

یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۸

عنوان مقاله:

بررسی وضعیت بهره‌وری آب در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

تألیف:

سیاوش زیدعلی^۱، هومن خالدی^۲، مجید خلقی^۳

چکیده:

آب به عنوان محدودکننده‌ترین عامل در تولید محصولات کشاورزی نقش مهمی در تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشورمان به عهده دارد. بنابراین لازم است که از منابع آب محدود کشور به نحو کارآ و بهینه استفاده نموده و بهره‌وری آن را افزایش داد. هدف از افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی، به حداکثر رسانیدن سود حاصل از مصرف منابع آب در بخش کشاورزی است. در مطالعه حاضر که به صورت موردی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان انجام گرفته است، وضعیت بهره‌وری آب در این شبکه از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ با استفاده از سه شاخص CPD «تولید محصول به ازای یک متر مکعب آب»، BPD «سود به ازای یک متر مکعب آب» و NBPD «سود خالص به ازای یک متر مکعب آب» در سه بخش کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و اراضی بخش خصوصی مورد ارزیابی و مقایسه گرفته‌اند. نتایج نشان داد متوسط شاخصهای CPD، BPD و BPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان به ترتیب ۰/۸۲، ۰/۲ و ۰/۲۷۷ می‌باشد. متوسط میزان CPD، BPD و NBPD در کشت و صنعت مغان به ترتیب ۰/۷۶، ۰/۵۱۷ و ۰/۳۱۴، در کشت و صنعت پارس به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۶۴۷ و ۰/۴۱۰ و در اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۰/۹۰، ۰/۸۸۷ و ۰/۴۳۰ بود. بطور کلی وضعیت بهره‌وری آب در اراضی بخش خصوصی بهتر از کشت و صنعتها می‌باشد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران، si_zeidali@yahoo.com

۲- عضو اصلی گروه کار "سیستمهای آبیاری در مزرعه" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، homankhaledi@yahoo.com

۳- استادیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

کلمات کلیدی: بهره‌وری، آب، مدیریت، شبکه، آبیاری، زهکشی، مغان، کشاورزی، NBPB BPD, CPD, توضیح: در کل این مقاله واحد CPD برحسب (kg/m^3) و واحد شاخصهای BPD و NBPB برحسب ($\text{m}^3/\text{ریال}$) می‌باشد.

Crop Per Drop =(CPD) , Benefit Per Drop=(BPD) , Net Benefit Per Drop=(NBPB)

الف - مقدمه

تأمین نیازهای غذایی از اولویتهای اساسی دولتمردان ایران در طی ده‌های اخیر بوده و در همین ارتباط توسعه کشاورزی به منظور تولید بیشتر و تأمین احتیاجات غذایی به عنوان محور قلمداد شده است. با توجه به محدودیت منابع و عوامل تولید، باید سعی کرد که از منابع و نهادهای موجود به طور کارآ و بهینه استفاده نمود. در این صورت با سطح فعلی کاربرد نهاده‌ها می‌توان تولید را افزایش داد و یا اینکه مقدار تولید فعلی را با نهاده‌های کمتر تولید کرد. این امر از طریق افزایش بهره‌وری عوامل تولید امکان‌پذیر است. جهت افزایش بهره‌وری باید از طریق برنامه ریزی و تخصیص بهینه نهاده‌ها عمل نمود. (۱)

محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از تداوم میزان افزایش تقاضا در بخشهای مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و زیست محیطی است، سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری مطرح گردد (۵). در عصر آبیاری مدرن گذشته به نظر می‌رسید که آب ارزان و به مقدار فراوان در اختیار خواهد بود و لذا کشاورزان و حتی مهندسان و محققان به این مسئله که باید مواد غذایی را به روشهایی تولید کنند که آب کمتری مصرف کند توجه چندانی نداشتند. اما اکنون با ظاهر شدن چهره کم آبی و بروز خشکسالیها، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی به عنوان اساسی‌ترین مسئله کشاورزی در آینده مطرح خواهد بود. همانطور که بهره‌وری از زمین و افزایش تولید در هر هکتار از زمین مطرح‌ترین موضوع کشاورزی در نیمه دوم قرن گذشته بود بهره‌وری آب و تولید بیشتر از هر قطره آب (getting more crop per drop) مطرح‌ترین موضوع کشاورزی در نیمه اول قرن جاری خواهد بود (۶). هدف از افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی، به حداکثر رسانیدن سود حاصل از مصرف منابع آب در بخش کشاورزی است. منابع محدود آب کشور برای بدست آوردن بهره‌وری بیشتر در بخش کشاورزی باید به محصولاتی اختصاص یابد که دارای بازده ریالی بیشتری به ازای یک متر مکعب آب باشند. البته این مسئله نمی‌تواند به معنی چشم‌پوشی از سایر اهداف اساسی بلند مدتی چون تأمین امنیت غذایی و اشتغال باشد. اما لازم است که در کنار این هدفها موضوع کارآیی مالی و اقتصادی نیز برای افزایش بهره‌وری مورد توجه قرار گیرد. (۷)

تاکنون شاخصهای مختلفی برای ارزیابی نحوه بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری ارائه گردیده است و براساس آنها شبکه‌های آبیاری از جنبه مختلف مدیریتی و فنی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته‌اند. علیرغم گستردگی این تحقیقات در سطح کشور هنوز هیچ گونه تحقیق مدونی در مورد میزان تولید

محصول به ازای آب مصرفی و یا میزان سود به ازای آب مصرفی در مقیاس بزرگ صورت نگرفته است و بیشتر تحقیقات در سطح مزرعه‌ای و مقیاس کوچک می‌باشند. لذا در این تحقیق تصمیم گرفته شد با استفاده از برخی شاخصهای بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری، عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی مغان مورد ارزیابی قرار گیرد. این شاخصها به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم نحوه استفاده از را ارزیابی کرده و تأثیر هر کدام از نهاده‌های سیستم را در عملکرد آن سیستم بررسی نمائیم. (۴)

ب- مواد و روشها

ب - ۱- مشخصات محل انجام طرح

شبکه آبیاری و زهکشی مغان با هدف انتقال آب از سد انحرافی میل و مغان با مساحتی حدود ۹۰ هزار هکتار اراضی دشت مغان احداث گردید. این شبکه در ساحل راست روخانه ارس واقع شده که از شمال به رودخانه ارس و دشت میل در جمهوری آذربایجان و از شرق در امتداد خط مرزی به جمهوری آذربایجان و از جنوب و غرب به اراضی بلندآب دشت و ادامه دامنه رشته کوههای سبلان محدود شده است. از نظر اقلیم‌شناسی دشت مغان منطقه‌ای نیمه خشک و معتدل است که دارای تابستانهای گرم و نسبتاً مرطوب و زمستانهای نسبتاً معتدل همراه با بادهای خشک و سرد و دارای یخبندانهای محدود است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۹۹ میلیمتر و بیشترین بارندگی در نیمه دوم اسفندماه تا اوایل خرداد ماه اتفاق می‌افتد. متوسط سالیانه تبخیر در منطقه ۱۴۸۵ میلیمتر و حداکثر آن در ماههای تیر و مرداد می‌باشد.

شبکه آبیاری و زهکشی مغان دارای چهار منطقه آبیاری پارس آباد، بيله سوار، اصلاندوز و شهرک می‌باشد که همگی زیر نظر اداره مرکزی شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی مغان واقع در پارس آباد انجام وظیفه میکنند.

اراضی خالص شبکه مطابق مبانی طرح ۷۲۰۰۰ هکتار می‌باشد. که در حال حاضر شبکه آبیاری و زهکشی مغان آب مورد نیاز اراضی به وسعت ۶۳۵۷۵ هکتار اراضی خالص به تفکیک کشت و صنعت مغان (۲۲۷۷۴ هکتار)، کشت و صنعت پارس (۵۴۸۳ هکتار)، سایر ارگانها و ادارات دولتی (۱۱۰۲ هکتار) و بخش خصوصی (۳۴۲۱۶ هکتار) را تأمین می‌کند. کانال اصلی شبکه به طول حدود ۱۷۶ کیلومتر و با ظرفیت ۸۰ متر مکعب در ثانیه (در ابتدای کانال) احداث گردیده است. کانال اصلی بصورت خاکی و بدون پوشش می‌باشد و در مناطقی که میزان نشت و فرار آب و یا ریزش دیواره‌ها مشکلاتی را ایجاد نموده با بتن پوشش شده است. در سالهای اخیر و در راستای اجرای طرحهای بهسازی، عملیات پوشش انهار درجه ۲ و ۳ آغاز گردیده و در حال حاضر تقریباً تمام کانالهای درجه ۲ دارای پوشش بتنی می‌باشند و همچنین بخش عمده‌ای از کانالهای درجه ۳ با استفاده از کانالتهای بتنی پوشش شده‌اند. جهت آبیاری اراضی مرتفع، نسبت به کانال اصلی، تعداد ۸ ایستگاه پمپاژ در شبکه طراحی گردیده است که در حال حاضر از ۶ ایستگاه آن بهره‌برداری می‌شود و ۲ ایستگاه دیگر هنوز احداث نشده‌اند.

الگوی کشت پیشنهادی مشاور طرح به صورت ۵۰ درصد کشت بهاره و ۵۰ درصد کشت پائیزه می‌باشد که عملاً کشاورزان بخش خصوصی این الگو را رعایت نمی‌کنند ولی کشت و صنعتها تقریباً این الگو را رعایت میکنند. کشتهای عمده کشت و صنعتها شامل گندم، جو، ذرت بذری، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، یونجه، باغات و چغندر قند بوده و کشتهای عمده اراضی بخش خصوصی گندم، پنبه، جو، یونجه، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، گوجه فرنگی و صیفی‌جات می‌باشد.

تحویل آب در این شبکه علیرغم مبانی طراحی (که بر اساس برنامه از پیش تعیین شده است) طبق درخواست آب‌بران صورت می‌گیرد و این روال طی سالیان گذشته بهره‌برداری از شبکه شکل گرفته است و علت اصلی آن را می‌توان عدم محدودیت در آب قابل دسترس و به زیر کشت نرفتن کل اراضی تحت پوشش دانست.

عقد قرارداد بین آب بران (زارعین بخش خصوصی، ادارات دولتی، کشت و صنعتها) و شرکت بهره‌برداری بصورت سالیانه و در ابتدای هر سال زراعی صورت می‌گیرد. و آب بهاء بر اساس ۳ درصد از متوسط محصول تولیدی در هر هکتار و برای هر کشت به صورت جداگانه اخذ می‌گردد. در صورتی که زارعین الگوی کشت قرارداد شده را رعایت نکنند ملزم به پرداخت جریمه عدول از کشت می‌شوند.

آب توزیعی در شبکه علاوه بر مصارف کشاورزی، آب مورد نیاز بخش صنعت و شرب منطقه را نیز تأمین میکند و همواره بطور متوسط حدود ۵ متر مکعب در ثانیه به منظور تأمین نیاز شرب و بهداشت منطقه در کانال اصلی جریان دارد که این مسئله باعث بروز مشکلاتی در امر تعمیر و نگهداری کانال اصلی گردیده است.

ب - ۲- شاخصهای بهره‌وری آب در کشاورزی:

در حال حاضر اکثر کارهای تحقیقاتی انجام گرفته در زمینه ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی روی مسئله راندمان متمرکز بوده و با بررسی مسائلی از قبیل زمان آبیاری، دور آبیاری، مقدار آبیاری، الگوی کشت و... سعی می‌شود آب موجود به بهترین نحو ممکن بین کاربران توزیع شود. در این راستا و به منظور تشخیص چگونگی انجام کارها از شاخصهایی استفاده می‌شود که وضعیت درونی سیستم و یا به عبارت دیگر مراحل انجام یک فرایند را بررسی می‌کنند که بطور کلی این شاخصها را «شاخصهای درونی»^۱ می‌نامیم. این شاخصها به رغم استفاده زیادی که از آنها می‌شود دارای محدودیتهایی می‌باشند که باعث می‌شود نتوان با استفاده از آنها سیستمهای مختلف را مورد ارزیابی و مطالعه قرار داد. به منظور رفع این مشکلات و برای اینکه بتوانیم سیستمهای مختلف را به نحو مؤثر و در عین حال ساده و کم خرج، با هم مقایسه کنیم از یکسری شاخصهای دیگر که به «شاخصهای بیرونی»^۲ معروفند استفاده می‌کنیم. این شاخصها که برای نشان دادن ارتباط بین ستاندها و نهاده‌ها در یک سیستم به کار برده می‌شوند در عین سادگی اطلاعات مفیدی از نحوه عملکرد سیستم در اختیار قرار می‌دهند و در صورتی که

1- Internal indicators

2- External indicators

اطلاعات ریزتری در دسترس باشد می‌توانند بیانگر نحوه انجام فرایندهای درونی سیستم نیز باشند. (۱۲ و ۱۳) از جمله این شاخصها می‌توان شاخصهای بهره‌وری را نام برد. بهره‌وری در حقیقت ناظر است بر رابطه بین نهاده‌ها و استانداردهای یک سیستم، خواه این سیستم را در سطح خرد تعریف کنیم، خواه در سطح سازمان، بخش و یا جامعه (۴).

$$\text{تعریف کلی بهره‌وری} = \frac{\text{ستانده}}{\text{نهاده}} = \text{بهره‌وری}$$

در بحث بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری از کل نهاده‌های مؤثر در تولید محصولات کشاورزی فقط نهاده آب در نظر گرفته می‌شود ولی ستانده را به می‌توان به صور گوناگون مطرح نمود. در اینجا برخی شاخصهای بکار برده شده در این تحقیق ذکر می‌گردند.

ب-۲-۱- تولید محصول به ازای یک متر مکعب آب (CPD)

CPD یا محصول در قطره یکی از شاخصهای سنجش میزان بهره‌وری آب می‌باشد در این روش میزان تولیدات کشاورزی و... را نسبت به حجم آب مصرف شده در نظر می‌گیرند. بنابراین هرچه این نسبت بیشتر شد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب می‌باشد.

مقدار محصول تولید شده

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

در رابطه فوق صورت کسر می‌تواند مقدار محصول خشک، تر و یا جزئی از محصول باشد که به مصرف می‌رسد (مانند دانه، ریشه و...) و مخرج کسر آب مصرف شده جهت تولید محصول است.

CPD را می‌توان برای یک محصول یا مجموع چند محصول و یا حتی کل تولیدات کشاورزی بکاربرد ولی بایستی توجه داشت که هرچه تنوع محصولات بیشتر شود مقدار خطا در CPD احتمالاً بیشتر خواهد شد. که این مسئله بستگی به الگوی کشت، نوع واریته و... دارد.

CPD را علاوه بر محصولات کشاورزی می‌توان در مورد محصولات صنعتی، دامپروری و... بکاربرد. محاسبه این شاخص ساده بوده و زمانی که هدف مقایسه عملکرد یک محصول در شرایط متفاوت و یا مقایسه واریته‌های مختلف یک گونه باشد بسادگی می‌توان از این شاخص استفاده نمود ولی زمانی که محصولات قیمت یکسانی ندارند استفاده از آن توصیه نمی‌شود.

ب-۲-۲- سود به ازای یک متر مکعب آب (BPD)

اگر قدم را کمی جلوتر از CPD بگذاریم به BPD و یا میزان سود در قطره خواهیم رسید در این روش میزان قیمت فروش رفته نسبت به میزان آب مصرف شده در نظر گرفته می‌شود. این شاخص نسبت به

شاخص قبلی از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد ولی چون هزینه‌های تولید را در نظر نمی‌گیرد ناقص می‌باشد.

قیمت محصول فروخته شده

$$BPD = \frac{\text{سود خالص}}{\text{مقدار آب مصرفی}}$$

ب - ۲-۳- سود خالص به ازای یک متر مکعب آب (NBPD)

اگر بخواهیم از شاخصی شبیه BPD برای محاسبه بهره‌وری استفاده کنیم شاید بتوان گفت که بهترین روش NBPD یا سود خالص در قطره می‌باشد. در این روش برخلاف 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 باشد می‌توان گفت که این روش بسیار مناسب است ولی مشکل اساسی در کاربرد این روش، تعیین میزان دقیق سود خالص در موقعیت‌های مختلف می‌باشد.

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

براساس رابطه فوق هر محصولی که با مصرف مقدار کمتری آب بتواند سود خالص بیشتری داشته باشد دارای بهره‌وری بیشتر خواهد بود. این روش نسبت به دو روش قبلی دقت بالاتری دارد ولی در بیشتر موارد بدلیل کثرت عواملی که در هزینه تولید دخالت دارند محاسبه آن مشکل می‌باشد. لازم به ذکر است که شاخصهای دیگری نیز برای محاسبه بهره‌وری ارائه گردیده اند که هر کدام در مورد خاص خود استفاده می‌شوند و از آنها در این تحقیق استفاده نشده است.

ج- آنالیز داده‌ها:

در این تحقیق به منظور برآورد و محاسبه شاخصهای مذکور از آمار ثبت شده استفاده گردید. به منظور محاسبه این شاخصها و با توجه به فعالیت کشت و صنعتهای مغان، پارس و همچنین زارعین بخش خصوصی در اراضی تحت آبیاری شبکه، داده‌های مربوط به سطح زیرکشت محصولات، آب مصرفی در بخش کشاورزی، کل آب توزیع شده در شبکه، متوسط عملکرد، متوسط قیمت محصولات در منطقه و متوسط هزینه تولید محصولات کشاورزی منطقه در هر سال زراعی و برای هر کدام از بخشها از گزارشات موجود جمع آوری گردید. بدین منظور آمار مربوط به سطح زیر کشت و آب مصرفی در هر بخش از گزارشات سالیانه شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی مغان استخراج شد. میزان

عملکرد و متوسط قیمت فروش و قیمت تمام شده محصولات در کشت و صنعتها از گزارشات سالانه آنها استخراج گردید. لازم به ذکر است که بدلیل در دسترس نبودن داده‌های مربوط به قیمت فروش و قیمت تمام شده محصولات در کشت و صنعت مغان و با توجه به مشابه بودن فعالیتها در این کشت و صنعت و کشت و صنعت پارس، از قیمت فروش و قیمت تمام شده محصولات کشت و صنعت پارس برای کشت و صنعت مغان هم استفاده گردید. داده‌های مورد نیاز در اراضی بخش خصوصی از آمارنامه‌های وزارت کشاورزی، بانک اطلاعات وزارت کشاورزی و آمارنامه‌های مرکز آمار ایران استخراج گردید. در مواردی که آمار هزینه تولید یا قیمت یک محصول خاص در گزارشات موجود نبود از متوسط کشوری آن محصول در سال مورد نظر استفاده شده است. در این تحقیق قیمت محصولات و هزینه تولید محصولات کشاورزی در هر سال و با در نظر متوسط نرخ تورم در کشور به سال مبنای ۱۳۸۰ تبدیل شد.

د- نتایج

د-۱- میزان آب مصرفی و سطح زیر کشت

در جدول شماره یک میزان آب توزیع شده در ابتدای کانالهای درجه ۲ و سطح زیر کشت محصولات کشاورزی طی سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ در کشت و صنعتها و اراضی بخش خصوصی^۱ ذکر گردیده است. در کشت و صنعت پارس بدلیل احداث ایستگاههای پمپاژ جدید در بخش خصوصی بدلیل تسطیح اراضی ناهموار و کشت در احاریم کانالها سطح زیر کشت هر ساله افزایش یافته است. ولی کشت و صنعت مغان تغییر چندانی در سطح زیر کشت نداشته است.

متوسط میزان مصرف آب در هر هکتار در اراضی شبکه آبیاری و زهکشی مغان ۹۴۷۴ (متر مکعب در هر هکتار) بود و بیشترین و کمترین مقدار مصرف آب (متر مکعب در هر هکتار) در کل شبکه مغان به ترتیب ۱۰۰۵۰ (۱۳۷۸) و ۸۴۸۷ (۱۳۷۹) می‌باشد. متوسط میزان مصرف آب در کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و بخش خصوصی به ترتیب حدود ۱۳۸۴۱، ۱۴۵۳۶ و ۶۹۹۹ (متر مکعب در هر هکتار) بوده است. بیشترین میزان مصرف آب (متر مکعب در هر هکتار) در کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و بخش خصوصی به ترتیب ۱۵۳۷۶ (۱۳۷۶)، ۱۷۰۹۹ (۱۳۷۵) و ۷۵۰۷ (۱۳۷۸) بوده است و کمترین میزان مصرف آب (متر مکعب در هر هکتار) در کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و بخش خصوصی به ترتیب ۱۱۰۳۴ (۱۳۷۹)، ۱۲۷۶۳ (۱۳۷۹) و ۶۲۰۶ (۱۳۷۶) می‌باشد.

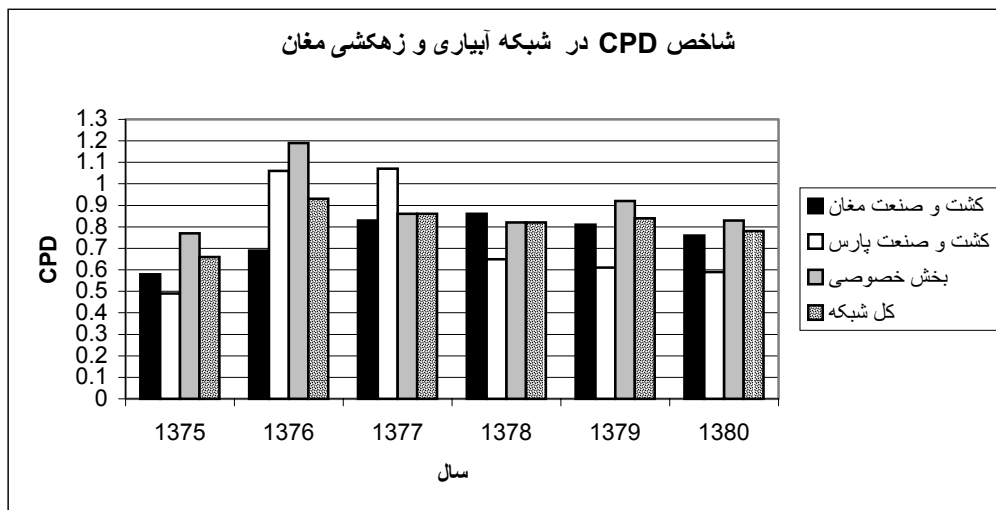
د-۲- شاخص CPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

متوسط شاخص CPD در شبکه آبیاری مغان ۰/۸۲ می‌باشد. متوسط این شاخص در کشت و صنعت مغان، کشت صنعت پارس و اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۰/۷۶، ۰/۷۵ و ۰/۹۰ می‌باشد. بیشترین و

۱- از این قسمت به بعد در این مقاله منظور از اراضی بخش خصوصی جمع اراضی زارعین بخش خصوصی و بخش ارگانها و ادارات دولتی می‌باشد.

کمترین مقدار CPD در کشت و صنعت مغان به ترتیب $0/86$ (۱۳۷۸) و $0/58$ (۱۳۷۵)، در کشت و صنعت پارس به ترتیب حدود $1/07$ (۱۳۷۷ و ۱۳۷۶) و $0/49$ (۱۳۷۵) و در اراضی بخش خصوصی به ترتیب $1/19$ (۱۳۷۶) و $0/77$ (۱۳۷۵) می باشد. شاخص CPD در کشت و صنعتها بدلیل الگوی کشت تا حدودی مشابه و تقریباً برابر می باشد. ولی در بخش خصوصی به دلیل رواج داشتن کشت صیفی جات و سبزی جات که عملکرد نسبتاً بالایی دارند و همچنین مصرف کمتر آب در واحد سطح مزارع، شاخص CPD مقدار بالاتری نشان می دهد. بیشترین و کمترین مقدار CPD در کل شبکه آبیاری و زهکشی مغان به ترتیب $0/66$ (۱۳۷۵) و $0/93$ (۱۳۷۶) بوده است. در سال ۱۳۷۵ به دلیل مصرف بیش از حد آب در شبکه و عملکرد کمتر محصولات نسبت به سایر سالها شاخص CPD کمترین مقدار خود را داشته است. وقوع بارندگی مناسب در فصل بهار سال ۱۳۷۶ باعث گردیده است که کمترین میزان مصرف آب و بیشترین CPD ($0/93$) را در کل شبکه در این سال داشته باشیم. کاشت حدود ۵۰۰ هکتار زیتون در سال ۱۳۷۸ در کشت و صنعتها و همچنین حذف باغات قدیمی و احداث باغات جدید به جای آنها در کشت و صنعت مغان باعث گردیده است در سالهای ۷۹ و ۸۰ شاهد کاهش CPD در این بخشها باشیم. در اراضی بخش خصوصی تقریباً یک مقدار ثابت برای CPD موجود می باشد (به جز سال ۱۳۷۶).

شکل (۱) - شاخص CPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان



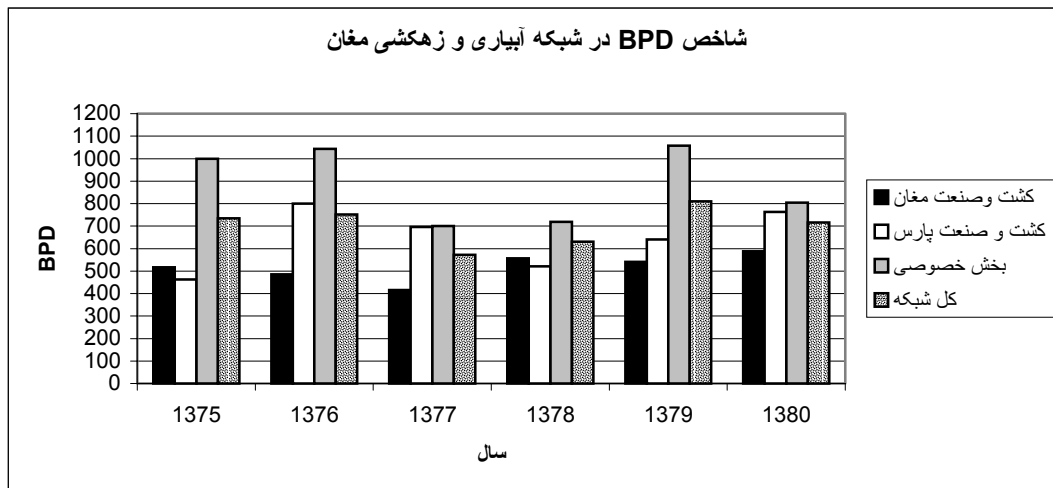
د-۳- شاخص BPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

متوسط شاخص BPD در شبکه آبیاری مغان ۷۰۲ می باشد. متوسط این شاخص در کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۵۱۷، ۶۴۷ و ۸۸۷ می باشد. بیشترین و کمترین مقدار BPD در کشت و صنعت مغان به ترتیب ۵۸۸ (۱۳۸۰) و ۴۱۶ (۱۳۷۷)، در کشت و صنعت پارس به ترتیب ۸۰۰ (۱۳۷۶) و ۴۶۳ (۱۳۷۵) و در اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۱۰۵۸ (۱۳۷۹) و ۷۰۱ (۱۳۷۷) می باشد.

در کشت و صنعت مغان در سال ۱۳۷۵ با وجودی که کمترین میزان CPD را داشته‌ایم به دلیل بیشتر بودن قیمت محصولات (بعد از در نظر گرفتن نرخ تورم) و کاهش مصرف آب و همچنین عملکرد بالای باغات در این سال نسبت به سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ مقدار BPD بیشتر شده است. افزایش قیمت‌ها در سال ۱۳۸۰ با وجود کاهش CPD در این سال نسبت به سال ۱۳۷۹ (در اثر احداث باغات جدید) و همچنین افزایش عملکرد چغندر قند از ۳۰ تن به ۴۴ تن در هکتار و افزایش قیمت آن از ۱۶۵ ریال به ۲۱۹ ریال باعث گردیده است شاخص BPD در این سال نسبت به سال ۱۳۷۹ کمی بیشتر شود.

در کشت صنعت پارس با وجودی که در سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۶ CPD تقریباً یکسانی داشته‌اند ولی اختلاف در قیمت‌ها باعث گردیده است BPD در سال ۱۳۷۶ بیشتر از سال ۱۳۷۷ باشد خصوصاً قیمت ذرت علوفه‌ای که در سال ۱۳۷۷ حدود ۱۵ درصد نسبت به سال ۱۳۷۶ کاهش یافته است. مصرف بیش از اندازه آب در سال ۱۳۷۵ در این بخش باعث کاهش BPD گردیده است. بدلیل کاشت حدود ۲۰۰ هکتار زیتون در سال ۱۳۷۸ در کشت و صنعت پارس و عدم ثمردهی این باغات در حال حاضر بعد از سال ۱۳۷۷ شاهد کاهش شاخص BPD در این بخش می‌باشیم. در سال ۱۳۸۰ افزایش عملکرد ذرت دانه‌ای از ۵ تن در هکتار به ۷/۶ تن در هکتار و افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای از ۱۶ تن در هکتار به ۲۶/۷ تن در هکتار و افزایش قیمت آن از ۹۵ ریال ۱۶۱ ریال نسبت به سال ۱۳۷۹ باعث گردیده است شاخص BPD افزایش پیدا کند. افزایش میزان عملکرد در واحد سطح محصولات و قیمت محصولات و همچنین کاهش میزان مصرف آب در سال ۱۳۷۹ باعث گردیده است شاخص BPD در اراضی بخش خصوصی در این سال بیشترین مقدار خود را داشته باشد. رواج کشت پنبه در این بخش و قیمت فروش بالای آن و همچنین کشت صیفی جات باعث گردیده است BPD در این بخش بالاتر از کشت و صنعتها باشد.

شکل (۲)- میزان شاخص BPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان



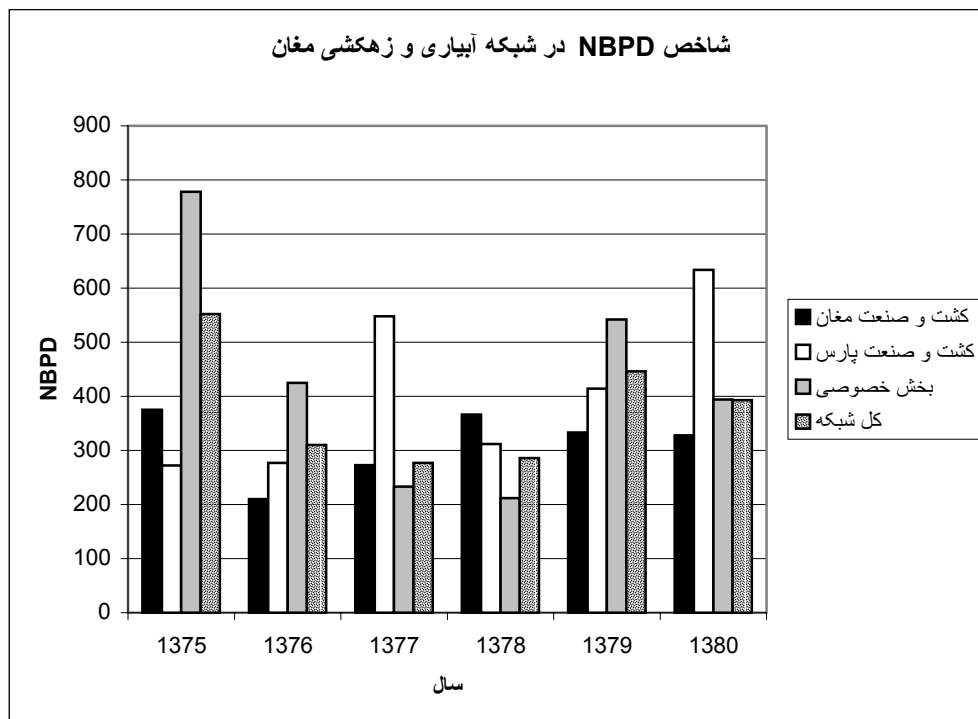
د-۴- شاخص NBPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

متوسط شاخص NBPD در شبکه آبیاری مغان ۳۷۷ می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار NBPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان برابر ۵۵۲ (۱۳۷۵) و ۲۷۷ (۱۳۷۷) می‌باشد. در سال ۱۳۷۵ با وجودی که کمترین میزان CPD را داشته‌ایم ولی هزینه تولید محصولات کشاورزی در مقایسه با سایر سال‌های پایین‌تر بوده و باعث افزایش NBPD در این سال گردیده است. در سال ۱۳۷۶ با وجودی که بالاترین CPD را داشته‌ایم ولی کاهش قیمت محصولات و افزایش هزینه تولید در مقایسه با سال ۱۳۷۵ باعث نزول NBPD گردیده است.

متوسط NBPD در کشت و صنعت مغان، کشت و صنعت پارس و اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۳۱۴، ۴۱۰ و ۴۳۰ می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار NBPD در کشت و صنعت مغان به ترتیب ۳۷۵ (۱۳۷۵) و ۲۱۰ (۱۳۷۶)، در کشت و صنعت پارس به ترتیب ۶۳۴ (۱۳۸۰) و ۲۷۲ (۱۳۷۵) و در اراضی بخش خصوصی به ترتیب ۷۷۸ (۱۳۷۵) و ۲۱۲ (۱۳۷۸) می‌باشند.

در کشت و صنعت پارس مصرف آب در سال ۱۳۷۵ زیاد بوده است به نحوی که حتی کم بودن هزینه تولید و بالا بودن قیمت فروش در این سال نسبت به سایر سالها نتوانسته است NBPD را افزایش دهد.

شکل (۳)- میزان شاخص NBPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان



۵ - بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهند که بطور کلی وضعیت مصرف آب در اراضی بخش خصوصی از نظر متوسط میزان مصرف آب در هر هکتار و شاخصهای CPD، BPD و NBPD، نسبت به کشت و صنعتها بهتر بوده است. و به بیان دیگر بهره‌وری آب در این بخش بهتر بوده است. دلیل این امر می‌تواند توجه بیشتر افراد به مزارع شخصی خود و سعی آنها در تحصیل سود بیشتر باشد.

در کشت و صنعت پارس به طور متوسط سالانه حدود ۳۰ درصد از اراضی به کشت ذرت دانه‌ای اختصاص می‌یابد که بدلیل قیمت بالای این محصول و بازده اقتصادی بالای آن شاخصهای BPD و NBPD در این بخش بیشتر از کشت و صنعت مغان می‌باشند. در عوض در کشت و صنعت مغان درصد بیشتری از اراضی به کشت گیاهان علوفه‌ای که عملکرد بالا و قیمت پایینی دارند اختصاص می‌یابد که باعث گردیده است شاخص CPD در این کشت و صنعت بیشتر از کشت و صنعت پارس باشد و به همین دلیل مقدار شاخصها BPD و NBPD در کشت و صنعت پارس بهتر از کشت و صنعت مغان بوده است.

در سالهای اخیر با احداث باغات زیتون در هر کدام از کشت و صنعتها و همچنین وجود اراضی جنگلی و باغات غیر متمرکز در کشت و صنعتها باعث کاهش شاخصهای مورد بحث در بخشها گردیده است ولی در سالهای آینده با شروع ثمردهی باغات میوه، بهبود بهره‌وری آب در این بخشها پیش‌بینی می‌شود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با وجودی که شاخص CPD می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد وضعیت کلی مصرف آب در شبکه مورد بررسی بدست دهد ولی از دقت کافی برای پیش‌بینی بازده اقتصادی مصرف آب برخوردار نمی‌باشد.

همانطور که در شکل‌های ۱ تا ۳ دیده شد ستونهای منحنیها دارای روند یکسانی نمی‌باشند. بعبارت دیگر کاهش و افزایش در سه شاخص برای یک محل خاص یکسان نبوده و نمی‌توان نتیجه قطعی یک کار مدیریتی را که موجب تغییرات در گراف شاخص CPD و یا حتی BPD می‌شود را به گراف NBPD تعمیم داد و بهتر است که کارها بر اساس شاخص NBPD صورت گیرد و حتما مقدار آن بدست آید. اما اگر چنانچه کاهش و افزایش در گرافهای هر سه شاخص برای یک محل خاص یکسان بود می‌توانستیم با اعتماد زیاد فقط به شاخص CPD و یا BPD برای تأثیر کارهای مدیریتی اکتفا کنیم و دیگر به سراغ شاخص NBPD نرویم چون محاسبه آن مشکل‌تر از سایر شاخصها است.

با توجه به اینکه میزان تولید محصولات کشاورزی فقط تابع میزان آب مصرفی و مدیریت مصرف آب نمی‌باشد بهتر است تأثیر سایر نهاده‌ها از قبیل بذر، کود، سم و.. هم در ارزیابی در نظر گرفته شوند و ارزیابی نهایی بر مبنای کل نهاده‌ها باشد.

نظر به نقش مهم بارندگی در میزان مصرف آب و عملکرد محصولات لازم است که مقدار بارندگی در میزان آب مصرفی در نظر گرفته شود. در این تحقیق چون هدف مقایسه بخشهای مختلف شبکه بوده است، فرض شده است که میزان بارندگی در کلیه بخشها بصورت یکنواخت بوده است و به این دلیل در نظر

گرفتن مقدار بارندگی تأثیری در مقایسه‌ها نخواهد داشت ولی در صورت در نظر گرفتن بارندگی شاهد کاهش مقادیر شاخصها از مقدار گزارش شده در این مقاله خواهیم بود. در این تحقیق آب توزیع شده در ابتدای کانالهای درجه ۲ به عنوان آب مصرفی در نظر گرفته شده است و در صورتی که آب مصرفی در ابتدای کانال اصلی در نظر گرفته شود مقدار شاخصها کاهش خواهند یافت بنابراین می‌توان گفت که مقادیر ارائه شده حد بالای آنها هستند. همچنین لازم وضعیت زه آبها بعد از خروج از شبکه مد نظر قرار گیرند و در صورت امکان استفاده مجدد از آنها، می‌بایستی مقادیر زه آبها از کل آب مصرفی در شبکه کم شود که این امر باعث افزایش شاخصها در نظر گرفته شده می‌شود.

جدول شماره ۱- میزان سطح زیر کشت، کل میزان آب مصرفی و آب مصرفی در هر هکتار طی سالهای

۸۰-۷۵ در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

واحد زراعی	سال	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	متوسط
کشت و صنعت مغان	سطح زیر کشت (هکتار)	19440	18280	18345	18998	19522	19733	19053.0
	کل میزان آب مصرفی (Mm^3)	290.78	281.07	275.18	269.01	215.40	246.98	263.1
	آب مصرفی در هر هکتار (m^3)	14958	15376	15000	14160	11034	12516	13841
کشت و صنعت پارس	سطح زیر کشت (هکتار)	2224.5	2619	3545	3808	5469	4925	3765.1
	کل میزان آب مصرفی (Mm^3)	38.04	34.74	49.99	63.78	69.80	65.19	53.6
	آب مصرفی در هر هکتار (m^3)	17099	13266	14101	16749	12763	13237	14536
بخش خصوصی	سطح زیر کشت (هکتار)	39060	40541	40454	40743	41584	43632	41002.3
	کل میزان آب مصرفی (Mm^3)	276.36	251.59	285.55	305.86	279.84	323.66	287.1
	آب مصرفی در هر هکتار (m^3)	7075	6206	7059	7507	6730	7418	6999
کل شبکه	سطح زیر کشت (هکتار)	60724.5	61440	62344	63549	66575	68290	63820.4
	کل میزان آب مصرفی (Mm^3)	605.17	567.40	610.72	638.65	565.04	635.83	603.8
	آب مصرفی در هر هکتار (m^3)	9966	9235	9796	10050	8487	9311	9474.2

جدول شماره ۲ - مقدار شاخصهای CPD, BPD و NBPD در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

متوسط	۱۳۸۰	۱۳۷۹	۱۳۷۸	۱۳۷۷	۱۳۷۶	۱۳۷۵	سال	واحد زراعی
198	188.71	175.51	231.99	227.32	194.50	168.3	میزان عملکرد (میلیون کیلوگرم)	کشت و صنعت مغان
135453	145158	116524	149569	114592	136507	150368	میزان فروش (میلیون ریال)	
82350	80971	71650	98360	75070	59003	109047	سود خالص (میلیون ریال)	
0.76	0.76	0.81	0.86	0.83	0.69	0.58	CPD(kg/m ³)	
517	588	541	556	416	486	517	BPD (ریال / m ³)	
314	328	333	366	273	210	375	NBPD(ریال / m ³)	
39	38.59	42.41	41.63	53.50	36.99	18.62	میزان عملکرد (میلیون کیلوگرم)	کشت و صنعت پارس
34654	49748	44765	33237	34790	27783	17598	میزان فروش (میلیون ریال)	
22921	41357	28867	19903	27405	9638	10358	سود خالص (میلیون ریال)	
0.75	0.59	0.61	0.65	1.07	1.06	0.49	CPD(kg/m ³)	
647	763	641	521	696	800	463	BPD (ریال / m ³)	
410	634	414	312	548	277	272	NBPD(ریال / m ³)	
255	267.76	256.87	250.90	244.21	298.13	211.84	میزان عملکرد (میلیون کیلوگرم)	بخش خصوصی
252515	260171	296137	219943	200227	262452	276160	میزان فروش (میلیون ریال)	
122057	127549	151545	64695	66557	107030	214966	سود خالص(میلیون ریال)	
0.90	0.83	0.92	0.82	0.86	1.19	0.77	CPD(kg/m ³)	
887	804	1058	719	701	1043	999	BPD (ریال / m ³)	
430	394	542	212	233	425	778	NBPD(ریال / m ³)	
491	495.06	474.79	524.53	525.04	529.62	398.78	میزان عملکرد (میلیون کیلوگرم)	کل شبکه
422622	455077	457426	402749	349609	426742	444126	میزان فروش (میلیون ریال)	
227329	249877	252062	182959	169032	175672	334370	سود خالص (میلیون ریال)	
0.82	0.78	0.84	0.82	0.86	0.93	0.66	CPD(kg/m ³)	
702	716	810	631	572	752	734	BPD (ریال / m ³)	
377	393	446	286	277	310	552	NBPD(ریال / m ³)	

منابع:

- ۱- جعفری. علی محمد و سلطانی. غلامرضا، ۱۳۷۷، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی، مطالعه موردی استان همدان، موسسه پژوهشها و برنامه‌ریزی کشاورزی.
- ۲- حیدری. غلامرضا و همکاران، ۱۳۷۴، اندازه‌گیری و تجزیه تحلیل بهره‌وری در کشاورزی. ترجمه، موسسه پژوهشها و برنامه‌ریزی کشاورزی.
- ۳- خزائی. شانتیو، ۱۳۷۷، بهره‌وری آب در کشاورزی، موسسه پژوهشها و برنامه‌ریزی کشاورزی.
- ۴- زیدعلی. سیاوش، مجید خلقی، ۱۳۸۲، بررسی شاخصهای بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری، مجموعه مقالات سومین همایش سراسری دانشجویان و دانش‌آموختگان آبیاری.
- ۵- سپهری منش. علیرضا، ۱۳۷۷، مدیریت آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی، شماره ۲۱.
- ۶- علیزاده. امین، ۱۳۸۰، بهره‌وری آب در کشاورزی، کارگاه بهره‌وری آب، مشهد.
- ۷- نیریزی. سعید، خالدی. هومن، ۱۳۸۱، بهره‌وری آب در کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی - گزارش داخلی.
- ۸- قیمت فروش محصولات و هزینه خدمات کشاورزی در مناطق روستایی کشور، سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰، مرکز آمار ایران.
- ۹- هزینه تولید محصولات کشاورزی کشور، سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰، وزارت کشاورزی.
- ۱۰- گزارش بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی مغان، سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰، شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی مغان.
- ۱۱- بانک اطلاعات وزارت کشاورزی، مرکز آمار و اطلاعات وزرات کشاورزی.
- ۱۲- بهره دار، آل یاسین، احسانی، ۱۳۸۱، مدیریت نوین آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد شبکه‌های آبیاری، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

- 13- Molden. D, Sakthivadivel. R, Christopher J. Perry, Charlotte de Fraiture and Wim H. Klozen, 1998, indicators for comparing performance of irrigation systems, Research
- 14- Report 20, Colombo, Sri Lanka, international water management institute
- 15- Molden. D, Sakthivadivel. R and Zaigham Habib, 2001, Basin- level use and productivity of water examples from South Asia, Research Report 49, Colombo, Sri Lanka, international water management institute.