

چارچوب ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

عباس قاهری^۱

۱- ضرورت ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی

باتوجه به ناکامی ظاهری بسیاری از پروژه‌های آبیاری و زهکشی علیرغم نقش مهمی که آبیاری و زهکشی در دنیا، در سیاست‌های توسعه کشاورزی پایدار دارد و یا حداقل عملکرد ضعیفی که غالب آنها داشته‌اند، سازمانها، دانشگاه‌ها، ارگان‌های مختلف تحقیقاتی بین‌المللی سالهای است برآاند تا علل این شکست‌ها را دریافته و درمانی برای آن پیشنهاد نمایند.

برای تبیین موضع در این نوشتار بخش‌هایی از مقاله «نگرشی به لزوم ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و نحوه دستیابی به آن» که توسط کمیته ملی آبیاری و زهکشی، گروه کاری ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی ارائه شده است نقل می‌گردد. مقدمه‌ای که بر این مقاله آمده است چنین است.

کشاورزی فاریاب در مقابل کشت دیم می‌تواند با طراحی و اجرای صحیح - بهره‌برداری و نگهداری منطقی از تأسیسات آبیاری تولیدات کشاورزی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. بنابراین نقش آبیاری در تأمین غذای جمعیت روزافزون کره زمین در جهانی که جمعیت آن با رشد زیادی در حال افزایش است کاملاً مشهود است. این واقعیت نیز آشکار است که اکثریت پروژه‌های آبیاری اجرا شده در دنیا در سطحی که در طراحی پیش‌بینی شده عمل نکرده و بسیاری از آنها با شکست مواجه شده‌اند و در بعضی مواقع با عملکرد نامطلوب موجبات تخریب اراضی کشاورزی را در اثر ماندابی یا شور شدن فراهم آورده‌اند. با بررسیهای انجام شده در سطح جهانی علل عدم موفقیت این پروژه‌ها عمدتاً در مدیریت ضعیف، طراحی و اجرای ناصحیح، بهره‌برداری و نگهداری غیرکافی و ناصحیح بوده است.

به تجربه ثابت شده است که اصولاً مدیریت سیستم‌های آبیاری و زهکشی مشکل‌تر از آنست که تصور می‌شود. گردهمایی‌ها، کارگاه‌ها، کنفرانس‌ها و سیمنارهای متعددی برای بررسی علل عدم موفقیت پروژه‌های آبیاری و زهکشی برگزار شده و سازمانهای مختلف بین‌المللی با انجام مطالعات موردی متعدد، سعی بر شناسایی نارسانی‌ها و ارائه توصیه‌های فنی و مدیریتی نموده‌اند. در این زمینه گزارشات، مقالات و کتب فراوانی منتشر شده است.

در پروژه‌های آبیاری و زهکشی منابع طبیعی و مالی عوامل اصلی تعیین‌کننده "وسعت کار، دقت طراحی،

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، کارشناس ارشد مهندسین مشارک آبسو و عضو گروه کار ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

نوع مصالح انتخابی، پیشرفته بودن روش، و میزان اعتماد به عملکرد پروزه^{*} می‌باشد. بنابراین عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی که بستگی به طراحی، مصالح بکار رفته و مدیریت بهره‌برداری سیستم دارد متأثر از کمیت منابع طبیعی و مالی می‌باشد. بدین لحاظ اهمیت عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و ضرورت در اختیار داشتن روش و وسیله‌ای برای ارزیابی عملکرد نیز وابسته به منابع مالی و فراوانی منابع طبیعی است، از این‌رو میزان توجه کشورهای مختلف به عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و تلاش برای بدست آوردن معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم متفاوت است.

شاید در نقاطی از جهان که منابع آب، محدود‌کننده فعالیت‌های اقتصادی نیست و یا در نقاطی که هنوز توسعه در ظرفیت منابع را پیدا نکرده‌اند درحال حاضر این ضرورت احساس نشود. لیکن باید توجه داشت که این مسئله از ضرورتهای پنهان در اینگونه مناطق است و در آینده با بروز مسائل و مضلاتی ضرورت خود را نشان خواهد داد. برای تبیین این موضوع بعنوان مثال: ضرورت کنترل تولید آلاینده‌های هوای ایجاد فضای سبز مناسب با توسعه مناطق مسکونی، کنترل جمعیت و نظائر آن در مقاطعی از زمان مورد نیاز نبوده ولی پس از گذشت زمان با بروز آثار نامطلوب، ضرورت خود را آشکار ساخته است.

اصولاً اگر اجرای یک پروژه آبیاری و زهکشی لازم باشد و متولیان امر در سرمایه‌گذاری برای انجام آن موافقت نمایند بالطبع عملکرد مطلوب آن نیز باید مورد توجه و مدنظر قرار گیرد. متأسفانه در اکثر پروژه‌ها اتمام عملیات اجرایی زمان خاتمه توجهات به آن پروژه است. در ایران بخصوص در طول زمان طراحی اینگونه پروژه‌ها با ایجاد دفاتر مختلف، کنترل‌های شدیدی بر مبانی و اصول طراحی می‌شود که بعلت تعدد نقاط کنترل و کارشناسان مربوطه و اختلاف نظرهایی که گاهآما منجر به اتخاذ تصمیم‌های غلط می‌شود باعث طولانی شدن زمان طراحی و بعض‌آ زمان اجرا شده و از این بابت زیانهای قابل توجهی حاصل گردیده است. تمام این توجهات و دقت‌ها فقط به دوران طراحی محدود گشته و اجرای طرح با نظارت و دقت کمتری انجام می‌گیرد و چشمها پس از اجرای پروژه تقریباً بسته می‌شوند. بنابراین با توجه به مراتب ذکر شده تا اینجا ضرورت انجام اقداماتی پس از اتمام اجرای پروژه و شروع بهره‌برداری کاملاً احساس می‌گردد. این اقدامات عمدتاً توجه به بهره‌برداری - نگهداری - ارزیابی عملکرد سیستم و انجام تمهیدات اصلاحی می‌باشد. زیرا آنچه که بر روی نقشه‌ها نقش بسته و فرمولهایی که بر روی گزارشات آمده و مشخصاتی را برای پروژه دیکته نموده است ممکن است در عمل انتظاراتی را که بر اساس آنها طراحی انجام شده، برآورده نکند. اینجاست که در بسیاری مواقع از مدل‌های فیزیکی، قبل از اجرای پروژه‌ها استمداد می‌شود. در پروژه‌های آبیاری و زهکشی که مطالعات بر روی مدل‌های فیزیکی بدلاًل هزینه زیاد، وقت‌گیری و یا عدم امکان شیوه‌سازی دینامیکی امکان‌پذیر نیست انجام امور و اقدامات اصلاحی براساس مشاهدات بعد از اجرا می‌تواند به افزایش کارآیی و بازدهی پروژه کمک نماید.

در بخش دیگری از مقاله کندوکاوهای جهانی در این زمینه آمده است که ذیلاً نقل گردیده است.

۲- کندوکاوهای جهانی در زمینه لزوم ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

سازمان خواروبار جهانی در سال ۱۹۸۳ با تشکیل گروههای تخصصی، عملکرد سیستم‌های آبیاری را

بررسی نموده و نسبت به تهیه راهنمایی که روشهای ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری را نشان داده و مسائل و معضلات آنرا شناسایی و راه حلهای برای رفع آنها پیشنهاد کند اقدام نموده است. در این همایش مشورتی که در دفتر مرکزی FAO در رم برگزار شد تجزیه و تحلیل و شناسایی علل عدم موفقیت‌ها بعنوان روش کار مورد عمل قرار گرفت. همچنین در این استراتژی سیستم‌های آبیاری بعنوان یک سیستم فنی - اجتماعی با ابعاد تکنولوژیکی، کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی و تشکیلاتی محسوب شده و نقش مشارکت کشاورزان در بهره‌برداری و نگهداری از عوامل مهم تلقی گردید. در سال ۱۹۸۴ و ۱۹۸۹ نیز متعاقباً گروههای فوق در این زمینه فعالیت داشته‌اند.

در همایشی که در سال ۱۹۸۹ بوسیله سازمان خواروبار جهانی تشکیل گردید مسائل متعددی از جمله مدیریت - بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های آبیاری و زهکشی مورد بحث قرار گرفت که در اینجا به فرازهایی از توابع حاصله از آن همایش در ارتباط با این قسمت از مقاله اشاره می‌گردد.

-۱ سازمان اجرایی آبیاری مسئولیت تحويل به موقع، کافی و یکسان آب برای آبیاری و نگهداری تأسیسات آبیاری و زهکشی در شرایط خوب را بعده دارد. غالباً عوامل محدودکننده‌ای مانع انجام کامل وظائف این سازمانها می‌گردد که منابع اختصاص داده شده غیرکافی برای راهبری و نگهداری از لحاظ نیروی انسانی و مالی و کم‌اهمیت نمودن دستگاههای نگهداری و راهبری در این سازمانها را می‌توان از جمله این عوامل به حساب آورد.

-۲ سازمانهای کشاورزی عهده‌دار مسئولیت راهبردی و راهنمایی کشاورزان در بهینه کردن تولید محصولات کشاورزی می‌باشند، همچنین مسئولیت کمک‌رسانی در تأمین داده‌های موردنیاز کشاورزان با نظارت و ارزیابی عملکرد سیستم تولید محصولات کشاورزی فاریاب و بوجود آوردن و بهبود بخشیدن روشهای تولیدات کشاورزی را بعده دارند.

عواملی که معمولاً فعالیت مؤثر سازمانهای کشاورزی را محدود می‌کنند غالباً عدم کفایت دانش تکنولوژیکی و ناکافی بودن قابلیت و انگیزه‌های کارگزاران کشاورزی می‌باشد که در نهایت منجر به عدم اعتقاد و اعتماد کشاورزان به این سازمانها و درنتیجه همکاری نکردن با آنهاست. در این خصوص فقدان همکاری زارعین با این سازمانها در برقرار نمودن یک الگوی کشت فصلی مناسب و نظارت و توصیه به زارعین برای استفاده صحیح از آب مصرفی مشاهده می‌شود.

-۳ مهمترین عامل در یک سیستم تولید، کشاورز است که با کمک تأمین‌کنندگان آب و سایر عوامل تولید، مسئول تولید محصولات کشاورزی است. بنابراین مهارت‌ها و دانش او به همان اندازه که دسترسی او به نیازهای کشاورزی تعیین‌کننده فعالیت‌های داخل مزرعه و سطح تولیدات است مؤثر می‌باشد.

-۴ برای تضمین تأمین مناسب آب مورد نیاز کشاورزان، پس از دریافت آب از آبگیرهای جمعی، ایجاد نوعی تشکیلات (گروههای کشاورز) توسط زارعین ضروریست. از این فراتر، این گروه ممکن است در یک سیستم عهده‌دار مسئولیت بزرگتری در راهبری و نگهداری حداقل بخش‌هایی از سیستم باشند. تلاش‌هایی که در ایجاد این تشکل‌ها شده است بعلت محدودیت‌هایی که در دستیابی به عملکرد پایدار وجود داشته در تمام موارد فوق نبوده است.

در اینجا تعدادی از نتایج و توصیه‌های همایش ۱۹۸۹ سازمان خواروبار جهانی که لزوم ارزیابی سیستمهای آبیاری و زمکشی را تبیین می‌کند آورده می‌شود.

- ۱ در سالهای اخیر توسعه اراضی فاریاب در بیشتر کشورها بطور شگفت‌انگیزی کاهش داشته است. این واقعیت نشان می‌دهد که عملکرد مؤثر و مفید سیستم‌های موجود در تأمین امنیت غذایی ناحیه‌ای و ملی مایوس کننده بوده است. دلایل متفاوتی برای توجیه این مطلب وجود دارد، لیکن چنین برآورده است. استنباطهایی فاقد اطلاعات قابل اعتماد کمی و کیفی برای ارزیابی سیستماتیک عملکرد سیستم‌های آبیاری بوده است.
- ۲ عموماً مشاهده شده که عملکرد سیستم‌های آبیاری با گذشت زمان کاهش می‌یابد. بنابراین قبل از افت عملکرد آبیاری، یک برنامه منظم ارزیابی عملکرد لازم خواهد بود تا بطور ادواری و مرتب عملکرد سیستم را ارزیابی نماید.
- ۳ توجه کمتری که سازمان‌های آبیاری در مقابل فعالیت‌های ساختمانی و طراحی به راهبری و نگهداری داشته‌اند را می‌توان بعنوان یکی از دلائل عدم وجود یک برنامه ارزیابی سیستماتیک مؤثر از عملکرد سیستم آبیاری دانست.
- ۴ برای دستیابی به ساختار یک روش مؤثر برای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری، لازم است یک چارچوب مناسب در ابتدای هر بررسی عملکرد بوجود آید که بتواند هدف، نماد و تیپ ارزیابی موردنیاز را تعریف نماید.
- ۵ اولین وظیفه‌ای که سیستم آبیاری انجام می‌دهد انشعاب و توزیع آب برای آبیاری است. آب توزیع شده به‌نوبه خود در تولید محصولات کشاورزی مؤثر است که این دو میان عملی است که سیستم انجام می‌دهد. تولید محصولات کشاورزی نیز منافع کشاورزان را تأمین می‌کند و رفاه جامعه روستایی را افزایش می‌دهد و ممکن است در مقیاس ملی هدفهای کلان اقتصادی را ارضاء نماید. بنابراین بسته به هدفی که از ایجاد یک سیستم آبیاری درنظر است، مجموعه متفاوتی از شاخص‌ها و روش‌ها برای ارزیابی عملکرد سیستم مفید خواهد بود.
- ۶ سه نوع متمایز ارزیابی عملکرد می‌توان مشخص نمود.
 - ارزیابی عملکرد راهبری که با سیستم نظارت و تحلیل مسائل تولید و نیاز آب مربوط می‌گردد.
 - ارزیابی عملکرد اثر بخشی دخالت‌ها و نظارت‌ها که مربوط است به میزان اثر بخشی برنامه‌های نظارت و راهنمایی در بهبود سیستم‌های آبیاری
 - ارزیابی پایداری که باید به‌نحوی انجام شود که نظاره‌گر روند تغییرات کیفی خدمات آبیاری، روند تغییرات تولید محصولات کشاورزی و تغییرات عوامل محیطی باشد.
- ۷ ارزیابی عملکرد به کارکرد سیستم یا اجزاء خاصی از سیستم مربوط می‌گردد. در یک مجموعه مدیریتی مانند آبیاری، ارزیابی عملکرد به عمل نمودن مؤلفه‌های مختلف سازمانی و ارزیابی عملکرد مؤلفه‌های سیستم بر می‌گردد. در مجموعه مدیریتی آبیاری ممکن است چهار مؤلفه سازمانی به شرح

زیر مشخص نمود.

- خدمات آبیاری

- خدمات کشاورزی

- زارع

- گروه زارعین (انجمن مصرف‌کنندگان آب WUA)

-۸ تعریف روش‌های نظارت و ارزیابی عملکرد سیستم وسیله مهمی را برای بهبود و پایداری عملکرد سیستم آبیاری تأمین خواهد کرد.

-۹ برای جلوگیری از کاهش عملکرد سیستم آبیاری، کسب هشدارهای قبلی از خطرات محیطی و برای بهبود سطح تولید و پایداری آن، تبیین یک سیستم نظارت و ارزیابی عملکرد مناسب از سیستم موردنیاز است.

-۱۰ مطالعات بیشتری برای بوجود آوردن روش‌های عملی و مؤثر در ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری برای هر نوع فعالیت مشخص احتیاج خواهد بود.

-۱۱ بازخورد کافی از ارزیابی عملکرد سیستم ممکن است توجهات را به اهمیت راهبری و نگهداری سیستم جلب نموده و منابع بیشتر و نیروی انسانی فراتری را به این مورد که به آن بهای کمی داده شده است اختصاص دهد.

-۱۲ در کلیه سیاستهای بهبود آبیاری باید برای هر دو عامل (۱) سازه‌های جدید و (۲) برنامه‌های بهبود و بازسازی، سیاست‌های ارزیابی عملکرد وجود داشته باشد.

-۱۳ مبانی فنی ارزیابی عملکرد سیستم باید براساس وظائف سیستم انتخاب گردد. بنابراین یک سیستم آبیاری می‌تواند یک سیستم انتقال و توزیع آب، یک سیستم تولید محصول، یک سیستم اقتصادی و یا یک سیستم اجتماعی محسوب گردد که هر کدام نیاز به یک مجموعه مبانی فنی خاص خود را دارند تا بتوانند به نحو مطلوبی وظایف و فعالیتهای سیستم را ارزیابی نمایند.

-۱۴ جمع‌بندی نظر بررسی کنندگان درمورد مبانی فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های انتقال و توزیع آب متفقاً مبتنی بر اصول تکافوی آب، تساوی حقوق، تحويل به موقع آب، قابل پیش‌بینی بودن و انعطاف‌پذیری می‌باشد.

-۱۵ احساس شده است که زارعین و گروههای مصرف‌کنندگان آب باید نقش مهمتری را در بکارگیری سیستم‌های آبیاری ایفا نمایند تا عملکرد سیستم افزایش یابد.

-۱۶ مشارکت وسیع‌تر زارعین در تمام مراحل برنامه‌ریزی، اجرای پروژه و کاربری سیستم این امکان را بوجود می‌آورد که مسئولیت بیشتری در راهبری و نگهداری سیستم بعده زارعین قرار داده شود.

-۱۷ ایجاد و ارتقاء دانش گروه مصرف‌کنندگان آب (WUA) و انتقال بخشی از مسئولیت‌های راهبری و نگهداری شبکه درجه ۳ به این گروه سیاستی است که از طرف دولتهای متعددی برای بهبود سیستم راهبری و افزایش منابع برای راهبری و نگهداری پذیرفته شده است.

براساس این احساس نیاز به ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و توجه به منافع حاصل از بازخورد نتایج ارزیابی در مدیریت و راهبری سیستم و همچنین اصلاح مبانی طراحی بر مبنای شاخص‌های

از زیبی شده در طرحهای آتی، گروه کاری "ارزیابی سیستم‌های آبیاری و زهکشی" کمیته ملی آبیاری و زهکشی در حال تهیه دستورالعملی است که با بکار بردن آن، مؤلفه‌های مختلف طرحها، ارزیابی گردیده و علی مرتفعیت و یا عدم موقیت طرحها شناسایی می‌شود.

در این مقاله با بهره‌گیری از مطالعاتی که در این خصوص توسط سازمانهای بین‌المللی و محققین این رشته انجام شده و با درنظر گرفتن شرایط و موقعیت پژوهه‌های آبیاری و زهکشی کشور نحوه ارزیابی عملکرد این پژوهه‌ها در ایران تشرییع گردیده است.

گر به انتشارات ادواری مربوط به کشاورزی آبیاری و زهکشی توجه شود و برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های متولیان این امور را مرور کنیم ملاحظه می‌شود که اکنون همه دست‌اندرکاران حکومتی، تحقیقاتی، علمی، اقتصادی و اجتماعی و سیاسی بر لزوم نظارت و مانیتورینگ عملکرد پژوهه‌های آبیاری و زهکشی پی برده‌اند. دیگر اصل روانی آب و سطح افقی آن نباید بر بهره‌برداری، طراحی و اجرای پژوهه‌های آبیاری و زهکشی حاکم باشد، بلکه باید با استفاده از نتایج عملکرد پژوهه‌های آبیاری و زهکشی مراحل مختلف مطالعاتی، طراحی، اجرا، مدیریت بهره‌برداری و نگهداری و با آموزش و تربیت مدیران و بهره‌برداران برخوردار از داشت و فن مدیریت و آبیاری و زهکشی هدفهای زیر را تحقق بخشد.

الف - پژوهه‌های آبیاری و زهکشی را با خاتمه مراحل طراحی - اجرا و شروع بهره‌برداری تمام شده تلقی ننموده و با ارزیابی عملکرد آنها با اصلاحات فیزیکی و مدیریتی بهره‌وری آنها را بهینه نمود.

ب - با به کار بردن نتایج ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی موردهای بهره‌برداری و شناخت علی عدم موقیت آنها در پژوهه‌های جدید و آینده از بروز مشکلات مشابه و تکرار خطاهای جلوگیری نمود.

ج - سیستم‌های آبیاری و زهکشی بسیار پیچیده هستند. مؤلفه‌های بسیار متنوع آنها، فرایندهای ناشناخته و پیچیده هیدرولیکی، مشکلات تکنولوژیکی در مشابه سازی سازه‌های موردنیاز به لحاظ هیدرولیکی و کاربردی بودن آنها و دهها مسئله درگیر مانع آن است که به عملکرد واقعی آنها از پیش پی برد. به عنوان یک اصل باید پذیریم که این سیستم‌ها ذاتاً با عملکرد ضعیف روی رو خواهند بود و باید این ضعف را با شناخت نارسایهای آنها در طول بهره‌برداری کاهش داد و از تجارب گذشته و نتایج حاصل از مطالعات ضروری آتی در بهبود بخشیدن به کارهای مطالعاتی، اجرایی و بهره‌برداری استفاده نمود. لذا دستورات مدیریتی به کمک ابزارهای تکنولوژیکی باید جایگزین اصل سنتی فوق شده و آب را به جایی که نیاز است هدایت نموده و آن را از جایی که مزاحم است و زیادی خارج نمایند.

تذکر نکته‌ای دیگر نیز در اینجا لازم است که: «نیاز به ارزیابی عملکرد پژوهه‌های آبیاری و زهکشی، اعمال مدیریت و برنامه‌ریزی پرداز و سیاست بازخورد نتایج برای بهبود بهره‌وری در کشورها و برای متصدیان و متولیان امور به تازگی رونق یافته و در مسئولین رسمی و کارشناسان فنی جامعه علمی ما شتابی به وجود آورده است. با مومنتوم حاصل از این شتاب ممکنست بدون گذر از مراحل منطقی ارزیابی برای دستیابی به ثمرة مطلوب، نتایجی را به نمایش بگذارد که واقعی نبوده و یا سآور و دلسرد کننده باشد. فرآیند ارزیابی عملکرد سیستم‌های پیچیده‌ای چون آبیاری و زهکشی با توجه به اثرات فرهنگی، تکنولوژیکی، رفاهی و اقتصادی کلآن که بر جامعه می‌گذارد چندان که به نظر می‌آید ساده نیست و قابل مقایسه با یک سرمایه‌گذاری صرفاً اقتصادی در یک صنعت خاصی نظیر یک کارخانه اتومبیل سازی نمی‌باشد.

دانشمندان و خبرگان امر آبیاری و زهکشی سالهای است در سطح بین‌المللی بر متدولوژی این فرآیند مطالعه می‌کنند و هنوز به معیارها و روش‌های نتیجه بخش مطلوب دست نیافته‌اند. کمیته‌ها و گروه‌های مختلفی در داخل و خارج کشور هم‌اکنون بر جنبه‌های مختلف موضوع پژوهش می‌کنند و غالباً هم با یکدیگر اختلاف نظر و سیقه دارند.

مجموعه پیچیده مسائلی که در این پژوهه‌ها وجود دارد با تلاش‌ها برای ارزیابی عملکرد پژوهه‌های آبیاری و زهکشی مقابله می‌کنند. از جمله این مسائل تنوع هدف‌های پژوهه‌ها، سردرگمی در وسعت مؤلفه‌های فیزیکی سیستم، مواردی از سیستم که مورد ارزیابی عملکرد قرار می‌گیرند، مبانی و معیارهای استانداردی که قضوت در مورد عملکرد نسبت به آنها انجام می‌شود و در نهایت چه کسانی از نتایج این ارزیابی استفاده خواهند کرد را می‌توان نام برد.

ندکی درگستره فوق دقت شود، ملاحظه می‌گردد که هریک از موارد فوق خود مسائلی با وسعت قابل توجه دارند. مثلاً اگر از جمله هدف‌هایی که یک پژوهه آبیاری و زهکشی می‌تواند داشته باشد به هدف‌های فرهنگی، اجتماعی، علمی و تکنولوژیکی، اقتصادی، سیاسی، استراتژیک، فن‌آوری و نوآوری توجه شود، با اندکی دقت در موضوع متوجه می‌شویم که یک پژوهه آبیاری و زهکشی هرگز نمی‌تواند در برآورد تمامی با ترکیبی از اهداف فوق موفق باشد. چنانچه یک طرح آبیاری و زهکشی در برآورد هدف اقتصادی در سطح خوب ارزیابی شود ممکنست در برآورد هدف‌هایی نظری انتقال تکنولوژی، فن‌آوری و نوآوری یا هدف‌های فرهنگی کاملاً شکست خورده ارزیابی گردد. لذا ممکنست یک طرح به ظاهر شکست خورده (باتوجه به هدف خاص) نه تنها عملکرد بد نداشته بلکه در جمع و با توجه به اهداف والاتر کاملاً موفق بوده باشد. همچنین ممکنست یک شکست خورده ظاهری لازمه تعییب هدف خاص دیگری قرار گیرد و گذر از آن لازمه یک تحول اساسی و ضروری در تأمین هدف خاص باشد که در نهایت نتایج ارزشمندی به بار آورده که به لحاظ اقتصادی نیز همانطور که سرمایه‌گذاری در امر آموزش در غایت به لحاظ اقتصادی برای هر مملکتی توجیه می‌شود، توجیه‌پذیر باشد.

به علاوه نحوه کمی کردن عوامل کیفی و به عبارتی دیگر تعیین ضوابط و معیارهای ارزیابی عملکرد و استانداردهای موردمقایسه و همچنین مقایسه هر پژوهه با یکدیگر و یا پژوهه‌ای که به عنوان محک برای ارزیابی به کار می‌رود نیز از مسائلی است که هنوز به طور قابل قبول و به صورت کاربردی روشن نشده است. همانطور که اشاره شد از دیگر عوامل موجود اشکال در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی تنوع مؤلفه‌های سیستم و سهم هریک در توفیق یا شکست پژوهه است.

اثر سنجی عوامل و مؤلفه‌های سیستم‌ها بر توفیق یا شکست یک پژوهه و زاویه‌ای که برای مشاهده توفیق پژوهه گشوده می‌شود نیز اهمیت خاص دارد. آیا اثر عوامل را بر فرآیند درونی سیستم نگاه می‌کنیم، اثرات سیستم بر محیط بیرونی آن ارزش‌گذاری می‌شود و یا تغییرات اثرات محیط خارج بر درون سیستم موردن ارزیابی قرار می‌گیرد بر نحوه ارزیابی و نتایج حاصله دخالت خواهد نمود.

شروع توجه به موضوع نویدی است بر قدم گذاشتن در ابتدای راهی دراز که امید است رسیدن به پیانش را در کوتاه‌مدت انتظار نداشته باشیم و با حوصله‌ای در خور اهمیت موضوع، در تهیه روش مناسب و منطقی و تکامان آن با صرف زمان و انرژی کوشنا باشیم.

۳- نحوه ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

ما در این کارگاه نه قصد آن را داریم که برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های آبیاری و زهکشی روش مشخصی را ارایه نماییم و نه ادعا و توان آن را داریم. ما می‌خواهیم در این کارگاه نظرهای دست‌اندرکاران و متخصصین فن را به موضوع جلب نماییم و محققین را به تحقیق و اداریم تا همگام با کسانی که در این راه گام نهاده‌اند همراه شوند.

برای ارزیابی پروژه‌های آبیاری و زهکشی نمی‌توان نسخه عمومی پیچید. پروژه‌ها از هر لحاظ با هم متفاوت هستند و به خصوص هدفهای متفاوتی دارند. برای اینکه با تهیه نسخه‌ای درمان کمبودها و نواقص و عوامل بیماری‌زای یک پروژه را درمان کنیم ابتدا باید درد را بشناسیم، سپس علت به وجود آمدن آن را مشخص کنیم و نهایتاً در صدد ازین بردن آن عامل یا عوامل برائیم.

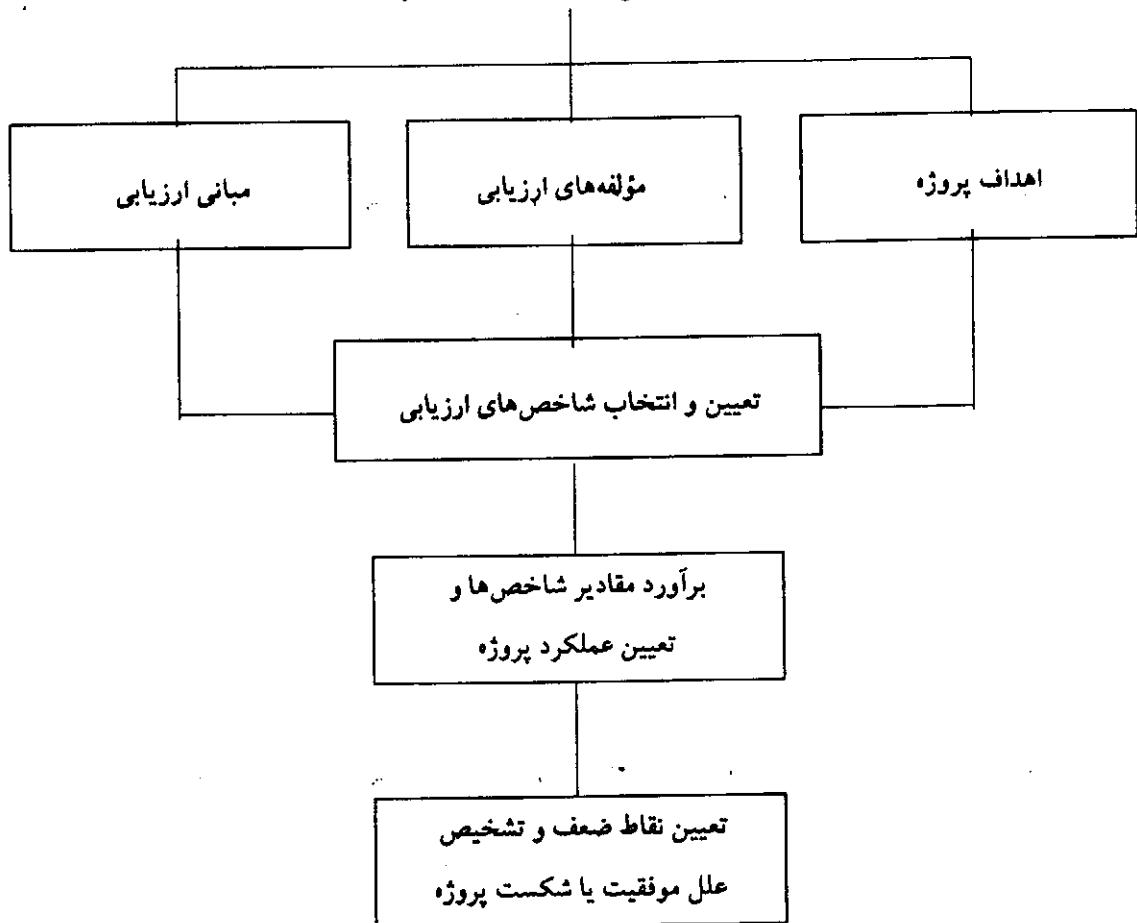
نحوه ارزیابی عملکرد یک سیستم آبیاری و زهکشی با توجه به نظر و سلیقه‌ها، میزان دانش ارزیاب، زمان ارزیابی، موقعیت پروژه، وظیفه و مسئولیت‌های متولی پروژه و منظور از ارزیابی متفاوت است. همه اهل این فن و دانش متفق القولند که نحوه ارزیابی عملکرد پروژه‌های آبیاری و زهکشی نمی‌تواند به استاندارد واحدی منجر شود که الف: بتواند در پروژه‌های متنوع به کار برد و شود ب: هدف‌های مختلف ارزیاب و پروژه را مد نظر و ملاحظه بدارد.

تعجب نباید کرد که در نظرات ارائه شده توسط حتی جمع برگزارکننده این کارگاه مغایرت دیده شود. این امر از نظر صاحبان و متولیان پروژه، از دید بهره‌برداران پروژه، از چشم محققین و دانشگاهیان، از دیدگاه مدیران و برنامه‌ریزان حکومتی، به لحاظ سرمایه‌گذاران و همچنین زارعین و ... متفاوت است.

آنچه انکارناپذیر و مورد توافق محققین و اربابان این فن است لزوم تدوین چارچوب یا پرسپکتیو مشخص و نظام یافته‌ای است که به صورت تصاویر کاملاً "روشن و تعریف شده به صورت گام به گام قابل تعقیب باشد. این پرسپکتیو باید بتواند مؤلفه‌های پروژه را شناسایی کند، هدف‌ها را مشخص نموده و مؤلفه‌های مربوطه را انتخاب کند و سپس با به کار بردن شاخص‌های ارزیابی بتواند پروژه را ارزیابی نماید.

در اینجا با توجه به نتایج مطالعات وسیع کارشناسان و محققین این امر و با عنایت به مطالعات موردی متعددی که در نواحی مختلف جهان انجام شده است ولی به علل اشاره شده تاکنون به روش کاربردی مطلوبی منجر نگردیده است نمادی از چارچوبی برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی در زیر ارایه می‌گردد.

ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
تشخیص علل موفقیت یا شکست آنها



نمودار شماره (۱)

۴- چارچوب ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری و زهکشی

همانطور که بیان شد از دیرباز لزوم ایجاد روشی برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های آبیاری و زهکشی در نقاط مختلف دنیا احساس شده و مطالعات موردنی متعددی در نواحی مختلف جهان انجام شده است ولی تاکنون انجام این مطالعات بنا به علل متعدد به تیجه استاندارد کاربردی منجر نگردیده است.

در حال حاضر نیز مطالعات دائمی داری در نقاط مختلف دنیا توسط گروه‌های تحقیقاتی درحال انجام و ادامه است تا زمانی تایج اینگونه مطالعات با همگرایی لازم مورد تفاهم همگان قرار گرفته و به روش کاربردی قابل قبولی برسد. در این راستا مؤلفه‌های ارزیابی عملکرد که در همه مطالعات مشترک است در چارچوبی در شکل فوق نمایش داده شده تا نقش هریک در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی مشهود گردد. از جمله عوامل و مؤلفه‌های موثر در روش ارزیابی عملکرد، تعیین هدف پروژه در زمان و مکان موردنظر است که ذیلاً بدان اشاره شده است.

I- اهداف پروژه در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

شاید مهمترین عاملی که در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی مطرح است درک روشن:

الف - هدفهای اولیه طرح ب: زمان ارزیابی: هدفهای مطرح در زمان ارزیابی است که در ارزیاب احساس روشی از مؤلفه‌ها و فاکتورهای مورد ارزیابی به وجود می‌آورد. اگر این سؤال عنوان شود که یک سیستم آبیاری و زهکشی به چه منظور یا هدف‌هائی به وجود می‌آید، جوابهای داده شده از طرف افراد مختلف دسته‌ای از مطالب گوناگون و سردرگم را تشکیل خواهد داد. این افراد ممکن است در رسته‌های سرمایه‌گذاران، دولت و دولتمردان، برنامه‌ریزان حکومتی، کشاورزان و بهره‌بردارن، سازندگان - محققین رشته‌های اگرونومی - اقتصاد - فرهنگ - اجتماعی - سیاسی و یا رشته‌های علمی دیگر باشند. بعضی از پاسخها در این موارد با محور قرار دادن فرآیند تولید متمرکز خواهد بود. مثلاً تاکید بر امکان افزایش تولید محصولات کشاورزانی از طریق تامین آب و خارج کردن مازاد آن جوابی است که ممکن است توسط اگرونومیست‌ها داده شود. متولیان بهره‌برداری از منابع محدود آب، طبیعتاً جواب سؤال را از زاویه بهینه مصرف کردن آن و بالا بردن راندمان آبیاری خواهند داد. برنامه ریزان کلان نگر و مسئولین حکومتی ممکن است آبیاری و زهکشی را از دیدگاه روتق اقتصاد مملکت و بطور کلی بالا بردن رفاه اجتماعی تاحیه یا کل جامعه نظاره کنند. کارشناسان اجتماعی با تمرکز بر شرایط انسانی مملکت، پیشنهاد کنند که هدف از اجرای اینگونه پروژه‌ها ممکن سازی امنیت کافی و امکانات زندگی بهتر یا حتی گسترده‌تر از آن، بالا بردن سطح زندگی و رفاه مردم باشد. به طوری که ملاحظه می‌شود ارزیابی سیستم از طریق تعریف شاخص یا شاخص‌هایی برای هدفهای کلان یا نهائی و کمی کردن آنها امکان پذیر نیست. این مشکلی است که محققین را به راه حل‌های مختلف کشانیده است. اهداف ممکن است خیلی جزئی بوده و ارتباط مستقیمی بین متغیرهای سیستم با آنها وجود داشته باشد.

در حالیکه اهداف کلی و گسترده با متغیرهای سیستم ممکن است ارتباط مستقیم نداشته باشند. مثلاً اگر هدف در یک مقطع زمانی تامین نیاز آبی گیاهان باشد، ارتباط مستقیم مؤلفه‌های فیزیکی سیستم و مدیریت با تامین این هدف ملاحظه می‌شود. لیکن برای تامین رفاه اجتماعی که هدف گسترده‌ای می‌باشد ارتباط ساده و مستقیمی بین این هدف و اجزاء سیستم اعم از اجزاء فیزیکی یا مدیریتی مشاهده نمی‌شود. در این صورت رابطه بین اهداف جزئی و کلی را باید جستجو کرد. برای ایجاد این رابطه می‌توان اهداف جزئی را در یک بستر، و مسیر وسیله‌ای برای رسیدن به اهداف کلی تر، و در غایت رسیدن به مقصد نهائی قرارداد. به این منظور چارچوبی تشکیل می‌دهیم که یک هدف باریک در این بستر به عنوان وسیله‌ای جهت رسیدن به مقصدی دورتر قرارگیرد که حاصل آن به نوبه خود وسیله‌ای برای رسیدن به مقصدی بالاتر و فراتر بینجامد. با ارائه این فرآیند که شروع آن هدفی باریک و جزئی است می‌توان تا رسیدن به هدف یا اهداف نهائی پروژه ارتباط عناصر مؤلفه‌ها را به همدیگر برقرار نمود. نمونه‌ای از این فرآیند در جدول زیر نمایش داده شده است.

چارچوب فرآیند حصول به هدف نهائی پروژه		
درجه با سطح	وسیله دستیابی به هدف	هدف منتهی به استفاده از وسیله
سطح ابتدائی	ایجاد تجهیزات و ابزارآبرسانی	تامین و رساندن آب به مزرعه و تامین نیاز آبی گیاه
سطح میانی (۱)	تامین و رساندن آب به مزرعه و تامین نیاز آبی گیاه	افزایش پایدار تولید محصولات کشاورزی
سطح میانی (۲)	افزایش درآمد در بخش روستائی	افزایش درآمد در بخش روستائی
سطح میانی (۳)	افزایش درآمد در بخش روستائی	بهبود وضع اقتصادی روستاییان
سطح نهائی	بهبود وضع اقتصادی روستاییان	(۱) بهبود زندگی روستاییان
		(۲) پایدار نمودن توسط اقتصادی - اجتماعی برای اقتصاد کل جامعه

به طوری که ملاحظه می‌شود تامین آب و توزیع مناسب آن تنها ما را به یک اتها با مقصد می‌رساند که ممکن است تغیر آن ایجاد پشتونهای باشد که ما را به سطح پایدار کشاورزی با بهره‌وری بیشتر برساند. لیکن این افزایش بهره‌وری مقصد نهائی محسوب نمی‌شود، بلکه ممکن است وسیله‌ای باشد برای افزایش درآمدها در روستاهای، و از آن طریق موتوری برای به حرکت درآوردن توسعه اقتصادی روستائی به حساب آید، که این خود می‌تواند وسیله‌ای برای بهبود زندگی و رفاه عموم مردم روستا و هم وسیله‌ای برای بهبود پایدار اقتصادی - اجتماعی جامعه محسوب گردد.

مثل فواید رسیدن به یک هدف خاص که مسئله‌ای رفاهی - اجتماعی است صادق است. واضح است که چنین فرآیندی برای هر هدف دیگری قابل اعمال خواهد بود. بدیهی است هدفهای طرح بسته به اینکه پروژه‌ها متولیان خصوصی یا حکومتی داشته باشند متفاوت است. در پروژه‌هایی که متولی خصوصی دارند قاعدها سرمایه‌گذاری توسط اشخاص صورت می‌گیرد و نهایت تفکر بر تامین درآمد بیشتر است و اهداف دیگری را ذنبال نمی‌کنند.

پروژه‌هایی که متولی حکومتی دارند دارای هدفهای متفاوتی هستند. در یک پروژه از این گونه ممکن است یک یا چند هدف مورد نظر باشد. برای مثال می‌توان به موارد زیر به عنوان هدف‌های حکومتی اشاره نمود:

الف - هدف‌های اقتصادی که صرفاً بهره‌کشی از نقدینگی در کشور و تامین سود کافی برای سرمایه‌گذاری و استفاده از منابع برای بیشینه کردن درآمد خالص طرح است.

ب - هدف‌های فرهنگی که به منظور تغییر فرهنگ‌های اجتماعی یک ناحیه یا نواحی یا کل کشور به اجرا گذاشته می‌شود.

ج - هدفهای بهینه‌سازی از هر نوع نظیر بهینه‌سازی مصرف آب، بهینه‌سازی عملکرد تولید و غیره.

د - هدف انتقال تکنولوژی به منظور جایگزین کردن تکنیک‌های سریع و ارزان فنی بجای روش‌های سنتی.

ه - نوآوری و فن آوری که برای تبدیل فرآیندهای قدیمی به روش و فنون نو و پر بهره‌تر مورد نظر قرار می‌گیرد.

و - هدفهای تحقیقاتی که در زمینه‌های متنوع و مختلف برای شناسایی کم و کاستها و رسیدن به راههای صحیح و علاج ناتوانیها و اشکالات مورد نظر قرار می‌گیرند.

ز - هدفهای سیاسی و حکومتی که ممکن است بدون در نظر گرفتن سود و زیان مالی یا هدفهای دیگر به منظورهای سیاسی از جمله ایجاد فرصت‌های شغلی مورد نظر قرار گیرند.

ح - هدفهای استراتژیکی که به علت ضرورتهای حکومتی مورد نظر هستند و برای تحقق آنها به جنبه‌های اقتصادی بودن پروژه وزن زیاد داده نمی‌شود.

ط - حفظ منابع آب و خاک و ایجاد توسعه پایدار که لزوماً حداکثر بهره‌وری از این منابع در کوتاه مدت به دست نمی‌آید. و در عوض به یک استفاده بهینه پایدار منتهی می‌گردد.

II- مؤلفه‌های مورد ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی باید طراحی قسمت‌های مختلف سیستم از هر لحاظ مورد بررسی قرار گیرد و نقش عوامل انسانی که در موفقیت یا عدم موفقیت طرح دخالت داشته‌اند نیز ارزیابی شوند. از جمله مؤلفه‌هایی که باید مورد ارزیابی قرار گیرند به شرح زیر می‌باشند:

- اجزاء فیزیکی سیستم‌های آبیاری و زهکشی.

- کشاورزان و حقاچران و نقش آنان در عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی.

- تشکیلات مدیریتی سیستم‌های آبیاری و زهکشی.

در ارزیابی عملکرد این مؤلفه‌ها باید مواردی چون؛

- فاکتورهای طراحی و اجرا،

- دستورالعمل‌ها و فرامین حاکم بر سیستم،

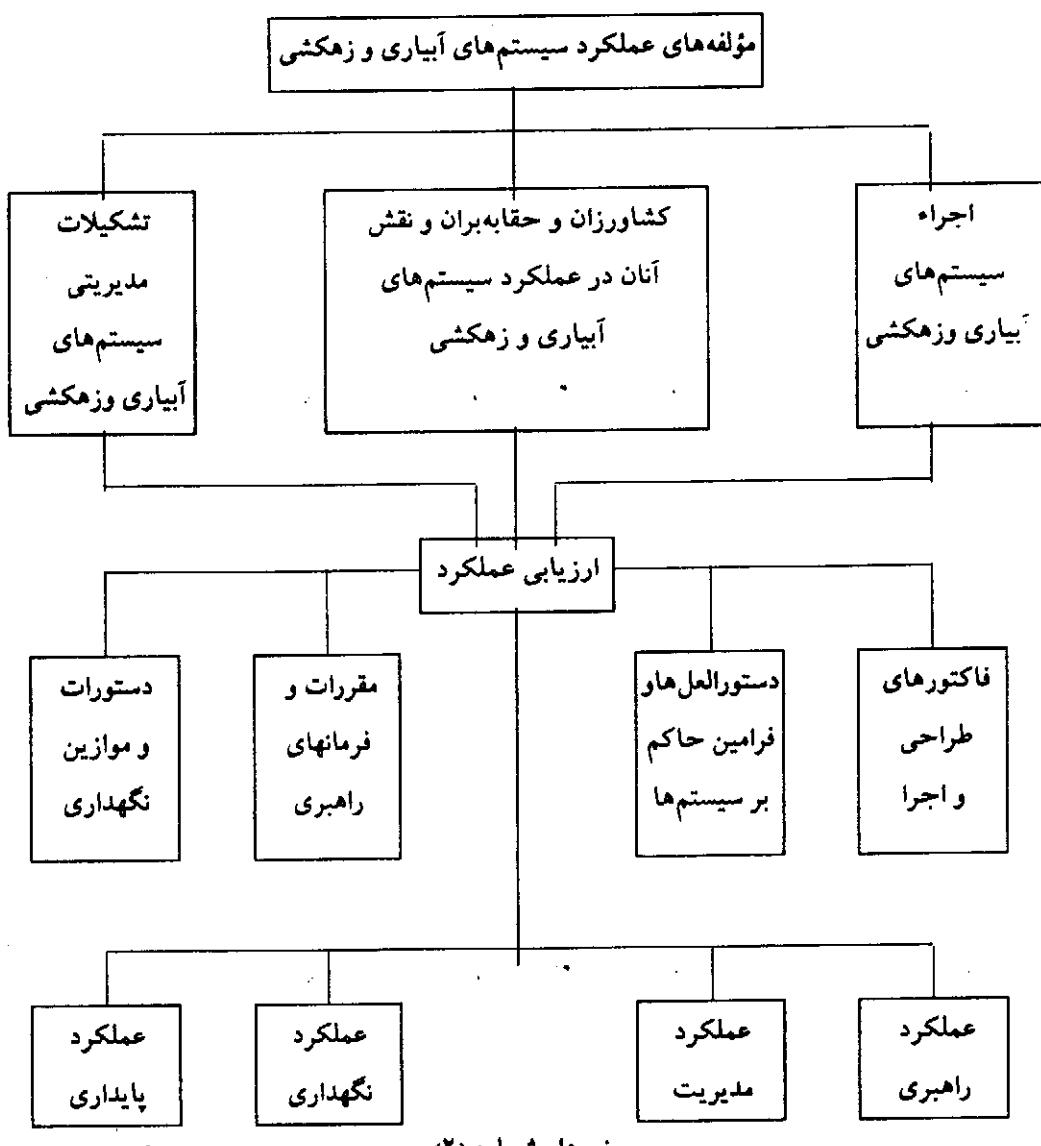
- مقررات و فرمان‌های راهبری،

- دستورات و موازین نگهداری،

موردنویجه قرار گیرند. در چارچوب این کار عواملی که مورد ارزیابی عملکرد قرار گرفته و برای آن شاخص‌های خاص تهیه می‌گردد تعیین می‌شوند که از جمله آنها می‌توان موارد زیر را نام برد.

- ۱- ارزیابی عملکرد راهبری
- ۲- ارزیابی عملکرد مدیریت
- ۳- ارزیابی عملکرد نگهداری
- ۴- ارزیابی عملکرد پایداری

بديهی است که هر يك از ردیفهای فوق یا امثال آن با توجه به هدف یا اهداف طرح و زمان و مکان به اجزاء متعددی تقسیم می‌شوند که هر يك مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
 مؤلفه‌های پروژه و عوامل مورد ارزیابی آنها در نمودار زیر نمایش داده شده است.



برای اینکه هریک از مؤلفه‌های ارزیابی قابل اندازه‌گیری باشد قبل از تعیین شاخص‌ها باید مبانی و اصول ارزیابی تعیین شوند که از آن جمله می‌توان به اصول زیر که صرفاً در مورد هدف تامین آب مطلع است اشاره نمود.

۱- اصل تکافوی آب (*Adequacy*)

۲- اصل تحويل به موقع آب موردنیاز مصرف‌کنندگان (*Reliability*)

۳- اصل رعایت عدالت در توزیع آب (*Water Distribution Equity*)

۴- اصل قابلیت پیش‌بینی حدود و میزان تحويل آب در فصول و سال‌های مختلف (*Predictability*)

۵- اصل انعطاف‌پذیری (*Flexibility*)

۶- اصل پایداری سیستم (*Sustainability*)

مسایل زهکشی در طرح‌های آبیاری و زهکشی بیشتر در ردیف ۶ از فهرست بالا مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این خصوص فاکتورهای موردنظر بجهه ترتیب زیر خواهند بود.

۶- کیفیت آب و خاک شامل:

۱-۱-۶ کیفیت آب ورودی به سیستم و خروجی از زهکش‌ها

۲-۱-۶ ماندابی شدن اراضی

۳-۱-۶ شور شدن اراضی با تغییر کیفیت فیزیکی آن

۴-۱-۶ سطح آب زیرزمینی

۵-۱-۶ فرسایش خاک

۶-۱-۶ امراض و عوارض مربوط به آلودگی آب

۲-۶ پایداری محیط زیست شامل:

۱-۲-۶ تغییر اقلیم و اکوسیستم

۲-۲-۶ آلودگی خاک

۳-۲-۶ آلودگی آبهای سطحی

۴-۲-۶ آلودگی آبهای زیرزمینی

۵-۲-۶ تغییر در شرایط محیط زیست

۶-۳-۶ پایداری اقتصادی شامل:

۱-۳-۶ سوددهی

۲-۳-۶ تولید بر حسب واحد آب تحويلی

۳-۳-۶ هزینه‌های کارگری

۴-۳-۶ هزینه‌های تولید

III- شاخص‌های ارزیابی عملکرد

برای ارزیابی عملکرد یک شبکه آبیاری و زهکشی ابتداء باید روش شود چه چیزی را ارزیابی می‌کنیم. سپس باید به دنبال واحد یا وسیله بگردیم که بتواند آن چیز را اندازه بگیرد. چیزی که باید اندازه گیری شود همانطور که مشهود است بستگی به زمان ارزیابی، محل ارزیابی و هدفهای پروژه بسیار متعدد و گسترده است. این گستردگی بحدی است که تقسیم بندی آن نیز کار آسانی نیست. آنچه در پروژه‌های آبیاری و زهکشی بروشنه از اجزاء اصلی به حساب می‌آیند عبارتند از:

۱- اجزاء فیزیکی سیستم‌های آبیاری و زهکشی

۲- تشکیلات مدیریتی و برنامه‌ریزان تامین و انتقال و توزیع آب و راهبری زهکشی

۳- کشاورزان و عوامل بهره‌برداری چه در قالب تشکل‌های حقابه بر و چه به صورت انفرادی.

اگر به ماهیت هر یک از موارد فوق توجه کنیم ملاحظه می‌شود که ارزیابی عملکرد هر یک از موارد بالا به شناخت، اجزاء فیزیکی سیستم و بررسی فاکتورها و ضوابط طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از آنها، بررسی دستورالعمل‌ها، فرامین و مقررات و آئین نامه‌های حاکم بر سیستم، مقررات و فرمانهای راهبری و نگهداری بخش‌های مختلف آن موكول می‌گردد.

برای ارزیابی اجزاء اشاره شده فوق باید اصولی را مشخص نموده و در نظر بگیریم تا بتوانیم میزان تحقق آنها را برای برآورد هدف یا هدفهای مورد نظر ارزیابی نمائیم. برای نمونه اگر چنانچه هدف در یک سطح ارزیابی فقط و فقط تامین نیاز آبی گیاه باشد و بخواهیم مطابق آنچه در مثال "چارچوب فرآیند حصول به هدف نهائی پروژه" بیان شد، میزان توفیق برای دستیابی به انتهای سطح ابتدائی (ردیف اول جدول) را ارزیابی کنیم باید اصول زیر را بررسی کنیم.

الف: اصل تکافوی آب.

ب: اصل تحويل به موقع آب مورد نیاز حق آبه بران و میزان اعتماد به تامین نیاز.

ج: اصل عدالت در توزیع آب

د: اصل قابلیت پیش‌بینی حدود و میزان تحويل آب در فصول و سالهای مختلف

ه: اصل انعطاف پذیری سیستم به تغییرات در تامین آب

و: اصل پایداری سیستم و اعتماد به ادامه یافتن منابع تامین.

بدینهی است چنانچه برای هر یک از ردیف‌های مختلف شاخصی تعیین نمائیم و هر یک از این شاخص‌ها برای یک پروژه خاص منجر به یک عدد کمی گردد، برای محاسبه عملکرد ردیف اول جدول مورد اشاره یا سطح ارزیابی ابتدائی باید به هر یک از این اعداد کمی وزنی داده شود و سپس میانگین وزنی عملکرد سطح ابتدائی محاسبه گردد. برای رسیدن به نتیجه ارزیابی عملکرد سیستم برای هدف نهائی مورد اشاره در جدول فوق این عمل باید برای ردیف‌های چهارگانه بعدی نیز انجام شده و با به دست آوردن ضرائب وزنی مناسب معدل وزنی ردیف‌ها را نیز محاسبه نمود.

قبل از آنکه به تعدادی از شاخص‌هایی که هم اکنون برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی

پیشنهاد شده است. اشاره‌ای بشود، به بیان فرازهایی از نتایج تحقیقات سوانسون که فضای فکری مناسبی را در شرکت کنندگان بازخواهد کرد می‌پردازم.

انتخاب شاخصهای ارزیابی عملکرد (ابزار اندازه‌گیری)

انتخاب وسیله‌اندازه‌گیری یا شاخص ارزیابی عملکرد متوط به مشخص کردن هدف یا هدفها و زمان ارزیابی و مکان ارزیابی است.

در غالب موارد لازم است ابتدا روش شود که آیا در ارزیابی تمرکز بر عملکرد سیستم آبیاری و زهکشی در رابطه با اثرات سیستم بر محیط خارج آن یعنی تاثیرات سیستم بر اجتماع تاثیرپذیر از آنست و یا عکس العمل سیستم نسبت به محیط خارج آن اندازه‌گیری می‌شود و یا اصولاً فرآیندهای داخلی سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

اگر سیستم مورد ارزیابی توانسته است اثرات مورد انتظار بر روی محیط خارج را داشته باشد عملکرد آن ضعیف تلقی می‌گردد. برآورده این اثرات به عنایتی الف: تعدد متغیرهای دخالت کننده، وب: نامشخص بودن حدود تاثیر مطلوب هر یک از متغیرها بر روی عامل مورد ارزیابی بسیاری مشکل است. یکی از راههای پیشنهادی برای غلبه بر این مشکل ارزیابی عملکرد پروژه پا هدف کلان، نظری میزان تاثیر آن بر محیط خارج به همان ترتیب که در بخش هدفها تشریح گردید، می‌باشد. بدین ترتیب که مراحل حصول به هدف کلان را با شکستن هدف نهایی به اهداف جزئی میانی و شاخص‌گذاری بر هر مرحله انجام دهیم. در اینصورت در هر ردیف از جدول شاخصهای خواهیم داشت که پس از کمی شدن ضرائب، تاثیر آنها مشخص شده و در ستون آخر معدل وزنی کمیتهای ارزیابی محاسبه می‌گردد. سپس معدل ستون آخر در تمام ردیفها تیجه ارزیابی را مشخص می‌کند. روش دیگر تقسیم‌بندی عوامل به عناصری که اثرات مستقیم آنها قابل مشاهده و اندازه‌گیری است و دسته دیگر عناصری که اثرات غیرمستقیم بر رسیدن به هدف دارند. در آن صورت دسته اول با شاخصهای ساده ارزیابی می‌شوند و دسته دوم با ارزیابی مرحله‌ای مشابه آنچه در جدول فوق الذکر تشریح گردید اندازه‌گیری می‌شوند.

بعنوان مثال اگر هدف از اجرای یک پروژه آبیاری در یک ناحیه تحویل آب موردنیاز زارعین با رعایت عدالت و تساوی می‌باشد، مقادیر اندازه‌گیری شده آب تحویل داده شده به اراضی مساحتی شده مجموعه‌ای از داده‌ها هستند که در تامین هدف اثر مستقیم دارند. لیکن اثر این داده‌ها در تامین رفاه بیشتر جامعه خارج از سیستم اثری غیرمستقیم است که ارزیابی آن باید مرحله‌ای و با درنظر گرفتن اثرات و میزان تاثیر سایر عوامل نظری بذر، کود، و مدیریت بهره‌برداری محاسبه می‌گردد.

شاخصهای ارزیابی عملکرد ابزاری برای اندازه‌گیری و کمی کردن میزان دستیابی با اهداف پروژه هستند. ذیلاً به تعدادی از این شاخصهای بطور مجرد یک هدف در ارتباط مستقیم با داده‌های اندازه‌گیری شده را ارزیابی می‌کنند اشاره می‌شود. بخشی از شاخصهای زیر از گزارش "Research Program on Irrigation" "Performance (RPIP)" جمع‌آوری شده است.

۱- شاخص سطح سرویس دهی توافق شده (ASL) Agreed Service Level

$$ASL = \frac{\text{Intended Volume of Delivered Water}}{\text{Required Volume of Irrigation Water}} = \frac{\text{حجم آب موردنظر برای تحویل}}{\text{حجم آب مورد نیاز آبیاری}}$$

۲- شاخصهای بیلان آبی

۱-۲ شاخصهای انتقال

۱-۱-۲ شاخص عملکرد تحویل آب (WDP) Water Delivery Performance

$$WDP = \frac{\text{حجم آب واقعی تحویل داده شده}}{\text{حجم آب موردنظر برای تحویل}}$$

۲-۱-۲ راندمان آبیاری Efficiency

$$e_p = \frac{V_m + V_2 + V_3}{V_c + V_1}$$

راندمان کل پروژه Overall or project efficiency

که در آن :

V_c = حجم آب آبیاری تحویل داده شده یا پمپ شده از رودخانه یا منبع

V_1 = جریان بداخل سیستم انتقال از منابع دیگر

V_2 = مقادیر احجام آب تحویل شده به مصارف غیرکشاورزی از سیستم انتقال

V_3 = مقادیر احجام آب تحویل شده به مصارف غیرکشاورزی از شبکه توزیع آب

V_m = حجم آب آبیاری در اختیار قرار داده شده از مقدار مورد نیاز آبیاری می‌باشد.

$$e_c = \frac{V_d + V_2}{V_c + V_1}$$

راندمان انتقال Conveyance Efficiency

که در آن علاوه بر ترمehای تعریف شده :

V_d = حجم آب تحویل شده به شبکه توزیع می‌باشد.

$$e_d = \frac{V_f + V_3}{V_d}$$

راندمان توزیع Distribution Efficiency

که در آن علاوه بر پارامترهای تعریف شده :

V_f = حجم آب تامین شده برای مزرعه می‌باشد.

$$e_a = \frac{V_m}{V_f}$$

راندمان مصرف آب در مزرعه Field Application Efficiency

که در آن :

V_m = حجم آب موردنیاز و در دسترس برای جلوگیری از بروز تنفس آبی در گیاه در طول دوره رشد می‌باشد.

۳-۱-۲ عدالت یا تساوی و اتکاء به آب تحویلی Dependability of Supply (D.S.)

$$D.S. = \frac{\text{طول دوره واقعی تحویل آب}}{\text{طول موردنظر برای تحویل آب}}$$

نظم در تحویل آب (RWD)

$$RWD = \frac{\text{فاصله واقعی بین تحویلها}}{\text{فاصله موردنظر بین تحویلها}}$$

۳-۲ پایداری محیط زیست و زهکشی Environmental Sustainability and Drainage

۳-۲-۱ پایداری آبیاری (SI)

پایداری مساحت آبیاری (SIA)

$$SIA = \frac{\text{مسطح تحت آبیاری فعلی}}{\text{مسطح اولیه تحت آبیاری}}$$

۳-۲-۲ سطح آب زیرزمینی Depth of Groundwater

تغییرات نسبی عمق آب زیرزمینی (RCGD)

$$RCGD = \frac{\text{عمق قدیمی} - \text{عمق فعلی}}{\text{عمق قدیمی}}$$

۳-۲-۳ آلودگی آب Pollution of Water

۱-۳-۱ شوری Salinity

Relative Change of EC

EC Increment Ration (EC IR)

تغییران نسبی EC

نسبت افزایش EC

$$ECIR = \frac{\text{در بالادست کانال} - EC}{\text{در پائین دست کانال}} \quad EC$$

۲-۳-۳ شاخصهای مواد ارگانیک Organic Matter

مشابه شاخص ECIR

۲-۳-۴ آلودگیهای بیولوژیک Biological Pollution

مشابه شاخص ECIR

۳-۳-۳ آلودگیهای شیمیایی Chemical Pollution

مشابه شاخص ECIR

۴-۱ شاخصهای مربوط به نگهداری Maintenance Indicators

۱-۴ پایداری رابطه دبی - اشل Sustainability of Head-Discharge Relationship

تغییرات نسبی بار هیدرولیک (RCH)

$$RCH = \frac{\text{تغییر بار هیدرولیکی}}{\text{بار هیدرولیکی موردنظر}}$$

۲-۴ هزینه‌های نگهداری Maintenance Cost

Maintenance Area Ration (MAR)

$$MAR = \frac{\text{حجم (سیلت + علف) در واحد طول کانال}}{\text{مساحت ساخته شده کانال}}$$

نسبت دبی معتبر (CDR) Gouduit Discharge Ration

$$CDR = \frac{\text{دبی واقعی اندازه‌گیری شده}}{\text{دبی طراحی}}$$

تأثیر سازه‌های تعبیه شده (E.I.) Effectivity of Infrastructure

$$E.I. = \frac{\text{تعداد سازه‌های عملکرده}}{\text{تعداد کل سازه‌ها}}$$

۵- عملکرد اقتصادی، اجتماعی و محیطی

Economic, Social and Environmental Performance

۱-۵ عملکرد اقتصادی Economic Performance

نظرات مشارکت کنندگان مختلف درگیر در پژوهش‌های آبیاری در مورد عملکرد اقتصادی متفاوت است، مثلاً برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران، پرسنل سازمانی، زارعین، هر کدام برداشت خاص خود را از عملکرد اقتصادی دارند. بنابراین بسته به اینکه ارزیابی از دیدگاه کدام یک انجام می‌شود شاخص خاص آن باید تدوین گردد.

۱-۵-۱ قابلیت مالی سیستم‌های آبیاری Financial Viability of Irrigation Systems

قابلیت کلی مالی (T.F.V.) Total Financial Viability

$$T.F.V. = \frac{\text{Wاقعی تخصیص داده شده MOM}}{\text{MOM کل مورد نیاز}}$$

خودکفایی مالی (F.S.S) Financial Self Sufficiency

$$F.S.S. = \frac{\text{درآمد واقعی}}{\text{MOM کل مورد نیاز سیستم}}$$

عملکرد جمع‌آوری بهای آب Fee Collection Performance

$$F.C.P. = \frac{\text{آب بهای جمع‌آوری شده}}{\text{آب بهای فروخته شده}}$$

۱-۵-۲ سود بخش کشاورزی آبی Profitability of Irrigated Agriculture

نسبت بازدهی به هزینه‌ها Yield us Water Cost Ratio

$$YusWCR = \frac{\text{مقادیر تولید قابل فروش}}{\text{مقدار آب تحویل داده شده}}$$

هزینه نسبی آب (R.W.C) Relative Water Cost

$$R.W.C. = \frac{\text{جمع هزینه آب آبیاری}}{\text{جمع کل هزینه‌های تولید محصول اصلی}}$$

۱-۵-۳ دوام یا ارزش سرمایه‌گذاری‌های آبیاری Viability of Irrigation Investments

شاخصهای معمول در این زمینه معمولاً:

نرخ بازده داخلی اقتصادی Economic Internal Rate of Return یا

نرخ بازده داخلی مالی Financial Internal Rate of Return می‌باشد.

۶- قابلیت و دوام اجتماعی Social Viability

۱-۶ عملکرد سازمانی (A.P.) Administrative Performance

معادل آبهای تخصیص داده شده، تحویل شده در سال گذشته ($M3/ha$) + معادل آبهای تخصیص داده شده تحویل شده در سال جاری A.P. = معادل آبهای تخصیص داده شده در طرح در سال جاری

۲-۶ نیروی کارگری مربوط به آبیاری Irrigation Related Labour ایجاد فرصت شغلی در آبیاری (I.E.G.) Irrigation Employment Generation

$$I.E.G. = \frac{\text{نیروی کار سالیانه سیستم بر حسب روز در هکتار}}{\text{تعداد رسمی انرژی کاری سالیانه}}$$

ایجاد دستمزد از طریق آبیاری (I.W.G.) Irrigation Wage Generation

$$I.W.G. = \frac{\text{متوسط درآمد سالیانه روستایی}}{\text{درآمد متوسط سالیانه در سطح کشور}}$$

مرفقیت نسبی مالی (R.P.) Relative Prosperity

$$R.P. = \frac{\text{درصد جمعیت بالای سطح فقر در سیستم}}{\text{درصد جمعیت بالای سطح فقر در سطح ملی}}$$

۳-۶ ظرفیت اجتماعی Social Capacity
دانش تکنولوژیکی کارمندان (T.K.S) Technical Knowledge Staff

$$T.K.S. = \frac{\text{دانش لازم برای شغل}}{\text{دانش شاغل در وضعیت موجود}}$$

مشارکت کاربران در سیستم آبیاری (U.S.I.S) User's stake & Irrigation System

$$U.S.I.S. = \frac{\text{تعداد نفرات فعالی در تشکیلات کاربران}}{\text{تعداد کل نفرات تشکیلات کاربران}}$$

شاخصهای فوق نمونه‌ای است از شاخصهای لازم برای هدفهای متنوع. چنانچه ملاحظه می‌شود اگر هدفهای مختلف را در نظر بگیریم تعریف شاخصهای خاص مورد نیاز خواهد بود. مثلاً در رابطه با تامین نیاز آبی گیاهان یک - حیه یا حق آبه بران با مساحتها م مختلف، شاخصهای لازم، بیشتر در ارتباط با عدالت در تقسیم آب، انعطاف‌پذیری سیستم بمیزان آب تامین شده، قابلیت پیش‌بینی وضعیت آب در آینده و اعتمادپذیری سیستم به تامین آب را می‌توان اضافه نمود.