

مقایسه بهره‌وری مصرف آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی در محصول سیب‌زمینی در استان همدان

سید محسن سیدان*^۱، علی قدمی فیروزآبادی^۲

^۱ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

^۲ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

* آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: Sevedan1969@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۸

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۹/۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۶

چکیده

در شرایط حاضر اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری عوامل تولید خصوصاً آب در بخش کشاورزی بسیار مهم و از جایگاه خاصی برخوردار است. هدف از این تحقیق، اندازه‌گیری و مقایسه بهره‌وری مصرف آب آبیاری در دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای در محصول سیب‌زمینی در استان همدان می‌باشد. جهت دستیابی به اهداف این تحقیق به روش نمونه‌گیری تصادفی، تعداد ۸۴ بهره‌بردار انتخاب و داده‌های لازم از طریق اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای جمع‌آوری شده است. متناسب با هدف تحقیق، از دو شاخص بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب استفاده شده است. براساس این نتایج، بهره‌وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای به‌طور قابل توجهی بالاتر از سیستم آبیاری بارانی است. میانگین بهره‌وری فیزیکی آب در سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای به ترتیب برابر با ۳/۴ و ۴/۷ کیلوگرم بر هر مترمکعب است. میانگین بهره‌وری اقتصادی آب در سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نیز به ترتیب برابر با ۱۴۹۸۰ و ۲۲۶۲۳ ریال بر هر مترمکعب است. بالاترین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در شهرستان‌های بهار و کبودرآهنگ مشاهده شده است.

کلمات کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری بارانی، بهره‌وری، سیب‌زمینی، عوامل تولید

و لزوم ایجاد تغییر در دیدگاه حاکم بر مدیریت منابع آب و چرخش به سمت مدیریت تقاضا در بخش‌های مختلف شرب، صنعت و کشاورزی احساس می‌شود (۱). یکی از راهکارهای مبتنی بر مدیریت تقاضا در سطح مزرعه، افزایش راندمان آبیاری و مهم‌تر از آن بهبود بهره‌وری مصرف آب است. بهره‌وری در متون مربوط به اقتصاد توسعه، به‌عنوان میزان ستاده حاصل از مقدار معینی از یک یا چند نهاده تعریف شده است. این معیار نشان‌دهنده نحوه استفاده از منابع و عوامل تولیدی در یک بازه‌ی زمانی است و آثار سه‌گانه تغییر فناوری، تغییر مقیاس و تغییر در راندمان استفاده از نهاده‌ها، یعنی حرکت به سمت تابع تولید مرزی از داخل را در بر می‌گیرد (۳). لذا در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی، استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. برای دستیابی به شاخص بهره‌وری، شناسایی شاخص‌های اصلی مدیریت مصرف آب و تعیین این شاخص‌ها به روش‌های مناسب ضروری است. بهره‌وری آب از مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی و رویکردهای اساسی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی آب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی است. لذا در این رابطه در سطح مزارع سیب‌زمینی‌کاران استان همدان این سؤال مطرح شده که میزان بهره‌وری آب چه اندازه است؟ در اکثر مطالعات انجام‌شده در این زمینه که به‌صورت پراکنده صورت گرفته، صرفاً به بهره‌وری فیزیکی پرداخته شده است. در این تحقیق، محاسبه بهره‌وری از نظر فیزیکی و اقتصادی توأمان انجام شده که در واقع نوآوری این پژوهش محسوب می‌شود.

ایران سرزمینی خشک و بیابانی است که نزولات جوی آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در سطح دنیا است. کشور ایران، در رده‌بندی‌های انجام‌شده توسط مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI) از جمله کشورهای است که با وضعیت بحران آب مواجه است (۲). پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۳۰، ایران جزو آن دسته از کشورهایی است که میزان سرانه منابع آب تجدیدپذیر آن پایین‌تر از ۱۵۰۰ مترمکعب خواهد شد. این وضعیت منجر به بحرانی شدن وضعیت آب در ایران خواهد شد. بنابراین خشکسالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل خشکسالی در سال‌های آینده حادتر خواهد شد. بر اساس گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب (۵)، کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع قابل استحصال خود بیفزاید. این امر با توجه به نیازهای روزافزون بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت و حفاظت از سایر منابع زیستی بسیار مشکل و حتی ناممکن است. هم‌اکنون منابع آب زیرزمینی، ۸۵ درصد منابع آب استان همدان را تشکیل می‌دهد. از یک طرف وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی در سال‌های اخیر و از طرفی بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی جهت امور کشاورزی که حدود ۹۰ درصد از مصرف آب زیرزمینی استان همدان را به خود اختصاص داده، منجر به افت شدید سطح ایستابی در دشت‌های استان همدان شده است (۴). در حال حاضر رویکرد مبتنی بر مدیریت عرضه در منابع آب استان همدان با محدودیت‌های زیادی مواجه می‌باشد

جمع‌آوری شده است. در این قسمت، شاخص بهره‌وری آب در دو بخش فیزیکی و اقتصادی مورد بحث قرار گرفته است.

شاخص بهره‌وری فیزیکی آب

ساده‌ترین روشی که برای برآورد بهره‌وری فیزیکی آب می‌توان به کار برد، میزان عملکرد به ازای هر واحد حجم آب است. این شاخص برابر با نسبت مقدار محصول تولیدشده به مقدار حجم آب استفاده‌شده و مطابق رابطه ۱ محاسبه می‌شود (۳).

(رابطه ۱):

(حجم آب مصرفی / میزان محصول تولیدشده) = بهره‌وری مصرف آب
 که در آن: بهره‌وری مصرف آب به کیلوگرم بر مترمکعب، میزان محصول تولیدشده به کیلوگرم در هکتار و حجم آب مصرفی به مترمکعب در هکتار می‌باشد.
 بدیهی است مقدار آب آبیاری با استفاده از انواع فلوم‌ها، کنتور حجمی و یا دبی چاه و مدت زمان آبیاری اندازه‌گیری شده است. بدیهی است هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است

شاخص بهره‌وری اقتصادی آب

مفهوم بهره‌وری اقتصادی آب بدین معنی است که بهره‌بردار به ازای مقدار آبی که مصرف می‌کند، چقدر درآمد کسب می‌نماید. به عبارت دیگر، تنها مقدار تولید نباید معیار ارزش آب مصرفی قرار گیرد بلکه باید به ارزش محصول علاوه بر مقدار فیزیکی آن توجه نمود. برای تعیین

برای محاسبه بهره‌وری مصرف آب در سطح مزارع سیب‌زمینی، ۸۴ مزرعه در سطح استان همدان به صورت تصادفی انتخاب و داده‌های لازم با اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ جمع‌آوری شده است. برای این منظور از شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی استفاده شده است. این شاخص‌ها توسط فائو و کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران معرفی شده است. غالباً بهره‌وری آب کشاورزی را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف مانند: راندمان، مالی و فرصت یا اشتغال مورد بررسی قرار داد. از دیدگاه راندمان؛ تولید بیشتر محصول، از دیدگاه مالی؛ بیشترین سود و از دیدگاه فعالیت؛ ایجاد اشتغال بیشتر به ازای مصرف واحد حجم آب مورد نظر است. تعریف خلاصه‌شده بهره‌وری آب، نسبت عملکرد محصول به مقدار آب به کار برده‌شده برای گیاه است. در واقع بهره‌وری آب مشخص می‌کند که به ازای کاربرد مقدار مشخصی از آب چه مقدار ماده تولید می‌شود و این واژه دارای واحد کیلوگرم بر مترمکعب است. البته در بررسی و ارزیابی اثربخشی آب در تولید محصول علاوه بر مقدار ماده تولیدشده، باید به ارزش ماده تولیدی هم توجه شود. مثلاً درآمد حاصل از مصرف هر مترمکعب آب نیز می‌تواند در ارزیابی‌ها مورد توجه قرار گیرد. برای این منظور نیاز به محاسبه‌ی هزینه و درآمد محصولات است. برای سنجش هزینه، داده‌های مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه و مطالعه میدانی از بهره‌برداران کشاورزی هر یک از شهرستان‌ها

(رابطه ۳) (حجم آب مصرفی / سود خالص محصول) = بهره‌وری آب
 که در آن: بهره‌وری آب به ریال بر مترمکعب، سود
 خالص محصول به ریال و حجم آب مصرفی به مترمکعب
 در هکتار می‌باشد.

این شاخص مناسب‌تر از شاخص درآمد به ازای هر واحد
 حجم آب است زیرا ممکن است شاخص بهره‌وری آب در
 یک سیستم بر اساس درآمد به ازای هر واحد حجم آب
 بیشتر از سیستم نوع دیگر باشد، در حالی که بر اساس سود
 خالص به ازای هر واحد حجم آب کمتر باشد. در این
 صورت، نتیجه حاصل از شاخص، گمراه‌کننده خواهد بود.
 بنابراین بهترین شاخص، سود خالص به ازای هر واحد حجم
 آب است که نه تنها میزان سود خالص را به ازای هر واحد حجم
 آب مصرف‌شده تعیین می‌نماید بلکه این شاخص اهمیت
 زیادی در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک
 دارد. اصولاً از این طریق می‌توان منابع کمیاب آب را به
 کشت‌هایی اختصاص داد که با کمترین واحد مصرف آب،
 بالاترین سود را نصیب بهره‌برداران نماید.

شاخص بهره‌وری اقتصادی آب، در صورت کسر رابطه ۱ به
 جای تولید، ارزش تولید جایگزین می‌شود (۳). در این
 رابطه از دو شاخص زیر استفاده می‌شود:

۱. شاخص سود ناخالص یا درآمد به ازای هر واحد حجم
 آب: در این شاخص نسبت سود ناخالص به ازای هر واحد
 حجم آب مصرف شده است. رابطه ۲ نشان‌دهنده این
 شاخص است.

(رابطه ۲) (حجم آب مصرفی / کل درآمد) = بهره‌وری آب

که در آن: بهره‌وری آب به ریال بر مترمکعب، کل درآمد
 حاصل به ریال در هکتار و حجم آب مصرفی به مترمکعب
 در هکتار می‌باشد.

این شاخص یکی از معایب شاخص اول را برطرف می‌کند
 زیرا در شاخص اول، مقدار محصول تولیدشده به ازای حجم
 آب با توجه به نوع محصول ممکن است نتایج گمراه
 کننده‌ای در برداشته باشد. اما ایراد این روش این است که
 در آن هزینه تولید محصول در نظر گرفته نشده است.

۲. سود خالص به ازای هر واحد حجم آب: در این شاخص
 در صورت کسر، سود خالص گنجانده می‌شود (رابطه ۳):

نتایج کاربردی

قطره‌ای و بارانی به ترتیب ۳۷۷۸۰۲ و ۳۳۷۳۲۰ هزار ریال
 در هکتار است. همان‌طور که در این جدول مشاهده
 می‌شود، متوسط عملکرد سیب‌زمینی در سیستم آبیاری
 قطره‌ای نه تنها کاهش نیافته بلکه حدود ۱۲ درصد نیز
 افزایش یافته است.

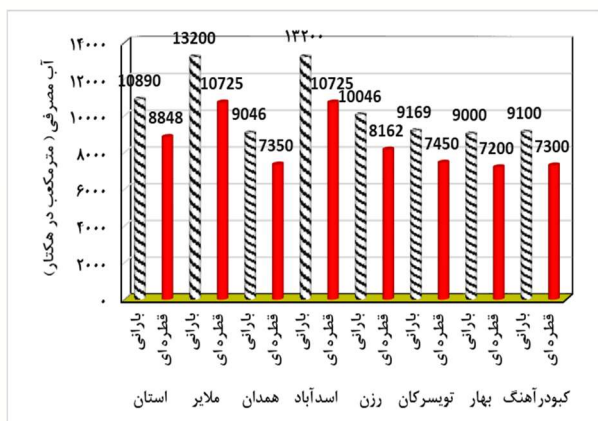
برای محاسبه‌ی شاخص بهره‌وری اقتصادی آب، لازم
 است که ارزش ناخالص سیب‌زمینی محاسبه شود. در
 جدول ۱، محاسبات این متغیر در دو حالت استفاده از
 سامانه آبیاری قطره‌ای و آبیاری بارانی صورت گرفته است.
 ارزش کل محصول به‌طور متوسط در دو سیستم آبیاری

جدول ۱. ارزش کل محصول در دو سامانه بارانی و قطره‌ای به تفکیک شهرستان‌های مورد مطالعه

شهرستان	روش آبیاری	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ارزش کل محصول (هزار ریال در هکتار)
میانگین استان	بارانی	۳۷۴۸۰	۳۳۷۳۲۰
	قطره‌ای	۴۱۹۷۸	۳۷۷۸۰۲
ملایر	بارانی	۳۷۹۹۶	۳۴۱۹۶۴
	قطره‌ای	۴۲۵۵۵	۳۸۲۹۹۹
همدان	بارانی	۳۹۵۲۰	۳۵۵۶۸۰
	قطره‌ای	۴۴۲۶۲	۳۹۸۳۵۸
اسدآباد	بارانی	۳۹۶۵۱	۳۵۶۸۵۹
	قطره‌ای	۴۸۳۷۴	۴۳۵۳۶۶
رزن	بارانی	۳۲۲۴۸	۲۹۰۲۳۲
	قطره‌ای	۳۹۳۴۲	۳۵۴۰۸۳
تویسرکان	بارانی	۴۲۴۵۶	۳۸۲۱۰۴
	قطره‌ای	۴۴۷۹۶	۴۰۳۱۶۴
بهار	بارانی	۴۴۹۶۲	۴۰۴۶۵۸
	قطره‌ای	۴۸۶۳۷	۴۳۷۷۳۳
کبودرآهنگ	بارانی	۴۲۸۸۵	۳۸۵۹۶۵
	قطره‌ای	۴۴۹۹۹	۴۰۴۹۹۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۲۶۰۰۰ هکتار سیب‌زمینی در استان همدان، سیستم آبیاری قطره‌ای می‌تواند باعث کاهش مصرف آب به میزان ۵۲ میلیون مترمکعب شود (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میزان حجم آب مصرفی در شهرستان‌های مختلف استان همدان در دو سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای

میزان هزینه کل تولید محصول سیب‌زمینی با توجه به هزینه‌های آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت، برداشت و هزینه زمین تعیین و با توجه به ارزش کل محصول، ارزش خالص محصول محاسبه شده است (جدول ۲).

همان‌طور که انتظار می‌رفت، میزان حجم آب مصرفی در مناطق مختلف استان همدان و در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای کمتر از سیستم آبیاری بارانی است. به‌طوری‌که میزان حجم آب مصرفی در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری بارانی حدود ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار کاهش یافته است. بنابر نتایج حاصله، با کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم بارانی و با عنایت به سطح

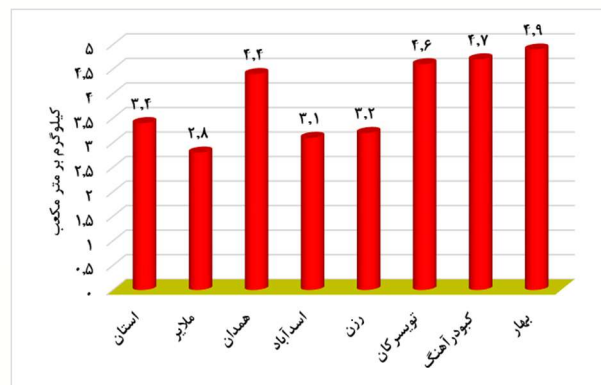
جدول ۲. ارزش خالص محصول در دو سامانه بارانی و قطره‌ای به تفکیک شهرستان‌های مورد مطالعه

محصول	روش آبیاری	ارزش کل محصول هزار ریال در هکتار	هزینه کل محصول هزار ریال در هکتار	ارزش خالص محصول هزار ریال در هکتار
استان	بارانی	۳۳۷۳۲۰	۱۷۴۱۷۹	۱۶۳۱۴۱
	قطره‌ای	۳۷۷۸۰۲	۱۷۷۶۲۹	۲۰۰۱۷۳
ملایر	بارانی	۳۴۱۹۶۴	۱۷۵۹۰۴	۱۶۶۰۶۰
	قطره‌ای	۳۸۲۹۹۹	۱۷۹۳۵۴	۲۰۳۶۴۶
همدان	بارانی	۳۵۵۶۸۰	۱۸۲۸۸۴	۱۷۲۷۹۵
	قطره‌ای	۳۹۸۳۵۸	۱۸۶۳۳۴	۲۱۲۰۲۴
اسدآباد	بارانی	۳۵۶۸۵۹	۱۸۴۶۳۲	۱۷۲۲۲۶
	قطره‌ای	۴۳۵۳۶۶	۱۸۸۰۸۲	۲۴۷۲۸۳
رزن	بارانی	۲۹۰۲۳۲	۱۴۹۷۹۹	۱۴۰۴۳۳
	قطره‌ای	۳۵۴۰۸۳	۱۵۳۲۴۹	۲۰۰۸۳۴
تویسرکان	بارانی	۳۸۲۱۰۴	۱۹۶۸۱۱	۱۸۵۲۹۳
	قطره‌ای	۴۰۳۱۶۴	۲۰۰۲۶۱	۲۰۲۹۰۳
بهار	بارانی	۴۰۴۶۵۸	۱۸۱۱۴۸	۲۲۳۵۱۰
	قطره‌ای	۴۳۷۷۳۳	۱۸۴۵۹۸	۲۵۳۱۳۵
کیودرآهنگ	بارانی	۳۸۵۹۶۵	۱۶۸۹۵۸	۲۱۷۰۰۷
	قطره‌ای	۴۰۴۹۹۱	۱۷۲۴۰۸	۲۳۲۵۸۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

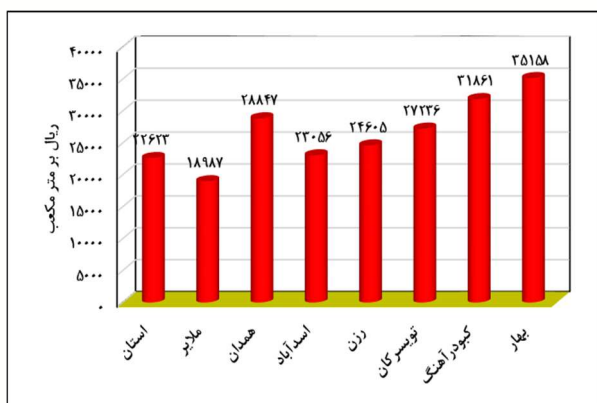
در روش آبیاری بارانی حداقل بهره‌وری آب در شهرستان ملایر با ۲/۸ و حداکثر بهره‌وری آب در شهرستان بهار با ۴/۹ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب نشان داده شده است (شکل ۲). در روش آبیاری قطره‌ای، حداقل بهره‌وری آب در شهرستان ملایر با ۳/۹ و حداکثر بهره‌وری آب در شهرستان بهار با ۶/۷ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب محاسبه شده است (شکل ۳). این نتایج نیز حاکی از افزایش بهره‌وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری بارانی است. در ضمن در برخی مناطق مانند شهرستان بهار به علت کشت سیب‌زمینی در اسفندماه و بهره‌گیری از بارندگی‌های بهاره، میزان حجم آب مصرفی نسبت به سایر مناطق استان همدان کاهش و بهره‌وری مصرف آب افزایش یافته است.

شاخص بهره‌وری فیزیکی با توجه به عملکرد محصول و میزان حجم آب مصرفی، محاسبه شده است (شکل ۲ و ۳). میانگین بهره‌وری مصرف آب در دو سیستم آبیاری قطره‌ای و بارانی به ترتیب ۴/۷ و ۳/۴ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب است.



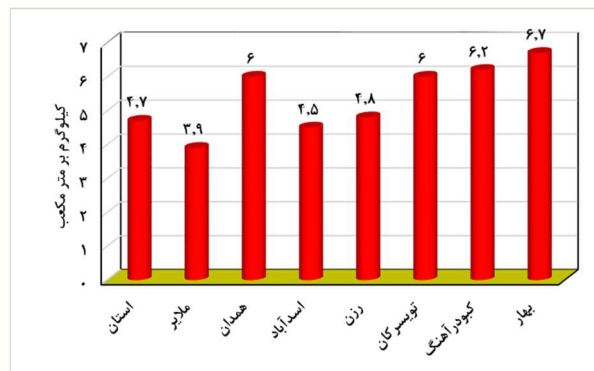
شکل ۲. بهره‌وری فیزیکی آب در محصول سیب‌زمینی به تفکیک شهرستان‌های مورد مطالعه (بارانی)

میزان بهره‌وری اقتصادی در سطح استان همدان در روش آبیاری بارانی، ۱۴۹۸۰ و در روش آبیاری قطره‌ای، ۲۲۶۲۳ ریال به ازای هر مترمکعب آب است. در روش آبیاری بارانی، حداقل بهره‌وری اقتصادی آب در شهرستان ملایر با ۱۲۵۸۰ و حداکثر بهره‌وری اقتصادی آب در شهرستان بهار با ۲۴۸۳۵ ریال به ازای هر مترمکعب آب ملاحظه می‌شود (شکل ۴). در روش آبیاری قطره‌ای حداقل بهره‌وری اقتصادی آب در شهرستان ملایر با ۱۸۹۸۷ و حداکثر بهره‌وری اقتصادی آب در شهرستان بهار با ۳۵۱۵۸ ریال به ازای هر مترمکعب آب نشان داده شده است (شکل ۵).



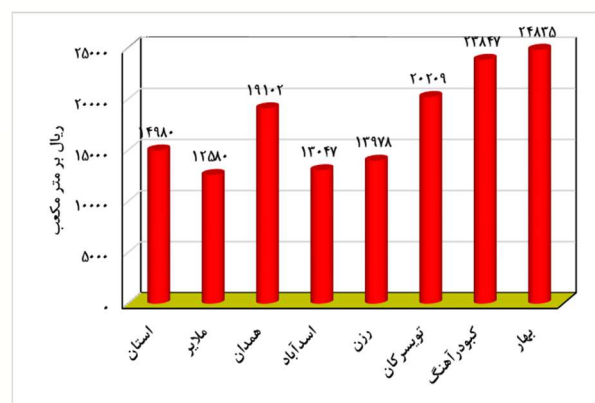
شکل ۵. بهره‌وری اقتصادی آب در محصول سیب‌زمینی در شهرستان‌های استان همدان (قطره‌ای)

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، میزان بهره‌وری مصرف آب در شهرستان بهار بیشتر از سایر شهرستان‌های استان همدان است که این امر از یک طرف به کشت زودهنگام (در اسفندماه) این محصول و بهره‌گیری از بارش‌های بهاره و از طرف دیگر به استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) در این شهرستان مربوط می‌باشد.



شکل ۳. بهره‌وری فیزیکی آب در محصول سیب‌زمینی به تفکیک شهرستان‌های مورد مطالعه (قطره‌ای)

شاخص سود ناخالص، میزان ارزش ناخالص محصول را به ازای هر مترمکعب آب نشان می‌دهد. بالا بودن این شاخص نشان‌دهنده استفاده بهتر از منابع آب است اما به دلیل اینکه در محاسبه آن، هزینه‌های تولید در نظر گرفته نمی‌شود لذا معیار مناسبی نیست. شاخص سود خالص، نسبت سود هر محصول را به میزان آب مصرف‌شده نشان می‌دهد. این شاخص، نقص شاخص قبلی را مرتفع می‌سازد. بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص، اتلاف مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منبع زیست‌محیطی را نشان می‌دهد. شکل‌های ۴ و ۵ به مقایسه بهره‌وری اقتصادی آب در محصول سیب‌زمینی در دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای پرداخته است.



شکل ۴. بهره‌وری اقتصادی آب در محصول سیب‌زمینی در شهرستان‌های استان همدان (بارانی)

دستورالعمل کاربردی

- در مناطقی که کیفیت آب مناسب است، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری به جای سیستم آبیاری بارانی علاوه بر کاهش آب مصرفی می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب گردد.
- البته استفاده از این نوع سیستم آبیاری، نیاز به ظرافت‌های خاصی در آماده‌سازی زمین و مدیریت مزرعه دارد.
- به منظور استفاده حداکثری از بارندگی‌های بهاره توصیه می‌شود در مناطقی که از نظر آب و هوایی امکان کشت زودهنگام وجود دارد، تاریخ کشت سیب‌زمینی زودتر انجام شود.

مراجع:

- ۱- جعفری، ع. م. و رضوانی، س. م. ۱۳۸۰. راهکارهای مقابله با بحران آب. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان. شماره ۲۷۵.
- ۲- حسن‌لی، ع. م. ۱۳۸۱. بهره‌وری آب در کشاورزی و راهکارهای افزایش آن. نشریه کمیته بهره‌وری، وزارت جهاد کشاورزی، شماره ۳۶.
- ۳- سلامی، ح. ۱۳۷۶. مفاهیم و اندازه‌گیری بهره‌وری در کشاورزی. فصل‌نامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۸: صفحه ۷-۳۱.
- ۴- شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان همدان. ۱۳۹۷. سیمای آب در استان همدان.
- ۵- مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI). ۲۰۱۸. بررسی وضعیت بحران آب در ایران. <http://www.iwmi.cgiar.org>