گزارش تحقیق ارزیابی عملکرد آبیاری با شاخص‌های تطبیقی یا مقایسه‌ای ناحیه آبیاری آلتوریولرما، مکزیک

نقی برهان [1]

مقدمه

مأموریت انستیتوی بین‌المللی مدیریت آب *(IWMI)* ترویج و تشویق و حمایت از افزایش پایدار در بهره‌وری کشاورزی فاریاب در زمینه مربوط به آب می‌باشد. در این راستا فعالیت *(IWMI)* روی تلفیق سیاست‌ها، فن‌آوری‌ها و مدیریت سیستم‌های آبیاری برای سوق به راه‌حل‌های عملی جهت رفع مشکلات، اخذ نتایج مناسب در آبیاری مزارع و منابع آب متمرکز شده است.

تاکنون در محدوده وسیعی از موضوعات مختلف، تحقیق و گزارشاتی ارائه شده است که گزارش تحقیق حاضر در رابطه با استفاده از شاخص‌های تطبیقی یا مقایسه‌ای برای ارزیابی عملکرد ناحیه آبیاری آلتوریولرما در مکزیک نتیجه کار آقای *Wim. H. Kloezen* کارشناس و عضو مدیریت آبیاری و آقای *Carlos. Garces. Restrepo* مسئول برنامه ملی انستیتوی بین‌المللی مدیریت آب در مکزیک می‌باشد.

موضوعات گزارش تحقیق شامل موارد زیر است:

۱- تشریح شاخص‌های تطبیقی در مقایسه با شاخص‌های عملیاتی و ارزشیابی آنها

۲- معرفی ناحیه آبیاری و دو بلوک انتخابی

۳- مدیریت آبیاری در *ARLID (Alto Rio Lerma Irrigation District)* شامل، تشکیلات، حقابه‌ها، امور مالی، قوانین برنامه‌ریزی و تخصیص و توزیع آب، اهداف بهره‌برداری و نظارت

۱- عضو گروه کار ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۴-روش‌های جمع‌آوری داده‌ها

۵-عملکرد مصرف آب

۶-عملکرد کشاورزی

۷-عملکرد مالی

۸-اثرات زیست محیطی

۹-نتایج

۱۰- تعاریف شاخص‌های تطبیقی یا مقایسه‌ای

۱- تشریح شاخص‌های تطبیقی و عملیاتی و ارزشیابی آنها

این تحقیق با هدف ارزشیابی یک مجموعه حداقل از شاخص‌های تطبیقی پیشنهادی *(IWMI)* در مقایسه با مجموعه کوچکی از شاخص‌های عملیاتی انجام شده است. ضمن اینکه سه فرضیه زیر را جهت سودمندی و عملی بودن شاخص‌های تطبیقی را در ارزیابی عملکرد سیستم‌های بزرگ مقیاس آزمون می‌کند.

الف- تعیین تفاوت‌های بین عملکرد سطوح کلی سیستم، فصول، منابع آبیاری

ب- کمک در تعیین فاصله‌های *(Gaps)* سیاست‌ها و خط مشی‌های مدیریتی

ج-متمرکز نبودن داده‌ها

مزیت استفاده از شاخص‌های تطبیقی، ارزشیابی ستانده‌ها *(Output)*، اثرات مداخله در سیستم‌های فردی، مقایسه عملکرد یک سیستم *Overtime*، مقایسه سیستم‌ها در مساحت‌ها و سطوح مختلف سیستم است در صورتی که شاخص‌های عملیاتی معمولاً برای کمک به مدیران جهت نظارت بر کیفیت عملکرد بهره‌برداری روزانه و فصلی به کار می‌رود و اهمیت آبیاری در یک سیستم معین را، در سطوح مختلف سیستم، در فصل معین، و با یک ویژگی منبع آب نسبت به سایر سیستم‌ها، سطوح، فصول، یا منابع آبیاری را ارزیابی نمی‌کند.

شاخص‌هائی نظیر اعتمادپذیری توزیع آب - عدالت یا یکنواختی فاصله توزیع آب - کفایت و بهنگامی تحویل آبیاری از جمله شاخص‌های عملیاتی است.

محدودیت‌های مهم شاخص‌های عملیاتی

- استاندارد نبودن که برای نمونه مقایسه سیستم‌های تقابلی *(over system)* یا *overtime* به سختی امکان‌پذیر است.
- شاخص‌های عملیاتی بر اساس تعریف واضح و روشن اهداف جزئی بهره‌برداری تهیه

شده‌اند در صورت نامشخص بودن هر یک از این اهداف و یا متناقض بودن آنها ارزیابی امکان‌پذیر نخواهد بود.

- به دلیل تغییر اهداف سیستم پس از اجرا مانند الگوی کشت، اعتمادپذیری آب، سیاست‌ها، اقتصاد سیستم‌ها، به کارگیری این شاخص‌ها مشکل خواهد بود.
- این شاخص‌ها چگونگی استفاده از نهاده آب را نشان می‌دهد ولی اطلاعات وسیع‌تر هیدرولوژیکی، کشاورزی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی مربوط به نهاده آب را در بر ندارد.
- اندازه‌گیری این شاخص‌ها نیاز به تجهیزات و کارکنان اضافی و با مهارت دارد که تأمین آنها اکثراً مقدور نبوده و یا مشکل است.

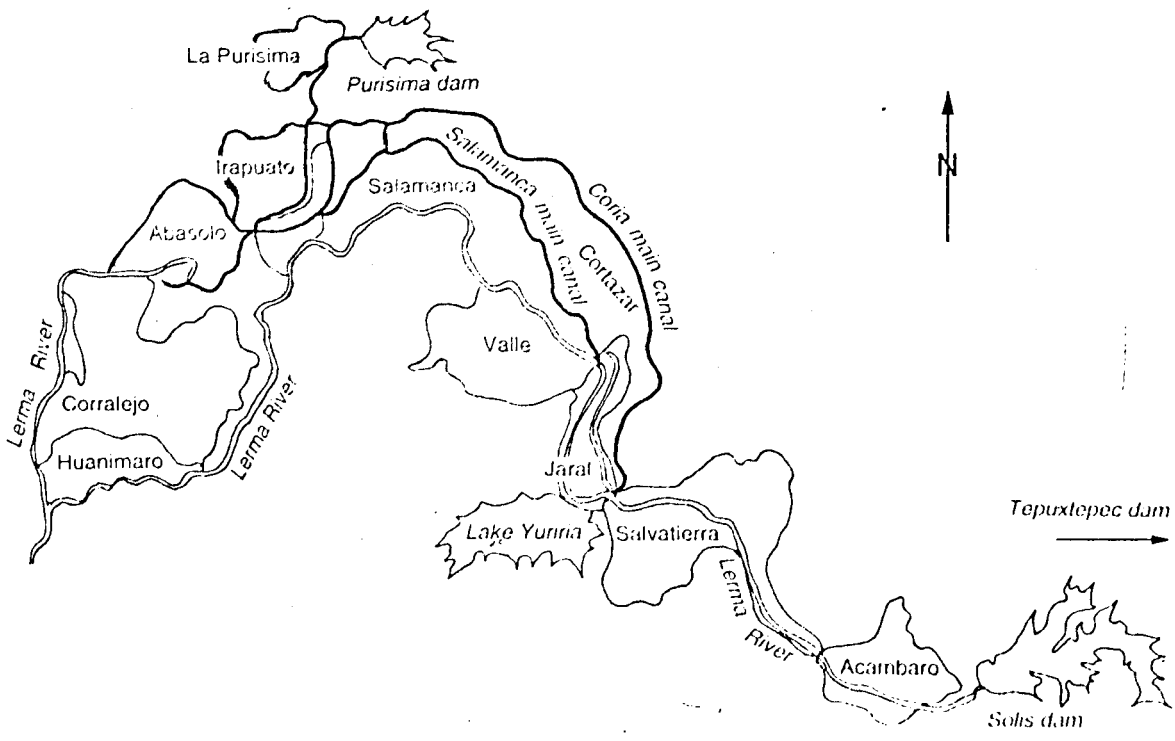
یازده شاخص تطبیقی یا مقایسه‌ای مورد استفاده در این گزارش همچنین شش شاخص داخلی و سطوح به کار گرفته یا نگرفته در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

۲-معرفی ناحیه آبیاری و دو بلوک انتخابی

۲-۱- ناحیه آبیاری آلتوریولرما

این سیستم آبیاری با اراضی کشاورزی به وسعت ۱۱۲۷۷۲ هکتار در سال ۱۹۳۰ احداث شده است. از ۹ ناحیه آبیاری موجود در منطقه، *ARLID* بزرگترین آنهاست که تقریباً ۴۴ درصد (۸۸۰ میلیون متر مکعب) از ۲۰۲۰ میلیون متر مکعب آب قابل استفاده را مصرف می‌نماید. تعداد بهره‌برداران ۲۴۰۰۰ که ۵۵ درصد آنها *Ejidatarios*ها و ۴۵ درصد باقی مانده کشاورزان کوچک شخصی هستند (کسانی که تا ۱۰۰ هکتار زمین دارند) متوسط اراضی کشاورزی هر بهره‌بردار ۵ هکتار است. ناحیه دارای ۱۱ بلوک آبیاری است (شکل شماره ۱)

شکل شماره ۱



از نظر اقلیم معتدل نیمه مرطوب - متوسط ریزش سالانه ۷۵۰ میلی‌متر - متوسط رطوبت نسبی ۶۰ درصد متوسط حرارت ۱۹ درجه سانتی‌گراد - متوسط تبخیر در سال ۲۰۰۰ میلی‌متر - فصل زمستان خشک با بارندگی ۸۰ میلی‌متر و بارندگی فصل تابستان ۶۷۰ میلی‌متر است.

منابع آب سطحی شامل ۴ سد با ظرفیت ۲۱۴۰ میلیون متر مکعب است که برای ۷۷۶۹۷ هکتار آب تأمین می‌نماید و منابع آب زیرزمینی ۱۷۱۴ حلقه چاه عمیق است که ۳۳۱۷۵ هکتار را مشروب می‌کند.

طول کانال‌های اصلی ۴۷۵ کیلومتر و کانال‌های درجه ۲ و ۳ برابر ۱۶۵۸ کیلومتر است. طول کانال‌های زهکشی ۱۰۳۱ است.

محصولات عمده زمستان گندم و جو، و محصولات اصلی تابستان سورگوم، ذرت، حبوب و در اراضی آبخور چاه‌ها به علاوه محصولات فوق سبزیجات نیز کشت می‌شود.

هر بلوک به وسیله یک انجمن بهره‌برداران آب *(WUA)* و به صورت خصوصی مدیریت می‌شود.

جدول شماره ۱- شاخص‌های عملکرد به‌کار رفته در این گزارش

ردیف	شاخص‌های تطبیقی	ناحیه آبیاری التوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک سالواتی‌یرا	کانال‌های انتخابی	مـــــزارع انتخابی
۱	نسبت آب تحویلی (نسبی)	✓	✓	✓	✓	✓
۲	نسبت آبیاری تحویلی (نسبی)	✓	✓	✓	×	×
۳	ظرفیت تحویل آب (نسبی)	✓	✓	✓	×	×
۴	تولید در سطح کشت شده (دلار در هکتار)	✓	✓	✓	×	×
۵	تولید در واحد اراضی کشاورزی (دلار در هکتار)	✓	✓	✓	×	×
۶	تولید در واحد تأمین آب (دلار در هر متر مکعب)	✓	✓	✓	×	×
۷	تولید در واحد آب مصرفی (دلار در هر متر مکعب)	✓	✓	✓	×	×
۸	بر کشت ناخالص سرمایه(درصد)	✓	✓	✓	×	×
۹	خودکفائی مالی (درصد)					
۱۰	نوسانات سطوح ایستائی آب (متر در سال)	✓	✓	✓	×	×
۱۱	سطح تبدیلی به باتلاقی و شوری (درصد)	✓	✓	✓	×	×
	شاخص‌های داخلی					
۱۲	تحویل واقعی به تحویل طراحی شده (درصد)	✓	✓	✓	×	×
۱۳	تحویل واقعی به تحویل واگذار شده (درصد)	✓	✓	✓	×	×
۱۴	تحویل واقعی به تحویل گزارش شده (درصد)	✓	✓	✓	×	×
۱۵	RWSواقعی به RWS طراحی (درصد)	✓	✓	✓	×	×
۱۶	RWS واقعی به RWSگزارش شده (درصد)	✓	✓	✓	×	×
۱۷	توزیع حاصله‌ای RWS(نسبی)	✓	✓	✓	×	×

× = به کار نرفته

✓ = به کار رفته

۲-۲- بلوک کورتازار

این بلوک در مرکز ناحیه قرارداد و مجموع اراضی کشاورزی آن ۱۸۶۹۴ هکتار است که ۷۷۶۰ آن از آب چاه‌های عمیق مشروب می‌گردد. طول کانال اصلی این بلوک ۷۲/۲ کیلومتر است که ۱۰۹۳۴ هکتار را آبیاری می‌کند. تعداد کانال‌های درجه ۲ برابر ۵۴ با مجموع طول ۲۲۲ کیلومتر است طول کانال‌های زهکشی ۹۵ کیلومتر است. تعداد چاه‌های عمیق ۳۴۰ حلقه که آب مورد نیاز ۵۷۹۶ هکتار از چاه‌های خصوصی و ۱۹۶۴ هکتار از چاه‌های عمومی (مدیریت به وسیله بلوک) تأمین می‌گردد.

تعداد *ejidos* (واحد بهره‌برداری جمعی) ۳۲ واحد با ۱۹۶۲ بهره‌بردار که ۵۲ درصد اراضی را در اختیار دارند و تعداد بهره‌برداران خصوصی ۱۰۲۸ بهره‌بردار که ۴۸ درصد اراضی را در تصرف دارند می‌باشد.

۲-۳- بلوک سالواتی‌یرا

مجموع اراضی کشاورزی این بلوک ۱۶۰۹۳ هکتار با ۶۰۵۴ بهره‌بردار است دارای ۶ کانال با مجموع طول ۲۵۱ کیلومتر است طول کانال‌های زهکشی ۲۰۸ کیلومتر است. ۲۱ حلقه چاه عمومی و ۱۷۰ حلقه چاه خصوصی با اراضی تحت پوشش به ترتیب ۵۶۵ و ۲۷۵۳ هکتار در بلوک وجود دارد.

۳- مدیریت آبیاری در *ARLID*

۳-۱- تشکیلات

در اواخر سال ۱۹۸۰، برنامه انتقال مدیریت آبیاری *irrigation management trasfer (IMT)* از کمیته ملی دل آگوآ *Comision National del Agua (CNA)* به انجمن بهره‌برداران آب *Water User Association (WUA)* شروع شد. در نتیجه این برنامه، مسئولیت بهره‌برداری و نگهداری *O & M* از سیستم دولتی به بخش خصوصی یعنی *WUA* انتقال یافت. البته مدیریت رزروارها، ساختمانهای آبگیر و کانال‌های اصلی به عهده *CNA* می‌باشد. در سال ۱۹۹۲ در سطح ناحیه و برای تدوین دستورالعمل‌های آبیاری کمیته هیدرولیک نیز تشکیل شد.

۳-۲- حقابه‌بران

برنامه *IMT* با اعلام سند جدید ملی شدن آب همراه بود بر اساس این سند، حقابه‌بران مشخص و امکان معامله آب میسر می‌شد. بر اساس این سند هر *WUA* در داخل بلوک امتیازی را واگذار می‌کند که برای سهمی از آب موجود در هر فصل به آنها حقی اعطاء می‌نماید. البته این سهام متناسب با سطوح اراضی حقابه‌بران است. این امتیازات برای یک دوره ۲۰ ساله است ولی *CNA* حق معاملات آب (فروش یا اجاره) را برای خود حفظ کرده است.

۳-۳- مالی

قبل از انتقال مدیریت آبیاری، کشاورزان بهای آب را مستقیماً به *CNA* می‌پرداختند. به دلیل تخریب ساختمانهای زیربنائی شبکه و عدم ارائه خدمات نگهداری، درصد جمع‌آوری آب بها از ۸۵ درصد در اوائل سال ۱۹۶۰ به حدود ۱۵ درصد در اواخر سال ۱۹۸۰ تقلیل یافت.
بعد از انتقال و پس از تعیین مبلغ، آب‌بها مستقیماً به وسیله *WUA* جمع‌آوری گردید. به طور کلی کشاورزان بهای مصرف آب را برای ۵ نوبت آبیاری در ابتدای سال زراعی پرداخت می‌کنند. در سال‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶، بهای آب در *ARLID* تقریباً ۷/۵ دلار برای هر هکتار و جمعاً ۳۷/۵ دلار که با فرض ۱۵۰۰ میلی‌مترارتفاع آبیاری ۲/۵ دلار برای هر هزار متر مکعب می‌باشد. نسبتی از آب بهای جمع‌آوری شده. توسط *WUA* (بین ۱۱ تا ۲۸ درصد بستگی به پیچیدگی و سطح خدمات *CNA* در هر بلوک) به *CNA* جهت خدمات بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌های آبگیر و کانال‌های اصلی پرداخت می‌شود که هر ساله در آن تجدید نظر می‌شود.

۳-۴- قوانین برنامه‌ریزی، تخصیص و توزیع آب

۳-۴-۱- بین بلوک‌ها: قوانین تخصیص و توزیع بین ۱۱ بلوک بر سه اصل استوار است

اول - در ابتدای هر سال زراعی *CNA* آب قابل دسترس را برآورد می‌کند. متناسب با سطوح حقابه‌ها از آب سطحی در هر بلوک صرف نظر از سطح واقعی آبیاری یا سطح زیر کشت درصدی از حجم آب قابل دسترس واگذار می‌شود. بر این اساس کمیته هیدرولیک بر اساس طرحی، چگونگی و حجم تخصیص آب به هر بلوک را مشخص می‌نماید. این احجام در هر سال قابل تعدیل است.
دوّم - معمولاً تمام اراضی هر بلوک می‌تواند آبیاری شود. در دوران کمیابی آب، سطوح آبیاری

با مذاکره نمایندگان *CNA* و *WUA* در کمیته هیدرولیک تعیین می‌شوند که با توجه به مشخصه‌های فیزیکی هر بلوک، تجارب الگوی کشت سال قبل و برتری‌های کشاورزی از بلوکی به بلوک دیگر متفاوت است.

سوّم - کمیته هیدرولیک برای تعداد آبیاری‌های قابل انجام در هر بلوک در ابتدا و پایان هر دوره آبیاری تصمیم می‌گیرد. این تصمیم برای همه بلوک‌هاست و *CNA* به دلیل تلفات قابل ملاحظه انتقال در سیستم اصلی تمایل به تحویل آب فقط به چند بلوک را ندارد.

۳-۴-۲- داخل بلوک‌ها: قوانین در داخل بلوک‌ها بر چهار اصل استوار است

اول- هر کشاورز بیش از حداکثر تعداد آبیاری منظور شده نمی‌تواند آب دریافت کند یا آبیاری کند. به استثنای محصولاتی مانند حبوب

دوم - هر کشاورز می‌تواند هر محصولی را کشت نماید.

سوم- کشاورزان نمی‌توانند آب بیشتری علاوه بر سطح زیر کشت ثبت شده خود درخواست کنند مگر با تصویب *WUA* و کمیته هیدرولیک.

چهارم- ماکزیمم حجم آب قابل دریافت یک کشاورز بر اساس ارتفاع آب طراحی شده یا تئوری هر آبیاری به وسیله *WUA* تعیین می‌شود.

۳-۴-۳- برنامه‌ریزی

با توجه به کل تعداد آبیاری، *WUA* حجم آب هر هفته را محاسبه می‌کند و سپس برای برنامه‌ریزی به *CNA* ارسال می‌شود. کارکنان *CNA* و بلوک هر روزه احجام طراحی شده در آبگیر ورودی بلوک را بررسی می‌کنند که آیا واقعاً تحویل شده است یا نه. توزیع آب بین کانال‌های درجه ۲ یا فرعی‌ها هم بر همین اساس است. برای هر کانال مجموع آب درخواستی محاسبه و بر اساس آن دریچه‌ها باز و بسته می‌شوند. البته احجام ورودی به کانال‌های درجه ۲ اندازه‌گیری نمی‌شوند فقط به وسیله پیمانکاران بازه آب یا نهر و بر اساس تجربه آنها برآورد می‌شوند.

۳-۵- اهداف بهره‌برداری و نظارت (پایش)

اهداف مدیریتی صریحی در *ARLID* وجود ندارد ولی با توجه به مشاهدات و مذاکرات، *CNA* و بلوک‌ها ۶ هدف زیر را مد نظر دارند.

- بلوک‌ها تمام مقادیر آب تخصیص یافته در شروع سال زراعی را برای هر فصل دریافت کنند.

- بلوک‌ها اضافه بر سطح طراحی شده آبیاری نکنند.
- بلوک‌ها مقادیر آب هفتگی برنامه‌ریزی شده را که درخواست شده، دریافت کنند.
- کشاورزان به تعداد آبیاری‌های استحقاقی،درخواست شده و پرداخت بها شده دست یابند.
- کشاورزان آب کافی برای آبیاری مساحتی که استحقاق آبیاری آن را دارند به دست بیاورند.
- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری به طور کامل توسط کشاورزان پوشش داده شود.

مدیران هم در *CNA* و هم در *WUA* از فنون مختلفی برای نظارت استفاده می‌کنند که آیا این اهداف نظارتی در سطح مزرعه- بلوک و یا ناحیه مناسب هستند.

- در سطح مزرعه - پیمانکاران نهر، روزانه تعداد کشاورزانی که آب دریافت کرده‌اند، سطح مربوطه و نوع محصول را به *WUA* گزارش می‌کنند. پیمانکاران در پایان روز در اداره بلوک، تطابق گزارشات را با برنامه هفتگی بررسی می‌کنند. این گزارشات برای کل بلوک جمع شده و به طور هفتگی به *CNA* ارسال می‌شود.
- در سطح بلوک - اندازه‌گیری روزانه در ابتدای کانال اصلی و تعداد کمی ابنیه هیدرولیکی - امضاء روزانه برای مقادیر طراحی شده و واقعی گزارش شده به وسیله *CNA* و *WUA* - ارسال گزارش هفتگی به *CNA*
- در سطح ناحیه - *CNA* مقادیر گزارش شده، سطوح آبیاری شده، و محصولات را به صورت گزارش ماهانه تنظیم و در جلسات با کمیته هیدرولیک مطرح می‌نمایند.

محدودیت‌های نظارت

اول - پایه داده‌ها برای بلوک و *CNA* شکل گزارشات پیمانکاران نهر است که برآوردها اغلب نادرست و غیرقابل اطمینان هستند.

دوم - مبنای گزارشات، ارقام جمع‌آوری شده از مزرعه است که بیشتر از اندازه‌گیری واقعی در سطح کانال است (به استثنای ابتدای هر کانال اصلی). حتی اگر همه انجمن‌ها از کامپیوتر استفاده کنند جمع‌بندی داده‌های مزرعه به دقت زیادی نیاز دارد که در تصمیم‌گیری‌های فوری قابل استفاده نیست.

۴- روش جمع آوری داده‌ها

با شروع مطالعه در اکتبر سال ۱۹۹۵ جمع‌آوری داده‌ها که شامل منابع اولیه در دو بلوک انتخابی و منابع ثانویه (بایگانی *CNA* و *WUA* در سطوح منطقه‌ای، ایالتی و مرکزی) بود شروع گردید.

داده‌های ثانویه شامل تولیدات، قیمت‌های سر مزرعه، اراضی آبیاری شده، الگوی کشت، جریان‌های کانال، احجام آب پمپاژ شده، آب و هوا و اقلیم در سطوح مختلف سیستم می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به جمع‌آوری داده‌های اولیه در سطح مزرعه به شرح زیر است.

- مشاهدات روزانه از عملیات مربوط به مدیریت آب به وسیله رهبران *WUA*، کارکنان *CNA*، پیمانکاران نهر و کشاورزان
- اندازه‌گیری‌های مزرعه مربوط به جریان‌های آب کانال، مقادیر پمپاژ، انرژی مصرفی چاه‌ها
- بازدیدهای خانگی برای توجیه هزینه‌های تولید و آب برای کشاورزان

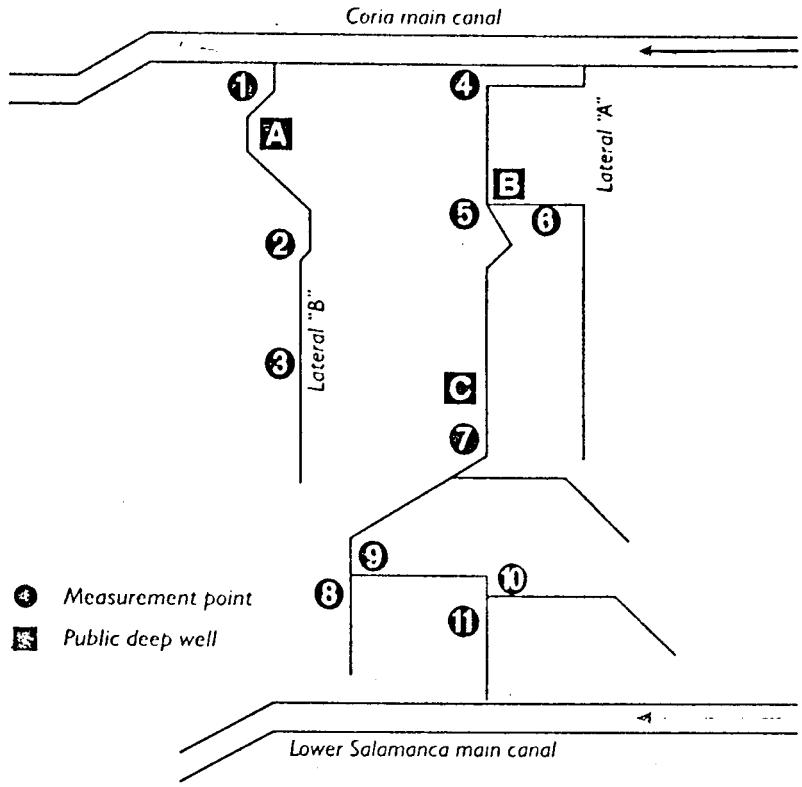
در هر بلوک مزارعی به طور نمونه انتخاب شد. در کورتازار دو کانال فرعی *A* و *B* انتخاب شد که به ترتیب ۶۵۰ و ۳۵۲ هکتار را آبیاری می‌کنند. در هر کانال فرعی ۲۰ بهره‌بردار در بالادست، میان‌دست، پائین‌دست انتخاب شدند. اندازه‌گیری مقادیر آب تحویلی در هر یک از مزارع انجام و هزینه تولید و ارزش ناخالص تولید محاسبه شد. نقاط اندازه‌گیری ۱۱ و در فصول تابستان و زمستان ۲ بار در روز اندازه‌گیری آب انجام شد. (شکل ۲*A*) در سالواتی‌یرا کانال اصلی *Gugorrones* با ۶ کانال فرعی کوتاه و ۱۲۰۰ هکتار اراضی کشاورزی انتخاب شد. اندازه‌گیری جریان دو بار در روز در ۴ نقطه از کانال اصلی و ورودی هر فرعی انجام شد. در ۲ کانال فرعی ۴ نقطه اضافی تحت نظارت قرار گرفت. در داخل محدوده این دو فرعی ۱۵ بهره‌بردار انتخاب و مانند کورتازار عمل شد. (شکل ۲*B*)

برای محاسبه نیازهای آبی محصول از بسته نرم‌افزاری *CROPWAT* و محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل از معادله پنمن فونتیه استفاده گردید.

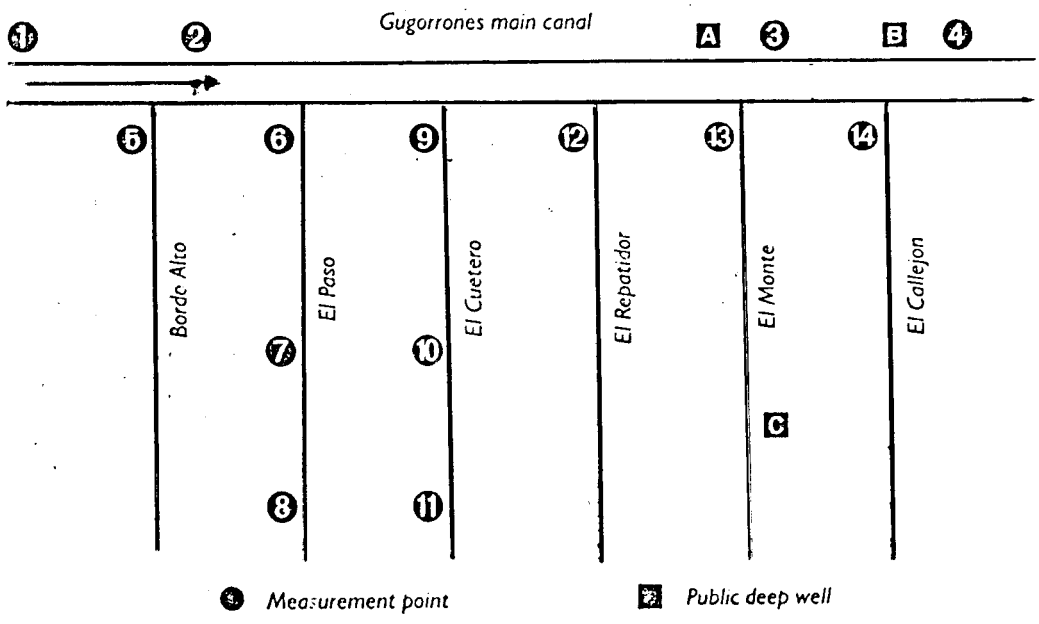
فهرست شاخص‌های مورد استفاده در جدول یک ارائه شده است. شاخص‌های تطبیقی در سطوح بالاتر سیستم مانند بلوک‌ها یا کال ناحیه اندازه‌گیری شده‌اند. شاخص‌های عملیاتی انتخابی به طور اساسی از اهداف مدیریتی ذکر شده در این گزارش پیروی می‌کند و در سطح ناحیه و بلوک محاسبه شدند. اساس نظارت داخلی بر عملکرد بهره‌برداری، مقایسه داده‌های جمع‌آوری شده به وسیله پیمانکاران نهر در سطح مزرعه است.

مجموعه داده‌های اساسی استفاده شده برای محاسبه شاخص‌های عملیاتی در سطح ناحیه و دو بلوک در جدول شماره ۲ آمده است داده‌های کانال آب و چاه‌های عمومی تحت یک واحد بررسی شده‌اند. مقادیر تولید بر حسب محصول معادل داده شده است. برای تابستان گندم و برای زمستان سورگوم محصول معادل هستند. ضمناً در جدول ۲ داده‌های آب و هوائی برای بارندگی و تبخیر و همچنین قیمت‌های سر مزرعه و بازار جهانی جهت محاسبه شاخص‌های با مأخذ کشاورزی ارائه شده‌اند.

شکل (۲A)- معرفی شماتیک آبراهه‌های فرعی و نقاط اندازه‌گیری در بلوک کورتازار



شکل(۲B)- معرفی شماتیک نقاط اندازه‌گیری در کانال اصلی در بلوک سالواتی‌یرا



جدول شماره ۲- مجموعه داده‌های اصلی برای *ARLID* و کورتازار و سالواتی‌یرا در زمستان۹۶-۱۹۹۵ و تابستان ۱۹۹۶

	ناحیه آبیاری آلتوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک سالواتی‌یرا
اراضی ناخالص کشاورزی (هکتار)			
آبیاری با آب سطحی	۷۷۶۹۷	۱۰۹۳۴	۱۲۷۷۵
چاه‌های عمومی	۷۴۲۱	۱۹۶۴	۵۶۵
آبیاری با آب سطحی به علاوه چاه‌های عمومی	۸۵۱۱۸	۱۲۸۹۸	۱۳۳۴۰
چاه‌های خصوصی	۲۷۶۵۴	۵۷۹۶	۲۷۵۳
سطحی و چاه‌های عمومی	**تراکم کشت (درصد)**		
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۷۰	۸۱	۵۰
تابستان ۱۹۹۶	۶۰	۷۱	۵۴
چاه‌های خصوصی			
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۷۵	۸۹	۲۳
تابستان ۱۹۹۶	۹۰	۸۳	۱۳۰
سطحی و چاه‌های عمومی	**محصول اصلی (درصد از جمع کشت شده)**		
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	گندم (۹۲٪)	گندم (۹۴٪)	گندم (۶۸٪)
تابستان ۱۹۹۶	سورگوم (۸۱٪)	سورگوم (۹۰٪)	ذرت (۳۹٪)
چاه‌های خصوصی			
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	گندم (۶۲٪)	گندم (۵۴٪)	گندم (۷۰٪)
تابستان ۱۹۹۶	سورگوم (۸۲٪)	سورگوم (۷۴٪)	ذرت (۵۳٪)
سطحی و چاه‌های عمومی	**تولید (تن در هکتار)**		
معادل گندم، زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۶/۷	۷/۴	۶/۶
معادل ذرت، تابستان ۱۹۹۶	۹/۸	۸/۸	۱۱/۹
چاه‌های خصوصی			
معادل گندم زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۸/۹	۱۱/۱	۷/۲
معادل ذرت تابستان ۱۹۹۶	۹/۶	۱۰/۷	۹/۶
سطحی	**تحویل ناخالص آبیاری (۱۰۰۰مترمکعب)**		
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۶۶۷۴۴۰	۱۰۶۱۲۳	۱۲۳۶۵۱
تابستان ۱۹۹۶	۱۳۹۲۳۶	۲۶۷۴۳	۲۲۲۲۷
چاه‌های خصوصی			
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۱۹۱۳۷۰	۴۲۱۵۶	۵۱۸۲
تابستان ۱۹۹۶	۱۱۱۰۰۲	۲۲۵۸۴	۲۴۶۲۴
	بارندگی (میلی‌متر)		
مجموع زمستان ۹۶-۱۹۹۴	۵۴	۵۳	۵۱
مؤثر زمستان ۹۵-۱۹۹۴	۴۴	۴۲	۴۱
مجموع تابستان ۱۹۹۵	۶۸۳	۷۲۴	۶۷۰
مؤثر تابستان ۱۹۹۵	۵۱۰	۵۲۳	۵۰۶
	تبخیر (میلی‌متر)		
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۹۲۹	۱۰۶۸	۸۲۲
تابستان ۱۹۹۶	۱۰۹۸	۱۲۶۲	۸۹۳
سطحی و چاه‌های عمومی	**نیاز آبی از *CROPWAT* (میلی‌متر)**		
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۵۰۰	۵۱۱	۴۲۸
تابستان ۱۹۹۶	۴۹۷	۵۴۶	۵۰۱
چاه‌های خصوصی			
زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۴۶۷	۴۱۱	۴۱۲
تابستان ۱۹۹۶	۵۰۷	۵۳۶	۵۲۶
	قیمت‌های فروش (دلار هر تن)		
قیمت سرمزرعه، گندم زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۲۴۷	۲۴۵	۲۴۷
قیمت سرمزرعه، سورگوم تابستان ۹۶-۱۹۹۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
قیمت بازار جهانی گندم، زمستان ۹۶-۱۹۹۵	۲۶۲	۲۶۲	۲۶۲
قیمت بازار جهانی، سورگوم تابستان ۱۹۹۶	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵

عملکرد مصرف آب

۵-۱ شاخص‌های تطبیقی یا مقایسه‌ای عملکرد

در جدول شماره ۳ شاخص‌ها تطبیقی یا مقایسه‌ای مربوط به آب برای ناحیه و دو بلوک انتخابی ارائه شده است.

جدول شماره ۳- شاخص‌های تطبیقی مربوطه به آب، (در ناحیه آبیاری آلتوریولرما، و بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا در زمستان ۹۶-۱۹۹۵ و تابستان ۱۹۹۶ (نسبی)

آبیاری سطحی و چاه‌های عمومی	فصل	نوع	ناحیه آبیاری التوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک‌سلواتی‌یرا
نسبت آب تحویلی *RWS*	زمستان ۹۶-۱۹۹۵	واقعی	۲/۴	۲/۱	۴/۴
	تابستان ۱۹۹۶	واقعی	۱/۹	۱/۹	۲/۰
نسبت آبیاری تحویلی *RIS*	زمستان ۹۶-۱۹۹۵	واقعی	۲/۵	۲/۲	۴/۸
	تابستان ۱۹۹۶	واقعی	۰/۰	۱۲/۹	۰/۰
ظرفیت تحویل آب *WDC*	زمستان ۹۶-۱۹۹۵		۴/۶	۱/۱	۲/۲
	تابستان ۱۹۹۶		۵/۶	۱/۳	۲/۶
چاه‌های خصوصی					
نسبت آب تحویلی *RWS*	زمستان ۹۶-۱۹۹۵	واقعی	۲/۱	۲/۱	۲/۱
	تابستان ۱۹۹۶	واقعی	۲/۲	۲/۲	۲/۳
نسبت آبیاری تحویلی *RIS*	زمستان ۹۶-۱۹۹۵	واقعی	۲/۲	۲/۲	۲/۲
	تابستان ۱۹۹۶	واقعی	۰/۰	۲۶/۴	۱۶/۷

۵-۱-۱- *RWS* نسبت آب تحویلی *Relative Water Supply*

RWS برای چاه‌های خصوصی اکثراً پائین‌تر از مقادیر آن برای کانال در فصل زمستان است.

RWS برای چاه‌های خصوصی اکثراً بالاتر از مقادیر آن برای کانال در فصل تابستان است.

به طور کلی *RWS* در اکثر موارد معمولاً بالای ۲ می‌باشد. دلیل اول بالا بودن *RWS* برای چاه‌های خصوصی در تابستان این است که مالکین چاه‌ها برای ریزش باران صبر کرده و آبیاری آنها به دلخواه و هر موقع که بخواهند می‌باشد.

$$RWS = \frac{\text{(کل بارندگی + آبیاری) آب تحویلی}}{\text{کل نیاز محصول در سطح مزرعه}}$$

مخرج کسر شامل تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق غیر مفید - ورودی به زهکش - خالص جریان به آب زیرزمینی است که به دلیل عدم امکان اندازه‌گیری سه مورد اخیر، مقادیر آنها ۵ درصد جمع تقاضای آب برآورد می‌شود.

دلیل دوم این است که به علت کمک مالی دولت (یارانه) در تعرفه انرژی هزینه پمپاژ کمتر از هزینه آب سطحی است. (به جداول ۳ و ۹ مراجعه شود)

۵-۱-۲- *RIS* نسبت آبیاری تحویلی *Relative Water Supply*

$$RIS = \frac{\text{آبیاری تحویلی}}{\text{بارندگی مؤثر - کل تقاضای آبیاری}}$$

بارندگی موثر ۸۰ درصد کل بارندگی است که یکی از سه روش پیشنهادی *CROPWAT* می‌باشد اگر بارندگی مؤثر مساوی نیاز آبی گیاه باشد *RIS* برابر صفر است. بالا بودن مقادیر *RIS* برای فصل زمستان که معمولاً بالای ۲ می‌باشد بیان‌کننده فراوانی آبیاری تحویلی است. برای فصل تابستان مقادیر *RIS* یا خیلی بالا هستند (بالا بودن بارندگی مؤثر و کم بودن تقاضای آبیاری) و یا صفر هستند (بارندگی مؤثر برابر نیاز آبی گیاه). با تغییر روش ۸۰ درصد به روش دفتر احیاء آمریکا مقدار بارندگی مؤثر ۵۰ میلی‌متر افزایش یافت که در نتیجه موجب صفر شدن مقادیر تابستان برای کورتازار شد.

۵-۱-۳- ظرفیت تحویل آب *WDC* *Water Delivery Capacity*

$$WDC = \frac{\text{ظرفیت برای تحویل در زیر سیستم اصلی}}{\text{تقاضای مصرف حداکثر}}$$

این شاخص تعیین کننده توانائی سیستم در تأمین تقاضاهای آب می‌باشد. ارقام این شاخص در جدول ۳ بیانگر ظرفیت کافی کانال‌های اصلی برای آبگیری است که ضمناً علتی برای مقادیر بالای *RWS* می‌باشد.

۵-۲- شاخص‌های عملیاتی عملکرد

۵-۲-۱- تحویل واقعی به تحویل واگذار شده *Actual Supply over Concessioned supply*

جدول شماره ۴ توزیع درصدهای واگذار شده، جمع احجام طراحی شده که باید به بلوک‌ها تحویل شده باشد، و احجام تحویل شده واقعی را در طول فصول زمستان و تابستان نشان می‌دهد.

در مجموع، حجم تحویل‌های واقعی تقریباً با احجام طراحی شده و واگذار شده مطابقت دارد به استثنای بعضی موارد که تحویل‌های واقعی ۵ درصد از احجام تخصیصی بیشتر است.

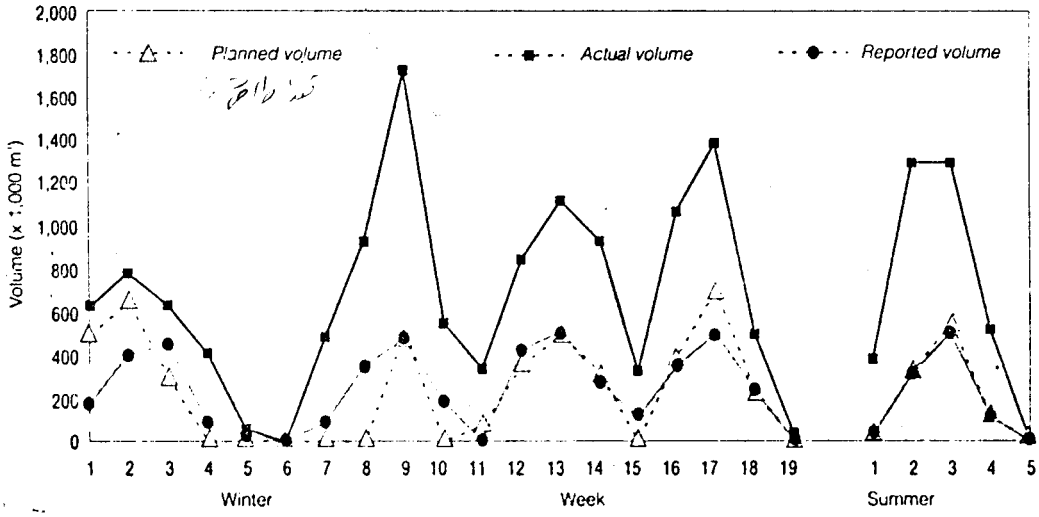
۵-۲-۲- تحویل واقعی به تحویل طراحی شده و گزارش شده *Actual Supply over Planned and reported Supply*

در کانال‌های انتخابی و فرعی‌های هر دو بلوک، آب تحویل شده واقعی، روزانه اندازه‌گیری می‌شود. اشکال ۳*A* و ۳*B* تحویل را برای هر فرعی در کورتازار تجزیه و تحلیل می‌کنند. با توجه به اشکال ارتباط بالای مقادیر طراحی شده و گزارش شده مشخص می‌شود. دلیل آن این است که پیمانکاران نهر در سطح مزرعه و فرعی‌ها احجام را برآورد کرده و اندازه‌گیری نمی‌کنند. مقادیر واقعی تقریباً به طور پیوسته بالاتر از مقادیر طراحی شده می‌باشند این مسئله به‌علت کنترل ضعیف در آبگیرهای فرعی و نقص در قرار دادن مجدد دریچه به دلیل تغییرات ابنیه فنی در نتیجه عمل نگهداری بین فصلی است (هفته ۷ شکل ۳*A*)

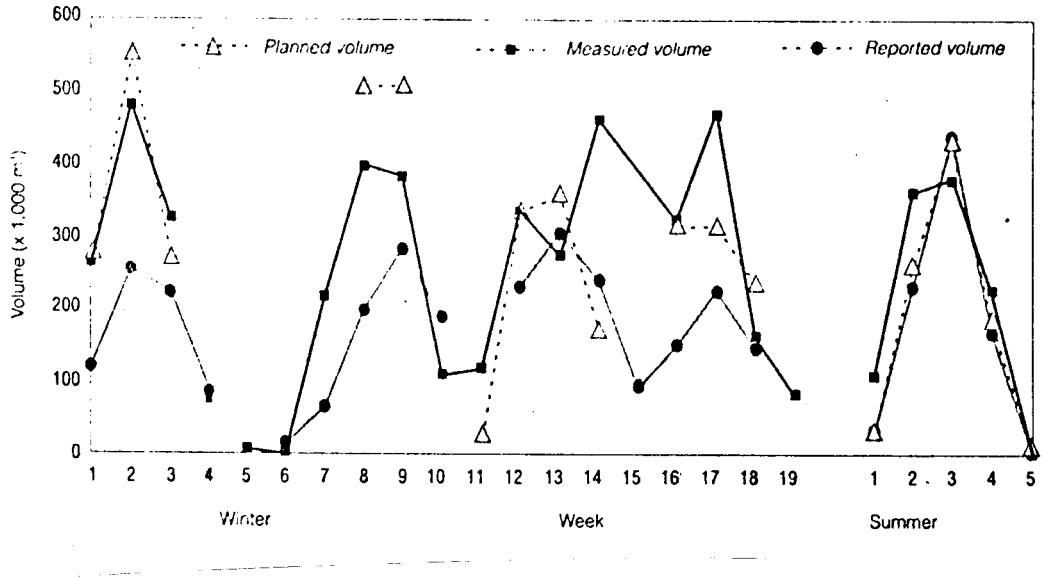
شکل ۳*C* تحویل‌های هفتگی را برای کانال اصلی انتخابی در سالواتی‌یرا نشان می‌دهد. در این بلوک پیوستگی بیشتری بین مقدار اندازه‌گیری شده (واقعی) و طراحی شده وجود دارد که بیان‌کننده کنترل بهتر آب در نقاط آبگیر است. اختلاف زیاد بین مقادیر گزارش شده و اندازه‌گیری شده (واقعی) به علت محاسبه قبلی پیمانکاران نهر در سطح مزرعه است، بنابراین شامل تلفات انتقال در کانال اصلی نمی‌باشد. جدول شماره ۵ نیازهای آبی طراحی شده برای فصل زمستان را در هر بلوک با نیازهای آبی تئوری محصول محاسبه شده به وسیله *CROPWAT* مقایسه می‌کند. برای بلوک کورتازار نسبت نیاز تئوری به طراحی سطح مزرعه با راندمان کاربرد طراحی شده (۷۰٪) مطابقت دارد. راندمان توزیع ۸۵ درصد، راندمان انتقال ۸۰ درصد و راندمان سیستم ۴۸ درصد است. خالی بودن ستون کانال درجه ۲ در سالواتی‌یرا به

دلیل نبود کانال درجه ۲ در این بلوک است ولی نسبت‌ها برای راندمان‌ها یکسان است. اختلاف نیاز آبی تئوری بین دو بلوک به دلیل اختلاف از سطح دریا در نتیجه اختلاف در تبخیر (جدول۲) و اختلاف قابل توجه در طول دوره رشد است. نکته مهم و قابل توجه عدم تمایز نیاز آبی طراحی شده بین محصولات در هر دو بلوک است. نتیجه این عمل اضافه شدن نیاز آبی محاسباتی است مخصوصاً در سالواتی‌یرا با گوناگونی کشت است.

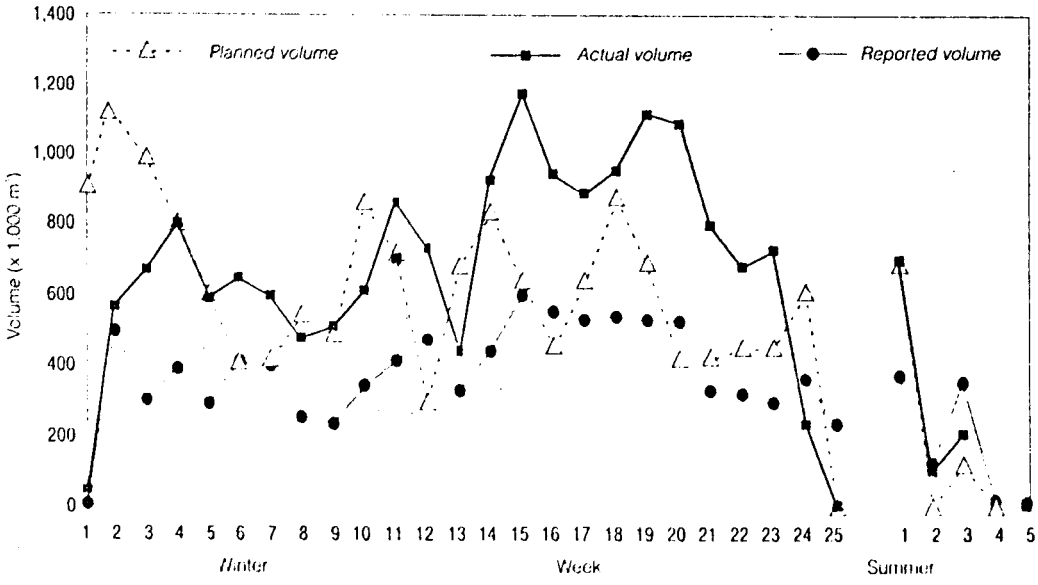
شکل (۳A)- مقدار طراحی شده،مقدار عملی و مقدار گزارش شده از حجم آب کانال فرعی A در بلوک کورتازار در زمستان و تابستان ۹۶-۱۹۹۵



شکل (۳B)- مقدار طراحی شده، عملی و گزارش شده از حجم آب کانال فرعی B در بلوک کورتازار در زمستان و تابستان ۹۶-۱۹۹۵



شکل (۳C)- مقدار طراحی شده، عملی و گزارش شده از حجم آب کانال اصلی در بلوک سالواتی‌یرا در زمستان و تابستان ۹۶-۱۹۹۵



جدول شماره ۴- توزیع احجام واگذار شده، طراحی شده و واقعی بین بلوک‌های ناحیه آلتوریولرما، سال زراعی ۹۶-۱۹۹۵

بلوک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
			احجام واقعی تحویلی به سطح آبیاری شده						
	آب‌واگذار شده‌درصد کل آب	احجام طراحی شده۱۰۰۰ متر مکعب	زمستان میلی‌متر	تابستان میلی‌متر	جمع میلی‌متر	جمع ۱۰۰۰ متر مکعب	درصد نسبت به جمع تحویل واقعی	طراحی شده واقعی درصد	واگذار شده واقعی درصد
بالادست Acambaro	۸	۶۷۸۰۸	۱۸۹۵	۱۶۸	۲۰۶۳	۶۲۸۸۶	۸	۹۳	۹۷
Salvatiera	۱۶	۱۲۵۷۳۵	۱۸۴۶	۳۱۰	۲۱۵۶	۱۴۵۸۷۸	۱۹	۱۱۶	۱۱۵
Jaral	۶	۴۳۲۵۰	۱۲۳۹	۲۶۷	۱۵۰۶	۴۹۷۱۵	۶	۱۱۵	۱۰۳
valle	۱۳	۹۹۲۱۶	۸۶۵	۲۵۹	۱۱۲۴	۹۰۰۵۷	۱۲	۹۱	۹۱
میان‌دست Cortazar	۱۷	۱۳۳۲۷۱	۱۰۱۳	۲۹۱	۱۳۰۴	۱۳۲۸۶۶	۱۷	۱۰۰	۹۸
Salamanca	۱۵	۹۰۱۰۵	۷۹۴	۲۱۲	۱۰۰۶	۹۵۲۰۹	۱۲	۱۰۶	۸۲
Irapuato	۶	۴۴۸۳۴	۱۰۶۵	۲۸۲	۱۳۴۷	۴۵۰۷۲	۶	۱۰۵	۱۰۳
Abasoloand	۱۴	۱۱۱۲۲۲				۱۱۸۲۹۵	۱۵	۱۰۶	۱۰۸
Corratejo*									
پائین‌دست Huanimaro*	۴	۲۶۳۹۲				۳۰۵۳۰	۴	۱۱۶	۱۰۷
جمع	۱۰۰	۷۴۱۸۳۳				۷۷۲۵۰۸	۱۰۰		
متوسط			۱۲۴۵	۲۵۶	۱۵۰۱			۱۰۵	۱۰۱
ضریب تغییر			۴۵۱	۴۹	۴۴۶			۹	۱۰

*داده‌های جداگانه از عمق آب در دسترس نبود.

جدول شماره ۵- نیازهای آبی طراحی شده و محاسبه شده (*CROPWAT*) در بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا، در زمستان ۹۶-۱۹۹۵ (میلی‌متر در فصل)

محصول	(*CROPWAT*)	نیازهای آبی طراحی شده به وسیله بلوک (میلی‌متر در فصل)		
	نیازهای آبی (میلی‌متر)	مزرعه	کانال درجه ۲	کانال اصلی
بلوک کورتازار				
گندم Aconchi	۶۰۷	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
گندم Salamanaca	۵۲۳	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
پیاز	۴۷۷	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
جو	۴۶۶	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
گوجه‌فرنگی	۴۹۳	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
سبزیجات	۳۱۰	۷۷۵	۹۳۰	۱۱۷۵
بلوک سالواتی‌یرا				
گندم Aconchi	۵۸۰	۸۵۰		۱۳۵۰
گندم Salamanaca	۵۰۵	۸۵۰		۱۳۵۰
گوجه‌فرنگی	۵۰۸	۸۵۰		۱۳۵۰
پیاز	۴۷۷	۸۵۰		۱۳۵۰
Chili	۴۷۰	۸۵۰		۱۳۵۰
نخودچی	۴۶۰	۸۵۰		۱۳۵۰
جو	۴۰۹	۸۵۰		۱۳۵۰
حبوب	۳۰۳	۸۵۰		۱۳۵۰
سبزیجات	۲۰۸	۸۵۰		۱۳۵۰

۵-۲-۳- RWS واقعی به RWS طراحی شده و گزارش شده

در جدول ۶ سه نوع RWS با استفاده از تحویل‌های مختلف اندازه‌گیری شده است. نتیجه ارقام این جدول این است که در سالواتی‌یرا مقادیر تحویل واقعی با طراحی شده به صورت نسبتاً خوبی تطابق دارند و فقط کمی بالاتر از گزارش شده هستند. این موضوع دلیل موفقیت مدیریت در پیروی دقیق از طرح آبیاری است البته مقدار RWS واقعی بالاتر از گزارش شده است که دلیل آن اندازه‌گیری مقادیر واقعی در آبگیر بلوک و برآورد مقادیر گزارش شده در سطح مزرعه است. در جدول $7A$ مقادیر RWS واقعی ،طراحی شده و گزارش شده مزارع انتخابی برای دو بلوک محاسبه شده است. در کورتازار تفاوت بین مقادیر کم و با یافته‌ها سطوح بالای سیستم تطابق دارد در سالواتی‌یرا مقادیر همواره بالاتر از کورتازار هستند که آب قابل دسترس بالاتری را تأیید می‌کنند.

اطلاعات مشابهی برای کورتازار و در فصل تابستان در جدول $7B$ آورده شده است و نشان می‌دهد اختلاف بالائی در RWS بین مزارع آبیاری شده با آب سطحی و چاه وجود دارد که متوسط آن به ترتیب ۱/۸ و ۲/۴ می‌باشد.

جدول ۶- مقادیر RWS واقعی به RWS طراحی شده و گزارش شده در ناحیه آلتوریولرما و بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا، در زمستان ۹۶-۱۹۹۵ و تابستان ۱۹۹۶

منبع	فصل	نوع RWS (نسبی)	ناحیه آبیاری آلتوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک سالوتی‌یرا	شاخص	ناحیه آبیاری آلتوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک سالواتی‌یرا
آبیاری سطحی	زمستان	واقعی	۲/۴	۲/۱	۴/۴				
و	۹۶-۱۹۹۵	طراحی‌شده	۲/۵	۲/۴	۳/۳	واقعی‌به‌طراحی	٪۹۶	٪۸۷	٪۱۳۳
		گزارش شده	۱/۶	۱/۵	۲/۰	واقعی‌به‌گزارش	٪۵۱	٪۱۳۷	٪۲۱۸
چاه‌های عمومی	تابستان	واقعی	۱/۹	۱/۹	۲/۰				
	۱۹۹۶	طراحی‌شده	۲/۱	۲/۰	۲/۱	واقعی‌به‌طراحی	٪۹۰	٪۹۲	٪۹۳
		گزارش‌شده	۲/۰	۱/۸	۲/۳	واقعی‌به‌گزارش	٪۹۸	٪۱۰۵	٪۸۴
چاه‌های خصوصی	زمستان	واقعی	۲/۱	۲/۱	۲/۱				
	۹۶-۱۹۹۵	گزارش شده	۱/۸	۲/۰	بدون‌گزارش	واقعی‌به گزارش	٪۱۱۸	٪۱۰۷	
	تابستان	واقعی	۲/۲	۲/۲	۲/۳				
	۱۹۹۶	گزارش‌شده	۱/۳	۲/۲	بدون‌گزارش	واقعی‌به گزارش	٪۱۷۲	٪۱۰۰	

جدول ۷۸ - نسبت آب تحویلی واقعی، طراحی شده و گزارش شده در مزارع انتخابی بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا در زمستان ۹۶-۱۹۹۵

بلوک و مزارع	منابع آبیاری	ارتفاع آبیاری واقعی mm	ارتفاع آبیاری گزارش شده mm	RWS واقعی ۱	RWS طراحی شده ۲	RWS گزارش شده ۳	۱ به ۲ درصد ۴	۱ به ۳ درصد ۵	۲ به ۳ درصد ۶
کورتازار									
۱	سطحی	۸۳۴	۷۲۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱۰۶	۱۱۳	۱۰۷
۲	سطحی	۸۳۲	۷۹۴	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۰
۳	سطحی	۸۹۸	۸۰۳	۱/۶	۱/۴	۱/۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۰۰
۴	سطحی	۹۶۱	۸۱۳	۱/۹	۱/۶	۱/۷	۱۱۹	۱۱۲	۹۴
۵	سطحی	۸۲۵	۷۶۰	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۰
۶	سطحی	۸۴۴	۸۰۱	۱/۷	۱/۶	۱/۶	۱۰۶	۱۰۶	۱۰۰
۷	سطحی	۹۳۱	۷۹۷	۱/۹	۱/۶	۱/۶	۱۱۹	۱۱۹	۱۰۰
۸	سطحی	۱۱۲۲	۷۸۱	۲/۲	۱/۶	۱/۶	۱۳۸	۱۳۸	۱۰۰
۹	سطحی	۱۰۴۰	۱۸۱	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۰
۱۰	سطحی	۱۰۵۷	۸۲۸	۱/۶	۱/۴	۱/۵	۱۱۴	۱۰۷	۹۳
۱۱	سطحی	۱۱۷۷	۷۹۵	۲/۳	۱/۶	۱/۶	۱۴۴	۱۴۴	۱۰۰
۱۲	چاه عمومی	۹۹۴	۷۶۲	۲/۰	۱/۶	۱/۶	۱۲۵	۱۲۵	۱۰۰
۱۳	چاه خصوصی	۹۵۸	-	۱/۷	۱/۴	-	۱۲۱		
۱۴	چاه خصوصی	۸۶۱	-	۱/۵	۱/۴	-	۱۰۷		
۱۵	چاه خصوصی	۹۷۱	-	۲/۰	۱/۶	-	۱۲۵		
متوسط	-	۹۵۴	۷۳۷	۱/۸	۱/۵	۱/۶	۱۱۷		
سالواتی‌یرا									
۱	چاه خصوصی	۱۱۵۱	-	۲/۱	۱/۶	-	۱۳۱		
۲	چاه خصوصی	۱۰۰۷	-	۲/۰	۱/۷	-	۱۱۸		
۳	سطحی	۸۴۳	۹۱۵	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۱۰۰	۹۴	۹۴
۴	چاه خصوصی	۱۱۱۰	۰	۲/۳	۱/۷	-	۱۲۹		
۵	سطحی	۷۳۲	۸۴۶	۳/۱	۳/۵	۳/۵	۸۹	۸۹	۱۰۰
۶	سطحی	۱۱۷۳	۱۲۹۶	۲/۳	۱/۷	۲/۶	۱۳۵	۸۸	۶۵
۷	سطحی	۸۵۸	۰	۲/۳	۲/۳	۰	۱۰۰	-	-
متوسط	-	۹۸۲	۶۱۱	۲/۲	۲/۰	۲/۰	۱۰۸	۹۰	۸۷

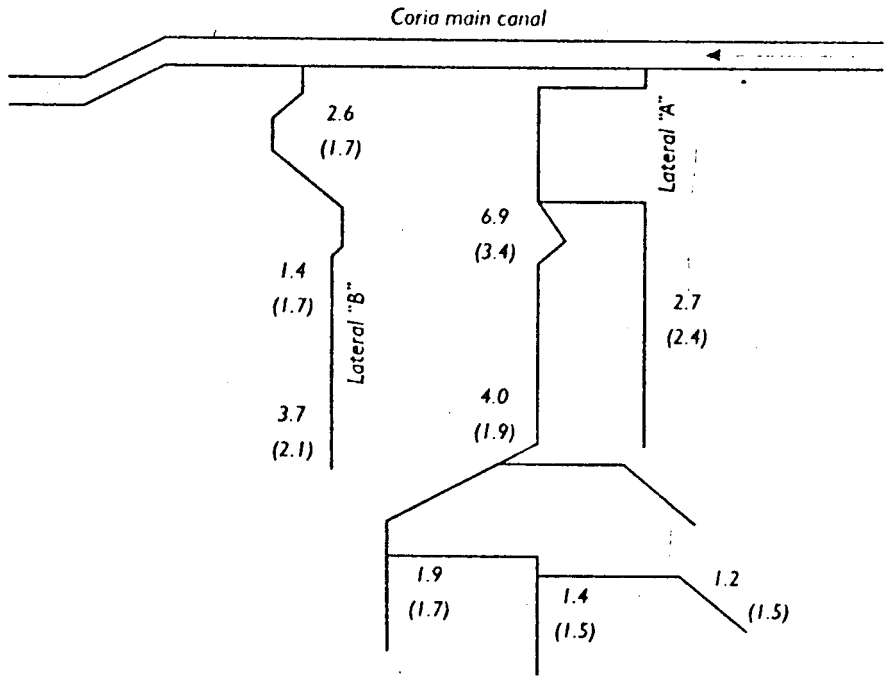
جدول ۷B- مقادیر *RWS* واقعی، طراحی شده، گزارش شده در مزارع انتخابی بلوک کورتازار تابستان ۱۹۹۶

مزرعه	منابع آبیاری	ارتفاع آبیاری واقعی *mm*	ارتفاع آبیاری گزارش شده *mm*	*RWS* واقعی ۱	*RWS* طراحی شده ۲	*RWS* گزارش شده ۳	۱ به ۲ درصد ۴	۱ به ۳ درصد ۵	۲ به ۳ درصد ۶
۱	سطحی	۲۷۴	۰	۱/۹	۱/۸	۱/۲	۱۰۲	۱۳۸	۱۳۵
۲	سطحی	۲۲۵	۱۹۶	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۹۷	۱۰۳	۱۰۶
۳	سطحی	۲۶۹	۲۳۲	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱۰۲	۱۰۴	۱۰۲
۴	سطحی	۴۹۱	۲۵۳	۲/۳	۱/۸	۱/۸	۱۲۵	۱۲۴	۱۰۰
۵	سطحی	۲۱۰	۲۲۸	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۹۶	۹۸	۱۰۲
۶	سطحی	۲۶۰	۲۳۱	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۲
۷	سطحی	۲۰۸	۲۲۹	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۹۶	۹۸	۱۰۲
۸	سطحی	۲۵۳	۲۲۹	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۲
۹	سطحی	۲۵۳	۲۳۱	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۲
متوسط	سطحی	۲۷۱	۲۰۳	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۱۰۲	۱۰۸	۱۰۶
۱۰	چاه	۵۹۹	۲۰۴	۲/۵	۱/۸	۱/۷	۱۳۶	۱۴۳	۱۰۵
۱۱	چاه	۴۳۸	۲۱۶	۲/۲	۱/۸	۱/۷	۱۱۹	-۲۲۴	۱۰۴
۱۲	چاه	۵۹۵	۲۰۷	۲/۴	۱/۸	۱/۷	۱۳۵	۱۴۲	۱۰۵
۱۳	چاه	۶۲۰	۲۸۹	۲/۵	۱/۸	۱/۹	۱۳۸	۱۳۳	۹۶
۱۴	چاه	۷۵۷	۲۱۶	۲/۷	۱/۸	۱/۷	۱۵۲	۱۵۸	۱۰۴
۱۵	چاه	۷۱۹	۲۴۸	۲/۷	۱/۸	۱/۸	۱۴۸	۱۴۸	۱۰۰
۱۶	چاه	۶۳۳	۲۱۵	۲/۵	۱/۸	۱/۷	۱۳۹	۱۴۵	۱۰۴
۱۷	چاه	۶۲۸	۲۱۶	۲/۵	۱/۸	۱/۷	۱۳۹	۱۴۴	۱۰۴
۱۸	چاه	۴۵۶	۲۱۶	۲/۲	۱/۸	۱/۷	۱۲۱	۱۲۶	۱۰۴
۱۹	چاه	۶۹۳	۲۷۸	۲/۶	۱/۸	۱/۹	۱۴۵	۱۴۱	۹۷
۲۰	چاه	۶۹۰	۲۱۶	۲/۰	۱/۸	۱/۴	۱۴۵	۱۵۰	۱۰۴
متوسط	چاه	۶۲۱	۲۲۹	۲/۴	۱/۸	۱/۷	۱۳۸	۱۴۱	۱۰۲
متوسط کل		۴۵۴	۲۱۴	۲/۲	۱/۸	۱/۷	۱۲۱	۱۲۵	۱۰۴

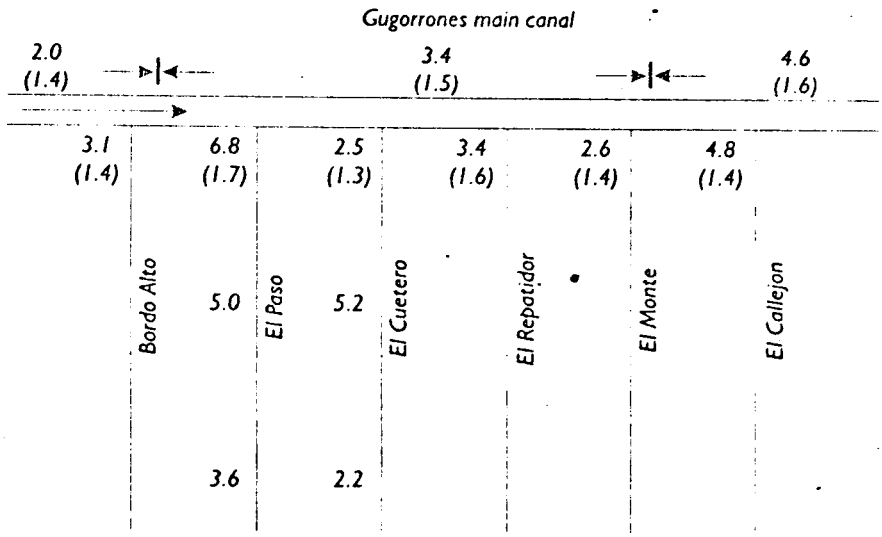
در اشکال ۴*A* و ۴*B* مقادیر *RWS* برای قسمت‌هائی از کانال با عوامل هیدرولیکی یکنواخت به ترتیب در کورتازار و سالواتی‌یرا نشان داده شده‌اند. در فرعی *B* کورتازار و در فصل زمستان پائین دست‌ها آب بیشتری دریافت کرده‌اند. (ارقام بیرون پرانتز) در این کانال همیشه تحویل‌های واقعی بیشتر از طراحی و کشاورزان در سراسر کانال مشکلی برای دریافت آب ندارند که توجیهی برای بالا بودن *RWS* می‌باشد. فرعی *A* بسیار طولانی است و دچار مشکلات فیزیکی بالادست و پائین دست است مقدار بالای ۶/۹ به دلیل موقعیت کانال است که تلفات بسیار بالاست. بطور کلی مقادیر *RWS* برای تابستان (ارقام داخل پرانتز) بسیار کمتر و یکنواختی بیشتری برای همه کشاورزانی که باران مساوی داشته و فقط یک آبیاری انجام داده‌اند وجود دارد.

بر اساس شکل ۴*B* در سالواتی‌یرا توزیع یکنواختی از مقادیر *RWS* وجود ندارد.(ارقام داخل پرانتز مربوط به تابستان است).

شکل (۴*A*)- توزیع فاصله‌ای *RWS* در کانال فرعی منتخب در بلوک کورتازار



شکل (۴B)- توزیع فاصله‌ای مقادیر RWS در کانال اصلی گوگورنس و کانال‌های فرعی آن در بلوک سالواتی‌یرا



Note: Values within parentheses are RWS values, summer season, 1996 while the rest are RS values, winter season, 1995–96.

۶- عملکرد کشاورزی

با توجه به جدول ۲، تولید معادل گندم از ۶/۶ (آبیاری با آب کانال) تا ۱۱/۱ تن در هکتار (آبیاری با آب چاه) متغیر است تولید معادل سورگوم نیز ۱۱/۹ تن در هکتار است بهرجهت تولید نسبت به سایر نواحی مکزیک از سطح بالائی برخوردار است این تحقیق جزئیات عوامل توجیه کننده مقادیر تولید بالا را تجزیه و تحلیل نکرده است ولی وجود خاک‌های حاصل‌خیز، دسترسی قابل ملاحظه به آب سطحی و زیرزمینی، وجود نهاده‌ها با کیفیت بالا از جمله این عوامل است.
در جدول شماره ۸ خلاصه مقادیر شاخص‌های تطبیقی عملکرد مربوط به ستانده‌های کشاورزی در ناحیه و دو بلوک کورتازار و سالواتی‌یرا نشان داده شده‌اند.

۶-۱- *SGVP* در واحد اراضی زیرکشت (دلار هر تن)

ارزش تولیدات در فصل زمستان نزدیک به ۱۸۰۰ دلار در هکتار که البته در کورتازار به دلیل محصولات با ارزش بالاتر و مصرف نهاده‌های بیشتر اندکی بالاتر است. برای فصول مشابه این مقادیر همواره بالاترند که به دلیل کنترل بهتر آب در چاه‌ها و کشت محصولات با ارزش‌تر است. ارزش‌های تابستانی نیز از الگوی مشابهی پیروی می‌کند ولی به دلیل گوناگونی محصول در آبیاری سطحی در سالواتی‌یرا *SGVP* نسبتاً بالاتر است. به هر جهت *SGVP* سالانه در هر سه واحد تقریباً ۲۹۰۰ دلار در هکتار و بین ۲۹۰۰ تا ۴۰۰۰ دلار در هکتار به ترتیب برای آبیاری با آب سطحی و چاه می‌باشد.

۶-۲- *SGVP* در واحد کل اراضی کشاورزی (دلار هر تن)

مقادیر تابستان بسیار کمتر از شاخص قبلی است. پائین بودن تراکم کشت در سالواتی‌یرا یکی از دلائل آن است.

۶-۳- *SGVP* در واحد تحویل آبیاری (دلار هر متر مکعب)

مقدار این شاخص در آبیاری زمستان برای ناحیه - کورتازار - سالواتی‌یرا بـه تـرتیب ۰/۱۶ - ۰/۱۹ و ۰/۰۹ است که دو مورد اول تقریباً دو برابر آخری است این رقم با شاخص بالای *RWS* (۴/۴) جدول شماره ۳ سازگار است در مقایسه با ۱۵ سیستم دیگر صرف‌نظر از مقادیر نسـبتاً بالای *RWS* مقادیر ستانده در واحد تحویل آبیاری *ARLID* در حدود متوسط به بالا برای فصل زمستان است ولی برای آب چاه مقادیر در همه موارد به قدر کافی بالا هستند.

۶-۴- *SGVP* در واحد آب مصرفی (دلار متر مکعب)

به طور کلی این شاخص در فصل زمستان بالاتر از شاخص قبلی به دلیل شامل نشدن تلفات آب می‌باشد برای استاندارد کردن ارزش ناخالص تولید هزینه‌های تولید مزارع انتخابی تحلیل شدند تا درآمد خالص،

هزینه خدمات آب محاسبه شود (جدول ۹). متوسط درآمد خالص تقریباً ۷۵ درصد *SGVP* و از ۷۰ برای آبیاری سطحی تا ۸۳ درصد بـرای چـاه خـصوصی در سـالواتـی‌یرا مـتغیر است. در کورتازار و در زمستان هزینه خدمات آب در همه موارد ۶/۳ درصـد هـزینه کـل و کـمتر از ۳۰ درصد درآمد و در سالواتی‌یرا و در زمستان این مقادیر به ترتیب ۸/۲ و کمتر از ۳ درصد است در تابستان و برای هر دو بلوک با کمی تفاوت همین وضع وجـود دارد جـدول ۹ مـیزان هـزینه و مصرف انرژی را در چاه‌های خصوصی و عمومی هر دو بلوک و در زمستان نشان می‌دهد.

جدول شماره ۸ - شاخص‌ها با مبنای کشاورزی در ناحیه -کورتازار و سالواتی‌یرا زمستان ۹۶-۱۹۹۵ و تابستان ۱۹۹۶

	فصل	منبع آبیاری	ناحیه آلتوریولرما	بلوک کورتازار	بلوک سالواتی‌یرا
SGVP در واحد اراضی زیرکشت دلار در هکتار	زمستان	سطحی	۱۷۵۲	۱۹۴۱	۱۷۴۰
	تابستان		۱۰۲۸	۹۲۱	۱۲۵۳
	کل سال		۲۷۸۰	۲۸۶۲	۲۹۹۳
	زمستان	چاه خصوصی	۲۳۲۰	۲۹۱۲	۱۸۸۷
	تابستان		۱۰۱۰	۱۱۲۳	۱۰۰۵
	کل سال		۳۳۳۰	۴۰۳۵	۲۸۹۲
SGVP در واحد اراضی کشاورزی دلار در هکتار	زمستان	سطحی	۱۲۲۸	۱۵۷۶	۸۷۴
	تابستان		۶۱۲	۶۵۴	۶۴۴
	کل سال		۱۸۴۰	۲۲۳۰	۱۵۱۸
	زمستان	چاه خصوصی	۱۷۳۰	۲۵۷۹	۴۳۱
	تابستان		۹۰۰	۹۲۷	۱۶۲۳
	کل سال		۲۶۳۰	۳۵۰۶	۲۰۵۴
SGVP در واحد تحویل آبیاری دلار در متر مکعب	زمستان	سطحی	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۰۹
	تابستان		۰	۰	۰
	زمستان	چاه خصوصی	۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۲۳
	تابستان		۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۱۸
SGVP در واحد مصرفی دلار در متر مکعب	زمستان	سطحی	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۴۱
	تابستان		۰/۰	۰	۰
	زمستان	چاه خصوصی	۰/۵۰	۰/۷۱	۰/۴۶
	تابستان		۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۱۹

جدول ۹ - متوسط هزینه تعرفه آبیاری و نسبت پمپاژ به هزینه‌های تولید و درآمد کشاورزی مزارع انتخابی در بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا در زمستان ۹۶-۱۹۹۵ و تابستان ۱۹۹۶

	سطح زیرکشت	هزینه تولید (دلار در هکتار)						SGVP و NVP (دلار در هکتار)				هزینه تعرفه یا پمپاژ آب برحسب درصدی از		
		کارگر	نهاده	ماشین‌آلات	تعرفه یا پمپاژ	جمع هزینه	تولید تن هکتار	FG دلار هر تن	SGVP	NVP	جمع هزینه	SGVP	NVP
زمستان کورتازار													
کل ۱۵ = n	۴/۹	۴۰	۲۹۵	۱۶۱	۳۳	۵۳۰	۷/۲	۲۵۳	۱۸۲۱	۱۲۹۰	۶/۳	۱/۸	۲/۶
سطحی ۱۱ = n	۴/۵	۴۷	۲۹۶	۱۶۵	۳۴	۵۴۲	۷/۱	۲۵۵	۱۸۱۴	۱۲۷۲	۶/۳	۱/۹	۲/۷
چاه ۴ = n	۵/۸	۲۲	۲۹۴	۱۵۱	۳۱	۴۹۹	۷	۲۴۸	۱۸۳۸	۱۳۳۹	۶/۳	۱/۷	۲/۳
سالواتی‌یرا													
کل ۶ = n	۳/۰	۳۸	۱۸۹	۱۵۴	۳۴	۴۱۵	۶/۳	۲۸۴	۱۷۹۵	۱۳۸۱	۸/۲	۱/۹	۲/۵
سطحی ۳ = n	۲/۳	۴۷	۱۸۸	۱۴۶	۳۵	۴۱۵	۴/۱	۳۳۰	۱۳۴۱	۹۲۶	۸/۴	۲/۶	۳/۸
چاه ۳ = n	۳/۷	۲۹	۱۹۰	۱۶۲	۳۳	۴۱۵	۸/۶	۲۶۲	۲۲۵۹	۱۸۳۵	۸/۱	۱/۵	۱/۸
تابستان کورتازار													
کل ۲۰ = n	۵/۰	۲۴	۲۰۴	۷۵	۳۷	۳۴۰	۹/۱	۱۳۳	۱۲۱۰	۸۷۱	۱۰۰۸	۳/۰	۴/۲
سطحی ۳ = n	۴/۰	۱۹	۲۰۴	۶۹	۹	۳۰۱	۹/۱	۱۲۸	۱۱۶۸	۸۶۶	۳/۱	۰/۸	۱/۱
چاه ۱۲ = n	۵/۸	۲۸	۲۰۴	۷۹	۵۵	۳۶۵	۹	۱۳۷	۱۲۳۰	۸۶۵	۱۵/۱	۴/۵	۶/۴
سالواتی‌یرا													
کل ۱۳ = n	۲/۴	۹۱	۲۶۷	۱۵۴	۲۲	۵۳۴	۹/۱	۱۳۵	۱۲۲۸	۶۹۴	۴/۲	۱/۸	۳/۲
سطحی ۳ = n	۲/۳	۷۰	۲۵۶	۹۹	۹	۴۳۵	۶/۲	۱۴۹	۹۲۳	۴۸۸	۲/۱	۱/۰	۱/۹
چاه ۱۰ = n	۲/۵	۹۷	۲۷۰	۱۷۳	۲۴	۵۶۴	۱۰/۱	۱۳۰	۱۳۱۵	۷۵۱	۴/۳	۱/۸	۳/۲

توضیح - FG قیمت سرمزرعه

$SGVP$ ارزش ناخالص تولید استاندارد شده

NVP ارزش خالص تولید

وضعیت برای سالواتی‌یرا راه‌های مشابهی با قدری تغییرات بیشتر بین دو نوع منبع آب آبیاری را ارائه می‌نماید. از لحاظ درصدها، هزینه سرویس آب حدود ۸/۲ درصد است، در صورتی که این مقدار کمتر از ۳ درصد درآمد ناخالص کشاورزی است.

در مقایسه با فصل زمستان، مقادیر *SGVP* برای فصل تابستان بسیار پائین‌تر هستند، مخصوصاً برای مزارعی که در سالواتی‌یرا با آبهای سطحی آبیاری شده‌اند. متوسط درآمد خالص به عنوان نسبتی از *SGVP* از ۵/۳ درصد به ۷/۴ درصد تغییر می‌کند. نظر به وجود علف هرز، کشاورزان سالواتی‌یرا به دلیل استفاده از کارگر و ماشین‌آلات برای این مسئله هزینه‌های بسیار بالاتری دارند. مانند فصل زمستان، هزینه آب در مقابل هزینه کل تولید به یک درجه در فصل تابستان پائین‌تر است. فقط برای کشاورزان کورتازار که از آب چاه استفاده می‌کنند استثناء در هزینه آب وجود دارد. سه نفر از کشاورزان نمونه توضیح دادند که در فصل زمستان از آب سطحی برای آبیاری مزارع خود استفاده می‌کردند ولی تصمیم گرفتند که برای محصولات تابستانی خود از مالکین چاه‌ها آب خریداری نمایند. این کشاورزان مبلغ ۸۵ دلار در هکتار برای آب دریافتی خود پرداختند، در مقایسه با متوسط هزینه انرژی که ۱۸ دلار در هکتار بود. (جدول ۱۰).

جدول ۱۰ - هزینه و مصرف انرژی چاه‌های عمیق عمومی و خصوصی در بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا

	زمستان ۹۶-۱۹۹۵					تابستان ۱۹۹۶				
	آب مصرفی *m3/na*	انرژی مصرفی *m3/kwh*	هزینه انرژی دلار/۱۰۰۰*kwh*	هزینه پمپاژ هکتار/دلار	هزینه پمپاژ دلار/۱۰۰۰*m3*	آب مصرفی *m3/ha*	انرژی *m3/kwh*	هزینه دلار/۱۰۰۰*kwh*^{3}	هزینه هکتار/دلار	هزینه دلار/۱۰۰۰*m3*
چاه‌های خصوصی کورتازار (*n* =10)	۹۴۶۰	۶/۵	۱۶/۸۸	۲۴/۵۷	۲/۶۰	۶۲۱۰	۷/۵	۲۲/۰۸	۱۸/۲۸	۲/۹۴
چاه‌های عمومی کورتازار (*n* =20)	۶۱۶۰	۶/۰	۱۶/۸۸	۱۷/۳۳	۲/۸۱	۱۱۴۶۰	۷/۰	۲۲/۰۸	۳۶/۱۵	۳/۱۵
چاه‌های خصوصی سالواتی‌یرا (*n*=10)	۱۰۸۹۳	۶/۶	۱۶/۸۸	۲۷/۸۶	۲/۵۶	۴۰۷۹	۵/۱	۲۲/۰۸	۱۷/۶۹	۴/۳۴
چاه‌های عمومی سالواتی‌یرا (*n*=21)	۹۴۰۰	۵/۰	۱۶/۸۸	۳۱/۷۳	۳/۳۸	۵۴۹۷	۴/۰	۲۲/۰۸	۳۰/۳۴	۵/۵۲
متوسط	۸۹۷۸	۶/۰	۱۶/۸۸	۲۵/۳۷	۲/۸۴	۶۸۱۲	۵/۹	۲۲/۰۸	۲۵/۶۲	۳/۹۹

۷- عملکرد مالی

۷-۱- برگشت ناخالص سرمایه *Gross return on investment*

هزینه ساختمان سیستم توزیع آب با مشخصه‌های *ARLID* حدود ۸۰۰۰ دلار در هکتار برآورد شده است بنابراین با استفاده از شاخص‌های *SGVP* سالانه در واحد اراضی کشاورزی، برگشت ناخالص سرمایه ۲۳-۲۸ و ۱۹ درصد به ترتیب برای ناحیه - کورتازار و سالواتی‌یرا می‌باشد که در مقایسه با گزارش ارقام دو ناحیه مطالعه شده در کلمبیا متناسب است.

۷-۲- خودکفائی مالی *Financial self - Sufficiency*

در جدول شماره ۱۱ محاسبات مربوط به خودکفائی مالی آورده شده‌اند چنین به نظر می‌رسد که میزان خودکفائی برای ناحیه و هر دو بلوک بالاست. ارقام بیان می‌کنند که هزینه‌ها به خوبی تحت کنترل هستند و طرح‌ریزی خوبی در برقراری سطوح آب بهای مورد نیاز برای بهره‌برداری آرام و مناسب از سیستم به عمل آمده است لازم به ذکر است که *WUA* منابع دیگری هم برای اخذ درآمد مانند اجاره ماشین‌آلات یا بهره‌های بانکی دارد که خودکفائی مالی را از ارقام ارائه شده بالاتر خواهد برد.

جدول ۱۱ - خودکفائی مالی ناحیه آبیاری آلتوریولرما و بلوک‌های کورتازار و سالواتی‌یرا در سال ۱۹۹۵ به دلار

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
	هزینه واقعی بهره‌برداری و نگهداری	حقوق‌های یارانه‌دار *	جمع هزینه بهره‌برداری و نگهداری	جمع آب بهای طراحی شده	جمع آب بهای واقعی	خودکفائی		
						با یارانه‌های ۵/۱ درصد	بدون یارانه‌های ۵/۳ درصد	طراحی شده واقعی ۵/۴ درصد
اداره ناحیه *CNA*	۴۲۶۳۳۳	۲۵۹۷۴۰	۶۸۶۰۷۳	۵۵۳۲۴۷	۵۳۵۸۷۰	۱۲۶	۷۸	۹۷
بلوک کورتازار	۳۸۱۹۱۵	۰	۳۸۱۹۱۵	۳۰۰۴۸۱	۴۱۲۹۵۴	۱۰۸	۱۰۸	۱۳۷
بلوک سالواتی‌یرا	۳۶۵۵۵۱	۰	۳۶۵۵۵۱	۲۹۶۷۵۳	۳۳۵۵۴۴	۹۲	۹۲	۱۱۳
کل ناحیه	۲۰۴۶۶۱۴	۲۵۹۷۴۰	۲۳۰۶۳۵۴	۱۸۱۲۷۵۸	۲۲۲۹۱۶۸	۱۰۹	۹۷	۱۲۳

* رقم حقوق یارانه‌دار به وسیله نویسنده برآورد شده است

۸- فایده‌مندی یا اثرات زیست محیطی

برای ارزیابی اثرات زیست محیطی از دو شاخص نوسانات سطوح ایستائی آب و سطوح تبدیل شده به باطلاق و اراضی شور استفاده شده است در مورد شاخص اول مطالعات نشان می‌دهد که نوسانات سطح آب وضعیت نگران‌کننده‌ای دارد با بررسی یک دوره ۵ ساله که در سال ۱۹۹۵ انجام شد سطح آب با نرخ سالانه بین ۲ تا ۵ متر افت کرده است و به عمق متوسطی بیشتر از ۱۰۰ متر رسیده است. در مورد شاخص باتلاقی و شوری هیچ مدرک و موردی که دال بر این موضوع باشد پیدا نشد.

۹- نتایج

بر اساس کاربرد شاخص‌های مقایسه‌ای یا تطبیقی نتایج اصلی عملکرد *ARLID* به صورت خلاصه به شرح زیر است.

- بر اساس مقادیر بالای *RWS* و *RIS* مشخص است که ناحیه در دوره مطالعه در شرایط فراوانی نسبی آب بهره‌برداری شده و برای مدیران تأمین نیاز آبی محصولات با اطمینان خوبی امکان‌پذیر بوده است. با توجه به اینکه مقادیر دو شاخص بالا در سالواتی‌یرا بالای متوسط ناحیه و در کوتازار تا حدی کمتر از متوسط است.
- مقادیر *RWS* و *RIS* دلالت بر مصرف آب بیشتر توسط مالکین چاه‌ها نسبت به استفاده‌کنندگان آب از کانال و به علت پائین بودن هزینه پمپاژ به دلیل وجود یارانه باشد.
- نیازهای آبی محصولات بر اساس یک محصول اصلی محاسبه شده است که منتج به محاسبات آب نسبتاً بالا شده که موجب افزایش مقادیر *RWS* شده است.
- *SGVP* در واحد تحویل آبیاری یا واحد مصرف آب مفاهیم نسبتاً جدیدی بودند و برای محاسبات اطلاعات کافی وجود نداشت که بعضی از پارامترهای آن به وسیله *IWMI* از سایر سیستم‌های جهانی مورد استفاده قرار گرفت ولی به طور کلی مقادیر محاسبه شده بالا بود مخصوصاً برای محصولاتی که از آب چاه استفاده می‌کردند.
- کاهش سفره آب زیرزمینی اثرات منفی در پمپاژ داشت ولی از باتلاقی شدن و شور شدن اراضی موردی مشاهده نشد.

با توجه به دو فرضیه اول این تحقیق، کاربرد شاخص‌های مقایسه‌ای در تمام سطوح اطلاعات خوبی در تفاوت کیفیت عملکرد مدیریت آب بین بلوک‌ها، فصول و منابع ارائه داده است. گرچه اطلاعات تهیه شده وجود گپ‌های پتانسیلی را در سیاست‌های مدیریت آب خاطر نشان می‌کند

(روش محاسبه آب آبیاری) و به طور کلی نتایج ارزیابی بر اساس شاخص‌های مقایسه‌ای حاکی از موارد زیر است:

۱-مدیریت آبیاری تحت شرائط فراوانی نسبی آب موجود

۲-بالا بودن ارتفاعات آبیاری طراحی شده نسبت به نیاز واقعی محصول

۳-مساعد بودن ستانده‌های اقتصادی در واحد آب و زمین در مقایسه با سایر نواحی آبیاری

۴-دریافت کامل هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

۵-بهره‌برداری خارج از اندازه سفره‌های آب زیرزمینی

نتایج اصلی عملکرد بر اساس شاخص‌های عملیاتی به شرح زیر است.

- شاخص اعتمادپذیری نشان می‌دهد که تخصیص واقعی آب آبیاری با مقادیر پیش‌بینی و واگذار شده مطابقت دارد که دلیل بر آگاهی *WUA* از میزان تحویل آب در شروع فصل است.
- شاخص‌های انعطاف‌پذیری و به موقع بودن نشان‌دهنده کفایت پیش‌بینی زمان دوره‌های آبیاری است که کمیته هیدرولیک در آن نقش دارد.
- توزیع فاصله‌ای *RWS* - تفاوت *RWS* در امتداد کانال‌ها ارتباط زیادی به کشاورز ندارد و اندازه‌گیری‌های روزانه دلیل دستیابی همه کشاورزان به آب کافی مورد نیاز محصول است. تغییرات در توزیع فاصله *RWS* دلیل عدم اهمیت موقعیت بهره‌بردار (بالادست - میان دست- پایین‌دست) است.
- در مورد شاخص کفایت، اندازه‌گیری جریان در سطح مزرعه دلالت بر کفایت بالای تأمین آب در سطح مزرعه دارد.

به طور کلی کاربرد این شاخص‌ها در فرآیندها و پویایی مدیریت سیستم آگاهی خوبی ارائه کرده است تخصیص واقعی در سطح ناحیه به احجام واگذاری بلوک‌ها نزدیک هستند. هرچند مشکلاتی در بهنگامی و فاصله توزیع آب در کانال‌ها وجود دارد و بهرجهت در تمام سطوح تحویل آبیاری واقعی بالاتر از طراحی و گزارش شده هستند.

- از نظر مقایسه، هرچند که شاخص‌های مقایسه‌ای و عملیاتی مکمل یکدیگرند ولی بکارگیری شاخص‌های عملیاتی در درک مفاهیم بهتری از مدیریت آبیاری پویا و فرایند در *ARLID* مفید بوده است و از طرفی نتایج کاربرد شاخص‌های مقایسه‌ای صرف زمان کمتر و منابع متمرکز است ضمن اینکه مشخص شد پیچیده‌تر از آن چیزی است که مورد انتظار بوده است که دلیل آن پیچیدگی در جمع‌آوری و جمع‌بندی داده‌ها در سطوح پائین‌تر سیستم برای کنترل کلی داده‌های جمع شده در سطح ناحیه است.

۱۰ - تعریف شاخص‌های تطبیقی

۱- نسبت آب تحویلی *Relative Water Supply*

مخفف این شاخص *RWS* است و عبارت است از کل آب تحویلی به کل نیاز محصول در سطح مزرعه

$$RWS = \frac{\text{(کل بارندگی + آبیاری) آب تحویلی}}{\text{کل نیاز محصول در سطح مزرعه}}$$

مخرج کسر شامل مجموع، تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق غیرمفید، ورودی به زهکش‌ها و جریان خالص به آب زیرزمینی می‌باشد. *RWS* یک شاخص بدون بعد است. تبخیر و تعرق یا آب مصرفی گیاه به وسیله روش *CROPWAT* مربوط به *FAO* محاسبه می‌شود. این عامل تغییرپذیر ابزار نیرومندی برای تجزیه و تحلیل اجزاء مدیریت و عکس‌العمل کشاورزان به اعتمادپذیری آب دریافتی است. *(Levine 1982)*

۲- نسبت آبیاری تحویلی *Relative Irrigation Supply*

مخفف این شاخص *RIS* و عبارت است از مقادیر آبیاری تحویلی به تقاضای آبیاری در سطح مزرعه

$$RIS = \frac{\text{آبیاری تحویلی}}{\text{تقاضای آبیاری در سطح مزرعه}}$$

مخرج کسر شامل تقاضای محصول بدون محاسبه بارندگی مؤثر می‌باشد.

۳- ظرفیت تحویل آب *Water Delivery Capacity*

$$WDC = \frac{\text{ظرفیت تحویل در زیر سیستم اصلی}}{\text{تقاضای مصرف حداکثر}}$$

۴- تولید در سطح زیر کشت (دلار در هکتار) *Production Per Cropped Area*

عبارت است از:

$$SGVP = \frac{\text{ارزش ناخالص استاندارد شده تولید}}{\text{سطح زیر کشت آبیاری}}$$

۵- **تولید در واحد اراضی کشاورزی (دلار در هکتار)** ***Production Per command***

عبارت است از: $\frac{\text{ارزش ناخالص استاندارد شده تولید } (SGVP)}{\text{اراضی کشاورزی}}$

۶- **تولید در واحد تحویل آبیاری (دلار در متر مکعب)** ***Production Per Unit Irrigation Supply***

عبارت است از: $\frac{\text{ارزش ناخالص استاندارد شده تولید } (SGVP)}{\text{تحویل آبیاری}}$

۷- **تولید در واحد آب مصرفی (دلار در متر مکعب)** ***Production Per Unit of Water Consumed***

عبارت است از: $\frac{\text{ارزش ناخالص استاندارد شده تولید } (SGVP)}{\text{حجم آب مصرفی}}$

مخرج کسر شامل ET، ET غیر مفید، تلفات به زهکش‌ها می‌باشد.

۸- **برگشت ناخالص سرمایه‌گذاری** ***Gross Return on investment (%)***

عبارت است از: $\frac{\text{ارزش ناخالص استاندارد شده تولید } (SGVP)}{\text{هزینه ساختمان‌های زیربنائی آبیاری}}$

هزینه سیستم توزیع ارتباط پیدا می‌کند با برآورد هزینه جاری ساختمان‌ها برای سیستم تحویل معادل

۹- **خودکفائی** ***Financial self Sufficiency (%)***

عبارت است از: $\frac{\text{هزینه خدمات آب}}{\text{هزینه نگهداری و بهره‌برداری}}$

هزینه خدمات آب درآمدهای پتانسیل همه نوع آب‌بهاء مربوط به خدمات آب را شامل می‌شود و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری مبتنی بر محاسبات بنگاه یا WUA هر کدام که مقتضی است می‌باشد.

جائی که نگهداری و بهره‌برداری به وسیله کشاورزان فردی یا جمعی انجام می‌شود، هزینه‌ها باید به عدد و رقم تعیین و مشخص شوند.