# بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف زراعی در دشت بهار

امید زمانی[۱] *، سید ابوالقاسم مرتضوی و حمید بلالی

کارشناس ارشد و محقق اقتصادکشاورزی.
**o.zamani1986@gmail.com**
استادیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
**samortazavi898@yahoo.com**
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان.
**h-balali@basu.ac.ir**

Archive of SID

## چکیده

**موضوع ارتقای بهره‌وری آب در تولید مواد غذایی از مسایل اساسی در کشورهای مختلف جهان و به خصوص کشورهای کم آب نظیر ایران است. اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در ایران به علت محدودیت کمی و کیفی این ماده ارزشمند از جایگاه خاصی برخوردار است. بر همین اساس در مطالعه حاضر بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب در زیربخش زراعت دشت همدان-بهار برای سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفت. متدلوژی تحقیق در این مطالعه بر اساس مطالعات میدانی استوار بوده و شامل برآورد عملکرد، توابع هزینه بویژه تابع هزینه بهره‌برداری و استحصال منابع آب زیر زمینی، بازده ناخالص و بهره‌وری آب در تولید محصولات زراعی در شیوه های مختلف آبیاری است. متناسب با اهداف تحقیق از شاخص‌های فیزیکی و مالی بهره‌وری آب شامل شاخص عملکرد به ازای واحد حجم آب(CDP)، درآمد به ازای واحد حجم آب(BPD) و بازده خالص به ازای واحد حجم آب(NBPD) برای محاسبه بهره وری آب استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که بهره‌وری آب در شیوه‌های نوین آبیاری‌های بطور معنی‌دار بیشتر از روش آبیاری سنتی بوده و بر اساس شاخص NBPD، کشت محصول سیر و یونجه به ترتیب بیشترین و کمترین بهره‌وری آب در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.**

**واژه های کلیدی:** بهره‌وری فیزیکی آب، فناوری آبیاری.

---

۱ – تهران، دانشگاه تربیت مدرس، گروه اقتصادکشاورزی
* دریافت: خرداد ۱۳۹۱ و پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

www.SID.ir

**مقدمه**

آب به عنوان منبع حیاتی یکی از عوامل مهم رشد و توسعه در جوامع بشری است. در دو دهه اخیر و به ویژه در سال‌های پایانی قرن بیستم، آب و مدیریت آن به یک دغدغه بزرگ بین‌المللی تبدیل شده است. مقایسه کشورهای واقع در منطقه معتدله با کشورهای مستقر در نواحی خشک و نیمه خشک نشان می‌دهد که کمبود آب، به ویژه آب با کیفیت خوب یکی از عوامل مهم بازدارنده توسعه کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی در اکثر کشورهای در حال توسعه به خصوص کشورهای واقع شده در کمربند خشک، نیمه خشک و گرم جهان است (سکلر و همکاران،۱۹۹۹. ساندکوئیست،۲۰۰۳).

کشور ما نیز از جمله مناطقی است که با کمبود آب مواجه است (زیبایی،۱۳۸۶). بخش وسیعی از گستره ایران در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک واقع شده است. با وجود کمبودهای موجود، کشاورزی ایران به شدت به آب آبیاری وابسته است. بطوریکه آب به عنوان مهمترین و محدود کننده‌ترین نهاده تولید کشاورزی در ایران به شمار می‌رود (زیبایی،۱۳۸۶). بر اساس آنچه ذکر شد، چندین دیدگاه و تئوری از سوی اقتصادانان و سیاست‌مداران کشورهای مختلف در رابطه با حل معضل جهانی آب مطرح می‌باشد. یکی از راهکارهای توصیه شده، پیاده‌سازی نظام بهره‌وری آب کشاورزی در ساختار مدیریت آب کشور است (احسانی و خالدی،۱۳۸۲).

بر اساس این راهکار، با توجه به محدودیت منابع آب کشور ، تخصیص آب بایستی به محصولاتی صورت گیرد که دارای سود اقتصادی بیشتری به ازای یک متر مکعب آب باشند. البته این مسئله به معنی چشم پوشی از سایر اهداف اساسی و بلندمدتی همچون تأمین امنیت غذایی و اشتغال نمی‌باشد اما ضروری است که در کنار این اهداف، موضوع کارآیی مالی و اقتصادی آب نیز برای افزایش بهره‌وری آب مورد توجه قرار گیرد (احسانی و خالدی،۱۳۸۲). همانگونه که ذکر شد، موضوع ارتقای بهره‌وری آب در تولید مواد غذایی از مسایل اساسی در کشورهای مختلف جهان و به خصوص کشورهای کم آب نظیر ایران است. اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در ایران به علت محدودیت کمی و کیفی این ماده ارزشمند از جایگاه خاصی برخوردار است.

بر اساس گزارش بانک جهانی (گزارشات بانک جهانی،۲۰۰۶) در سال ۲۰۰۶ میانگین بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران ۰/۲ دلار به ازای هر مترمعکب آب است که نسبت به میانگین جهانی آن اختلاف معنی‌دار و با کشورهای مانند فرانسه که بهره‌وری آب در بخش کشاورزی آن ۸/۸ دلار به ازای هر متر مکعب آب می‌باشد اختلاف بسیار زیادی دارد (گزارشات بانک جهانی،۲۰۰۶).

تحقیق حاضر در دشت همدان-بهار در غرب ایران صورت می گیرد که جزء نواحی اقلیمی نیمه خشک بوده که درصد بالایی از منابع آب مورد نیاز بخش‌های مختلف اقتصادی این دشت توسط منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود. کمیابی آب به عنوان مهمترین عامل محدودکننده فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه است (گزارشات آب منطقه‌ای همدان،۱۳۸۷). بدلیل گسترش سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بالا و برداشت‌های بی‌رویه، منابع آب زیرزمینی این دشت با خطر نابودی مواجه شده است. بطوریکه منطقه مورد مطالعه بدلیل منفی شدن بیلان آب از سال ۱۳۷۱ به عنوان دشت ممنوعه اعلام گردیده است (گزارشات آب منطقه‌ای همدان،۱۳۸۴).

بررسی‌ها و تحقیقات متعدد در جهان نشان می‌دهد که استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش تولید محصول قابل توجهی به همراه داشته‌باشد (لامادالنا و ساگاردوی،۲۰۰۰). در صورتی که این سیستم‌ها خوب طراحی و اجرا شوند و مصالح مورد استفاده در آنها از کیفیت و خصوصیات فنی لازم برخوردار باشند و بهره برداران نیز از دانش فنی و کافی در نگهداری و بهره‌برداری از آن بهره‌مند باشند، این

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم‌ها قادر خواهند بود از ۳۰ تا ۶۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب و از ۲۰ تا ۷۰ درصد افزایش در تولید محصولات کشاورزی را فراهم نمایند (لامادالنا و ساگاردوی،۲۰۰۰). بر اساس آنچه ذکر شد، در این مطالعه بهره‌وری‌آب بر اساس شاخص‌های اقتصادی و فیزیکی در روشهای مختلف آبیاری مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور از شاخص‌های بهره‌وری آب و داده‌های جمع-آوری شده از منطقه مورد مطالعه استفاده گردید.

مطالعات فراوانی در زمینه بهره‌وری آب تا به حال انجام شده است و در سالهای اخیر بدلیل بحرانی تر شدن کمبود منابع آب این موضوع با اهمیت بیشتری دنبال شده است. در این میان پلایان و ماتئوس(۲۰۰۸) تعاریف و موارد مختلف بهره‌وری آب را بررسی و آن را با بهره-وری و کارایی آب بر اساس مفاهیم مهندسی مقایسه کرده اند.

در مطالعه دیگر توسط علی و تالوکدر عوامل موثر بر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مطالعه مذکور عوامل تاثیرگذار بر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی بصورت نوع محصول، مصرف آب، تکنولوژی آبیاری، واریته گیاه، فاکتورهای اقتصادی، فاکتورهای خاک معرفی شده‌اند (علی و تالوکدر،۲۰۰۸). مطالعاتی نیز در زمینه محاسبه شاخص‌های واقعی بهره‌وری آب صورت گرفته است. از این دست می‌توان به مطالعه وظیفه‌دوست وهمکاران اشاره کرد (وظیفه‌دوست و همکاران،۲۰۰۸). در این مطالعه بهره‌وری متوسط محصولات برنج، پنبه دانه و ذرت محاسبه گردیده است. همچنین تغییر مقدار شاخص بهره-وری در گیاهان مختلف در نتیجه تفاوت در آب و هوا، مدیریت آبیاری، بذر، خاک و گیاه بیان شده‌است.

در مطالعه‌ای دیگر پالیان و ماتئوس تاثیر بهینه-سازی سیستم‌های آبیاری را بر بهره‌وری آب مورد ارزیابی قرار داده‌اند (پالیان و ماتئوس،۲۰۰۶). در این مطالعه برای مقابله با بحران کمبود آب موراد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱- استفاده بیشتر از آب مجازی، ۲- بهبود کارایی اقتصادی آب، ۳- بهبود کارایی فنی آب.

در داخل کشور نیز مطالعات زیادی در زمینه محاسبه انواع شاخص‌های بهره‌وری آب در بخش کشاورزی صورت گرفته است با این تفاوت که نوع روش‌های آبیاری در محصولات مختلف و تاثیر آنها بر بهره‌وری آب در این مطالعات کمتر مورد توجه قرار گرفته است. سپه‌وند، بهره-وری اقتصادی مصرف آب را برای دو محصول پاییزه گندم و کلزا مقایسه نموده و بهره‌وری اقتصادی آب در تولید گندم و کلزا را به ترتیب معادل ۲۱۲۸ و ۱۵۰۸ ریال بر مترمکعب برآورد کرده است (سپه‌وند،۱۳۸۸).

در مطالعه دیگر توسط فراهانی و اویس بهره-وری کلی آب در غلات حدود ۰/۴ کیلوگرم برمتر مکعب محاسبه شده است (فراهانی و اویس،۲۰۰۸). همچنین در مطالعه‌ی وظیفه‌دوست و همکاران بهره‌وری آب کشاورزی در مناطق مرکزی ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور از داده‌های توصیفی محصولات عمده منطقه استفاده گردیده و بر اساس شاخص‌های بهره‌وری و مدل هیدرولوژیکی SWAP بهره وری آب در منطقه مورد مطالعه بدست آمده است. شاخص‌های بهره‌وری استفاده شده در این مطالعه به صورت زیر است:

$$WP_T = \frac{Y(kg/ha)}{ET(m^3/ha)}$$

،

$$WP_T = \frac{Y(kg/ha)}{T(m^3/ha)}$$

$$WP_I = \frac{Y(kg/ha)}{I(m^3/ha)}$$

،

$$WP_{I+P} = \frac{Y(kg/ha)}{I+P(m^3/ha)}$$

در روابط بالا، $Y$ عملکرد ماده خشک، $T$ میزان تعرق گیاه، ET تبخیر از گیاه و خاک، $P$ میزان نزولات آسمانی، $I$ آب آبیاری است (وظیفه‌دوست و همکاران،۲۰۰۸).

با وجود مطالعات زیادی که در این زمینه انجام شده است و با بررسی که توسط محققین صورت پذیرفته، در معدود مطالعاتی به بررسی و مقایسه بهره‌وری آب در

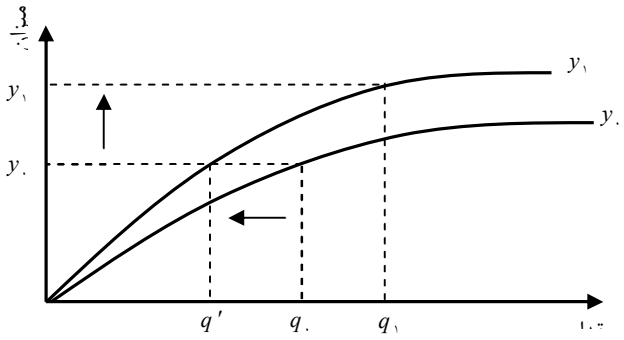
Archive of SID

www.SID.ir

تکنولوژیهای مختلف آبیاری پرداخته شده است. با توجه به این موضوع در این مطالعه شاخصهای بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی برای روش آبیاری مختلف در منطقه دشت همدان-بهار برای ۱۲ محصول محاسبه و مقایسه گردید.

**روش تحقیق**

متدلوژی تحقیق در این مطالعه بر اساس مطالعات میدانی استوار بوده و شامل برآورد عملکرد، توابع هزینه بویژه تابع هزینه بهره برداری و استحصال منابع آب زیر زمینی، بازده ناخالص و بهره وری آب در تولید محصولات زراعی در شیوه های مختلف آبیاری است. با توجه به هدف تحقیق از شاخص‌های فیزیکی و مالی بهره‌وری آب شامل شاخص عملکرد به ازای واحد حجم آب[۲](CDP)، درآمد به ازای واحد حجم آب[۳](BPD) و بازده خالص به ازای واحد حجم آب[۴](NBPD) برای محاسبه بهره وری آب در محصولات و شیوه های مختلف آبیاری استفاده گردید. همانطور که در شکل (۱)، نشان داده شده است، در اثر بهبود تکنولوژی آبیاری، منحنی تابع تولید به سمت بالا جابجا خواهد شد و در این حالت، به ازای مصرف مقدار ثابت آب، محصول بیشتری تولید خواهد شد.




**نمودار ۱- منحنی تابع تولید بر اساس نهاده آب با توجه به تغییر تکنولوژی**

به طور کلی بهره‌وری آب کشاورزی از دیدگاه-های مختلفی قابل بحث و بررسی است. بهره‌وری از دیدگاه فیزیکی، بهره‌وری از دیدگاه اشتغال و بهره‌وری از دیدگاه مالی معمول‌ترین این دیدگاه‌ها هستند (احسانی و خالدی،۱۳۸۲). نوع و تعداد شاخص‌های بهره‌وری با توجه به دیدگاه‌های مختلف متفاوت است. بطوریکه اشاره شد، در تحقیق حاضر متناسب با هدف اصلی تحقیق از شاخص‌های فیزیکی و مالی بهره‌وری آب استفاده گردید. شاخص‌های مذکور عبارتند از؛ عملکرد به ازای واحد حجم آب، درآمد به ازای واحد حجم آب و بازده خالص به ازای واحد حجم آب، که در ادامه به صورت مختصر توضیح داده خواهند شد.

یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش میزان بهره‌وری آب کشاورزی، عملکرد به ازای واحد حجم آب(CDP) است. این شاخص در واقع نسبت مقدار محصول تولید شده، نسبت به حجم آب مصرف شده-است. بنابراین هرچه این نسبت بیشتر باشد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است.

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}$$

اگر شاخص CDP را بر اساس درآمد بسنجیم به شاخص درآمد به ازای حجم آب و یا میزان درآمد به ازای واحد حجم آب (BPD) خواهیم رسید. در این شاخص میزان درآمد نسبت به مقدار آب مصرف شده در نظر گرفته می‌شود. منظور از درآمد حاصلضرب عملکرد یا مقدار تولید محصول و قیمت آن می‌باشد که در برخی منابع به سود ناخالص نیز از آن یاد شده است.

$$BPD = \frac{\text{درآمد}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}$$

یکی دیگر از شاخص‌های بهره‌وری مورد استفاده، شاخص درآمد خالص به ازای واحد حجم آب(NBPD) است. شاخص مذکور یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی است(احسانی و خالدی،۱۳۸۲). در این روش برخلاف

[2] Crop Per Drop
[3] Benefit Per Drop
[4] Net Benefit Per Drop

Archive of SID

www.SID.ir

روش قبل به جای در نظر گرفتن سود ناخالص در صورت کسر، میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد.

بنابراین اگر منظور ما افزایش بهره‌وری مصرف آب از منظر اقتصادی باشد، می‌توان گفت که این روش برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی ، روشی مناسب است ولی مشکل اساسی در تهیه این شاخص تعیین مقدار سود خالص در موقعیت های مختلف می‌باشد(احسانی و خالدی،۱۳۸۲).

$$NBPD = \frac{\text{سود خالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}$$

با توجه به اینکه در مطالعات مختلف از این شاخص‌ها به منظور بررسی بهره‌وری آب استفاده شده است. در این مطالعه نیز از این سه شاخص استفاده خواهد شد. همچنین باید اشاره کرد که شاخص‌های نام برده توسط ارگان‌های ذیربط از جمله وزارت نیرو معرفی و مورد استفاده قرار می‌گیرد. همانگونه که بیان شد هر یک از این شاخص‌ها دارای مزایا و معایبی هستند. به منظور تحلیل درست این شاخص‌ها، در جدول(۱) معایب هر یک از این شاخص‌های مذکور به صورت خلاصه اشاره شده است.

**جدول ۱- معایب شاخص‌های بهره‌وری آب**

| CPD | BPD | NBPD |
|---|---|---|
| - افزایش خطای محاسبه همراه با افزایش تنوع محصولات<br>- عدم کارایی کافی جهت مقایسه محصولات در مناطق مختلف | - عدم توجه به هزینه تولید محصولات | - مشکل در محاسبه تعیین مقدار سود خالص در موقعیت‌های مختلف |

ماخذ: احسانی و خالدی،۱۳۸۲

با توجه به جدول(۱) یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، NBPD یا سود خالص بر آب مصرفی است. در این روش برخلاف سایر شاخص‌ها (BPD،CPD) به جای در نظر گرفتن سود ناخالص(درآمد) در صورت کسر، میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد.

بر اساس آنچه ذکر شد در این مطالعه شاخص-های بهره‌وری آب در مورد محصولات مختلف زراعی و شیوه های آبیاری مدرن و سنتی در دشت همدان-بهار محاسبه گردید. با توجه به مطالعات انجام شده و اطلاعات موجود در بخش جهاد کشاورزی در منطقه دشت همدان بهار و همچنین اختلاف در سطح زیر کشت و روش‌های آبیاری مورد استفاده در روستاهای واقع در این دشت، از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی دو مرحله‌ای استفاده شد. برای محاسبه تعداد نمونه لازم در روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی از فرمول زیر استفاده شد.

$$n = \frac{\sum_{i=1}^{L} N_i^2 \Big/ w_i}{N^2 D + \sum_{i=1}^{L} N_i \sigma_i^2}$$

در این رابطه: N، اندازه حجم جامعه، که در تحقیق حاضر همان تعداد زارعین یا بهره بردارن در منطقه مورد مطالعه، σ واریانس جامعه در طبقه iام، W کسری از تعداد مشاهدات اختصاص یافته به طبقه iام، n حجم نمونه، D دقت احتمالی مطلوب یا کران خطای مناسب است.

بخش عمده داده‌های تحقیق به صورت پرسشنامه ای از ۳۲۴ کشاورز منطقه دشت همدان بهار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ جمع‌آوری گردید. همچنین آمار مربوط قیمت محصولات نیز از پایگاه وزرات جهادکشاورزی بدست آمد. اطلاعات مربوط به هزینه های سرمایه گذاری در آبیاری مدرن از شرکتهای مجری آبیاری تحت فشار و مدیریت آب و خاک جهادکشاورزی جمع آوری گردید همچنین اطلاعات مربوط به تبخیر و تعرق

Archive of SID

www.SID.ir

ماهیانه و نیاز آبیاری خالص محصولات از سند ملی آب استخراج گرید. اطلاعات مربوط به میزان آب مصرفی هر یک از محصولات زراعی در مزارع نمونه و از طریق رابطه زیر محاسبه شده است.

$$W_{ij} = NI_{ij} \times TI_{ij} \times D$$

در این رابطه $W_{ij}$ میزان آب مصرفی در یک هکتار از محصول$i$، با روش آبیاری $j$، $NI$ تعداد دفعات آبیاری هر محصول، $TI$ مدت زمان آبیاری در هر نوبت بر حسب ساعت و $d$ دبی لحظه‌ای تجهیزات آبیاری بر حسب مترمکعب بر ساعت می‌باشد.

به منظور بررسی پایایی پرسشنامه از روش همسانی درونی( آلفای کرونباخ) استفاده شد، این ضریب برای پرسشنامه تحقیق عدد نسبتا بالای ۰/۹۱ را نشان می‌دهد که پرسشنامه مذکور از پایایی لازم برخوردار است. همچنین در بررسی روایی محتوا ضریب روایی کل سوالات پرسشنامه ۰/۹۰ بدست آمد.

## نتایج و بحث

در این بخش نتایج مربوط به شاخص‌های بهره وری آب در منطقه مورد مطالعه بیان می‌شود. همانگونه که اشاره شد، به منظور محاسبه شاخص‌های بهره‌وری مذکور از داده‌های استخراج شده از پرسشنامه و آمار وزارت جهادکشاورزی استفاده گردید. بر اساس داده‌های جمع آوری شده میزان مصرف آب و عملکرد محصولات در هر روش آبیاری متفاوت می‌باشد. در جدول (۲) میزان عملکرد و مصرف آب برای محصولات مختلف در هر تکنولوژی آبیاری بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از منطقه نشان داده شده است.

بر اساس نمودارهای فوق در روش آبیاری نوین میزان عملکرد بالاتری با مصرف کمتر آب، بدست خواهد آمد. از آنجایی که در منطقه مورد مطالعه محصولات گوجه فرنگی، هندوانه و لوبیا بر اساس روش آبیاری سنتی کشت می‌شوند، اطلاعات مربوط به آبیاری نوین در ارتباط با این محصولات موجود نیست.

**جدول ۲- مصرف آب و عملکرد محصولات کشت شده در روش‌های مختلف آبیاری**

| متغیر | عملکرد | | مصرف آب | |
|---|---|---|---|---|
| | نوین | سنتی | نوین | سنتی |
| یونجه | ۱۳۶۲۲ | ۱۲۶۹۰ | ۸۳۴۱ | ۱۱۶۶۰ |
| جو | ۴۶۸۹ | ۳۸۶۶ | ۳۹۶۱ | ۵۴۸۴ |
| ذرت | ۵۳۸۰۰ | ۵۰۸۰۵ | ۵۵۰۰ | ۸۳۹۶ |
| خیار | ۱۸۰۳۲ | ۱۷۳۳۴ | ۸۳۵۰ | ۹۷۵۹ |
| سیر | ۱۴۱۲۵ | ۱۲۶۱۸ | ۶۰۸۱ | ۸۳۴۶ |
| سیب‌زمینی | ۵۰۵۷۷ | ۴۴۵۶۸ | ۸۴۸۰ | ۱۰۸۲۱ |
| کدو آجیلی | ۱۲۰۷ | ۱۰۱۳ | ۶۳۰۰ | ۷۶۹۳ |
| گندم | ۴۸۲۲ | ۳۹۰۶ | ۴۳۷۰ | ۶۲۰۰ |
| کلزا | ۲۷۱۹ | ۲۳۰۶ | ۳۰۰۰ | ۳۱۵۸ |
| گوجه‌فرنگی | -- | ۲۱۸۸۷ | -- | ۹۷۶۱ |
| هندوانه | -- | ۳۲۷۸۵ | -- | ۷۲۵۶ |
| لوبیا | -- | ۱۴۸۹ | -- | ۶۷۴۵ |

ماخذ: نتایج تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

بر همین اساس شاخص‌های مذکور به صورت زیر محاسبه گردید:

$$CPD = \frac{Y_{is}}{W_{is}}$$

$$BPD = \frac{R_{is}}{W_{is}} = \frac{P_i \times Y_{is}}{W_{is}}$$

$$NBPD = \frac{GM_{is}}{W_{is}} = \frac{R_{is} - C_{is}}{W_{is}}$$

که در آن $W_{is}$، $Y_{is}$، $R_{is}$، $GM_{is}$ و $C_{is}$ به ترتیب نمایانگر مصرف آب، میزان تولید محصول، درآمد، بازده برنامه‌ای و هزینه تولید محصول iام و با روش آبیاری sام می‌باشد. در رابطه(۵) شاخص بهره‌وری از طریق نسبت مقدار محصول تولید شده به حجم آب مصرف شده محاسبه می‌شود. شاخص NBPD نیز مشابه شاخص BPD است با این تفاوت که در صورت کسر، بازده برنامه‌ای قرار دارد. همچنین به منظور محاسبه دقیق شاخص‌های بهره‌وری عملکرد محصولات در دو روش آبیاری نوین و سنتی محاسبه گردید.

روش آبیاری نوین شامل سیستم کلاسیک متحرک، سیستم کلاسیک ثابت، سیستم‌کلاسیک زیرزمینی و سیستم ویلموو می‌باشد، همچنین روش‌های آبیاری سنتی شامل روش‌های کرتی، غرق آبی و سایر روش‌های سنتی موجود در منطقه است. همانطور که اشاره شد یکی از معایب محاسبه شاخصNBPD، محاسبه دقیق این شاخص است، به منظور رفع این مشکل تابع هزینه به گونه ای محاسبه گردید که تا حد امکان به شرایط واقعی نزدیک باشد. همچنین کلیه هزینه‌ها در دور روش آبیاری محاسبه گردید بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$TC_{is} = CWE(H, EE, ET_s, PE) + C(Lab_{is}, Fer_{is}, Mach_{is}, DM_{is}, OC_{is})$$

بر اساس رابطه مذکور، کل هزینه‌های تولید به دو بخش هزینه‌های مربوط به آب ($CWE_{is}$) و سایر هزینه‌های تولیدی ($C_{is}$) تقسیم می‌شود. $CWE_{is}$، هزینه بهره-برداری و استخراج منابع آب‌زیرزمینی برای محصول i با تکنولوژی آبیاری s است. همچنین از آنجایی که در منطقه مورد مطالعه درصد بالایی از مصرف آب کشاورزی از طریق منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود، هزینه بهره‌برداری و استخراج از این منابع به صورت تابعی از متغیرهای تاثیرگذار بصورت رابطه زیر محاسبه گردید.

$$CWE_{is} = CWE(H, EE, ET_s, PE)$$

در این رابطه ، $CWE_{is}$ تابعی از ارتفاع پمپاژ آب تا سطح زمین(H)، متوسط انرژی مصرفی برای پمپاژ یک مترمکعب آب به ارتفاع یک متر برای موتورهای برقی و دیزلی($EE$)، قیمت انرژی($PE$) و متوسط انرژی مصرفی برای پمپاژ و توزیع یک مترمکعب آب درون سیستم‌های آبیاری تحت فشار($ET_s$) در نظر گرفته شده است (بلالی،۱۳۸۹).

تابع هزینه تولید که در واقع شامل تمامی هزینه-های تولید بجز هزینه بهره‌برداری منابع آب می‌باشد، در قالب رابطه عمومی(۱۰) در نظر گرفته شده است.

$$C_{is} = C(Lab_{is}, Fer_{is}, Mach_{is}, DM_{is}, OC_{is})$$

در رابطه فوق $C_{is}$،هزینه‌های متغیر تولید محصول به استثنای آب، $Lab_{is}$، هزینه نیروی کار، $Fer_{is}$، هزینه کود شیمیایی، $Mach_{is}$، هزینه ماشین آلات، $DM_{is}$، هزینه استهلاک ماشین‌آلات، $OC_{is}$، سایر هزینه‌های تولید برای محصول i با نوع تکنولوژی آبیاری sام می‌باشد.

بر اساس روابط مذکور شاخص‌های بهره وری آب برای محصولات منطقه به صورت جدول(۳) محاسبه گردید. در جدول مذکور واحد شاخص CDP کیلوگرم بر مترمکعب و شاخص‌های BPD و NBPD ریال بر مترمکعب می-باشد

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول۳- بهره‌وری آب در محصولات مختلف زراعی با روش‌های مختلف آبیاری**

| محصول | تکنولوژی آبیاری مدرن | | | تکنولوژی آبیاری سنتی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CPD | BPD | NBPD | CPD | BPD | NBPD |
| گندم | ۱/۰۹ | ۳۶۰۸/۵۴ | ۱۱۰۰/۵۲ | ۰/۶۳ | ۲۰۷۰/۱۸ | ۴۴۳/۶۳ |
| جو | ۱/۱۸ | ۳۴۹۲/۲۸ | ۷۰۵/۶۹ | ۰/۷۰ | ۲۰۷۹/۷۴ | ۴۸۵/۴۷ |
| سیب‌زمینی | ۵/۹۶ | ۸۸۰۳/۵۰ | ۳۷۷۰/۴۳ | ۴/۱۲ | ۶۰۷۹/۲۶ | ۱۹۸۰/۲۱ |
| یونجه | ۱/۶۳ | ۲۸۷۵/۵۳ | ۴۷۹/۸۷ | ۱/۰۹ | ۱۹۱۶/۶۸ | ۱۹۸/۱۸ |
| ذرت | ۸/۸۰ | ۳۹۶۱/۶۴ | ۱۰۳۱/۶۹ | ۶/۰۵ | ۲۷۲۲/۷۳ | ۵۸۴/۵۸ |
| کلزا | ۰/۹۱ | ۵۵۳۰/۶۷ | ۲۰۵۴/۹۵ | ۰/۷۳ | ۴۴۵۴/۲۷ | ۲۰۳۷/۲۲ |
| کدو | ۰/۲۱ | ۴۸۳۱/۵۹ | ۱۹۶۹/۹۰ | ۰/۱۳ | ۳۰۲۸/۶۰ | ۶۵۸/۸۸ |
| سیر | ۲/۳۲ | ۱۱۵۵۳/۶۵ | ۴۱۵۳/۰۵ | ۰/۵۱ | ۷۵۲۱/۸۱ | ۱۹۱۲/۴ |
| خیار | ۲/۱۶ | ۵۰۷۴/۸۷ | ۵۳۲/۰۶ | ۱/۷۸ | ۴۱۷۴/۰۹ | ۲۹۸/۱۳ |
| لوبیا | | | | ۰/۲۲ | ۲۴۶۵/۵۴ | ۵۰۰/۱۱ |
| هندوانه | | | | ۴/۴۷ | ۳۱۳۱/۱۰ | ۱۴۳۷/۱۷ |
| گوجه‌فرنگی | | | | ۲/۲۴ | ۳۲۴۳/۸۹ | ۱۱۰۷/۵۹ |

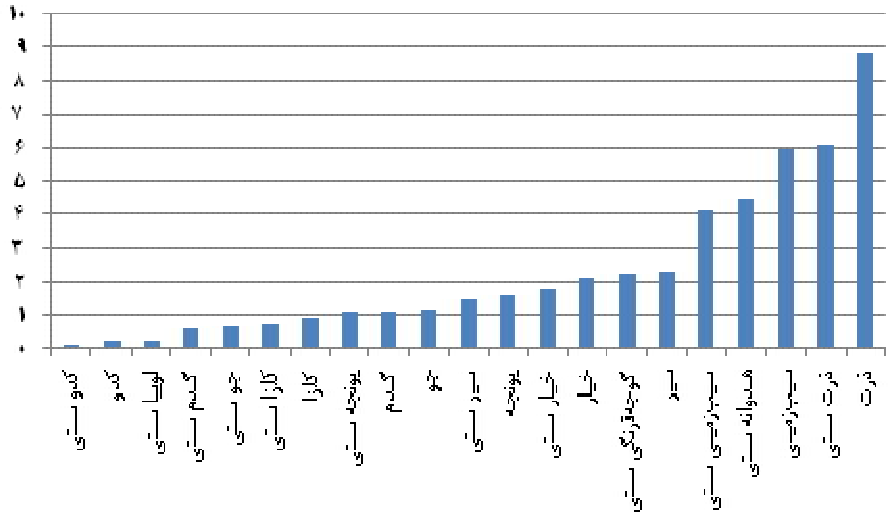
ماخذ: نتایج تحقیق

واحد: مترمکعب/ریال و مترمکعب/کیلوگرم

بر اساس نتایج بدست آمده، بر اساس شاخص بهره‌وری CDP در تولید محصولات ذرت(روش نوین آبیاری) و سیب زمینی به روش آبیاری‌های تحت فشار بهره‌وری آب بالا بوده و بترتیب معادل ۶/۰۵ و ۴/۱۲ محاسبه گردیده است. در بین محصولات مختلف محصول کدو(روش آبیاری سنتی) با شاخص CDP بسیار پایین دارای محصول فیزیکی تولید شده کمتری به ازای هر واحد آب آبیاری استفاده شده در منطقه مورد مطالعه است نمودار (۲). مقایسه بهره‌وری آب در روشهای مختلف آبیاری هر محصول نشان میدهد که بهره‌وری آب در روش‌های نوین آبیاری نسبت به روش سنتی بیشتر است. با این وجود در مجموع بهره‌وری آب در روش‌های آبیاری سنتی یک محصول مانند ذرت از بهره‌وری آب بر اساس روش آبیاری نوین محصولات دیگر بیشتر است.

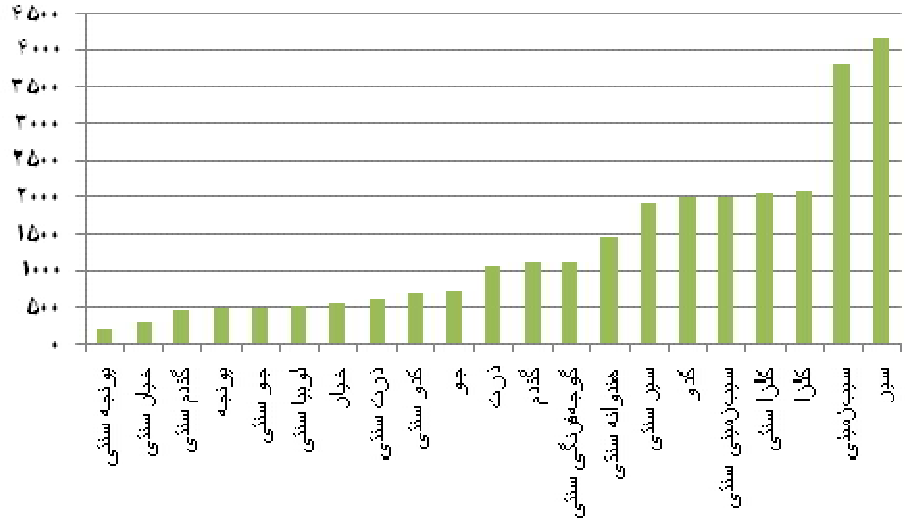
Archive of SID

www.SID.ir



**نمودار۲- مقایسه بهره‌وری آب بر اساس شاخص CDP**

در نمودار(۳) بهره‌وری استفاده از آب در مورد محصولات زراعی بر اساس شاخص درآمد حاصل شده به ازای هر واحد آب مصرفی برآورد شده است. بر اساس این شاخص، محصول سیر (روش آبیاری نوین) دارای بیشترین بهره‌وری بر اساس شاخص NBPD می‌باشد. همچنین بر اساس نمودار مذکور محصول یونجه که با استفاده از روش آبیاری سنتی کشت می‌شود دارای کمترین مقدار شاخص NBPD می‌باشد. البته در این نمودار نیز توجه به این نکته ضروری است که بهره‌وری آب بر اساس روش سنتی برخی از محصولات از بهره-وری آب در روش نوین آبیاری محصولات دیگر بیشتر است.

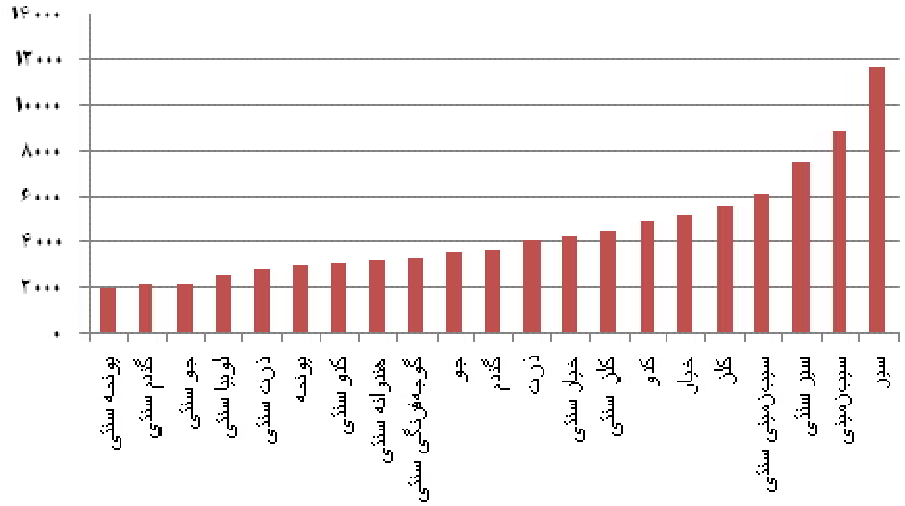


**نمودار۳- مقایسه بهره‌وری آب بر اساس شاخص NBPD**

در نمودار(۴) شاخصBPD برای محصولات منطقه نشان داده شده است. با توجه به نمودار(۴)، محصولات سیر(روش آبیاری نوین) و یونجه(روش آبیاری سنتی) به ترتیب بیشترین و کمترین بهره‌وری آب را بر اساس شاخص BPD نشان می‌دهند. با توجه به اینکه ساختار شاخصهای BPD و NBPD مشابه هم می باشند نتایج بدست آمده از آنها نیز به یکدیگر نزدیک است. با این تفاوت که برای تعدادی از محصولات(کلزا،

www.SID.ir

گوجه فرنگی، کدو و خیار) شاخص‌های مذکور نتایج متفاوتی نشان می‌دهد که این موضوع به علت تفاوت در ساختار هزینه این محصولات می‌باشد. به این معنی که محصول کلزا (روش آبیاری سنتی) بر اساس شاخص NBPD در ردیف چهارم و بر اساس شاخص BPD در ردیف هشتم قرار دارد، این موضوع نشان می‌دهد هزینه تولید محصول مذکور نسبتا به محصولات دیگر (سیب-زمینی، کدو و...) بیشتر است.




**نمودار۴- مقایسه بهره‌وری آب بر اساس شاخص BPD**

بر اساس مطالب ذکر شده، شاخص NBPD نسبت به شاخص‌های CPD و BPD کامل‌تر می‌باشد، همچنین بر اساس این شاخص می‌توان بهره‌وری آب را در یک الگوی کشت با هم مقایسه کرد، بر همین اساس پیشنهادات و نتیجه‌گیری بر اساس این شاخص به واقعیت نزدیکتر است.

## پیشنهادات

بر اساس نتایج بدست آمده، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

بر اساس نتایج بدست آمده، محصولات سیر، سیب زمینی، کلزا و ذرت بر اساس روش آبیاری نوین و ذرت، سیب زمینی،کلزا و سیر در روش آبیاری سنتی بر اساس شاخص‌های مذکور بیشترین بهره‌وری آب را در منطقه نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به مشکل منابع آب در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد سیاست‌های آتی در راستای توسعه این محصولات در منطقه اتخاذ گردد، البته ذکر این نکته ضروری است که این سیاست در صورتی کارایی لازم را خواهد داشت که سطح زیرکشت محصولات منطقه محدود به سطح موجود باشد و افزایش سطح زیر کشت در منطقه صورت نگیرد.

بر اساس نتایج تحقیق در برخی محصولات بهره‌وری آب در روش آبیاری سنتی از محصولات دیگر در روش آبیاری نوین بیشتر است. از این دست می‌توان به بهره‌وری آب محصول سیر در روش آبیاری سنتی و گندم در روش آبیاری نوین اشاره کرد. توجه به این مهم این موضوع را آشکار می‌سازد که لزوما ترویج روش آبیاری نوین در همه محصولات ضروری نیست، بلکه در کشت برخی محصولات با روش آبیاری سنتی بهره‌وری بیشتر از کشت محصولات دیگر با روش آبیاری نوین است. لذا توجه به این نکته در سیاست‌گذاری ها پیشنهاد می‌گردد.

در پایان پیشنهاد می‌شود با اعمال سیاست‌های تشویقی سطح زیر کشت محصولاتی که بیشترین بهره‌وری آب را بر اساس شاخص NBPD نشان می‌دهد، افزایش یابد. بویژه با ایجاد شرایط مناسب جهت عرضه این

Archive of SID

www.SID.ir

محصول در بازارهای منطقه‌ای و خارجی. همچنین سیاست‌هایی در جهت کاهش سطح زیر کشت محصولات یونجه، خیار و گندم که بهره‌وری پایینی در مصرف آب دارند، اتخاذ شود.

## فهرست منابع


۱.شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان همدان، ۱۳۸۷، گزارش سالانه منابع آب منطقه ای استان همدان،دفتر منابع آب همدان.

۲.احسانی م، خالدی، ه، ۱۳۸۲، بهره‌وری آب کشاورزی،کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران (وزارت نیرو).

۳.بلالی، ح، ۱۳۸۹، بررسی تاثیر سیاست‌های قیمتی و کشاورزی بر حفظ منابع آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی: دشت بهار، پایانامه دکتری رشته اقتصادکشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۴.بی نام، ۱۳۸۸ ،گزارش سالانه منابع آب زیر زمینی دشت همدان – بهار، دفتر مطالعات منابع آب همدان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

۵.زیبایی، م، ۱۳۸۶، عوامل موثر بر عدم تداوم استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی در استان فارس: مقایسه تحلیل لاجیت و تحلیل ممیزی، مجله اقتصاد کشاورزی،۱، ۱۹۴-۱۸۳.

۶.سپهوند، م، ۱۳۸۸، مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب کشور در سال‌های پر باران، مجله پژوهش آب ایران بهار و تابستان،۳، ۶۳-۶۸.

7. World Bank. 2006 World Development Indicators,. Available at: www.worldbank.org/.

8. Ali, M.H. and M.S.U. Talukder .2008. Increasing water productivity in crop production –A synthesis. Agric. Water Manage. 95: 1201 – 1213 Available at: WWW.home.alltel.net/bsundquist1/ir6c.html.

9.Farahani H. and T. Oweis 2008. Agricultural water productivity in Karkheh river basin. In: Improving On-farm Agricultural Productivity in Karkheh River Basin. A Compendium of Review Papers. CGIAR challenge program on water and food. Research Report No.1.

10. Lamaddalena N and JA Sagardoy .2000. Performance analysis of on-demand pressurized irrigation systems. Proc., FAO Irrigation and Drainage, Rome. 132pp.

11. Playán, E., Mateos, L.,2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Colombo, Sri Lanka. 26 pp

12. Seckler, D., Amarasinghe, U., Molden, D., de Silva, R. and Barker, R. 1998. World Water Demand and Supply, 1990 to 2025: Scenarios and issues. Research Report 19. Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute (IWMI).

13. Seckler, D., Baker, R. and Amarasinghe, U. A.1999. Water scarcity in the twenty-first century. International Journal of Water Resources Development (Special Double Issue: Research from the International Water Management Institute (IWMI)), 15 (1/2) 29–42.

14. Sundquist, B. 2003. The earth's carrying capacity: Some literature reviews.

15. Vazifedoust, M., J.C. van Dam, R.A. Feddes and M. Feizi. 2008. Increasing water productivity of irrigated crops under limited water supply at field scale. 89-102


Archive of SID

www.SID.ir