

((همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی))  
 دانشگاه شهید چمران اهواز ، دانشکده مهندسی علوم آب  
 ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵

## شاخص های ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی

### دل آرا دهنوی

کارشناس شرکت مهتاب قدس و عضو اصلی گروه کار مشارکت آب بران کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

### نیلوفر صادقی

کارشناس شرکت مهتاب قدس و عضو اصلی گروه کار کارشناسان جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

### چکیده:

امروزه با رشد روزافزون جمعیت و افزایش هر چه بیشتر تقاضا برای محصولات غذایی، تولید پایدار در اراضی کشاورزی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. به منظور استفاده بهتر از منابع محدود آب شیرین و زمین و همچنین غلبه بر رقابتی که در استفاده از این منابع در سراسر دنیا مخصوصا ایران بوجود آمده، لزوم بهبود کشت آبی از اهمیت خاصی برخوردار گردیده است. این در حالی است که هنوز پاسخ این سوال مهم که "کشاورزی فاریاب در مقابل منابع محدود آب و خاک چگونه عمل میکند؟" بطور قانع کننده ای پیدا نشده است.

از آنجا که پارامترهای زیادی از جمله طراحی سازه ها، عوامل مدیریتی، شرایط آب و هوایی، مسائل اقتصادی-اجتماعی و ... در میزان عملکرد کشاورزی موثر می باشند، روش مقایسه عملکرد شبکه های مختلف آبیاری با مشکل مواجه شده است. در حال حاضر تنها راندمان های آبیاری برای ارزیابی شبکه ها بکار می روند و تاثیر سایر پارامترها به شکل اعداد و ارقام و شاخصهای کمی نشان داده نمی شود.

در این مقاله ۹ سری شاخص که توسط سازمان بین المللی مدیریت منابع آب (IWMI)<sup>۱</sup> معرفی شده اند مورد بررسی قرار می گیرد. بطور کلی این شاخص ها نتایج عملکرد حاصل از کشت آبی را (که عموما تولید محصول میباشد) به نهاده های اصلی (آب، خاک و هزینه) مرتبط می سازند. به این ترتیب مقایسه عملکرد سیستم های آبیاری بین مناطق مختلف یک پروژه، یک کشور و حتی در سطح جهانی با سازه های متفاوت، انواع روش های مدیریتی و در محیط زیست های گوناگون امکان پذیری می شود. همچنین تخمینی از روند عملکرد یک پروژه خاص و اثر متقابل پارامترهای داخلی و مدیریتی که در برآورده نمودن اهداف استراتژیکی بلند مدت دخیل هستند، نیز میسر می گردد.

در این راستا پارامتری با عنوان ارزش استاندارد ناخالص محصول (SGVP)<sup>۲</sup> تعریف شده است تا با استفاده از آن بتوان عملکرد سیستم های مختلف را بدون توجه به مکان و نوع گیاه کشت شده مقایسه نمود. در واقع میزان تولید نهایی همه محصولات بر اساس یک محصول، معادل گردیده و این پارامتر با سایر نهاده های تولید از جمله آب یا زمین مقایسه می شود. به

<sup>۱</sup> - (International Water Management Institute)

<sup>۲</sup> - (Standardized Gross Value of Production)

این ترتیب امکان مقایسه بهره‌وری آب یا واحد زمین بین نقاط مختلف یک یا چند پروژه خاص در سطح کشور و جهان با یک سری شاخص همسان فراهم می‌گردد.

به کمک این شاخص‌ها می‌توان به یکسری سؤالات استراتژیک از جمله اینکه چه نوع سیستم آبیاری به شکل بهینه‌تر از منابع آبی و اراضی استفاده می‌کند و یا به چه میزان و چگونه بایستی برای اراضی کشاورزی سرمایه‌گذاری کرد، پاسخ داد. از سوی دیگر تاثیر هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری در عملکرد شبکه‌ها قابل ردیابی خواهد بود. همچنین بر مبنای نتایج حاصل از شاخص‌های ارزیابی، مدیران شبکه‌های آبیاری می‌توانند مشکلات موجود و راه‌حلهای محتمل را پیدا نموده، رویه عملکرد طولانی مدت شبکه را به آسانی شناسایی کرده و با مقایسه عملکرد در نقاط مختلف از یک شبکه، نقاط مشکل‌دار سیستم را پیدا نمایند. راهنمایی‌های مهمی که در جهت شناسایی عوامل تعیین کننده در عملکرد شبکه‌های آبیاری از این طریق در اختیار همگان قرار می‌گیرد، به محققان کمک می‌کند تا با استفاده از آنها عملکرد شبکه (خوب یا بد) و لزوم انجام مطالعات بیشتر را تعیین نمایند.

در مرحله بعدی پس از معرفی، شاخص‌های فوق جهت مقایسه عملکرد سیستم آبیاری سطحی در طرح شبکه فرعی آبیاری و زهکشی بند امیر در ۵۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز و با مساحت تقریبی ۱۵۰۰۰ هکتار استفاده شده است. ارزیابی‌های فوق در ۴ ناحیه عمرانی شبکه انجام و نتایج حاصل از این ارزیابی در سطح پروژه و جهان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و با شیوه معمول ارزیابی شبکه‌ها که تنها از راندها استفاده میشود نیز مقایسه گردیده است.

## ۱- مقدمه

امروزه با رشد روزافزون جمعیت و افزایش هرچه بیشتر تقاضا برای محصولات غذایی، بحث تولید پایدار در اراضی کشاورزی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. به منظور استفاده بهتر از منابع محدود آب‌شیرین و زمین و همچنین غلبه بر رقابتی که در استفاده از این منابع در سراسر دنیا بوجود آمده، لزوم بهبود کشت آبی از اهمیت خاصی برخوردار گردیده است. این در حالی است که هنوز پاسخ این سؤال که کشاورزی فاریاب در مقابل منابع محدود آب و خاک چگونه عمل می‌کند، بطور قانع‌کننده‌ای پیدا نشده است.

از آنجا که عوامل تاثیرگذار بر میزان عملکرد محصولات از جمله طراحی سازه‌ها، عوامل مدیریتی، شرایط آب و هوایی و مسائل اقتصادی - اجتماعی بسیار زیاد می‌باشند، روش مقایسه عملکرد شبکه‌های مختلف آبیاری با مشکل مواجه شده است. در حال حاضر تنها راندها برای ارزیابی شبکه‌ها بکار می‌روند و تاثیر سایر پارامترها به شکل اعداد و ارقام نشان داده نمی‌شود. در این مقاله ۹ سری شاخص که توسط سازمان بین‌المللی مدیریت منابع آب (IWMI)<sup>۲</sup> ارائه شده‌اند ابتدا بطور کامل معرفی و سپس جهت ارزیابی شبکه‌های آبیاری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- اهمیت و مزایای استفاده از شاخصهای ارزیابی :

با توجه به رشد روزافزون شهرها و صنعت در کشورهای در حال توسعه و در نتیجه کاهش سریع منابع محدود آبی و اراضی، تنها با مصرف بهینه این منابع می‌توان پاسخگوی نیاز آتی بشر بود.

شاخصهای ارزیابی عملکرد برای برنامه‌ریزان و طراحان این امکان را فراهم می‌آورد که بهره‌وری به ازای واحد آب و زمین ارزیابی گردد. همچنین به کمک این شاخص‌ها می‌توان به یکسری سؤالات استراتژیک از جمله اینکه چه نوع سیستم آبیاری به شکل بهینه‌تر از منابع آبی و اراضی استفاده می‌کند و یا به چه میزان و چگونه بایستی برای اراضی کشاورزی سرمایه‌گذاری کرد، پاسخ داد. از سوی دیگر تاثیر هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری در عملکرد شبکه‌ها قابل ردیابی خواهد بود.

شاخصهای ارزیابی دید کلی از عملکرد هیدرولوژیکی، اقتصادی، مالی و زیست محیطی سیستم‌های آبیاری ایجاد می‌کند. از آنجائیکه این شاخصها مواردی نظیر عملکرد آب، زمین و گیاه را که در همه سیستم‌ها عمومیت دارند، در نظر

می‌گیرد لذا مقایسه سیستم‌هایی با ساختارهای متفاوت، انواع مدیریت و شرایط محیطی مختلف امکانپذیر میشود. همچنین شاخصهای ارزیابی وسیله مناسبی برای مقایسه عملکرد یک سیستم منفرد در طی زمان یا محدوده‌های مکانی متفاوتی از همان سیستم می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز آنها محدود و عموماً قابل دسترس و تجزیه تحلیل بوده و به آسانی می‌توان در پروسه ارزیابی شبکه‌ها از آنها استفاده نمود. بر مبنای نتایج حاصل از شاخصهای ارزیابی، مدیران شبکه‌های آبیاری می‌توانند مشکلات موجود و راه‌حلهای محتمل را پیدا نموده، رویه عملکرد طولانی مدت شبکه را به آسانی شناسایی کرده و با مقایسه عملکرد در نقاط مختلف از یک شبکه، نقاط مشکل‌دار سیستم را پیدا نمایند.

این شاخصها همچنین روش مطمئنی جهت اندازه‌گیری تاثیر عوامل مدیریتی، عملیات زراعی و طراحی شبکه بر روی عملکرد نهایی سیستم می‌باشند. چرا که امکان کنترل عملکرد در طی زمان، ارزیابی اثر سیاستهای آبیاری در آینده از جمله "انتقال مدیریت آبیاری در شبکه‌های آبیاری" و اندازه‌گیری اثر بهسازی‌های مدیریتی و سازمانی را که به راحتی قابل سنجش نمی‌باشند فراهم می‌آورند.

با توجه به اطلاعات زیادی که از نقاط مختلف جهان جمع‌آوری گردیده، شاخص‌های ارزیابی، راهنمائیهای مهمی در جهت شناسایی عوامل تعیین کننده در عملکرد شبکه‌های آبیاری را در اختیار همگان قرار می‌دهند بطوریکه محققان با استفاده از آنها عملکرد شبکه ( خوب یا بد ) و لزوم انجام مطالعات بیشتر را تعیین می‌نمایند.

### ۳- موارد کاربرد شاخصها :

#### ۳-۱- سیاستگذاران و مهندسين طراح :

برای سیاستگذاران و مهندسين طراح این امکان را فراهم می‌کند که میزان تولید را نسبت به اراضی تحت کشت و منابع آبی مورد استفاده ارزیابی نمایند.

#### ۳-۲- مدیران شبکه‌های آبیاری و زهکشی :

به مدیران آبیاری در جهت شناسایی روند عملکرد بلند مدت شبکه و در نتیجه تعیین اهداف کلی و اندازه‌گیری میزان پیشرفت کمک می‌کند.

#### ۳-۳- محققان :

این شاخص‌ها محققان را قادر به مقایسه شبکه‌های آبیاری مختلف و شناسایی روشهای بهتر برای دستیابی به عملکرد بهینه می‌نماید.

#### ۳-۴- سازمانهای تصمیم‌گیرنده، دولتی و غیر دولتی :

به ارگانهای دولتی و غیر دولتی برای بررسی اثرات سرمایه‌گذاری در بخش آبیاری و برنامه‌ریزی برای همکاریهای بیشتر کمک می‌کند.

### ۴- نحوه استفاده از شاخصهای ارزیابی عملکرد :

چنانچه ارزیابی عملکرد یک سیستم یا سیستمهایی با قیمت مشابه مطرح باشد، محصولات می‌توانند با ارزش خالصشان سنجیده شده و ارزش ناخالص محصول با استفاده از قیمتهای محلی برآورد گردد. ولی اگر بررسی عملکرد سیستمهای آبیاری مختلف و با قیمتهای محلی متفاوت مورد نظر باشد، بایستی از پارامتری با عنوان " استاندارد ارزش ناخالص محصول " که مختصراً ( SGVP ) خوانده می‌شود استفاده کرد.

$$SGVP = \left( \sum_{Crops} A_i Y_i \frac{P_i}{P_b} \right) P_{world}$$

که در آن :

$A_i$  : مساحت تحت کشت گیاه ( i )

$Y_i$  : محصول گیاه ( i )

$P_i$  : قیمت محلی گیاه ( i )

$P_b$  : قیمت محلی گیاه پایه ( کشت غالب منطقه که بازار بین‌المللی دارد. )

$P_{world}$  : قیمت بین‌المللی گیاه پایه

در واقع میزان تولید نهایی همه محصولات براساس یک محصول، معادل گردیده و با ضرب در قیمت بین‌المللی، SGVP ( استاندارد ارزش ناخالص محصول ) بدست می‌آید. نکته قابل توجه این است که این پارامتر تحت تاثیر شرایط محلی ( مانند شرایط خاصی که قیمت محلی یک گیاه بالاتر از قیمت آن در بازار بین‌المللی باشد ) و همچنین ارزش گیاهان محلی فاقد بازار جهانی نیز می‌باشد.

استاندارد ارزش ناخالص محصول ( SGVP ) این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان عملکرد سیستمهای مختلف را بدون توجه به مکان و نوع گیاه کشت شده مقایسه نمود. برای مثال میزان محصول به ازای یک واحد آب برای رشد پرتقال در مکزیک می‌تواند با آب استفاده شده در نیال برای رشد سیب مقایسه گردد.

## ۵- معرفی شاخص‌ها :

چهار شاخص اول مربوط به ارزیابی مالی محصولات نسبت به کاربرد میزان مشخصی از زمین و آب می‌باشد. در مواقعی که کمبود زمین و اراضی مطرح است از شاخصهای ( ۵-۱ ) و ( ۵-۲ ) و در مواردی که کمبود منابع آب مهمتر باشد از شاخصهای ( ۵-۳ ) و ( ۵-۴ ) استفاده می‌گردد.

### ۵-۱- ارزش محصول در سطح زیر کشت گیاه <sup>۵</sup>:

$$\text{ارزش محصول در سطح زیر کشت گیاه} = \frac{SGVP}{\text{سطح زیر کشت گیاه}} \quad \left( \frac{\text{دلار}}{\text{هکتار}} \right)$$

سطح زیر کشت گیاه <sup>۶</sup>: عبارت است از مساحت تحت کشتی که آبیاری می‌شود. بعنوان مثال ممکن است زمینی با وسعت ۱۰۰۰ هکتار در فصل پربارش ۸۰۰ هکتار و در فصل خشک ۴۰۰ هکتار از آن آبیاری شود. لذا سطح زیر کشتی که آبیاری می‌شود ۱۲۰۰ هکتار و مساحت خالص <sup>۷</sup> ۱۰۰۰ هکتار می‌باشد.

### ۵-۲- ارزش محصول در سطح خالص <sup>۸</sup>:

$$\text{ارزش محصول در سطح خالص} = \frac{SGVP}{\text{سطح خالص}} \quad \left( \frac{\text{دلار}}{\text{هکتار}} \right)$$

سطح خالص : عبارت است از مساحت اسمی محدوده

۳- ( Output per Irrigated cropped area )

۴- ( Irrigated Cropped area )

۵- ( Command area )

۶- ( Output per unit Command )

**۳-۵- ارزش محصول در واحد آب تحویلی<sup>۹</sup> :**

$$\text{ارزش محصول در واحد آب تحویلی} = \frac{\text{SGVP}}{\text{آب تحویلی}} \quad \left( \frac{\text{دولار}}{\text{متر مکعب}} \right)$$

آب تحویلی<sup>۱۰</sup> : عبارتست از میزان آب تحویلی

**۴-۵- ارزش محصول در واحد آب مصرفی<sup>۱۱</sup> :**

$$\text{ارزش محصول در واحد آب مصرفی} = \frac{\text{SGVP}}{\text{CWR}} \quad \left( \frac{\text{دولار}}{\text{متر مکعب}} \right)$$

CWR<sup>۱۲</sup> : عبارتست از نیاز آبی خالص گیاه یا به عبارت دیگر آب مصرفی گیاه از طریق تبخیر و تعرق (ET<sub>o</sub>)

**۵-۵- تامین آب نسبی گیاه<sup>۱۳</sup> :**

با استفاده از این شاخص که مختصراً RWS خوانده می‌شود، می‌توان فهمید که آیا با توجه به نیاز گیاه، آب کافی ( از طریق آبیاری، پمپاژ آب زیرزمینی و بارندگی) در اختیار آن قرار می‌گیرد یا خیر؟ قابل ذکر است که در رابطه با گیاه برنج، بایستی آب از دست رفته از طریق نشت و نفوذ عمقی در محاسبات نیاز آبی منظور گردد.

$$\text{کل آب تحویلی} = \frac{\text{کل آب تحویلی}}{\text{CWR}} = \text{تامین آب نسبی گیاه (RWS)}$$

کل آب تحویلی<sup>۱۴</sup> : عبارتست کل آبی که از طریق آبیاری و بارندگی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد.

CWR : عبارتست از نیاز آبی خالص گیاه یا به عبارت دیگر آب مصرفی گیاه از طریق تبخیر و تعرق (ET<sub>o</sub>)

**۶-۵- تامین آب آبیاری نسبی<sup>۱۵</sup> :**

با استفاده از این شاخص می‌توان میزان انطباق آب آبیاری با نیاز گیاه را ارزیابی نمود و یا به عبارت دیگر به این سؤال پاسخ داد که آیا گیاه آب کافی دریافت می‌کند یا خیر؟ این شاخص که مختصراً RIS خوانده می‌شود، اگر بزرگتر از " ۱ " باشد بدین معنی است که آب آبیاری بیش از نیاز گیاه بوده و ممکن است مشکلاتی از قبیل ماندابی شدن اراضی یا اثر منفی در تولید محصول بوجود بیاورد و چنانچه مقدار شاخص کوچکتر از " ۱ " باشد یعنی گیاه آب کافی دریافت نکرده است.

۷- ( Output per unit irrigated supply )

۸- ( Diverted irrigation supply )

۹- ( Out put per unit water consumed )

۱۰- ( Crop Water Requirements )

۱۱- ( Relative Water Supply )

۱۲- (Total water supply )

۱۳- ( Relative Irrigation Supply )

$$\text{کل آب تحویلی از طریق آبیاری} = \frac{\text{تامین آب آبیاری نسبی ( RIS )}}{\text{IR}}$$

کل آب تحویلی از طریق آبیاری<sup>۱۶</sup> : عبارتست از کل مقدار آب تحویلی از طریق آب سطحی و آب پمپاژ شده از آب زیرزمینی

IR<sup>۱۷</sup> : عبارتست از نیاز آبی ناخالص گیاه

#### ۵-۷- ظرفیت آبرسانی<sup>۱۸</sup> :

این شاخص که می‌تواند در تاسیسات آبیاری و الگوی کشت موثر باشد، در جهت حداکثر نمودن سطح زیر کشت گیاه بکار گرفته می‌شود. اگر این نسبت بزرگتر از " ۱ " باشد بدین معنی است که آب آبیاری نیاز گیاه را برطرف نموده و چنانچه مقدار شاخص کوچکتر از " ۱ " باشد یعنی گیاه آب کافی دریافت نکرده و دچار تنش خواهد شد..

$$\text{ظرفیت کانال اصلی} = \frac{\text{ظرفیت آبرسانی}}{\text{IR}_{(\text{PEAK})}}$$

ظرفیت کانال اصلی : بر حسب (لیتر در ثانیه )

IR<sub>(PEAK)</sub> : نیاز آبی ناخالص گیاه در ماه حداکثر (لیتر در ثانیه )

#### ۵-۸- بازگشت ناخالص سرمایه<sup>۱۹</sup> :

این پارامتر مشخص می‌کند که آیا اجرای سیستمهای آبیاری در یک منطقه به‌خصوص به لحاظ اقتصادی سرمایه‌گذاری مناسبی بوده یا خیر ؟ چنانچه این شاخصها در سیستمهای مختلفی محاسبه گردند، طراحان و سیاستگذاران بهتر می‌توانند تصمیم‌گیری نمایند که چگونه، در کجا و به چه میزان در آبیاری سرمایه‌گذاری شود.

$$\text{بازگشت ناخالص سرمایه} = \frac{\text{SGVP}}{\text{هزینه سرمایه گذاری اولیه}} (\%)$$

هزینه سرمایه‌گذاری اولیه<sup>۲۰</sup> : بر حسب میلیون ریال

#### ۵-۹- خودکفایی مالی<sup>۲۱</sup> :

این پارامتر پایداری مالی شبکه را ارزیابی کرده و مشخص می‌نماید که چه مقدار از هزینه‌های بهره‌برداری - نگهداری از طریق محلی (کشاورزان) جبران خواهد شد. این شاخص خصوصاً در مواقعی که هدف اولیه انتقال مسئولیتهای مالی شبکه از دولت به کشاورز می‌باشد، تاثیر انتقال مدیریت آبیاری را ارزیابی می‌نماید.

۱۴- ( Irrigation supply )

۱۵- ( Irrigation Requirements )

۱۶- ( Water delivery capacity )

۱۷- ( Gross return on investment )

۱۸- ( Cost of distribution system )

۱۹- ( Financial self – sufficiency )

$$(\%) = \frac{\text{بازگشت هزینه خدمات آبرسانی توسط کشاورزان}}{\text{هزینه های بهره برداری نگهداری}} = \text{خودکفایی مالی}$$

بازگشت هزینه خدمات آبرسانی توسط کشاورزان<sup>۲۲</sup> : بر حسب میلیون ریال

هزینه های بهره برداری و نگهداری<sup>۲۳</sup> : بر حسب میلیون ریال

## ۶- اطلاعات مورد نیاز جهت محاسبه شاخص ها :

### ۶-۱- پارامترهای آب و هوایی ( Climate ) جهت محاسبه تبخیر و تعرق

- بارندگی ماهانه (mm)
- حداکثر و حداقل دمای روزانه در هر ماه ( سانتی گراد )
- سرعت متوسط باد ماهانه ( m/s )
- رطوبت نسبی متوسط ماهانه ( % )
- متوسط ساعتهای آفتابی روزانه در هر ماه ( Hours/day )

### ۶-۲- گیاهان ( Crops ) :

- کل مساحت خالص ( ha )
- الگوی کشت تحت آبیاری ( تاریخ کشت، طول دوره رشد بر حسب روز )
- مساحت به ازاء گیاه، فصل و سال ( ha )
- عملکرد محصول در فصل یا سال ( tons/ha )
- قیمت محلی ماهانه یا سالانه ( ton / پول رایج منطقه )
- قیمت بین المللی گیاه پایه ( اصلی ) ( ton / دلار آمریکا )

### ۶-۳- آبیاری ( Irrigation ) :

- کل آب آبیاری شده در سطح پروژه در هر ماه یا سال ( m3 )
- آب خالص تامین شده از آب زیرزمینی برای شبکه که عبارتست از مقدار پمپاژ منهای آب برگشتی یا میزان تغییرات سطح آب سفره برای یک محصول مشخص
- ظرفیت واقعی کانال اصلی و کانالهای درجه ۲

### ۶-۴- اطلاعات مالی ( Finance ) :

- هزینه های سیستم یعنی تمامی هزینه هایی که برای راه اندازی یک شبکه لازم هستند. از قبیل هزینه های عملیات نگهداری، اجرا و ...
- تمامی درآمدهای حاصل از حق آبه، همیاری کشاورزان، اقساط معوقه و ... به استثنای کلیه سوبسیدهایی که دولت می پردازد. ( سال / پول رایج منطقه )
- هزینه سرمایه گذاری اولیه جهت احداث شبکه ( ha / پول رایج منطقه )

۲۰- ( Revenue from irrigation services fees )

۲۱- ( Total O&M expenditure )

## ۷- بکارگیری شاخصهای ارزیابی عملکرد در شبکه آبیاری و زهکشی بندامیر

### ۷-۱- معرفی محدوده مطالعاتی بندامیر

اراضی مورد مطالعه به مساحت تقریبی ۱۵۰۰۰ هکتار در حدود ۵۰ کیلومتری شمال شرقی شهر شیراز واقع شده است. اراضی محدوده طرح در حد فاصل بندهای سنتی امیر و فیض آباد و در طرفین رودخانه کر قرار گرفته است. مرز شمال شرقی این دشت به اراضی آبخور ادامه کانال درودزن و مرز جنوب غربی آن به زهکشی اصلی سمت راست ( ادامه زهکش اصلی درودزن ) محدود می شود. منبع اصلی تامین آب سطحی این منطقه رودخانه کر می باشد که از مهمترین رودخانه های حوضه آبریز بختگان محسوب می گردد. اشکال شماره (۱) و (۲) موقعیت و محدوده مطالعاتی بندامیر را نشان می دهد.

اراضی تحت آبخور این بند از دو آبگیر چپ و راست در محل بندامیر آب را دریافت و از طریق شبکه کانالهای سمت چپ و راست اراضی را مشروب می نماید. شبکه آبیاری و زهکشی این طرح به ۴ ناحیه عمرانی A1 ، A2 ، A3 و A4 که هر کدام متشکل از چند بلوک آبیاری می باشد تقسیم شده است.

ناحیه عمرانی A1 که در ساحل راست قرار دارد، از کانال اصلی سمت راست ، ناحیه عمرانی A2 از کانال اولیه سمت چپ و نواحی عمرانی A3 و A4 از کانال ثانویه سمت چپ آب می گیرند.

### ۷-۲- محاسبه استاندارد ارزش ناخالص محصول ( SGVP ) :

#### ۷-۲-۱- SGVP بر حسب قیمتهای محلی :

الگوی کشت در شرایط طرح بندامیر شامل ۱۲ نوع گیاه اصلی و برنج ( شالی ) به همراه مساحت، عملکرد محصول، قیمت محصول و ارزش ناخالص استاندارد محصول ( SGVP ) برای نواحی چهارگانه A1 ، A2 ، A3 و A4 در جدول شماره (۱) ارائه گردیده است.

طبق جدول فوق مقادیر SGVP به تفکیک نواحی عمرانی A1 ، A2 ، A3 و A4 به ترتیب معادل ۹/۶۸ ، ۱۶/۵۹ ، ۱۵/۸۸ ، ۱۸/۰۹ و در مجموع ۶۰/۲۴ میلیون ریال خواهد بود.

کل مساحت خالص ۱۲۹۲۴ هکتار و حجم سالیانه آب تحویلی به نواحی A1 ، A2 ، A3 و A4 بندامیر به ترتیب معادل ۳۹/۳ ، ۴۴/۹ ، ۲۹/۰ و ۲۳/۵ و مجموعاً ۱۳۶/۷ میلیون مترمکعب در سال می باشد.

#### ۷-۲-۱-۱- ارزش محصول در سطح زیر کشت گیاه عبارتست از :

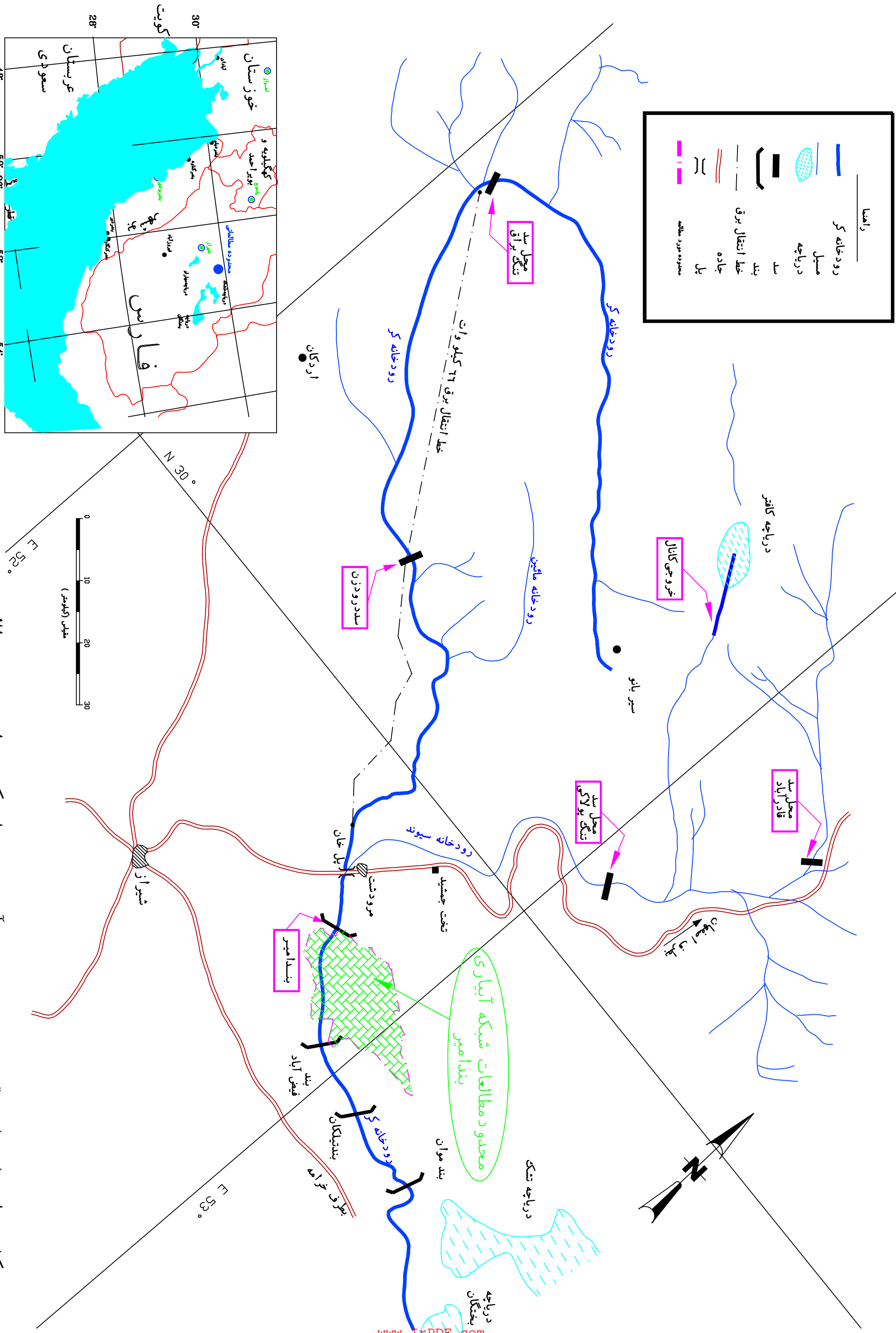
$$\frac{SGVP}{\text{سطح زیر کشت گیاه}} = \frac{SGVP_{(A1)} + SGVP_{(A2)} + SGVP_{(A3)} + SGVP_{(A4)}}{Area(A1 + A2 + A3 + A4)}$$

$$= \frac{9/68 + 16/59 + 15/88 + 18/09}{2276 + 3416 + 3873 + 3359} = \frac{60/24}{12924} \times 10^6 = 4661 \text{ ریال / هکتار}$$

#### ۷-۲-۱-۲- ارزش محصول در سطح خالص :

$$\frac{SGVP}{\text{مساحت خالص}} = \frac{60/24}{12924} \times 10^6 = 4661 \text{ ریال / هکتار}$$

قابل ذکر است از آنجا که در این پروژه سطح زیرکشت گیاه با سطح خالص یکسان است ارزش محصول در سطح خالص با ارزش محصول در سطح زیرکشت گیاه برابر خواهد بود.



شکل شماره ( ۱ ) - موقعیت سیستم حوضه آبریز رودخانه کر و منطقه مورد مطالعه



جدول شماره (۱) - استاندارده ارزش ناخالص محصول SGVP در نواحی عمرانی A1، A2، A3، A4 و طرح بند امیر

نوع محصول	ناحیه عمرانی A1			ناحیه عمرانی A2			ناحیه عمرانی A3			ناحیه عمرانی A4		
	× قیمت محصول (ریال در کیلوگرم)	صنکدر محصول (تن در هکتار)	مساحت (هکتار)	SGVP (میلون دلار آمریکا)	SGVP (میلون ریال)	مساحت (هکتار)	SGVP (میلون دلار آمریکا)	SGVP (میلون ریال)	مساحت (هکتار)	SGVP (میلون دلار آمریکا)	SGVP (میلون ریال)	مساحت (هکتار)
گندم آبی	1050	5	239	0.17	1.25	414	0.30	2.17	414	0.26	1.91	347
جو آبی	800	5	636	0.35	2.54	897	0.49	3.59	1091	0.60	4.36	802
ذرت علوفه ای بهاره	85	50	40	0.02	0.17	172	0.10	0.73	0	0.00	0.00	120
ذرت علوفه ای تابستانه	85	50	447	0.26	1.90	389	0.23	1.65	910	0.53	3.87	418
کنجد	4000	1	179	0.08	0.57	156	0.07	0.50	364	0.16	1.16	167
پنبه	2820	3	20	0.02	0.17	86	0.10	0.73	0	0.00	0.00	60
سبزیجات	350	25	20	0.02	0.17	86	0.10	0.75	0	0.00	0.00	60
کدو	2050	2	32	0.02	0.12	138	0.07	0.51	0	0.00	0.00	96
چغندر قند	252	40	40	0.05	0.40	172	0.24	1.74	0	0.00	0.00	120
شالی	2500	5	89	0.14	1.00	139	0.21	1.56	235	0.36	2.64	487
شیدر	85	25	479	0.14	1.02	527	0.15	1.12	910	0.26	1.93	514
ذرت دانه ای بهاره	890	6	40	0.03	0.21	172	0.13	0.92	0	0.00	0.00	120
یونجه	450	20	16	0.02	0.14	69	0.08	0.62	0	0.00	0.00	48
مجموع	---	---	2276	1.32	9.68	3416	2.27	16.59	3873	2.17	15.88	3359
												18.09
												2.47

\* قیمت محصول بر اساس سال ۱۳۸۰ می باشد.  
\*\* قیمت متوسط جهانی گندم پایه (جو) در سال ۱۳۸۰ (۲۰۰۱ میلادی) معادل ۱۰۹۳ دلار در تن می باشد.

۳-۱-۲-۷- ارزش محصول در واحد آب تحویلی :

$$\frac{SGVP}{\text{کل آب تحویلی}} = \frac{60/24 \times 10^6}{136.7 \times 10^6} = 0.44 \text{ ریال} / m^3$$

۳-۲-۲-۷- SGVP بر حسب قیمت جهانی :

با توجه به قیمت جهانی گیاه پایه ( جو ) در سال ۲۰۰۱ ( ۱۳۸۰ شمسی ) که معادل ۱۰۹/۴۰ دلار آمریکا در تن می‌باشد، محاسبات استاندارد ارزش ناخالص محصول انجام شده و در جدول شماره (۱) ارائه گردیده است. به این ترتیب مقادیر SGVP بر حسب قیمت‌های جهانی و به تفکیک نواحی عمرانی A1 ، A2 ، A3 و A4 به ترتیب معادل ۱/۳۲ ، ۲/۲۷ ، ۲/۱۷ و ۲/۴۷ دلار و کل محدوده ۸/۲۴ میلیون دلار می‌باشد.

۱-۲-۲-۷- ارزش جهانی محصول در سطح زیر کشت گیاه و سطح خالص :

$$\frac{SGVP}{\text{مساحت خالص}} = \frac{8/24}{12924} \times 10^6 = 637/44 \left( \frac{US\$}{ha} \right)$$

۲-۲-۲-۷- ارزش جهانی محصول در واحد آب تحویلی :

$$\frac{SGVP}{\text{کل آب تحویلی}} = \frac{8/24 \times 10^6}{136.7 \times 10^6} = 0.06 \left( \frac{US\$}{m^3} \right)$$

۳-۷- برآورد نیاز آبی گیاه ( Crop Water Demand ) :

نیاز آبی خالص گیاه ( CWR )<sup>۲۴</sup> و نیاز خالص آبیاری ( IR )<sup>۲۵</sup> در کل محدوده بندامیر در جدول شماره (۲) بر حسب میلیمتر در سال ارائه شده است. بر طبق جدول فوق مقادیر CWR و IR در کل محدوده مطالعاتی به ترتیب برابر ۷۶۷/۷ و ۹۰۲/۸ میلیمتر در سال می‌باشد.

۱-۳-۷- ارزش محصول در واحد آب مصرفی

مقدار SGVP در واحد آب مصرفی بر حسب ریال و دلار در مترکعب به شرح زیر است.

$$\text{ارزش محصول در واحد آب مصرفی} = \frac{SGVP}{CWR}$$

$$= \frac{60/24 \times 10^6}{[(12924 \times 767/7)] \times 10} = 0.61 \text{ (ریال)} / m^3$$

بر حسب ریال

۲۲- ( Net Crop Water Requirement )

۲۳- ( Net Irrigation Requirement )

$$\frac{8/24 \times 10^6}{[(12924 \times 767/7)] \times 10} = 0.08 \text{ (دلار/m}^3\text{)} \quad \text{بر حسب دلار}$$

### ۷-۳-۲- تامین آب نسبی گیاه :

از آنجا که مقادیر آب تحویلی به نواحی عمرانی ۴ گانه بندامیر به ترتیب معادل ۱۷۲۷، ۱۳۱۴، ۷۴۹ و ۶۹۹ و در کل محدوده برابر ۱۰۵۸ میلیمتر در سال و میزان کل بارش سالیانه در محدوده طرح بندامیر ۳۲۵ میلیمتر در سال می باشد. خواهیم داشت:

$$\text{کل بارش} + \text{کل آب تحویلی} = \text{تامین آب نسبی گیاه (RWS)}^{26}$$

$$CWR_{total}$$

$$= \frac{1058 + 325}{767/7} = 1/8$$

### ۷-۳-۳- تامین آب آبیاری نسبی :

نسبت فوق با توجه به مقدار کل آب تحویلی ۱۰۵۸ میلیمتر در سال و نیاز آبیاری ۹۰۲/۸ میلیمتر در سال (جدول شماره (۲) عبارت خواهد بود از :

$$\text{کل آب تحویلی} = \text{تامین آب نسبی گیاه (RIS)}^{27}$$

$$IR_{total}$$

$$= \frac{1058}{902/8} = 1/2$$

### ۷-۳-۴- ظرفیت آبرسانی<sup>28</sup> :

$$\text{ظرفیت کانال اصلی} = \text{ظرفیت آبرسانی}$$

$$IR_{peak} (lit / s)$$

ماکزیمم ظرفیت طراحی کانالهای اصلی سمت چپ و سمت راست به ترتیب معادل ۱۲ و ۲ مترمکعب بوده و طبق جدول شماره (۳) که مقادیر IR بر حسب (Lit/s/ha) در آن ارائه گردیده است، حداکثر نیاز آبیاری برابر با ۱/۰۲ (لیتر در ثانیه در هکتار) است که در ماه خرداد اتفاق می افتد. مساحت تحت کشت در ماه حداکثر (خرداد) برای کانالهای اصلی چپ و راست به ترتیب معادل ۶۷۳۳ و ۱۴۰۱ هکتار می باشد. بنابراین خواهیم داشت:

۲۴- (Relative Water Supply)

۲۵- (Relative Irrigation Supply)

۲۶- (Water Delivery Capacity)

جدول شماره (۲) - نیاز آبی خالص مورد نیاز گیاه و نیاز آبیاری به تفکیک گیاه در کل

محدوده بند/امیر

نیاز آبیاری (میلیمتر در سال)	نیاز خالص گیاه (میلیمتر در سال)	نوع محصول
51.8	41.4	گندم آبی
89.4	71.5	جو آبی
25.5	20.4	ذرت علوفه ای بهاره
50.4	40.3	ذرت علوفه ای تابستانه
20.8	16.6	کنجد
20.7	16.5	پنبه
16.7	13.4	سبزیجات
17.4	13.9	کلزا
42.2	33.7	چغندر قند
454.4	409.0	شالی
58.4	46.8	شبدر
34.5	27.6	ذرت دانه ای بهاره
20.7	16.6	یونجه
<b>902.8</b>	<b>767.7</b>	مجموع

$$\text{ظرفیت آبرسانی کانال اصلی سمت چپ} = \frac{12 \times 10^3}{1/0.2 \times 6733} = 1/74$$

$$\text{ظرفیت آبرسانی کانال اصلی سمت راست} = \frac{2 \times 10^3}{1/0.2 \times 1401} = 1/4$$

#### ۴-۷- اطلاعات مالی ( Financial Data ) :

در این قسمت دو شاخص مالی مورد بررسی قرار می گیرند:

- ۱- خودکفایی مالی
- ۲- بازگشت ناخالص سرمایه

#### ۱-۴-۷- خودکفایی مالی<sup>۲۹</sup> :

با توجه به اطلاعات موجود در گزارشات طرح بند امیر بازگشت هزینه های خدمات آبرسانی توسط کشاورزان و هزینه های بهره برداری و نگهداری به ترتیب برابر ۲۹۷۵۹۶ و ۲۵۳۴/۴ میلیون ریال می باشد. لذا خواهیم داشت:

$$\text{خود کفائی مالی} = \frac{\text{بازگشت هزینه های خدمات آبرسانی توسط کشاورزان}}{\text{هزینه های بهره برداری و نگهداری}} = \frac{297596 \times 10^6}{2534/4 \times 10^6} = 117\% = 100 * 1.17$$

#### ۲-۴-۷- بازگشت ناخالص سرمایه<sup>۳۰</sup> :

با توجه به اطلاعات موجود در گزارشات طرح بند امیر هزینه های سرمایه گذاری اولیه برابر ۲۰۰۲۸۴/۵ میلیون ریال می باشد. لذا خواهیم داشت :

$$\text{بازگشت ناخالص سرمایه} = \frac{\text{SGVP}}{\text{هزینه سرمایه گذاری اولیه}} = \frac{60/24}{200284/5} = 0.50 = 50\% = 100 * 0.50$$

#### ۸- راندمان های آبیاری در شبکه بندامیر :

طبق اطلاعات موجود در گزارشات شبکه آبیاری و زهکشی بند امیر، راندمان کلی شبکه برای محصولات غیربرنج و برنج که حاصلضرب سه راندمان انتقال، توزیع و کاربرد می باشد به ترتیب در حدود ۵۰٪ ( به ترتیب ۷۰٪، ۸۰٪ و ۹۰٪ ) و ۸۱٪ ( به ترتیب ۹۰٪، ۹۰٪ و ۱۰۰٪ ) خواهد بود.

راندمان های ۵۰٪ و ۸۱٪ در واقع بیانگر نحوه مصرف آب در تولید محصولات غیربرنج و برنج می باشد به این معنا که مشخص می نماید آیا آب اختصاص یافته به الگو به نحو موثری به مصرف رسیده است یا خیر؟  
با اینکه عوامل موثر در ایجاد تلفات آب تا جای ممکن در تعیین راندمان ها دخالت داده شده است، اما همچنان تاثیر سایر عوامل بر عملکرد سیستم از جمله زمین، هزینه های مختلف، روند تغییر عملکرد در راستای بهبود مدیریت و ... نادیده گرفته شده است.

۲۷- ( Financial Self-Sufficiency )

۲۸- ( Gross Return on Investment )

جدول شماره (۳) - نیازخالص آبیاری (IR) برای الگوی کشت در کل نواحی عمرانی بند امیر

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
IR (lit/s/ha)	0.32	0.25	0.00	0.00	0.00	0.10	0.55	0.76	1.02	0.84	0.75	0.73	5.32
IR													IR

## ۹ - تفسیر شاخصها و بحث و نتیجه گیری :

مطابق با جدول شماره ( ۴ ) شاخصهای ۱ الی ۴ مربوط به ارزیابی مالی شبکه نسبت به دو پارامتر اصلی آب و زمین می باشد. در مواقعی که کمبود زمین مطرح است، شاخصهای ۱ و ۲ و در مواردی که محدودیت منابع آبی وجود داشته باشد از شاخصهای ۳ و ۴ استفاده می شود.

در بررسی و ارزیابی سیستمهای آبیاری به لحاظ شرایط فیزیکی و مدیریتی، شاخصهای آبی RIS، RWS و WDC بهتر و مناسبتر عمل می نمایند. در راستای مقایسه شبکه های مختلف، مقادیر بالاتر شاخصهای مذکور نمایانگر منابع آبی بیشتر بوده و استفاده بهینه از زمین اهمیت بیشتری پیدا می کند و در مقابل آن مقادیر پایین آنها بیانگر محدودیت منابع آبی بوده و بهره برداری بهینه از منابع آب ضرورت می یابد. در شرایطی که محدودیت منابع آبی در حوضه رودخانه وجود داشته باشد، چنانچه از آبهای حاصل از بارندگی بطور موثر استفاده شده و باقی مانده نیاز گیاه از منبع آبی (رودخانه، سد، ... ) تامین گردد، مقادیر RWS و RIS از "۱" کوچکتر خواهند شد که دلیلی بر استفاده بهینه از منابع آبی به علت محدودیت مطروحه می باشد. مقادیر بزرگتر و کوچکتر از "۱" شاخص WDC به ترتیب نمایانگر عدم وجود مشکل کم آبی و امکان ایجاد شرایط بحرانی برای گیاه می باشد.

شاخص خودکفایی مالی، مشخص می نماید که چه درصدی از میزان هزینه های بهره برداری-نگهداری توسط خود کشاورزان قابل تامین می باشد. در واقع هر چه درصد مربوطه بالاتر باشد، نشان دهنده انتقال مدیریت بهتر از رویکرد دولتی به سمت رویکرد محلی می باشد.

شاخص بازگشت ناخالص سرمایه نیز در واقع مشخص می کند با چه میزان هزینه می توان نسبت به شبیه سازی یک سیستم مشابه اقدام نمود. از آنجائیکه برآورد هزینه اغلب بر اساس قیمت روز اجزاء شبکه در هکتار صورت می گیرد، در کشورهایی که قیمت اجزای فوق را نمی توان بطور مطمئنی پیش بینی نمود، این شاخص اهمیت کاربری بیشتری پیدا می کند.

طی جدول شماره ( ۴ ) و نمودارهای موردی شماره ( ۱ ) الی ( ۳ )، نتایج حاصل از بکارگیری شاخصهای ارزیابی عملکرد در سطح پروژه موردی بندامیرارائه گردیده و امکان مقایسه آنها با نتایج حاصل از بکارگیری شاخصهای ارزیابی عملکرد در سطح پروژه های جهانی (جداول شماره ( ۵ ) و ( ۶ ) به سادگی مقدور می باشد.

بطور کلی منابع آب بعنوان مهم ترین عامل محدودکننده تولید و توسعه کشاورزی در منطقه بندامیر ارزیابی می شود و وقوع خشکسالی در چند سال اخیر این محدودیت را به نحو بسیار چشمگیری تشدید نموده است. لذا از بین چهار شاخص اولیه، استفاده از شاخصهای شماره ۳ و ۴ که به ترتیب عبارت از ارزش محصول در واحد آب تحویلی و مصرفی می باشند در ارزیابی مالی و شاخصهای ۵ الی ۹ در ارزیابی های فیزیکی و مدیریتی عملکرد شبکه بندامیر اهمیت می یابند

## ۱۰ - توصیه و پیشنهاد :

در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا کلیه اراضی مستعد و منابع آبی قابل استحصال با اجرای طرح های مختلف به بهره برداری رسیده اند. به عبارت بهتر، دیگر زمین یا آبی برای توسعه سیستمهای جدید باقی نمانده است. بهبود سیستمهای موجود تنها راهکار عملی برای پاسخگویی به نیاز غذایی آتی جمعیت بشری خواهد بود.

اولین گام برنامه ریزی برای بهبود عملکرد شبکه های ساخته شده، شناسایی صحیح وضعیت فعلی و یافتن نقاط ضعف عملکرد می باشد. از اینرو در دست داشتن ابزاری توانا با پایه علمی از اهمیت بسیار ویژه ای برخوردار خواهد بود.

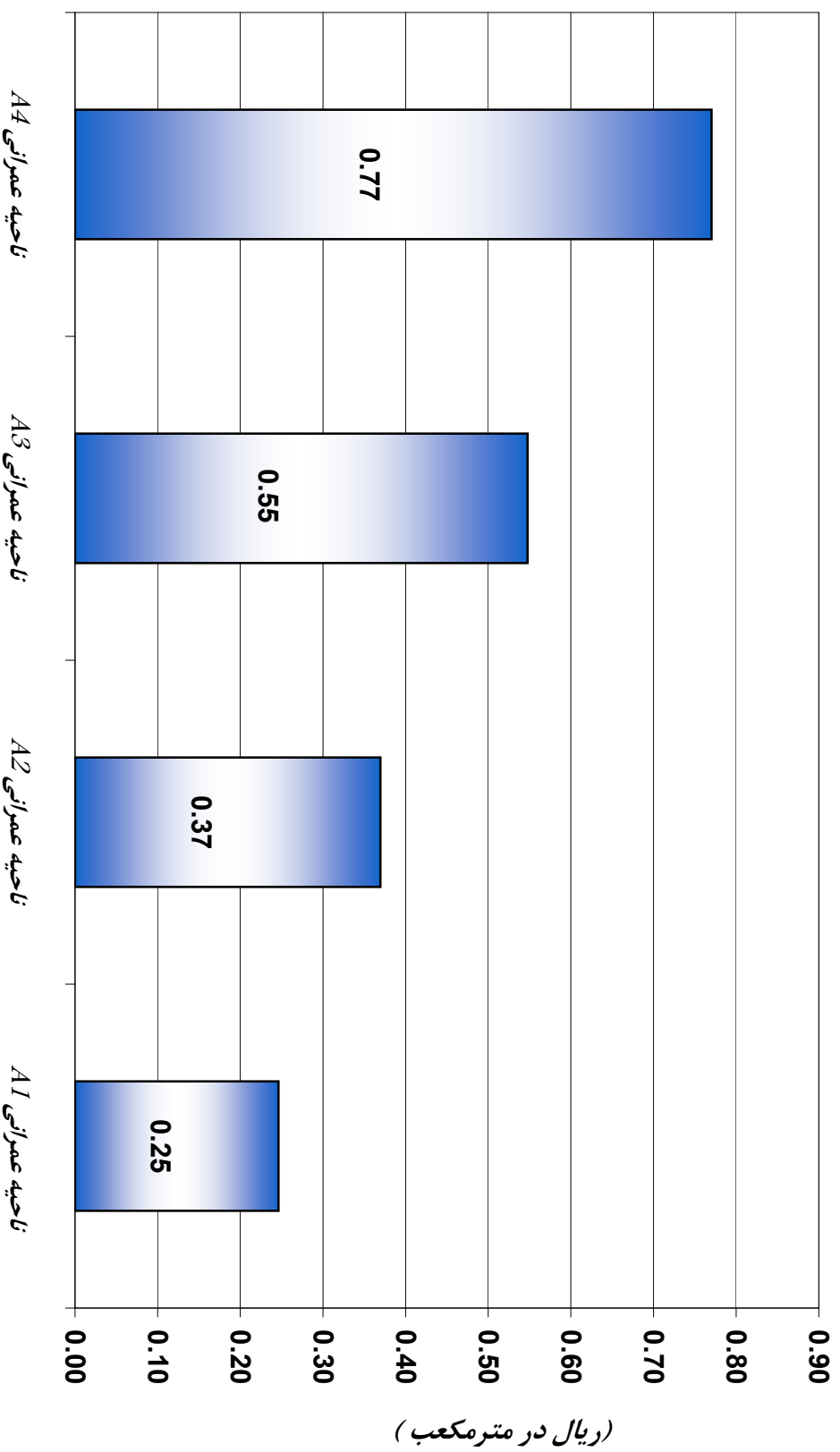
شاخصهای ارزیابی که از سوی سازمان بین المللی مدیریت منافع آب ( IWMI ) ارائه و در این مقاله معرفی شدند، این امکان را فراهم می آورند که عوامل مختلف تاثیرگذار بر روند عملکرد یک سیستم مانند گیاه، زمین، شرایط محیطی، عوامل مدیریتی و غیره به شکل عدد و رقم در آمده و در ارزیابی ها مورد استفاده قرار گیرند. از اینرو سیاستگذاران، مهندسين، مدیران و محققان و یا سازمان های تصمیم گیرنده دولتی و غیردولتی می توانند به درک واقعی تری از وضعیت عملکرد شبکه های موجود

جدول شماره ( ۴ ) - شاخصهای ارزیابی عملکرد شبکه در محدوده طرح بند امیر

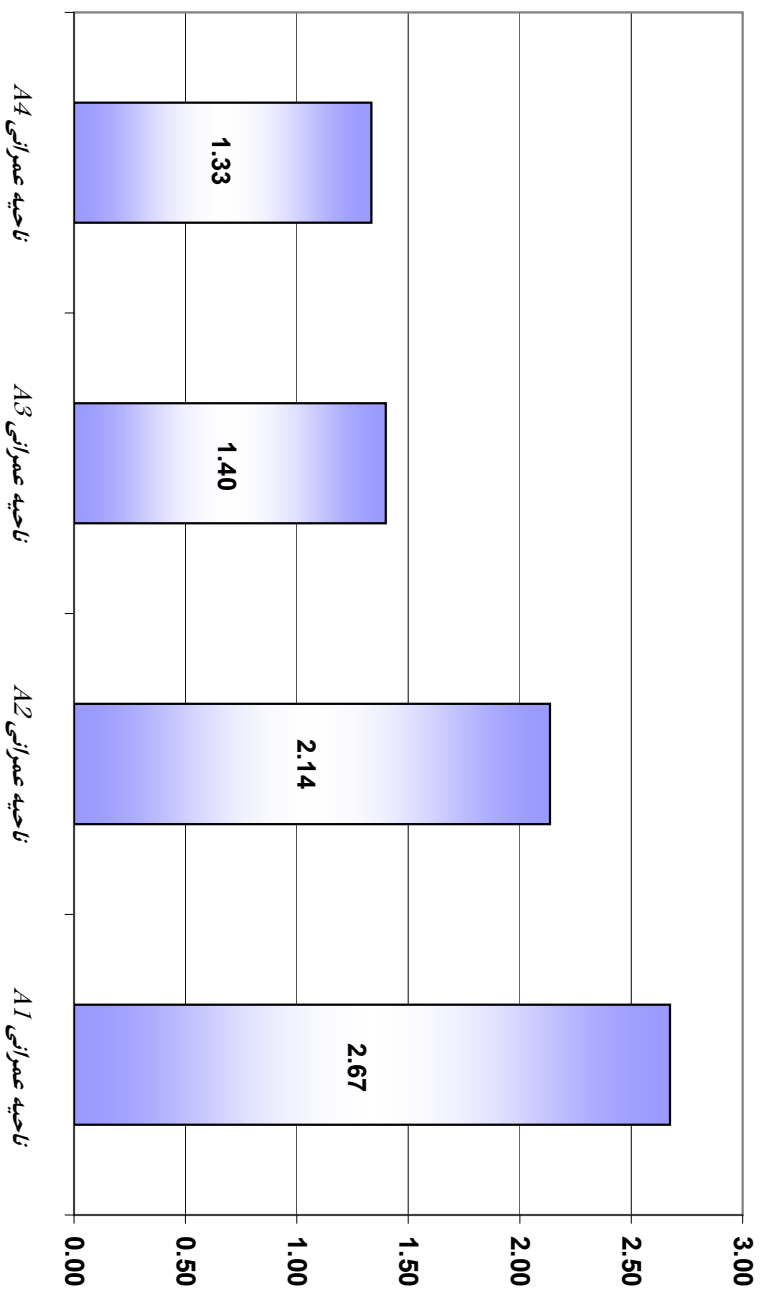
ردیف	پارامتر	واحد	ناحیه عمرانی A1	ناحیه عمرانی A2	ناحیه عمرانی A3	ناحیه عمرانی A4	کل محدوده مطالعاتی
--	مساحت	( هکتار )	2276	3416	3873	3359	12924
--	SGVP	میلیون ریال ( قیمت محلی)	9.68	16.59	15.88	18.09	60.24
		میلیون دلار آمریکا ( قیمت جهانی)	1.32	2.27	2.17	2.47	8.24
1	ارزش محصول در سطح زیر کشت گیاه	( ریال در هکتار )	4252.19	4856.57	4100.47	5386.90	4661.37
		( دلار در هکتار )	581.49	664.14	560.74	736.66	637.44
2	ارزش محصول در سطح خالص	( ریال در هکتار )	4252.19	4856.57	4100.47	5386.90	4661.37
		( دلار در هکتار )	581.49	664.14	560.74	736.66	637.44
3	ارزش محصول در واحد آب تجویلی	( ریال در متر مکعب )	0.25	0.37	0.55	0.77	0.44
		( دلار در متر مکعب )	0.03	0.05	0.07	0.11	0.06
4	ارزش محصول در واحد آب مصرفی	( ریال در متر مکعب )	0.55	0.63	0.53	0.70	0.61
		( دلار در متر مکعب )	0.08	0.09	0.07	0.10	0.08
5	تامین آب نسبی گیاه (RWS)	---	2.67	2.14	1.40	1.33	1.80
		---	1.91	1.46	0.83	0.77	1.17
6	تامین آب آبیاری نسبی (RIS)	---	1.91	1.46	0.83	0.77	1.17
7	ظرفیت آبرسانی (WDC)	---	1.78	2.22	2.22	---	---
8	خودکفایی مالی	( % )	---	---	---	---	117%
9	بازگشت ناخالص سرمایه	( % )	---	---	---	---	50%

\* قیمت محصول بر اساس سال ۱۳۸۰ می باشد.

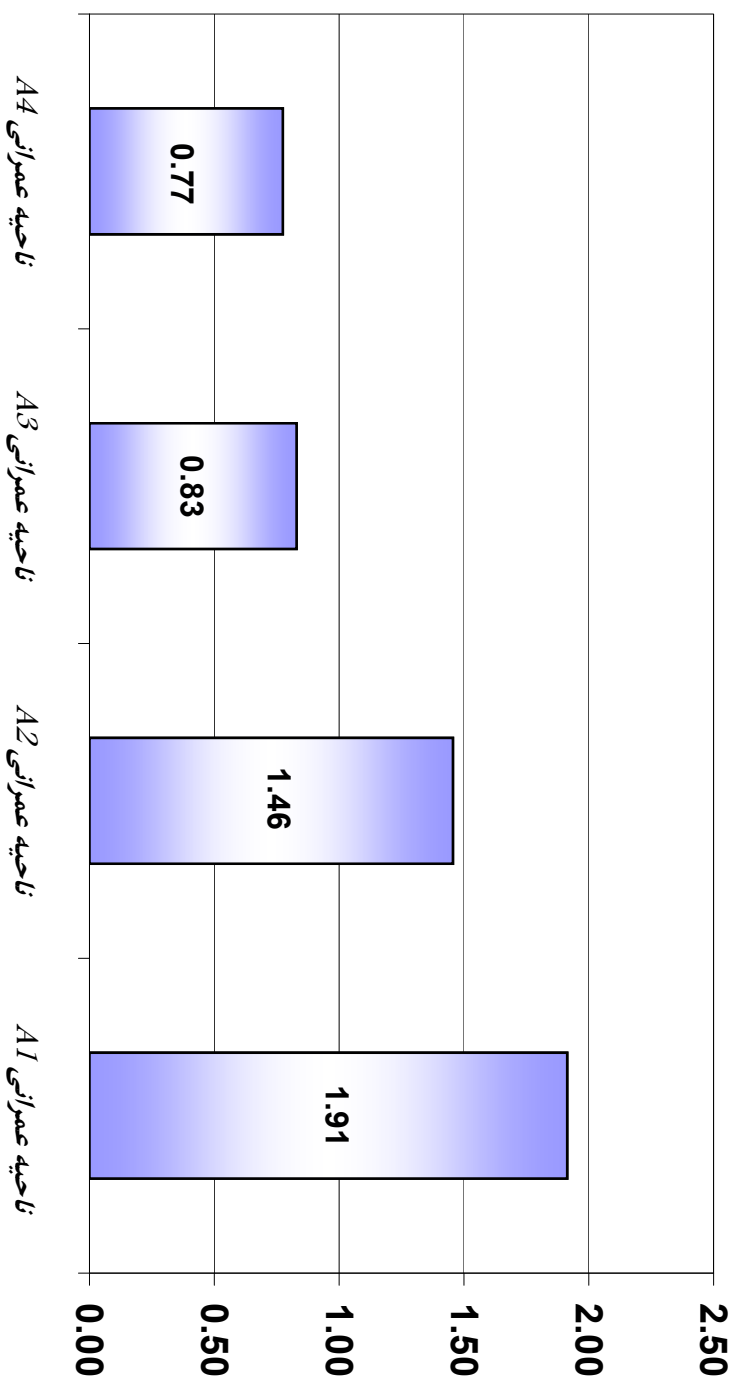
### نمودار شماره ( ۱ ) - ارزش محصول در واحد آب تحویلی بر حسب قیمت محلی



نمودار شماره (۲) - تامین آب نسبی گیاه (RMS)



نمودار شماره (۳) - تامین آب آبیاری نسبی ( RIS )



جدول شماره (۵) - اطلاعات پایه مربوط به ۱۸ شبکه آبیاری و زهکشی در سطح جهان

No.	Country	System name	Type of system	Command area (ha)	Cropping pattern	Climate	Cropping intensity	Annual rainfall (mm)	Annual evaporation (mm)	Type of management	Water availability
1	Burkina Faso	Gorgo	Tank storage	50	Rice, potato, Tomato, bean	Sudano Sahelian	0.93	400 to 1,200	2,600	Village cooperatives	Water-short systems
2	Mogredo	Village irrigation scheme	Pumping scheme	93		Agroclimatic zone	2.00				
3	Savili			42			0.94				
4	Colombia	Coelia	Diversión	25,600	Rice, maize, sorghum	Temperate and tropical	1.01	1,000 to 1,500	1,800	Transferred to WUAs	Water-short
5	Saldana	Sanaca	Storage	13,975	Fruit and vegetables		1.61	700	1,100		Water-abundant
6				3,000	Onion and potato		1.60				Sufficient water
7	Egypt	Nile Delta	Storage	3,100,000	Wheat, maize, Rice, sorghum, Egyptian clover, Cotton	Arid	2.00	10 to 500	–	Agency-managed	Sufficient surface water, groundwater, drainage water
8	India	Mahi Kadana	Storage-cum-groundwater (conjunctive use)	212,000	Rice, wheat, Tobacco, banana, Vegetables	Semiarid	1.20	823	1,700	Agency-managed	Abundant
9	Malaysia	Muda	Storage	96,000	Rice-rice	Humid	2.00	2,000	1,800	Agency-managed	High rainfall but insufficient stored surface water
10	Mexico	Alto Rio Lerma Cortazar Module Salavatierra Module	Storage system 1,714 deep wells (conjunctive use)	107,541 18,848 15,897	Wheat, sorghum, maize and bean, Underground water used for wheat, vegetables, alfalfa	Moderate Subhumid	0.66 0.70 0.46	700	–	Transferred to WUA	Surface Water-short project
11	Morocco	Triffa Scheme	Storage and pumping	36,060	Orchards, sugarbeet, Potato, wheat	Semiarid Mediterranean	1.00 150-450	Average 300	–	Agency-managed	Water-short
12	Niger	Saga	Pumping from river	407	Rice	Arid	1.85	300 to 550		Agency-managed	Water-sufficient
13	Kourani Baria I		Pumping from river	425	Rice		1.76				
14	Kourani Baria II		Pumping from river	268	Rice		1.69				
15	Pakistan	Chishtian sub-division	Storage-cum-groundwater	70,656	Cotton, rice	Arid	1.20	200 mm	Agency-	Water-short managed	
16	Sri Lanka	Nedichaduwa	Storage	2,539	Rice, chili, soybean, Vegetables, onion, Rice	Semiarid	2.00	981	2,000	Joint management	Water-short
17		Rajangana	Storage	5,909			2.00	500 to 1,800	2,000	– do –	Water-abundant
18	Turkey	Seyhan	Storage	120,200	Maize, cotton, oranges, and many others	Mediterranean	0.86	620		Transferred	Water-abundant

جدول شماره (۶) - نتایج حاصل از شاخصهای ارزیابی عملکرد ۱۸ شبکه آبیاری و زهکشی در سطح جهان

Country	System	Year	Output / unit cropped land (\$/ha)	Output / unit command (\$/ha)	Output / unit irrigation supply (\$/m <sup>3</sup> )	Output / unit water consumed (\$/m <sup>3</sup> )	Gross return on investment %	Financial self-sufficiency %	Relative water supply Ratio	Relative irrigation supply Ratio	Water-delivery capacity Ratio
Burkina Faso	Gorgo	1992/93	1,205	1,065	0.10	0.91	9	42	1.6	3.5	3.5
	Mogtiedo	1992/93	1,204	2,489	0.09	0.14	21	79	1.4	2.7	2.1
	Savill	1992/93	3,085	2,652	0.37	0.80	33	-	2.5	2.6	2.9
	Gorgo	1994/95	771	679	0.08	0.12	6	35	1.9	2.7	3.5
	Mogtiedo	1994/95	1,403	2,384	0.11	0.15	20	78	1.4	2.5	2.1
Colombia	Savill	1994/95	2,348	2,281	0.28	0.62	29	28	2.5	2.6	2.9
	Coella	1993	1,290	1,303	0.14	0.20	24	114	1.8	1.8	2.2
	Saldana	1993	1,125	1,811	0.12	0.17	33	127	2.2	2.9	3.2
	Samaca	1993	1,472	2,462	0.63	0.34	36	109	1.2	1.1	1.7
Egypt	Nile Delta	1993/94	1,510	2,594	0.12	0.11	26	-	1.6	1.6	1.3
India	Mahi Kadana	1991/92	605	515	0.04	0.03	30	-	3.9	3.0	2.9
	Mahi Kadana	1995/96	916	893	0.07	0.06	52	53	2.7	2.5	2.6
Malaysia	Muda	1994/95	1,021	2,041	0.38	0.10	59	-	0.8	0.4	-
Mexico	Alto Rio Lerma										
	Surface +	1994/95	2,227	1,464	0.18	0.24	28	80	2.2	3.3	5.1
	Private wells	1994/95	3,220	2,242	0.26	0.37	64	-	1.9	2.5	-
	Cortazar Module										
	Surface +	1994/95	2,615	1,827	0.22	0.25	33	133	2.1	2.3	1.2
	Private wells	1994/95	3,626	2,888	0.26	0.48	66	-	2.2	2.6	-
Morocco	Salvatierra Module										
	Surface +	1994/95	2,117	974	0.10	0.27	27	101	4.1	4.8	2.4
	Private wells	1994/95	1,863	703	0.14	0.23	75	-	2.3	4.5	-
Niger	Triffa Scheme, Sec. 22	1994/95	1,087	1,358	0.27	0.34	-	47	1.3	1.1	-
	Saga	1993/94	1,389	2,592	0.12	0.13	-	139	2.2	1.8	-
	Kourani Baria I	1994	827	1,460	0.05	0.17	-	-	2.9	2.4	-
Pakistan	Kourani Baria II	1994	1,107	1,879	0.06	0.11	43	-	2.2	1.7	-
	Christian sub-division	1993/94	384	477	0.04	0.05	-	40	1.3	1.2	0.8
Sri Lanka	Nachchaduwa	1994/95	826	1,544	0.04	0.08	34	-	2.0	2.2	-
	Rajangana	1994/95	967	1,934	0.06	0.11	43	-	-	-	3.3
Turkey	Seyhan	1996/97	2,167	2,526	0.21	0.19	108	88	2.07	2.15	2.62

یا طراحی شده پیدا کنند. زیرا برخلاف راندهای آبیاری که تنها امکان مقایسه تاثیر منابع آب در عملکرد محصولات را فراهم می‌آورند، این شاخص‌ها تاثیر عوامل مختلف که شامل منابع آبی نیز می‌گردد را در خود دارند.

با اینکه ممکن است شاخصهای معرفی شده در طرح‌های مختلف بصورت پراکنده و بطور موردی توسط صاحب‌نظران بکار گرفته شده باشد، اما اینکار به شکل یکجا در مورد کلیه شاخصها و کلیه طرحها تا کنون عملی نشده است. امید است دست‌اندرکاران و مسئولان با بررسی این شاخص‌ها و پیشنهادات احتمالی خود جهت بهبود آنها، لزوم کاربرد این شاخصها را در ارزیابی کلیه سیستمها در سطح ملی مد نظر قرار دهند.

## ۱۱- فهرست منابع :

- ۱- گزارش مطالعات بازنگری مرحله دوم شبکه فرعی آبیاری و زهکشی بندامیر - جلد اول ( محیط و منابع ) - شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس
- ۲- گزارش مطالعات بازنگری مرحله دوم شبکه فرعی آبیاری و زهکشی بندامیر - جلد دوم ( طرح توسعه ) - شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس
- ۳- گزارش فنی مطالعات مرحله دوم شبکه فرعی آبیاری و زهکشی بندامیر - شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس
- ۴- گزارش طرح توجیهی شبکه فرعی آبیاری و زهکشی بندامیر برای بانک کشاورزی - شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس
- ۵- سایت استفاده شده ( [www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org) )
- ۶- The IWMI Research Report 20, indicator for comparing performance of irrigated agricultural systems ( David Molden, R. Saktivadivel, Christopher J. Perry, Charlotte de Fraiture and Wim H. Klozen)
- ۷- Global Market for Agricultural Products ( FARRI 2002)