقعی برای ارزیابی بهره‌وری آب در بخش کشاورزی بهره می‌گیرد تا از این طریق کشاورزان محصولات قابل اتکاتر تولید کرده و سیستم‌های آبیاری خود را بهینه سازند (تارنمای سامانه WaPOR).

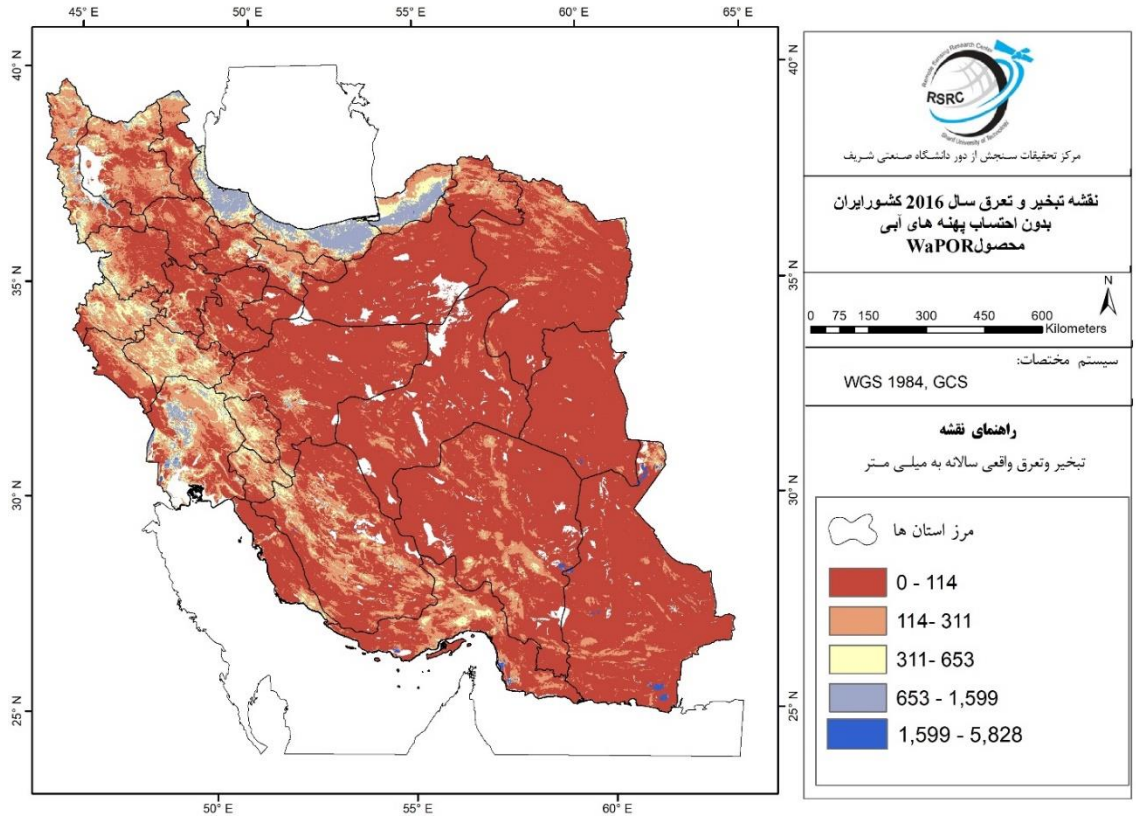
با استفاده از«سامانه بهره‌وری آب با دسترسی آزاد» (WaPOR) می‌توان تحلیلی کامل از میزان آب استفاده شده در سیستم‌های کشاورزی را ملاحظه نمود و شواهدی تجربی درباره اینکه چگونه می‌توان از میزان آبی معین بیش‌ترین بهره‌وری را برد، بدست آورد.

«سامانه بهره‌وری آب با دسترسی آزاد» با ارزیابی داده‌های ماهواره‌ای و استفاده از امکانات پردازشی گوگل ارث (Google Earth) نشان می‌دهد که به ازای هر مترمکعب آب مصرفی چه مقدار زیست‌توده و محصول تولید می‌شود. این نقشه‌ها هر ۱۰ روز یک بار بروزرسانی شده و می‌توان آن‌ها را با وضوح مکانی ۳۰ تا ۲۵۰ متر مشاهده کرد.

کارشناسان توسعه کشاورزی با استفاده از این داده‌های زمان واقعی، می‌توانند به کشاورزان در دستیابی به محصولات کشاورزی قابل اتکاتر یاری رسانده و ابزار معیشت کشاورزان را بهبود بخشند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، سامانه WaPOR برای کمک به مسائل کشاورزی مناطق درگیر با مشکلات مدیریت منابع آب، مجموعه‌ای از اطلاعات در بخش‌های مرتبط با کشاورزی را در اختیار کاربران قرار داده است.

استفاده از اطلاعات این سامانه در کنار داده‌های زمینی می‌تواند کمک شایانی به حفظ پایداری منابع آب در حوضه‌های آبریز کند. اطلاعات قابل دریافت از این سامانه عبارت‌اند از: بهره‌وری آب و زمین، تبخیر و تعرق واقعی، زیست‌توده تولید شده در سطح زمین، نقشه پوشش زمین/طبقه‌بندی محصولات، تبخیر و تعرق مرجع و بارش.

در این مطالعه از محصولی که حاوی اطلاعات تبخیر و تعرق واقعی بوده، استفاده شده است. منطقه تحت پوشش این محصول شامل آفریقا و خاورمیانه است و قدرت تفکیک زمانی آن به صورت سالانه و ده روزه بوده و در بازه زمانی آوریل ۲۰۰۹ به بعد می توان به این داده دسترسی داشت. در این پژوهش محصول تبخیر وتعرق واقعی WaPOR با قدرت تفکیک زمانی سالانه برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ دانلود و برای منطقه مورد مطالعه، مورد ارزیابی واقع شده است. یک نمونه تصویر WaPOR برای کشور ایران در سال ۲۰۱۶ درشکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- نقشه تبخیر و تعرق واقعی محصول WaPOR سال ۲۰۱۶

مراحل کار در این مطالعه بدین صورت است که در ابتدا میانگین تبخیرو تعرق واقعی در کل سطح هر استان بدون احتساب پهنه های آبی، و پس از آن میانگین تبخیر و تعرق واقعی استان ها در اراضی کشاورزی محاسبه شد. طبق مطالعه صورت گرفته در مرکز سنجش از دور(RSRC) پیرامون ارزیابی محصولات اماده کاربری اراضی محصول(MCD12Q1) MODIS در برابر دیگرمحصولات عملکرد بهتری داشت، بدین جهت نیز برای استخراج کلاس اراضی کشاورزی از این محصول استفاده شد. این محصول با قدرت تفکیک مکانی ۰/۰۵ درجه یکی از بهترین کاربری‌های اراضی موجود است و دارای ۱۶ کلاس کاربری مختلف می‌باشد.

مجموع سطح هایی که در محصول مادیس به عنوان اراضی کشاورزی طبقه بندی شده بود با مجموع سطوح آبی محصولات زراعی و سطوح آبی بارور محصولات باغی ارائه شده در آمارنامه های جهاد کشاورزی ، مقایسه شدند. به دلیل اینکه هدف اصلی مطالعه برآورد آبیاری می باشد لذا از اطلاعات آمارنامه که مربوط به سطح های آبی زیر کشت بود، استفاده شده است.

با توجه به اینکه محصول کاربری اراضی استفاده شده مربوط به سال ۲۰۱۳ میلادی بود از این رو آمار مربوط به سال زراعی۹۱-۹۲ که منطبق با سال ۲۰۱۳ میلادی بوده، مورد ارزیابی واقع شدند.

مساحت اراضی کشاورزی محاسبه شده برای کل کشوربا استفاده از محصول مادیس برابر با ۷۳۱۰۸۰۰ هکتار بوده است که استان های گلستان ، خوزستان و مازندران به ترتیب بالاترین سطح اراضی کشاورزی کشور را نسبت به استا ن های دیگر دارند. کمترین مساحت متعلق به استان های یزد و خراسان جنوبی می باشد.

در سال ۱۳۹۲ سطح محصولات باغی کشور (اعم از غیربارور و بارور) حدود۲/۵۹ میلیون هکتار است که ۸۵ درصد آن آبی و بقیه دیم می باشد .سطح بارور باغهای کشور حدود ۲/۱۹ میلیون هکتار برآورد گردیده که معادل ۸۵ درصد از کل سطح باغ های کشور می باشد. در این سال استان فارس با دارا بودن سهم ۱۳/۹۷ درصدی از کل سطح محصولات باغی، بالاترین سطح باغ های کشور را نسبت به استا ن های دیگر دارد و پس از آن استان های کرمان با سهم ۱۱/۹۱ درصد، خراسان رضوی با۱۰/۵۶ درصد، مازندران با ۶ درصد، گیلان با ۳/۹۵ درصد، آذربایجان شرقی با ۳/۹۲ درصد ، رتبه های دوم تا ششم قرار دارند. این شش استان در مجموع ۵۰/۳۱ درصد از سطح باغ های کشور را به خود اختصاص داده اند. کمترین سطح محصولات باغی با سهم ۰/۲ درصد متعلق به استان ایلام می باشد(آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲).

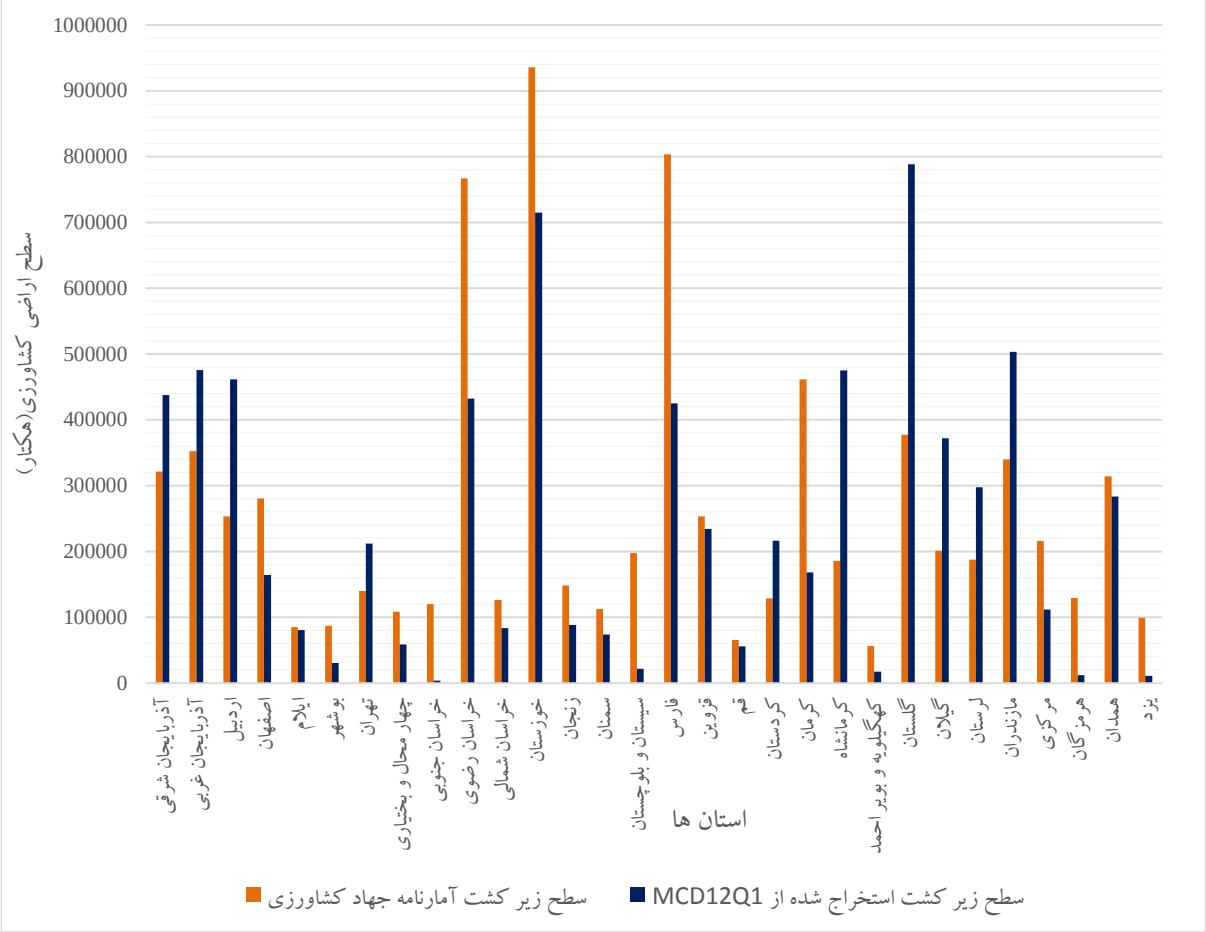
در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲سطح محصولات زراعی حدود ۱۲/۲ میلیون هکتار بوده که از این مقدار۵۱/۸ درصد سهم اراضی با کشت آبی و ۴۸/۲ درصد سهم اراضی با کشت دیم بوده است. در این سال زراعی استان خوزستان با۹/۱ درصد سهم در سطح برداشت محصولات زراعی، بیشترین سطح برداشت شده را نسبت به استان های دیگر به خود اختصاص داده است و استان های خراسان رضوی با سهم ۶/۸۸ و کردستان با ۶/۴۸ درصد در رتبه های بعدی قرار گرفته اند. کمترین سطح محصولات زراعی با سهم ۰/۳ درصد متعلق به استان یزد بوده است(آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲).

در مورد سطح زیرکشت محصولات زراعی آبی که مد نظر مطالعه حاضر بوده بیشترین سطح برداشت شده محصولات زراعی آبی متعلق به استان خوزستان می باشد به طوریکه ۱۴/۲۹ درصد از سطح اراضی کشت آبی کشور در این استان برداشت شده است. استان های خراسان رضوی با سهم۹/۰۱ و فارس ۹/۸ درصد سطح برداشت محصولات زراعی آبی کشور در رتبه های دوم و سوم هستند و این سه استان در مجموع حدود۳۳/۱ درصد از سطح برداشت محصولات زراعی آبی کشور را به خوداختصاص داده اند. کمترین سطح برداشت شده محصولات زراعی آبی متعلق به استان های کهگیلویه و بویر احمد با سهم ۰/۵۷ درصد و یزد با ۰/۷۲ درصد می باشد(آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲). نتایج این مقایسه در جدول ۳ و به صورت شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۳– مقایسه سطح زیرکشت آمارنامه کشاورزی با محصول مادیس

نام استان/ سال	سطح زیر کشت آمارنامه (هکتار)	سطح زیر کشت محصول (هکتار)	**اختلاف**
آذربایجان شرقی	۳۲۱۴۲۷	۴۳۷۷۰۰	-۱۱۶۲۷۳
آذربایجان غربی	۳۵۲۳۷۴	۴۷۵۸۰۰	-۱۲۳۴۲۶
اردبیل	۲۵۳۱۴۹	۴۶۱۷۰۰	-۲۰۸۵۵۱
اصفهان	۲۸۰۵۹۲	۱۶۴۱۰۰	۱۱۶۴۹۲
ایلام	۸۵۰۷۴	۸۰۸۰۰	۴۲۷۴
بوشهر	۸۶۹۱۲	۳۰۶۰۰	۵۶۳۱۲
تهران	۱۴۰۰۸۲	۲۱۱۸۰۰	-۷۱۷۱۸
چهار محال و بختیاری	۱۰۸۳۰۶	۵۸۷۰۰	۴۹۶۰۶
خراسان جنوبی	۱۱۹۸۹۳	۳۸۰۰	۱۱۶۰۹۳
خراسان رضوی	۷۶۶۸۸۱	۴۳۲۱۰۰	۳۳۴۷۸۱
خراسان شمالی	۱۲۶۱۱۰	۸۳۷۰۰	۴۲۴۱۰
خوزستان	۹۳۵۵۹۸	۷۱۴۸۰۰	۲۲۰۷۹۸
زنجان	۱۴۸۲۰۹	۸۸۲۰۰	۶۰۰۰۹
سمنان	۱۱۲۴۴۲	۷۳۹۰۰	۳۸۵۴۲
سیستان و بلوچستان	۱۹۷۵۸۷	۲۱۹۰۰	۱۷۵۶۸۷
فارس	۸۰۳۳۴۳	۴۲۴۸۰۰	۳۷۸۵۴۳

قزوین	۲۵۳۰۳۱	۲۳۴۳۰۰	۱۸۷۳۱
قم	۶۵۶۰۳	۵۵۷۰۰	۹۹۰۳
کردستان	۱۲۸۷۳۲	۲۱۶۴۰۰	-۸۷۶۶۸
کرمان	۴۶۱۷۰۳	۱۶۷۹۰۰	۲۹۳۸۰۳
کرمانشاه	۱۸۵۸۶۳	۴۷۵۲۰۰	-۲۸۹۳۳۷
کهگیلویه و بویر احمد	۵۶۱۰۹	۱۷۳۰۰	۳۸۸۰۹
گلستان	۳۷۷۴۷۴	۷۸۸۶۰۰	-۴۱۱۱۲۶
گیلان	۲۰۱۳۲۶	۳۷۱۹۰۰	-۱۷۰۵۷۴
لرستان	۱۸۷۳۹۳	۲۹۷۷۰۰	-۱۱۰۳۰۷
مازندران	۳۳۹۷۵۴	۵۰۳۲۰۰	-۱۶۳۴۴۶
مرکزی	۲۱۵۷۹۴	۱۱۱۷۰۰	۱۰۴۰۹۴
هرمزگان	۱۲۹۴۵۳	۱۱۸۰۰	۱۱۷۶۵۳
همدان	۳۱۴۲۳۲	۲۸۳۵۰۰	۳۰۷۳۲
یزد	۹۹۰۵۶	۱۱۲۰۰	۸۷۸۵۶



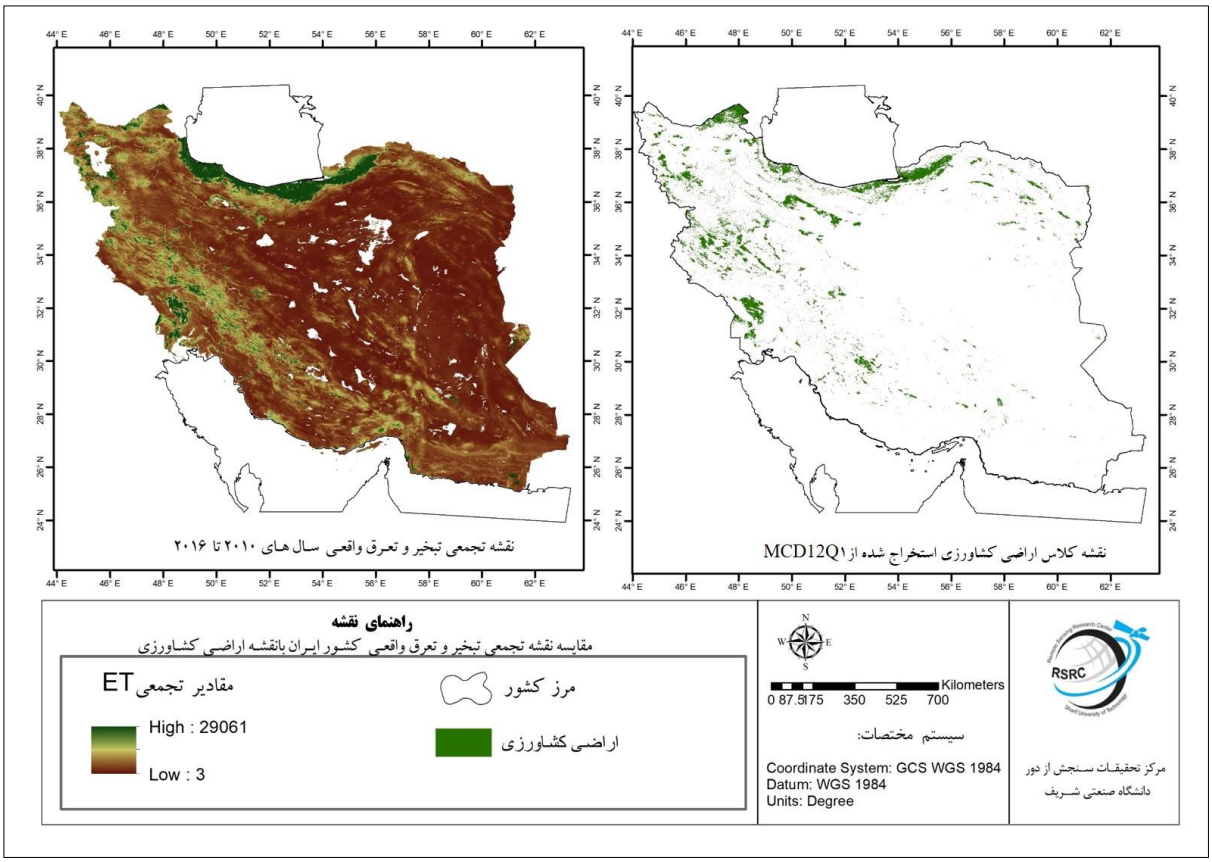
شکل ۳- مقایسه سطح زیر کشت استان های کشور تهیه شده از آمارنامه جهاد کشاورزی با سطح زیر کشت مستخرج از محصول مادیس

مساحت اراضی کشاورزی محاسبه شده برای کل کشوربا استفاده از محصول مادیس برابر با ۷۳۱۰۸ کیلومترمربع است در حالیکه مساحت این اراضی در آمارنامه ۷۸۵۳۵ کیلومتر مربع گزارش شده است. اختلاف بین دو مقادیر یاد شده ۵۴۲۷ کیلومتر مربع است. نتایج بدست آمده میان مقادیر محاسبه شده از محصول مادیس با وجود اینکه سازگاری مناسب با مطالعات قبلی صورت گرفته داشته، ولی همانطور که مشهود است در برخی از استان ها از اختلاف عددی قابل توجهی با آمار جهاد کشاورزی برخوردار هست. از آنجا که مطالعات و بررسی ها نشان می دهد که اطلاعات آمارنامه از صحت و درستی چندان بالایی برخوردار نیست، لذا در این مطالعه از نتایج محصول مادیس به منظور محاسبه میزان آب مصرفی بهره گرفته شده است.

۳-۳- مقایسه نقشه تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران با نقشه کاربری اراضی

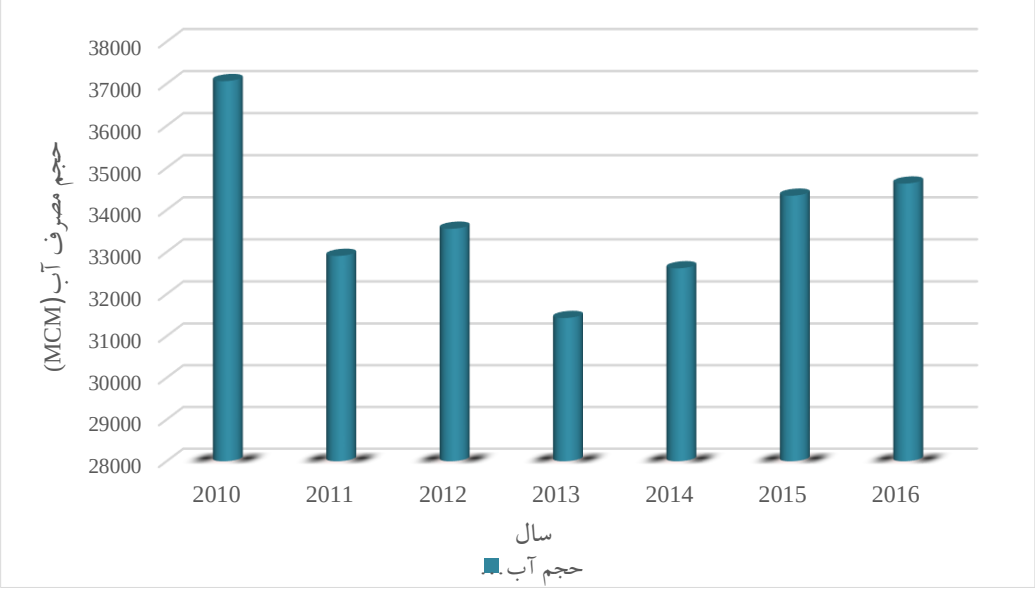
تبخیر و تعرق از دو بخش اصلی فرآیندتبخیر و فرآیندتعرق تشکیل شده است. تبخیر در مناطق مرتعی، از سطح خاک و در اراضی کشاورزی، از سطح خاک اطراف گیاهان رخ می‌دهد. تعرق نیز از سطح گیاهان به وقوع می‌پیوندد. بنابراین با توجه به وجود پوشش گیاهی متراکم‌تر و وسیع‌تر در اراضی کشاورزی و اعمال آبیاری علاوه بر بارش باران، انتظار می‌رود که اراضی کشاورزی نسبت به سایر نواحی از نرخ تبخیر و تعرق واقعی بالاتری برخوردار باشند.

همانطور که انتظار می رود بیشترین مقدار تبخیر و تعرق در نقشه تجمعی تبخیر و تعرق واقعی مربوط به کشور ایران منطبق با مناطقی است که به عنوان اراضی کشاورزی معرفی شده اند. با توجه به شکل ۴، مناطقی که دارای مقادیر تجمعی نرخ تبخیر و تعرق واقعی بالاتری بوده‌اند(در شکل ۴ با رنگ قرمز پر رنگ نشان داده شده است) کاملاً منطبق با توزیع مکانی اراضی کشاورزی مشخص شده در شکل ۴ می‌باشد. پس می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که با تعیین نمودن توزیع مکانی نرخ تبخیر و تعرق واقعی، می‌توان به نوعی به روش معکوس توزیع مکانی اراضی کشاورزی باغی و زراعی منطقه را به دست آورد. در روند محاسبه‌ی تبخیر و تعرق ، اراضی کشاورزی و جنگل‌ها از هم تفکیک نمی‌شوند در نتیجه، امکان دارد که تبخیر و تعرق برآورد شده در مناطق جنگل های زاگرس که در نقشه تجمعی تبخیر و تعرق نمایش داده شده، مربوط به این اراضی باشد.



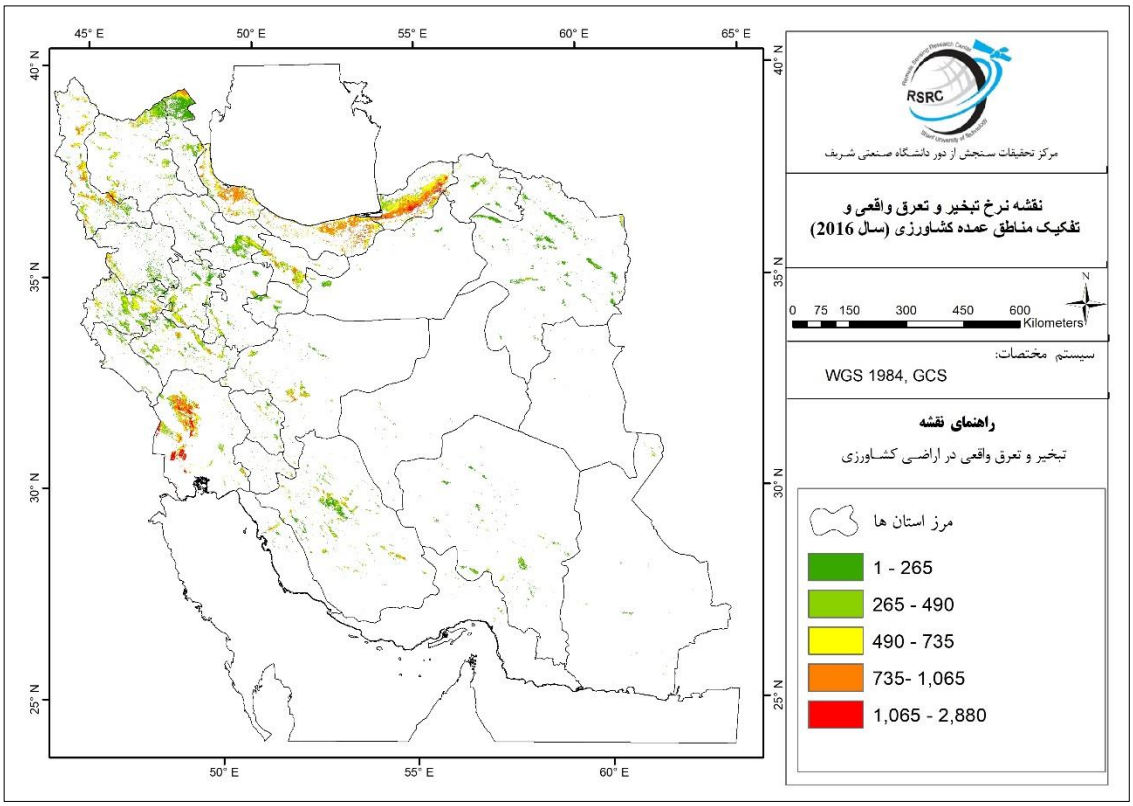
شکل ۴-مقایسه نقشه تجمعی نرخ تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران در سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی با نقشه توزیع مکانی اراضی کشاورزی در سال ۲۰۱۳

حجم آب مصرف شده توسط پوشش گیاهی در محدوده اراضی کشاورزی را می‌توان با استفاده از نقشه ارتفاع تبخیر و تعرق واقعی بدست آورد. با در نظر گرفتن سطح اراضی کشاورزی ۷۳۱۰۸۰۰ هکتاری، حجم مصرف برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ محاسبه گردید. که نتایج آن در شکل ۵ مشاهده می گردد.



شکل ۵-حجم مصرف برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶

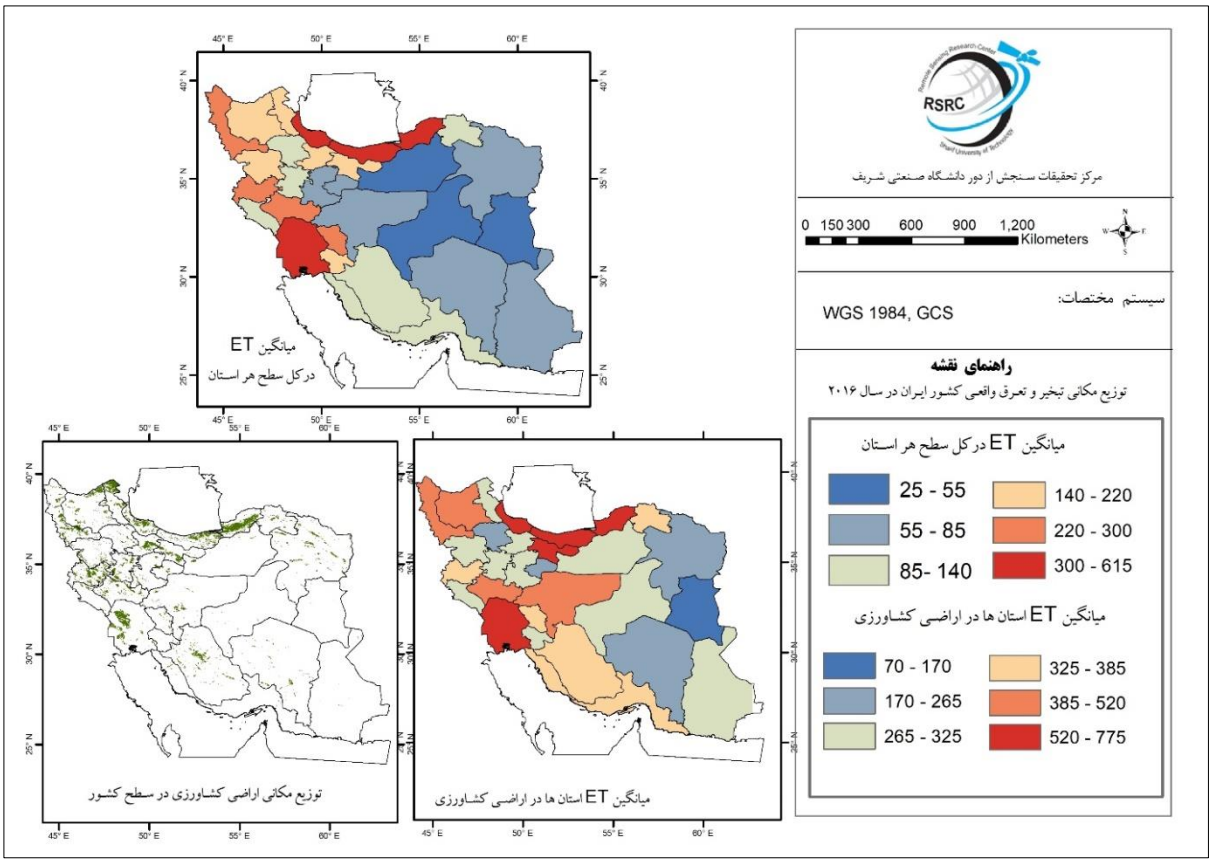
همانطور که گفته شد استان های گلستان ، خوزستان و مازندران دارای بیشترین سطح زیر کشت نسبت به سایر استان ها می باشند، لذا میزان مصرف در استان های یاد شده به مراتب بیشتر از دیگر استان ها می باشد. در مورد استان های یزد و خراسان جنوبی این مسئله بالعکس بوده، به عبارتی این استان ها به دلیل سطح پایین زیر کشت، کمترین میزان مصرف را نیزنسبت به سایر استان ها دارند. در شکل ۶ که نرخ تبخیر و تعرق واقعی در سال ۲۰۱۶ را نشان می دهد، استان های گلستان، خوزستان و مازندران که به رنگ قرمز پر رنگ نمایش داده شده بالاترین نرخ تبخیر و تعرق و به نوعی میزان مصرف را دارند.



شکل ۶-نقشه نرخ تبخیر و تعرق واقعی در اراضی کشاورزی برای سال ۲۰۱۶

نقشه‌های میزان تبخیر و تعرق برای همه استان های کشور و اراضی کشاورزی استان ها با توجه به سامانه WaPOR برای سا ل های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ محاسبه شد. شکل ۷ توزیع مکانی میانگین تبخیر و تعرق واقعی محصول WaPOR برای همه استان های کشور، توزیع مکانی اراضی کشاورزی در سطح استان ها و میانگین تبخیرو تعرق واقعی در اراضی کشاورزی استان هارا برای سال ۲۰۱۶ نشان می دهد.

حجم آب مصرفی برای هریک از استان های کشور با استفاده از محصول تبخیرتعرق WaPOR در بازه زمانی سال ۲۰۱۰–۲۰۱۶ تخمین و محاسبه شد. نتایج میزان مصرف آب کشاورزی در جدول ۴ آورده شده است.



شکل ۷- توزیع مکانی تبخیر و تعرق واقعی کشور ایران در سال ۲۰۱۶

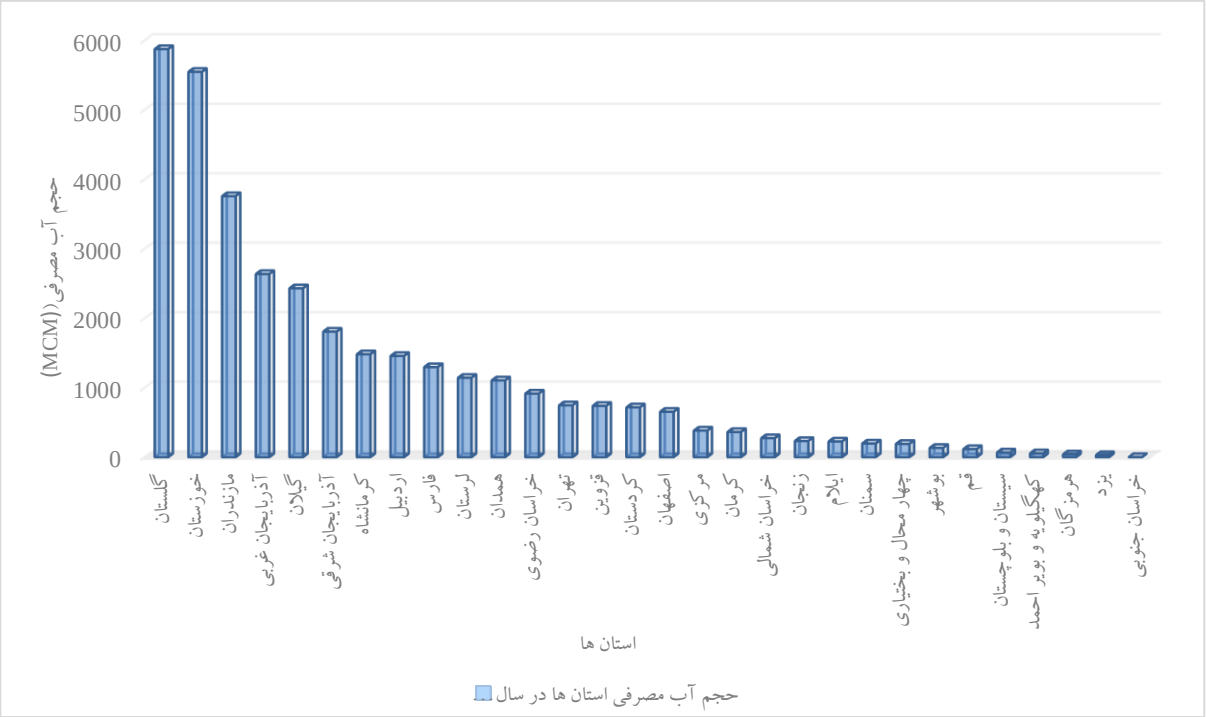
جدول ۴-حجم آب مصرفی استان های کشور بر حسب میلیون مترمکعب(MCM)

استان ها/ سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶
گلستان	۵۹۶۲	۴۶۴۵	۵۳۳۹	۴۸۵۸	۵۲۶۸	۵۲۲۸	۵۸۷۵
خوزستان	۴۹۳۹	۵۳۶۸	۵۰۱۸	۵۳۹۷	۵۹۹۰	۵۵۳۳	۵۵۴۷
مازندران	۳۹۷۰	۳۳۲۶	۳۵۸۸	۳۴۷۷	۳۶۲۳	۳۶۴۳	۳۷۵۹
غربی آذربایجان	۲۶۳۷	۲۱۳۱	۲۴۸۱	۲۳۲۱	۲۵۳۳	۲۶۳۳	۲۶۳۷
گیلان	۲۶۶۰	۲۵۲۲	۲۵۲۶	۲۳۳۱	۲۴۷۹	۲۵۱۷	۲۴۳۱
شرقی آذربایجان	۲۱۰۱	۱۸۰۳	۱۹۴۸	۱۶۲۴	۱۷۰۷	۲۰۴۸	۱۸۰۸
کرمانشاه	۱۸۷۰	۱۳۱۱	۱۵۰۵	۱۲۸۸	۱۱۰۳	۱۶۸۱	۱۴۸۲
اردبیل	۱۷۵۰	۱۷۳۳	۱۸۱۰	۱۸۱۴	۱۵۹۷	۱۸۰۱	۱۴۵۷
فارس	۱۹۲۰	۱۵۴۹	۱۳۹۷	۱۰۷۴	۱۲۴۰	۱۲۹۳	۱۲۹۷
لرستان	۱۲۱۲	۱۱۱۳	۹۷۳	۸۶۳	۸۵۷	۹۹۱	۱۱۴۳
همدان	۹۲۶	۹۳۸	۹۱۳	۸۴۱	۹۶۴	۱۰۴۲	۱۱۰۶
رضوی خراسان	۱۱۰۶	۱۰۸۰	۹۶۴	۷۳۴	۸۳۱	۸۲۲	۹۱۶
تهران	۸۶۲	۸۶۷	۷۴۵	۶۵۶	۶۶۵	۷۲۹	۷۴۷
قزوین	۹۸۵	۷۲۶	۶۵۲	۷۹۱	۵۳۱	۷۵۲	۷۳۹
کردستان	۷۳۸	۶۳۰	۶۷۶	۶۲۵	۵۹۶	۶۹۳	۷۱۷
اصفهان	۸۰۱	۷۱۴	۶۷۱	۵۸۲	۵۱۹	۵۷۸	۶۵۴
مرکزی	۳۶۹	۳۹۶	۳۳۶	۳۳۴	۳۷۶	۴۶۲	۳۸۳
کرمان	۳۹۲	۳۹۷	۳۵۵	۳۲۶	۳۲۶	۳۵۷	۳۶۳
شمالی خراسان	۳۲۶	۲۷۰	۲۹۴	۲۹۲	۲۲۳	۲۶۶	۲۷۴
زنجان	۲۶۶	۲۱۰	۱۹۱	۱۴۳	۱۸۹	۱۸۲	۲۳۴
ایلام	۲۶۲	۲۵۰	۲۴۸	۲۲۵	۱۹۱	۲۰۹	۲۲۶
سمنان	۲۶۶	۲۲۸	۲۳۸	۱۹۴	۱۸۶	۲۰۴	۱۹۷
بختیاری و محال چهار	۲۵۸	۲۱۰	۲۲۰	۲۰۹	۱۷۸	۲۳۲	۱۹۱
بوشهر	۱۱۹	۱۳۲	۱۱۶	۹۸	۱۱۰	۱۱۴	۱۳۴
قم	۱۲۹	۱۱۵	۱۳۱	۱۳۲	۱۴۱	۱۲۲	۱۱۷
بلوچستان و سیستان	۸۱	۹۳	۷۶	۶۹	۶۸	۷۳	۶۹
احمدبویر و کهگیلویه	۷۲	۶۴	۶۶	۵۸	۵۴	۵۸	۵۶
هرمزگان	۵۷	۵۵	۴۹	۴۶	۴۲	۴۷	۴۱
یزد	۲۵	۳۰	۲۶	۲۸	۲۵	۳۰	۳۰
جنوبی خراسان	۶	۴	۴	۵	۲	۳	۳

بررسی های انجام شده در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ حاکی از آن است که، بیشترین حجم آب مصرف شده به ترتیب برای استان های گلستان، خوزستان و مازندران و کمترین حجم آب مصرف شده به ترتیب برای استان های خراسان جنوبی، یزد و هرمزگان می باشد.

حجم آب مصرفی کشور در سال ۲۰۱۶ به منظور نشان دادن رتبه بندی استان ها، انتخاب و نمودار مربوط به آن رسم شده است با توجه به شکل ۸ استان های گلستان، خوزستان و مازندران به ترتیب بیشترین

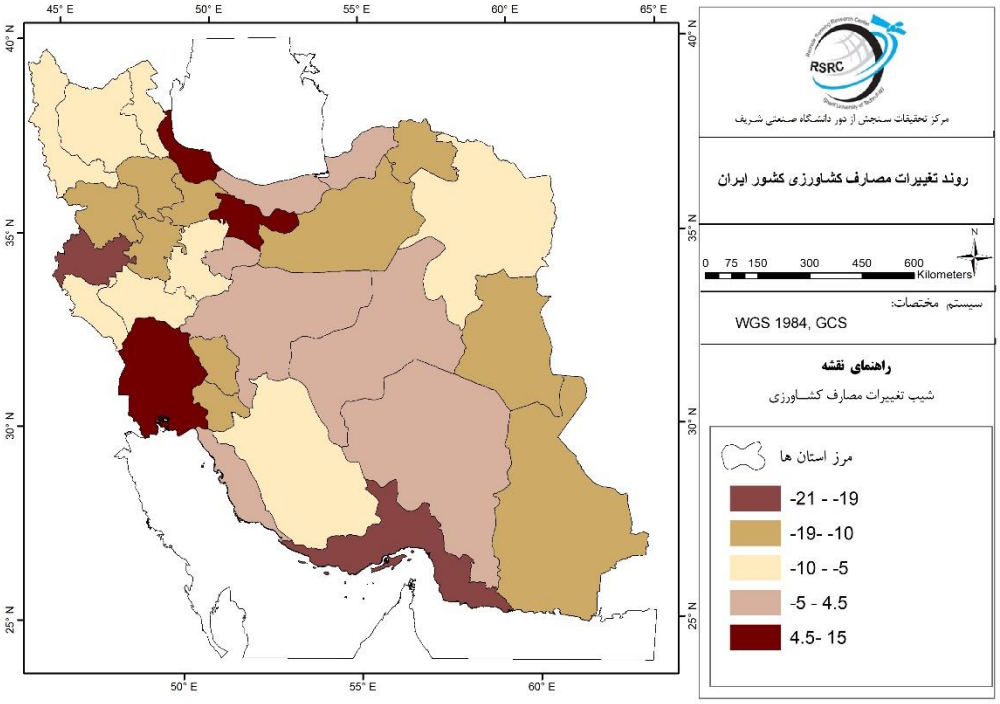
حجم آب مصـرفی، و اسـتان های خراسـان، یزد و هرمزگان به ترتیب کمترین حجم آب مصـرفی کشـور را شامل می شوند.



شکل ۸-حجم آب مصرفی استان های کشور سال ۲۰۱۶بر حسب میلیون مترمکعب(MCM)

۳-٤- بررسی شیب روند تغییرات مصارف کشاورزی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱٦

با توجه به شکل ۹ حجم آب مصرفی استان های خوزستان، تهران، گیلان به ترتیب در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ بیشترین روند افزایشی داشته و به عبارتی دارای شیب تغییرات مثبت هستند. استان های هرمزگان و کرمانشاه، به ترتیب دارای روند کاهشی و دارای شیب تغییرات منفی در میزان حجم آب مصرفی می باشند.



شکل ۹- شیب روند تغییرات مصارف کشاورزی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶

۳-۵- تحلیل تغییرات بارش موثر در سطح کشور

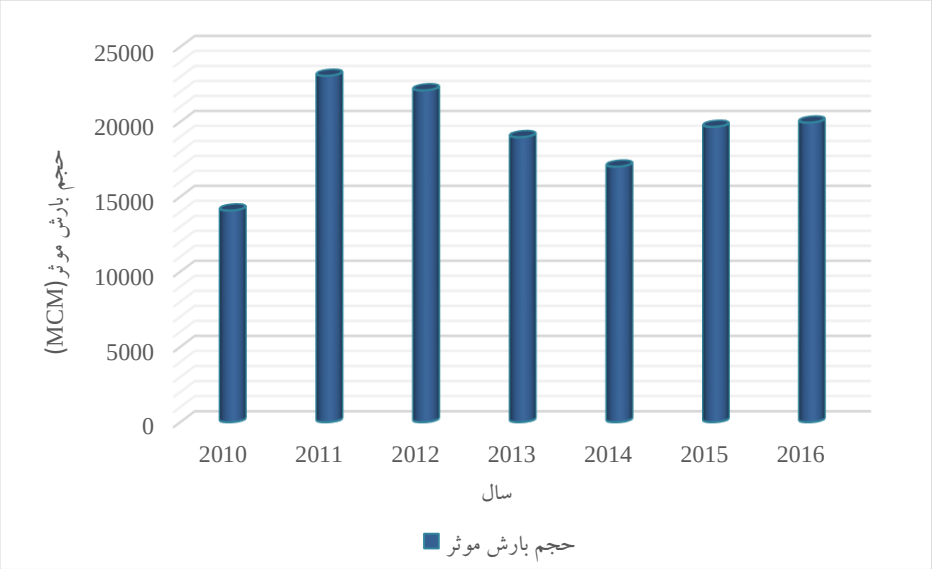
بارش حیاتی ترین عنر اقلیمی است که تقریباً تمامی ابعاد حیات در کره زمین را تحت تأثیر خود قرار می دهد. بیشترین مقدار آب باران برای تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد؛ اما در هر نوبت از بارندگی، تنها قسمتی از نزولات مورد استفاده گیاه قرار می گیرد و مابقی آن به طرق مختلف مانند تبخیر، رواناب و عبور از ناحیه ریشه، ازدسترس گیاه خارج می شود؛ به همین دلیل مفهوم بارش مؤثر جهت بیان آن قسمت از بارش که مستقیما جوابگوی نیاز آبی گیاه است، بکار برده می شود.

بخشی از نیاز آبی گیاه توسط بارش باران تأمین می‌شود. درنتیجه، قبل از تعیین میزان آبیاری موردنیاز گیاه، باید رطوبت حاصل از بارش باران در محیط خاک ریشه گیاه محاسبه بشود. آن مقدار بارندگی که برای تأمین نیاز آبی گیاه، مفید واقع می‌گردد، باران مؤثر نامیده می‌شود. به عبارت بهتر، پس از حذف رواناب و نفوذ آب به آب زیرزمینی، آن بخش از بارش باران که در خاک ذخیره می‌شود و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، بارش مؤثر نامیده می‌شود.

روش های مختلفی برای برآورد باران مؤثر وجود دارد. یک روش مناسب و قابل استفاده در تخمین باران مؤثر بایستی شامل خصوصیات گیاه، تبخیر و تعرق و رواناب سطحی باشد. برای کاربری اراضی روش بکار رفته باید ساده، دقیق، ارزان و رسیع باشد (Khan HوAdnan, 2008). به طور کلی روش های تعیین بارش

مؤثر به سه دسته تقسیم میشوند: اندازه گیری مستقیم، روش های تجربی و مدل بیلان آب خاک. به دلیل هزینه های زیاد اندازه گیری و نگهداری ادواتی چون لایسیمتر، به طور معمول از روش های تجربی و بیلان برای برآورد بارش مؤثر استفاده می شود. روش های مبتنی بر بیلان آب خاک، بعد از روش های اندازه گیری مستقیم بیشترین دقت را دارند(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲). مهم ترین روش های تجربی پر کاربرد عبارتند از: بیلان آب، معادله رنفرو، نسبت تبخیر و تعرق پتانسیل به بارش، روش اداره احیاء اراضی و روش وزارت کشاورزی ایالات متحده، سرویس حفاظت خاک آمریکا، هندی ۱ ،هندی ۲ ،ویتنام، درصدی، فرمول تجربی باران مؤثر و روش بارندگی قابل اطمینان.

در این مطالعه، در ابتدا تغییرات بارش از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ با استفاده از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک مرکز هر استان مورد ارزیابی واقع شد. سپس با استفاده از روش درصدی و با توجه به توصیه FAO، میزان بارش مؤثر به صورت متوسط به میزان ۰/۶۹ از کل بارش باران برآورد شده (Bos et al. 2008) و در ادامه بارش مؤثر برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی مورد محاسبه قرار گرفت. باتوجه به شکل ۱۰ سال ۲۰۱۱ بیشترین حجم بارش موثر با مقدار ۲۳۰۵۹ میلیون مترمکعب و سال ۲۰۱۰ کمترین حجم بارش با مقدار ۱۴۰۷۸ میلیون متر مکعب را داشته است.



شکل ۱۰- حجم بارش موثر در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶

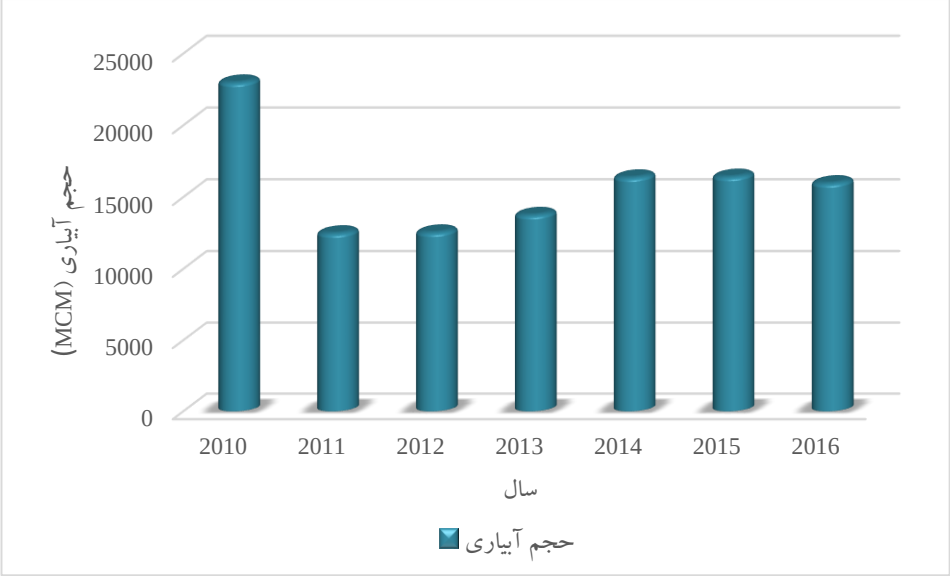
در ارزیابی پارامتر بارش موثر استان های کشور نتایج نشان می دهد که استان های گیلان، مازندران و گلستان به ترتیب بیشترین میزان بارش موثر را در بازه زمانی یاد شده به خود اختصاص داده اند. کمترین میزان بارش موثر به ترتیب مختص به استان های یزد، خراسان جنوبی و هرمزگان می باشد. نتایج این ارزیابی در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- حجم بارش موثر استان های کشور برحسب میلیون متر مکعب(MCM)

نام استان/ سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶
گیلان	۲۱۳۳	۴۶۸۳	۳۱۴۲	۳۳۴۸	۲۹۱۸	۳۸۳۲	۳۶۶۰
مازندران	۱۵۳۷	۳۱۹۹	۳۴۹۷	۳۰۸۵	۱۸۴۰	۲۳۳۶	۳۱۷۵
گلستان	۲۰۱۹	۳۵۶۳	۳۹۶۱	۲۸۹۳	۱۷۷۱	۲۱۰۶	۳۱۶۳
کرمانشاه	۱۱۳۷	۱۴۵۲	۱۲۷۲	۱۱۷۶	۱۱۷۵	۱۱۶۱	۱۵۳۰
لرستان	۶۹۷	۸۱۷	۷۱۶	۷۴۸	۹۷۵	۱۲۲۹	۱۰۸۴
غربی آذربایجان	۱۰۸۱	۱۳۴۳	۹۲۵	۹۱۸	۱۱۴۰	۷۹۷	۱۰۸۳
شرقی آذربایجان	۵۵۶	۸۵۳	۶۵۶	۷۹۳	۹۳۹	۸۶۷	۸۷۹
اردبیل	۷۳۱	۸۷۶	۸۹۹	۸۵۸	۸۱۲	۹۴۹	۷۹۹
خوزستان	۳۷۹	۷۱۲	۱۲۰۱	۶۵۸	۱۰۷۱	۱۲۲۲	۷۴۹
رضوی خراسان	۴۸۷	۶۱۲	۹۵۰	۵۷۷	۶۳۶	۶۲۰	۷۳۶
همدان	۵۹۲	۶۸۲	۴۸۴	۵۲۵	۴۶۷	۶۰۹	۵۰۲
کردستان	۵۲۵	۵۴۳	۵۰۲	۴۷۲	۴۱۹	۵۵۷	۴۴۴
قزوین	۵۶۹	۷۵۹	۴۹۰	۵۰۱	۳۲۵	۴۷۶	۳۹۹
فارس	۲۸۵	۸۴۰	۱۲۴۵	۸۹۹	۷۴۲	۹۱۱	۳۰۵
ایلام	۲۵۴	۲۳۹	۲۵۵	۲۹۶	۳۰۸	۴۶۶	۲۵۶
تهران	۲۶۸	۵۲۰	۳۵۰	۲۳۰	۱۶۹	۳۰۰	۲۳۹
مرکزی	۱۴۹	۲۲۱	۲۲۶	۱۵۳	۲۴۷	۲۲۷	۲۲۱
شمالی خراسان	۱۲۹	۱۴۳	۱۳۱	۱۰۳	۱۱۹	۱۳۴	۱۴۴
زنجان	۱۵۸	۲۱۷	۲۴۴	۱۸۸	۱۸۴	۱۷۳	۱۳۷
بختیاری و محال‌چهار	۸۵	۱۲۷	۱۵۵	۱۰۸	۱۳۵	۱۳۴	۱۱۸
کرمان	۴۸	۱۶۹	۲۰۴	۱۳۳	۱۶۴	۱۶۹	۶۹
اصفهان	۱۲۳	۱۷۳	۲۷۰	۱۰۳	۱۹۲	۱۱۶	۶۲
سمنان	۴۷	۸۳	۷۶	۵۴	۴۷	۶۸	۶۱
احمدبویر و کهگیلویه	۵۰	۱۱۲	۱۱۳	۷۰	۸۷	۷۳	۵۶
قم	۳۰	۵۸	۵۶	۳۰	۲۸	۳۹	۳۸
بوشهر	۴	۴۳	۴۸	۳۶	۵۳	۴۶	۱۷
بلوچستان و سیستان	۱	۵	۶	۴	۷	۱۰	۶
هرمزگان	۲	۱۱	۷	۵	۲۶	۱۸	۵
جنوبی خراسان	۳	۲	۴	۳	۲	۴	۲
یزد	۱	۴	۴	۴	۴	۴	۲

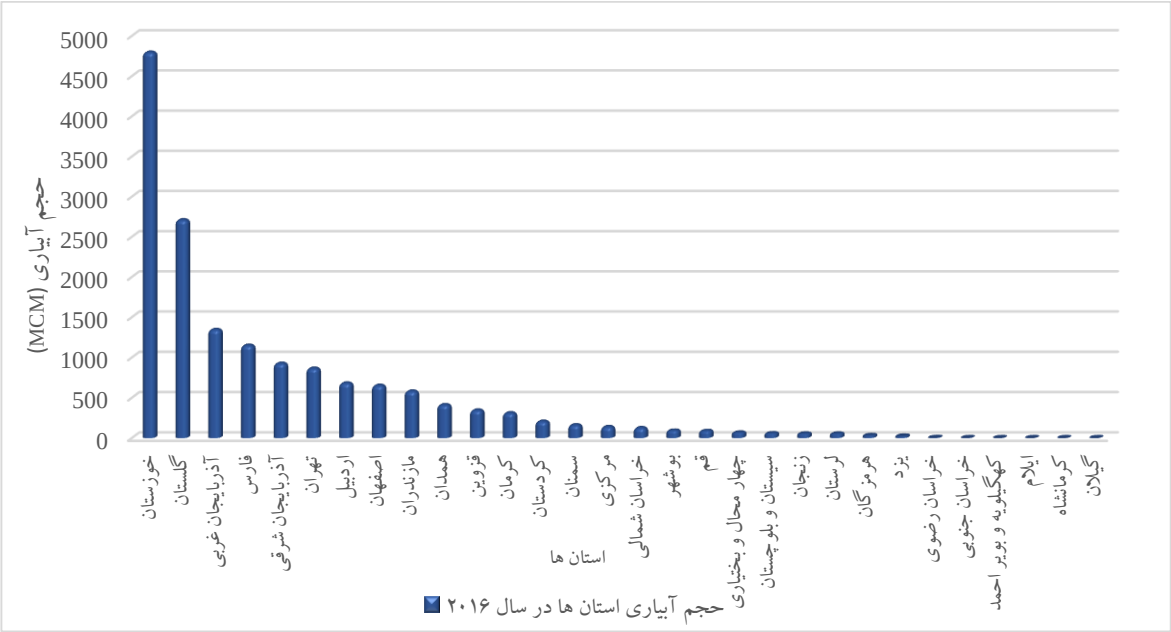
۳-۶- محاسبه حجم آبیاری

با کاستن حجم بارش مؤثر از حجم آب مصرف شده، حجم آبیاری اعمال شده نیز محاسبه شد. شکل ۱۱ میزان حجم آبیاری کشور را در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ نشان می دهد. سال ۲۰۱۰ بیشترین و سال ۲۰۱۱ کمترین حجم آبیاری را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱۱-حجم آبیاری موثردر بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶

در جدول ۶ نتایج حجم آبیاری به تفکیک استان ها مشاهده می شود. استان های خوزستان، گلستان، آذربایجان غربی، فارس، آذربایجان شرقی به ترتیب رتبه های یکم تا پنجم را در بیشترین میزان حجم آبیاری به خود اختصاص داده اند. استان های گیلان، کرمانشاه، ایلام، کهکیلویه و بویر احمد و خراسان جنوبی به ترتیب کمترین میزان حجم آبیاری را در بازه زمانی مورد بررسی داشته اند. برای بهتر نشان دادن اختلاف حجم آبیاری بین استان های کشور نمودار حجم آبیاری سال ۲۰۱۶ برای استان ها رسم و در شکل ۱۲ قابل مشاهده می باشد.



شکل ۱۲-حجم آبیاری استان های کشور در سال ۲۰۱۶ برحسب میلیون متر مکعب(MCM)

جدول ۶- حجم آبیاری استان های کشور برحسب میلیون متر مکعب(MCM)

نام استان/ سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶
خوزستان	۴۵۶۰	۴۶۵۶	۳۸۱۷	۴۷۳۸	۴۹۱۹	۴۳۱۱	۴۷۹۸
گلستان	۳۹۴۳	۱۰۸۲	۱۳۷۸	۱۹۶۵	۳۴۹۷	۳۱۲۲	۲۷۱۲
غربی آذربایجان	۱۵۷۹	۱۱۷۹	۱۶۰۱	۱۴۱۴	۱۳۳۹	۱۷۲۰	۱۳۴۸
فارس	۱۴۶۵	۸۹۳	۵۶۵	۹۱۵	۸۵۵	۸۹۰	۱۱۵۲
شرقی آذربایجان	۱۵۴۵	۹۵۱	۱۲۹۱	۸۳۱	۷۶۸	۱۱۸۱	۹۲۹
تهران	۶۵۸	۴۱۹	۵۶۳	۶۱۱	۷۹۵	۷۴۲	۸۶۷
اردبیل	۱۱۳۹	۴۳۵	۶۰۶	۴۳۰	۲۹۲	۷۳۲	۶۸۳
اصفهان	۶۱۵	۴۵۷	۴۰۶	۵۲۲	۴۰۴	۵۷۶	۶۵۵
مازندران	۲۴۳۴	۱۲۷	۹۰	۳۹۳	۱۷۸۳	۱۳۰۷	۵۸۴
همدان	۵۱۴	۳۹۸	۴۸۰	۲۰۹	۳۶۴	۲۱۳	۴۱۴
قزوین	۲۹۳	۱۰۸	۲۵۵	۱۵۵	۳۴۱	۲۵۳	۳۴۸
کرمان	۳۲۲	۲۲۸	۱۳۱	۲۰۲	۲۱۲	۲۹۳	۳۱۴
کردستان	۲۷۶	۱۷۱	۱۶۹	۱۱۰	۱۰۱	۲۱	۲۰۹
سمنان	۲۱۵	۱۶۷	۱۷۲	۱۷۱	۱۴۵	۱۴۱	۱۶۵
مرکزی	۲۴۳	۱۷۶	۱۳۰	۱۷۴	۸۰	۱۳۰	۱۴۲
شمالی خراسان	۱۹۶	۱۲۷	۱۶۳	۱۸۹	۱۰۴	۱۳۳	۱۳۰
بوشهر	۱۲۵	۷۳	۸۳	۹۶	۸۸	۷۶	۹۹
قم	۸۹	۷۴	۶۰	۶۸	۸۳	۷۵	۹۵
بختیاری و محال‌چهار	۱۷۳	۸۳	۶۵	۱۰۱	۴۴	۹۷	۷۳
بلوچستان و سیستان	۸۰	۸۸	۷۰	۶۵	۶۰	۶۳	۶۳
زنجان	۱۰۸	۱۱	۰	۶	۲	۳۱	۶۰
لرستان	۵۱۵	۲۹۶	۲۵۸	۱۱۶	۰	۰	۶۰
هرمزگان	۵۵	۴۴	۴۱	۴۱	۱۶	۲۸	۳۷
یزد	۲۴	۲۶	۲۲	۲۴	۲۰	۲۷	۲۸
رضوی خراسان	۴۹۸	۱۱۴	۰	۲۱۴	۰	۱۳۲	۳
جنوبی خراسان	۲	۲	۰	۱	۰	۰	۰
احمدبویر و کهگیلویه	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ایلام	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کرمانشاه	۷۸۳	۹۸	۱۲۵	۰	۶۵	۱۳۱	۰
گیلان	۵۰۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰

٤-محدودیت های برآورد حجم مصرف آب در بخش کشاورزی

هدف این مطالعه به روز نمودن برآورد حجم مصرف آب در بخش کشاورزی در کشور در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ می باشد. برآورد مصرف آب دربخش کشاورزی دارای محدودیت ها و ساده سازی های غیر قابل اعتماد است، که باید به آن ها توجه نمود. بخشی از این محدودیت ها به شرح زیر است:

- در بخش محاسبه بارش موثر فقط از داده های ایستگاه سینوپتیک مرکز استان ها استفاده شده و به کل استان تعمیم داده شده است، که این مسئله سبب عدم قطعیت در نتایج می شود. همچنین توصیه می شود علاوه بر روش درصدی از سایر روش های با دقت بالاتر به منظور محاسبه بارش موثر استفاده شود.
- استفاده از محصولات آماده ماهواره ها با قدرت تفکیک مکانی پایین به منظور استخراج اراضی کشاورزی نیز خود دارای خطاهایی در نتایج می شود.
- طبق مطالعات صورت گرفته، محصول WaPOR که از الگوریتم ETLook استفاده می کند علی‌رغم دارابودن توزیع مکانی مناسب، از نظر مقداری نسبت به داده‌های زمینی، مقادیر کم‌تری را برآورد می‌کند که بعضاً این اختلاف قابل توجه است. در واقع استفاده از محصولات آماده‌ی تبخیر و تعرق نیز به دلیل عدم بومی‌سازی الگوریتم‌های مورداستفاده و همین‌طور عدم واسنجی در مکان‌های مختلف، توصیه نمی‌شود. اما همچنان برآورد تبخیر و تعرق واقعی با استفاده از داده های سنجش‌ازدور در اولویت کار پژوهشگران قرار دارد.
- استفاده از سایر رویکردهای برآورد مصرف آب در بخش کشاورزی از جمله استفاده از شاخص های کارآیی مصرف آب، نیازمندی محصول به آب و ...می تواند ضمن تدقیق حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی، مفید بوده و قابل مقایسه با نتایج مطالعه حاضر باشد.

٥- جمع بندی و پیشنهادات

مصرف آب در سطح کشور، در بخش کشاورزی و حجم آبیاری از سال های ۲۰۱۳ به بعد دارای روند افزایشی بوده است، نکته قابل توجه این است که نبایدبه این مقوله مانند یک مسئله و پدیده تصادفی یا آماری صرف(محض) ارزیابی گردد ونیازمند توجه بیش تری است.

بدین جهت پیشنهاد می شود که باتوجه به متغیر بودن بارش سالانه و سایر مولفه های بیلان آب در سطح کشور، حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی در انتهای هر سال آبی برآورد و از طریق انتشار

گزارش و یا وب سایت در اختیاربرنامه ریزان و مدیران مراکز تحقیقاتی و یا دستگاه های اجرایی برای استفاده در تصمیم گیری های مدیریتی قرار داده شود.

همچنین نتایج و بررسی محصول تبخیر و تعرق نشان از حجم بخش قابل توجه تبخیر و تعرق در دشت های مهم ایران می باشد، بنابراین انجام پژوهش های میدانی و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش حجم تبخیر و تعرق از محیط های یاد شده می تواند در مصرف بهینه آب بسیار موثر و مفید باشد. نظر به اینکه بخش قابل توجهی از منابع آب زیرزمینی و سطحی در بخش کشاورزی استفاده می گردد، لذا ارائه و ترویج راهکارهایی مناسب که سبب استفاده بهینه از منابع آبی کشور شود، قابل تامل است.

٦-مراجع

- اکبری، م .۱۳۸۳ . بهبود مدیریت آبیاری مزارع با استفاده از تلفیق اطلاعاتی، مزرعه ای و مدل شبیه سازی SWAPرساله دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- آل یاسین، ا. ۱۳۸۴ .بحران آب. جامعه مهندسان مشاور ایران. ۵۲۰ صفحه.
- آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲
- آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، محصولات باغی ۱۳۹۲
- ایقانیان، ر .۱۳۶۰ . اثر مواد تشکیل دهنده زمین در کیفیت منابع آب ایران .سومین سمپوزیوم زمین شناسی ایران .انجمن نفت ایران .شرکت نفت ایران .۲۲تا ۲۴ اسفند ماه ۱۳۶۰.
- دفتر بررسی های منابع آب، بخش آب های سطحی .بهمن ۱۳۶۰.
- رحیمی، ج.، بذرافشان، ج. و خلیلی، ع. ۱۳۹۲ . مطالعهٔ تطبیقی روشهای برآورد بارش مؤثر در زراعت گندم دیم در اقلیمهای مختلف ایران. پژوهشهای جغرافیای طبیعی، ۴۵ (۳):۳۱-۴۶.
- عطرچین .م.، ۱۳۵۹. تفسیر سیاست آبی دولت و اولویتهای موجود .سمینار آب کشور .وزارت نیرو. صفحات ۲۰-۲۴. دی ماه ۱۳۵۹. تهران
- قدرت نما، ق .۱۳۷۷ .منابع، مصارف و نیازهای آبی در ایران :حال و آینده .آب و توسعه(فصلنامه امور آب وزارت نیرو). سال۶، شماره ۲ و۳.صفحه ۲۰تا۴۶.
- قطبی، م.ص .۱۳۶۰ . نارسایی های ملی آب کشور در ارتباط با خودکفایی کشاورزی، وزارت نیرو .امور آب.

- کشاورز، ع .و ک .صاد ق زاده .۱۳۷۸ . وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه سازی آن .دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران .صفحات ۳۷۷-۳۹۸.
- گنجی، م.ح .۱۳۵۳ . سی و دو مقاله جغرافیایی .انتشارات موسسه کارتوگرافی سحاب.
- محمد ولی سامانی، ج .۱۳۸۴ .مدیریت منابع آب و توسعه پایدار .دفتر مطالعات زیربنایی مجلس شورای اسلامی .شماره گزارش۷۳۷۴ . ۳۵ صفحه
- موحددانش، ع .۱۳۷۳ . هیدرولوژی آبهای سطحی ایران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها .۳۷۹ صفحه.
- موحددانش، ع .۱۳۷۳ . هیدرولوژی آبهای سطحی ایران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها .۳۷۹صفحه.
- A Khan Hayat andan. rainfall Effective. 2008. Sh A 2-61: 6, Meteorology of Journal stanPaki. Pakistan of plains agriculture irrigated f
- Bos, M.G., Kselik, R.A., Allen, R.G., & Molden, D. (2008). Water requirements for irrigation and the environment. Springer Science & Business Media
- Droogers, P. 2001. Simulation models to assess water productivity at different scales. IWMI, P.O.Box 2075, Colombo, SriLanka.
- http://www.fao.org/in-action/remote-sensing-for-water-productivity/wapor

Urmia Lake Restoration Program

Sharif University of Technology
Remote Sensing Research Center

Estimated water consumption in agricultural sectors in Provinces of Iran

Technical Manager

Mostafa Javadian

Authors

Fatemeh Kordi

Document ID

RN-96-17

March 2018