بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی آب مجازی بادام تخمینی (مبتنی بر نیاز آبی) در استان یزد

بیتا مروج الاحکامی[1*]، محمد زارع مهرجردی

۱- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۲- عضو هیات علمی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

Email: bita.moravej@gmail.com

چکیده

یکی از شاخص‌های مهم اثرگذار در تصمیم‌سازی‌ها برای گذر از شرایط کنونی بحران آب در کشور، پارامتر آب مجازی است. آب مجازی بیانگر میزان آب مصرفی به ازای تولید یک کیلوگرم محصول است. در این مطالعه میزان آب مجازی بادام در استان یزد به عنوان یکی از قطب‌های تولیدکننده بادام در کشور مورد بررسی قرار گرفت. با استناد به آمارنامه محصولات کشاورزی در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ در شهرستان‌های تولیدکننده بادام در استان یزد، عملکرد بادام عمدتا در این دوره زمانی روند صعودی و سطح زیرکشت روند نزولی داشته است. میزان آب مصرفی بادام با استفاده از نیاز آبی بادام در هر منطقه و راندمان آبیاری باغات برآورد شد. بررسی آب مجازی در دوره آماری موردنظر حاکی از کاهش این پارامتر از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰است که بیانگر مصرف کمتر آب به ازای هر کیلوگرم بادام تولیدی است. گروه‌بندی شهرستان‌های تولیدکننده بادام در استان یزد، از نظر آب مجازی با لحاظ دو پارامتر عملکرد و آب مصرفی نشان داد که شهرستان‌های مهریز و تفت به دلیل قرارگیری در گروه با آب مجازی کمتر، مکان‌های مناسب‌تری برای تولید بادام هستند. همچنین بهبود راندمان آبیاری، منجر به کاهش قابل توجه آب مجازی در شهرستان‌های متفاوت استان یزد شد. به طور کلی بهبود عملکرد بادام و بهبود راندمان آبیاری (با ارتقای سیستم‌های آبیاری سنتی به مدرن و مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق آبیاری) می‌تواند در کاهش آب مجازی (میزان آب مصرفی به ازای هر واحد تولید بادام) نقش موثری داشته باشد.

واژه های کلیدی: آبیاری، الگوی کشت، بادام، بهره‌وری آب، نیاز آبی

بیان مسئله

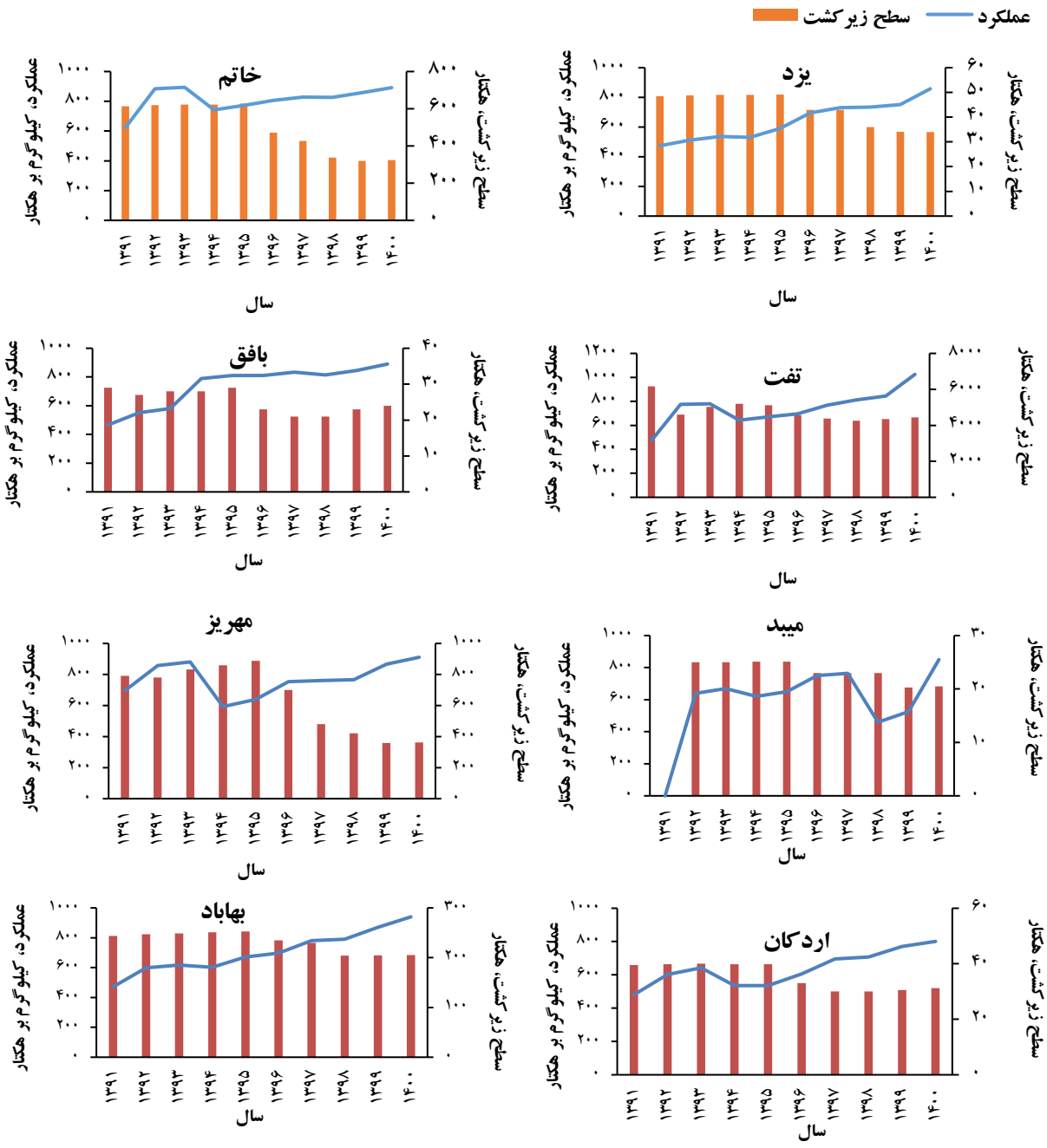
استان یزد با اقلیم خشک و فراخشک یکی از استان‌های در معرض بحران آب است که برای مقابله با چالش‌های حاصل از آن نیازمند سیاستگذاری مناسب در حوزه مصرف آب است. در این راستا، بررسی شاخص‌های ارزیابی مصرف آب در بخش کشاورزی نقش بسیار مهم و اثرگذاری خواهد داشت. یکی از شاخص‌های ارزیابی در این خصوص مفهوم آب مجازی است که اولین بار توسط Allen (۲۰۰۳) با تمرکز بر کشورهای دچار کمبود آب به ویژه خاورمیانه و با هدف کاهش فشار بر منابع آبی مطرح شد. بر اساس تعریف، آب مجازی مجموع کل آب‌های استفاده شده در تولید یک کالا طی فرایند تولید است (۹). مطالعات انجام شده حاکی از این است که ۱۳ درصد از آب مصرفی برای تولید محصولات در جهان، برای مصرف داخلی به کار نمی‌رود بلکه به صورت مجازی صادر می‌شود (۱۱). با توجه به اینکه مقدار آب مجازی موردنیاز برای تولید هر محصول به شرایط اقلیمی، فرهنگی و مدیریت و برنامه‌ریزی هر منطقه وابسته است، برآورد آب مجازی در هر منطقه ضروری است (۱۰). در ایران در مقیاس استانی، محققین متعددی به بررسی آب مجازی در محصولات متفاوت کشاورزی پرداختند که از جمله می‌توان به مطالعه غلامحسین‌پورجعفری‌نژاد و همکاران (۲۰۱٤) در استان کرمان برای محصول پسته و خرما و دهقان پیر (۲۰۱۵) در بررسی آب مجازی مرکبات و نخیلات در استان هرمزگان اشاره کرد. بر اساس آمارنامه زراعی سال ۱۳۹۹، استان یزد هفتمین استان کشور از نظر سطح زیرکشت و تولید بادام است و به عنوان یکی از قطب‌های تولید بادام کشور لحاظ شده است. در بازار جهانی بادام، عرضه‌کنندگان با اتکا به مدیریت و برنامه‌های استراتژیک سعی دارند علاوه بر افزایش سهم خویش، جایگاه قابل قبولی در بازار جهانی بدست آورند. همین امر موجب توجه ویژه کشورهای مختلف جهان در زمینه تولید بادام شده است. در سال‌های اخیر بروز خشکسالی‌های گسترده اثرات مخرب قابل ملاحظه‌ای بر تولیدات کشاورزی ایران داشته است. بادام نیز از این آسیب‌ها در امان نبوده و شواهد موجود حاکی از کاهش شدید عملکرد آن در شرایط خشکسالی‌های اخیر است (جلینی و همکاران،۱٤۰۰). بر اساس مطالعه عابدی و تهامی‌پور (۱۳۹۵) آب مجازی بادام مقادیر بالایی دارد که این به دلیل عملکرد پایین محصول بادام نسبت به سایر محصولات باغی است. بر اساس مطالعه فهیمی‌فرد و امیری (۱۳۹۱) آب مجازی بادام در ایران به طور متوسط ٦,۷ مترمکعب بر کیلوگرم است. این در حالی است که مطالعه راسخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۷) آب مجازی بادام را در دشت یزد- اردکان ۱۵,۳ مترمکعب بر کیلوگرم برآورد کرده است.

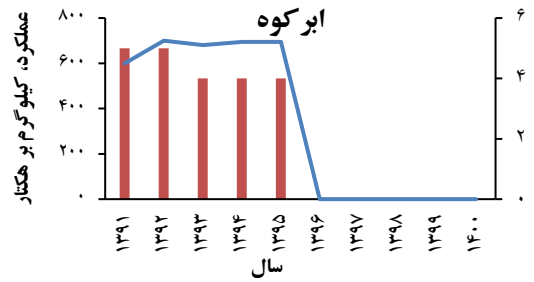
با توجه به بحران آب و اقلیم خشک و فراخشک حاکم بر استان یزد، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند به صورت موثر، فشار بر منابع آبی ناشی از تغییرات اقلیمی در این استان را جبران نموده و منجر به تصمیم‌سازی موثر در راستای توسعه پایدار کشاورزی، خودکفایی و حفظ امنیت غذایی شود. در این راستا ضروری است وضعیت آب مجازی بادام در استان یزد در گذر زمان بررسی شود و همچنین در راستای سیاست ارایه الگوی کشت مناسب برای هر منطقه، روند تغییرات آب مجازی از نظر مکانی، مطالعه و مناطق مناسب برای کشت بادام ارایه شود.

معرفی دستاورد

به منظور بررسی آب مجازی بادام در استان یزد مقادیر متوسط تولید، عملکرد و سطح زیرکشت بادام در شهرستان‌های تولیدکننده بادام در استان یزد در دوره آماری (۱۳۹۱-۱٤۰۰)، بر اساس آمارنامه محصولات کشاورزی جمع‌آوری شد (شکل۱). بر اساس بررسی به عمل آمده در طی دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱٤۰۰ بیشترین عملکرد بادام در استان یزد مربوط به شهرستان خاتم (به طور متوسط ۸۱۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد بادام مربوط به شهرستان میبد (به طور متوسط ۵۹۳ کیلوگرم در هکتار)

است. البته در شهرستان ابرکوه بعد از سال ۱۳۹۶ سطح زیر کشت بادام به صفر رسیده است. بیشترین تولید بادام استان یزد متعلق به شهرستان‌های تفت با ۴۳ درصد، مهریز ۸,۹ درصد و خاتم با ۷ درصد است. در شهرستان‌های خاتم، تفت، اردکان، میبد و مهریز، روند تغییرات عملکرد از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ صعودی بوده است(به جز سال ۱۳۹۴ که عملکرد بادام به شکل محسوسی کاهش یافته است). این در حالی است که در این شهرستان‌ها روند تغییرات سطح زیر کشت از سال ۱۳۹۵ به صورت نزولی بوده است. در شهرستان‌های یزد، بافق و بهاباد روند تغییرات عملکرد از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ به صورت صعودی و تغییرات سطح زیرکشت به صورت نزولی بوده است. در شهرستان میبد به جز در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ روند تغییرات عملکرد به صورت صعودی بوده و سطح زیرکشت در این دوره آماری نزولی بوده است.





شکل ۱- روند تغییرات سطح زیرکشت و عملکرد در شهرستان‌های تولید کننده بادام در استان یزد

نیاز آبی بادام در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ برای شهرستان‌های تولید کننده (با توجه به داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به هر منطقه و ضریب گیاهی بادام) تعیین شد. بیشترین و کمترین نیاز آبی به ترتیب مربوط به شهرستان‌های اردکان و تفت بود. بر اساس گزارش رحیمیان و همکاران(۱۳۹۶) راندمان آبیاری در باغات بادام عموما ۴۲ درصد است که با احتساب این راندمان و فرض اعمال آبیاری کامل بدون وجود شرایط تنش رطوبتی، نیاز آبیاری بادام در استان یزد با استفاده از رابطه زیر برآورد شد:

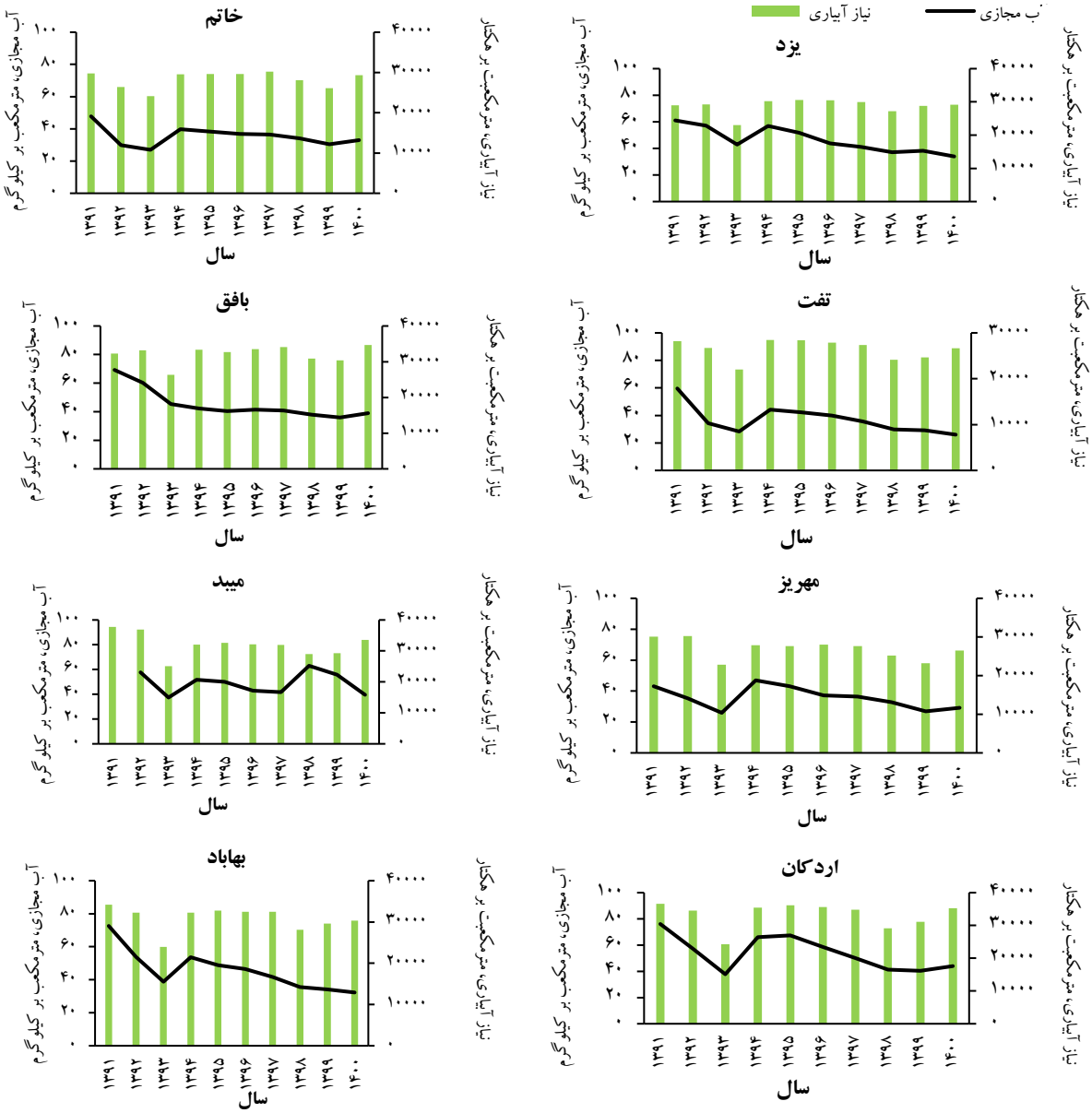
$$\text{نیاز آبیاری بادام بر حسب مترمکعب در هکتار} = \frac{10\times\text{نیاز آبی بادام در هر منطقه بر حسب میلیمتر}}{0.42} \quad (۱)$$

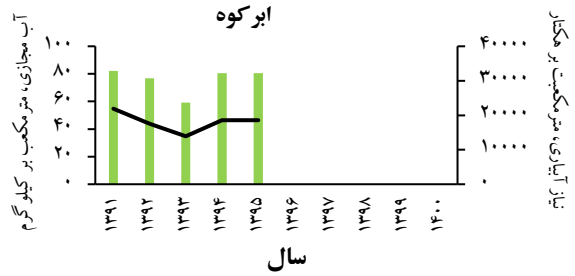
آب مجازی بادام در هر شهرستان به صورت زیر تعیین شد:

$$\text{آب مجازی بادام مترمکعب بر کیلوگرم} = \frac{\text{نیاز آبیاری بادام بر حسب مترمکعب در هکتار}}{\text{عملکرد بادام بر حسب کیلوگرم در هکتار}} \quad (۲)$$

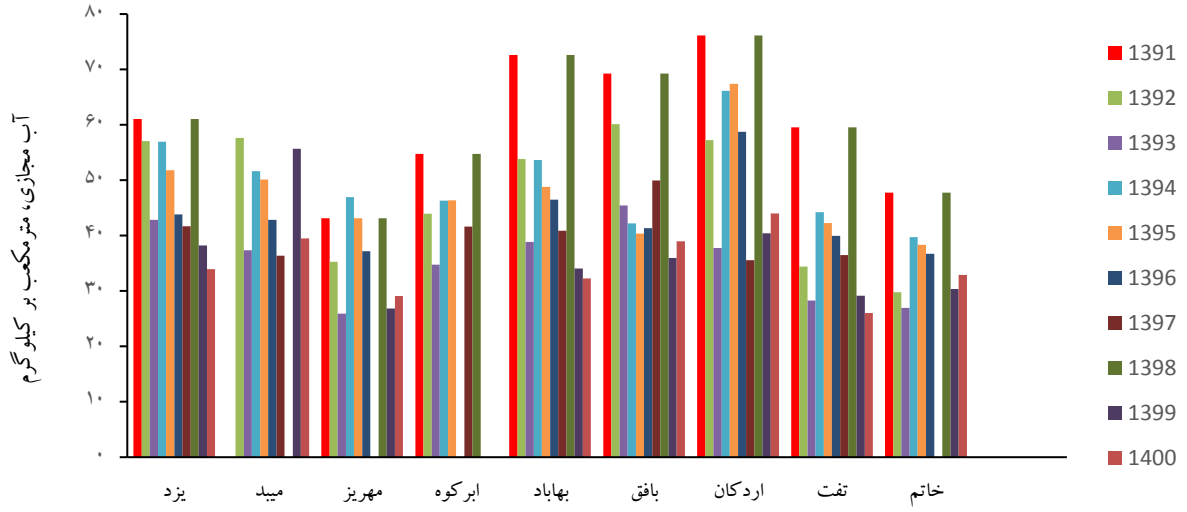
در شکل (۲) نمایی از نیاز آبیاری و آب مجازی بادام در شهرستان‌های متفاوت تولیدکننده بادام در استان یزد ارایه شده است. بر اساس این شکل نیاز آبیاری بادام در طول فصل رشد به طور متوسط از ۲۶۴۳۴,۰۲ مترمکعب در هکتار در شهرستان تفت تا ۳۳۲۸۲,۶۸ مترمکعب در هکتار در شهرستان اردکان متغیر بوده است. تغییرات آب مجازی از ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ برای کلیه شهرستان‌های استان یزد روند کاهشی داشته است. این به این مفهوم است که از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ روند مصرف آب برای تولید هر کیلوگرم بادام نزولی بوده است. توجه به این نکته ضروری است که هر چه آب مجازی کمتر باشد به ازای تولید هر واحد محصول آب کمتری مصرف شده است. نیاز آبیاری بادام بین سال ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰ در شهرستان‌های متفاوت در محدوده ۰,۰۷ تا ۱۱ درصد متغیر بوده این در حالی است که تغییرات عملکرد بین سال ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰ در شهرستان‌های متفاوت در محدوده ۳۰,۶ تا ۱۱۷ درصد متغیر بوده است. این نتیجه بیانگر تاثیر بیشتر روند تغییرات عملکرد بر روند تغییرات آب مجازی است. لازم به ذکر است که آب مجازی برآورد شده در این مطالعه بر اساس نیاز آبی بادام و اعمال آبیاری کامل تعیین شده است و با آب مجازی تعیین شده بر اساس آب مصرفی واقعی در باغات متفاوت است. بر اساس مطالعه مروج الاحکامی و همکاران (۱۴۰۱) آب مجازی بادام در چندین باغ بادام در استان یزد در سال ۱۳۹۹ در محدوده ۶ تا ۲۰,۳۲ مترمکعب در کیلوگرم محاسبه شده است. همچنین بر اساس مطالعه جلینی و همکاران (۱۴۰۰) در همه استان‌ها از جمله استان یزد، باغداران کم‌آبیاری اجباری (آبیاری کمتر از حد نیاز آبی محصول) اعمال نموده‌اند که منجر به کاهش قابل توجه آب مجازی مبتنی بر آب مصرفی نسبت به آب مجازی برآورد شده در این مطالعه شده است (۲).

با توجه به شکل (۳) آب مجازی به طور متوسط در سال ۱۳۹۱ از ۶۰,۵۳ مترمکعب بر کیلوگرم به ۳۴,۶ مترمکعب بر کیلوگرم در سال ۱۴۰۰ کاهش یافته است. در سال ۱۳۹۱، کمترین آب مجازی متعلق به شهرستان مهریز بوده است که به تدریج با اعمال مدیریت مناسب و افزایش عملکرد، در سال ۱۴۰۰ شهرستان‌های تفت و خاتم نیز در زمره شهرستان‌های با کمترین آب مجازی تلقی می‌شوند. بیشترین آب مجازی در سال ۱۳۹۱ متعلق به شهرستان‌های بافق، بهاباد و اردکان بوده است و در سال ۱۴۰۰ همچنان اردکان و بافق دارای بیشترین آب مجازی هستند. در سال ۱۳۹۵ آب مجازی بادام در شهرستان بافق به دلیل افزایش قابل توجه عملکرد به صورت قابل توجهی کاهش یافته است.





شکل ۲- تغییرات زمانی آب مجازی و نیاز آبی بادام در شهرستان‌های متفاوت تولیدکننده بادام در استان یزد

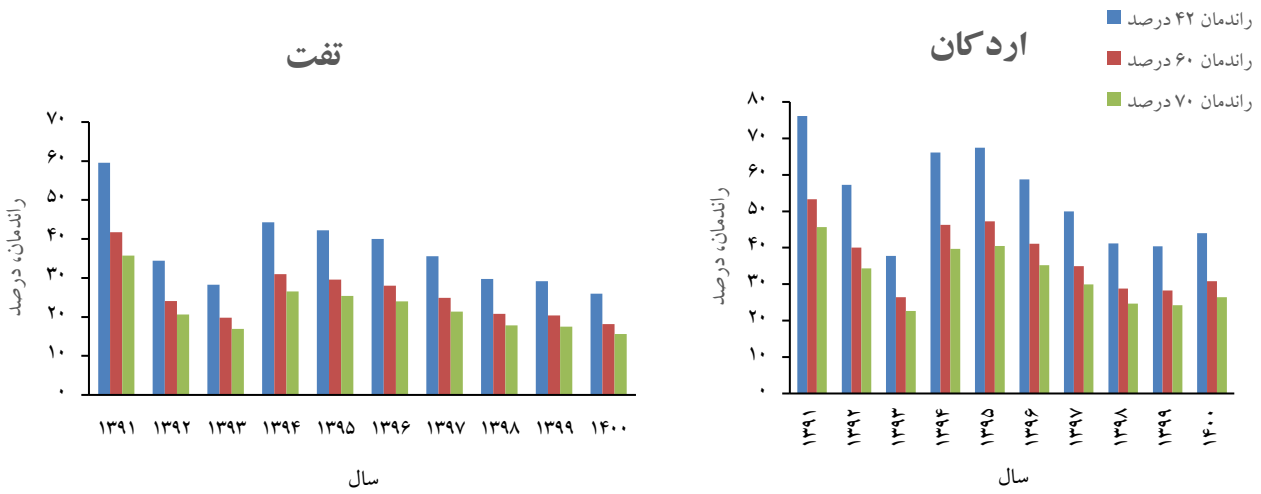


شکل ۳- روند تغییرات مکانی آب مجازی بادام در استان یزد در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰

در راستای مکان‌یابی مناطقی که کمترین آب مجازی بادام را داشته و برای کشت بادام مناسب‌تر هستند نیازمند گروه‌بندی شهرستان‌های متفاوت بر مبنای آب مجازی هستیم. به این منظور از نرم افزار SPSS و روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. با توجه به اینکه آب مجازی تنها وابسته به نیاز آبیاری نیست بلکه تحت تاثیر عملکرد بادام نیز هست، گروه‌بندی شهرستان‌ها بر مبنای نیاز آبیاری و عملکرد بادام با ملاک قرار دادن سال ۱۴۰۰ انجام شد. در این شرایط سه گروه ایجاد شده عبارتند از: گروه اول شامل تفت و مهریز، گروه دوم شامل یزد، بهاباد و خاتم و گروه سوم شامل میبد، بافق و اردکان. کمترین آب مجازی متعلق به گروه اول و بیشترین آب مجازی متعلق به گروه سوم است. بنابراین از منظر آب مجازی، شهرستان‌های تفت و مهریز واقع در گروه اول برای کشت بادام مناسب‌تر از سایر شهرستان‌ها در گروه‌های دوم و سوم هستند. به عبارتی در شهرستان‌های تفت و مهریز آب کمتری برای هر کیلوگرم بادام نسبت به سایر شهرستان‌ها مصرف می‌شود. این نتیجه صرفا بر مبنای بررسی آب مجازی است و در راستای تصمیم‌گیری دقیق‌تر، مطالعات جامع اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی در هر منطقه ضروری است.

در شکل (٤) تغییرات آب مجازی با فرض ارتقای راندمان آبیاری از وضعیت فعلی (به طور متوسط ٤٢ درصد) به ٦٠ و ٧٠ درصد در باغات بادام در شهرستان‌های تفت و اردکان و با فرض حفظ عملکرد در شرایط موجود مقایسه شده است. بر اساس این شکل به عنوان مثال در شهرستان تفت در سال ١٤٠٠ با بهبود راندمان آبیاری از ٤٢ به ٧٠ درصد می‌توان آب مجازی را از ٢٦ مترمکعب بر کیلوگرم به ١٥,٦ مترمکعب بر کیلوگرم کاهش داد. در شهرستان اردکان نیز در سال ١٤٠٠ با بهبود راندمان آبیاری از ٤٢ به ٧٠ درصد، آب مجازی از ٤٤ به ٢٦,٣٨ مترمکعب بر کیلوگرم کاهش خواهد یافت. نتایج مشابهی برای سایر

شهرستان‌های استان یزد به دست آمد. توجه به این نکته ضروری است که راندمان آبیاری در شرایط فعلی ممکن است در برخی شهرستان‌ها بیشتر یا کمتر از ٤٢ درصد باشد و تحلیل ارایه شده در این بخش صرفا با هدف ارایه تاثیرپذیری آب مجازی از بهبود راندمان آبیاری است.



شکل٤- تاثیر افزایش راندمان آبیاری بر کاهش آب مجازی بادام

توصیه ترویجی

۱- تمهیدات مدیریتی مانند عملیات به‌نژادی و به باغی، کنترل آفات و بیماری‌ها، استفاده از ارقام مناسب سازگار با شرایط اقلیم استان یزد، توجه به مدیریت کوددهی و مدیریت کیفیت آب و خاک می‌تواند بر بهبود عملکرد بادام و در نتیجه کاهش آب مجازی موثر باشد.

۲- ارتقای سیستم‌های آبیاری سنتی به سیستم‌های آبیاری مدرن از جمله آبیاری قطره‌ای(درصورت امکان‌سنجی و توجیه-پذیری اقتصادی) و بهبود راندمان آبیاری، حجم آب مصرفی بادام و در نتیجه آب مجازی را کاهش خواهد داد. با استناد به شرایط فعلی عملکرد بادام در استان یزد (عملکرد در سال ۱٤۰۰) و با وضعیت کنونی راندمان آبیاری در باغات بادام (متوسط ٤٢ درصد) بر اساس گروه‌بندی انجام شده در این مطالعه بر مبنای آب مجازی برآورد شده برای اعمال آبیاری کامل، شهرستان‌های تفت و مهریز به دلیل کمتر بودن آب مجازی بادام مکان‌های مناسب‌تری برای کشت بادام هستند.

۳- بدیهی است با تغییر عملکرد بادام و بهبود راندمان آبیاری در باغات بادام، وضعیت آب مجازی در شهرستان‌های متفاوت متغیر خواهد بود.

٤- تعیین پتانسیل تولید بادام در هر منطقه با لحاظ شرایط اقلیمی، خاک، مسایل مدیریتی، اقتصادی و فرهنگی، همچنین شناسایی عوامل محدودکننده تولید و بررسی علل فاصله گرفتن از تولید پتانسیل بادام می‌تواند در راستای افزایش عملکرد پتانسیل و کاهش آب مجازی تا حد امکان موثر باشد.

۵- در راستای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت بادام، لحاظ سیاستگذاری‌ها و پارامترهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در کنار آب مجازی ضروری است.

فهرست منابع

۱- غلامحسین پور جعفری نژاد، ا.، علیزاده، ا.، نشاط، ع. و ابوالحسنی زراعتکار، م. (۱۳۹۳). مبادله آب مجازی به منظور بهبود بهره وری در مصرف آب (مطالعه موردی استان کرمان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۸(۲): ۳۲۵-۳۳۵.

۲- جلینی، م.(۱٤۰۱). تعیین آب کاربردی بادام در کشور. گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج.

۳- دهقان پیر، ش. (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی در آب مجازی از طریق مفهوم مساله خیزی (استان هرمزگان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی،

٤- راسخی‌نیا، م.، ملکی‌نژاد، ح.، اختصاصی، م. و برزگری، ف. (۱۳۹۷). برآورد آب مجازی محصولات مهم کشاورزی و تاثیر آن در بیلان آبی دشت (مطالعه موردی: دشت یزد-اردکان). هفتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران با رویکرد پیوند چرخه آب و اکولوژی و مناطق خشک برای پایداری سرزمین. یزد.۱۲ صفحه.

۵- رحیمیان، م. ح.، حاجی حسینی، ع.، اسپرس، ر. و بیرامی، ح. (۱۳۹٦). تدوین سند بهره‌وری آب کشاورزی استان یزد. طرح پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۲۹ صفحه. https://civilica.com/doc/1050695/

٦- فهیمی فرد، م.، امیری، ت.(۱۳۹۱). آب مجازی. دفتر کشاورزی. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی خراسان رضوی.

۷- عابدی، س. و تهامی پور، م. (۱۳۹۵). اندازه گیری و تحلیل تراز تجاری آب مجازی در بخش کشاورزی استان زنجان. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ٤۷-۲(٤): ۸۰۵-۸۱٤.

۸- مروج الاحکامی، ب.، جلینی، م.، جنتی، م. ۱٤۰۱. بررسی بهره‌وری آب و ردپای آب بادام در باغات خردمالک و عمده‌مالک استان یزد. اولین کنگره فنی و مهندسی کشاورزی. ابعاد بهره‌وری آب در بخش‌های مختلف کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

9- Allen, J. A. (2003). Virtual water-the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? Water International, 28:106-112.

10- Finger, R. (2013). More than the mean-a note heterogeneity aspects in the assessment of water footprints. Ecological Indicators, 29: 145-147.

11- Hoekstra A.Y., and Hung P.Q. (2002). Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value if the Water Research Report Series. No. 11, UNESCO-IHE, Delft.