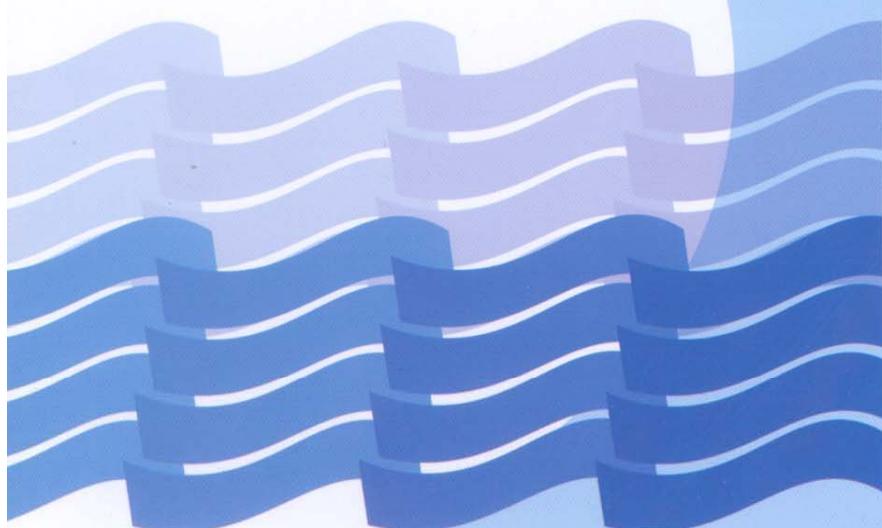




وزارت نیرو
معاونت امور آب و آبخا
دفتر مهندسی و معماری فنی
آب و آبخا

پیش‌نویس

راهنمای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی



آبان ماه ۱۳۹۰

نشریه شماره ۳۸۶-الف

پیش‌نویس

راهنمای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی

آبان ماه ۱۳۹۰

نشریه شماره ۳۸۶-الف

بسمه تعالی

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهییه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهییه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهییه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهییه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو با همکاری معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریس جمهور به منظور تامین اهداف زیر اقدام به تهییه استانداردهای صنعت آب نموده است:

- ایجاد هماهنگی در مراحل تهییه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها
- پرهیز از دوباره کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور

تدوین استانداردهای صنعت آب با در نظر داشتن موارد زیر صورت می‌گیرد:

- استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مأخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر موسسات معتبر تهییه کننده

استاندارد

استانداردها ابتدا به صورت پیش‌نویس برای نظرخواهی منتشر شده و نظرات دریافتی پس از بررسی تیم تهییه کننده و گروه نظارت در نسخه نهایی منظور خواهد شد.

امید است کارشناسان و صاحب‌نظرانی که فعالیت آنها با این رشتہ از صنعت آب مرتبط می‌باشد، با توجهی که مبذول می‌فرمایند این پیش‌نویس راهنمای را مورد بررسی دقیق قرار داده و با ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزنده خود به دفتر طرح، این دفتر را در تنظیم و تدوین متن نهایی یاری و راهنمایی فرمایند.

تهیه و کنترل

مجری: شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

مؤلف اصلی: مجتبی اکرم

اعضای گروه تهیه کننده:

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

مجتبی اکرم

لیسانس مهندسی آبیاری

وزارت نیرو

احمد پورزند

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

هومن خالدی

دکترای مهندسی سازه (ژئوتکنیک)

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

حسن رحیمی

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

فاطمه رئیسی

دکترای علوم اجتماعی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

حبیب‌الله زنجانی

فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

سهیل سیف

لیسانس زمین‌شناسی

شرکت مهندسین مشاور کاماب پارس

جواد شهریوری

اعضای گروه نظارت:

فوق لیسانس مهندسی آب ایران

شرکت مادرتخصصی مدیریت منابع آب ایران

سید مجتبی رضوی نبوی

لیسانس مهندسی آبیاری

شرکت مهندسین مشاور پویاب

عزت‌الله فرهادی

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مادرتخصصی مدیریت منابع آب ایران

عبدالرضا فلاخ رستگار

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب

فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی

انسیه محرابی

کشور - وزارت نیرو

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی آبیاری و زهکشی طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

وزارت نیرو

سید اسدالله اسدالهی

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

وزارت جهاد کشاورزی

عبدالحسین بهنامزاده

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

محمدصادق جعفری

شرکت مادرتخصصی مدیریت منابع آب ایران

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

سید مجتبی رضوی نبوی

لیسانس مهندسی عمران

شرکت پانیر

مهرداد زرباب

فوق لیسانس مهندسی عمران و مهندسی

شرکت مهندسین مشاور پندام

محمد کاظم سیاهی

آبیاری و زهکشی

فوق لیسانس مهندسی آبیاری و زهکشی

شرکت مهندسین مشاور پژوهاب

محمدحسن عبدالله شمشیرساز

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب

فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی

انسیه محрабی

آب کشور - وزارت نیرو

دکترای علوم اجتماعی

شرکت مهندسین مشاور آبیاری نوآور صحراء

احمد محسنی

دکترای منابع آب

دانشگاه تربیت مدرس

محمدجواد منعم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول- مبانی کلی ارزیابی عملکرد
۵	۱- کلیات
۶	۲- شیوه هدف‌گذاری
۶	۱-۱- ارزیابی برای چه کسی؟
۷	۱-۲- ارزیابی از چه دیدگاهی
۸	۱-۳- ارزیاب مناسب کیست
۸	۱-۴- دامنه مطالعات ارزیابی عملکرد
۹	۱-۵- چارچوب مطالعات و انجام ارزیابی عملکرد
۹	۱-۶- برنامه‌ریزی انجام مطالعات ارزیابی عملکرد
۱۰	۱-۷- برنامه‌ریزی ارزیابی عملکرد
۱۲	۱-۸- اجرای برنامه ارزیابی عملکرد
۱۶	۱-۹- کاربرد نتایج
۱۷	فصل دوم- شاخص‌های ارزیابی عملکرد
۱۹	۱-۱۰- کلیات
۲۰	۱-۱۱- ویژگی شاخص مناسب
۲۳	۱-۱۲- انواع شاخص‌های عملکرد
۲۴	۱-۱۳- مروری بر شاخص‌ها
۲۴	۱-۱۴- تعداد شاخص‌های مورد نیاز
۲۷	۱-۱۵- تعریف شاخص‌های عملکرد
۲۸	۱-۱۶- شاخص‌های سازه‌ای
۳۰	۱-۱۷- شاخص‌های غیرسازه‌ای
۳۹	۱-۱۸- شاخص‌های اقتصادی
۴۳	۱-۱۹- شاخص‌های اجتماعی
۴۵	۱-۲۰- شاخص‌های تشکیلات و سازمان
۴۷	فصل سوم- روش شناخت طرح
۴۹	۱-۲۱- کلیات
۴۹	۱-۲۲- جمع‌آوری اطلاعات پایه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۹	۱-۲-۳ - نقشه‌ها
۵۱	۲-۲-۳ - گزارش‌ها
۵۲	۳-۲-۳ - سایر اسناد و مدارک
۵۲	۳-۳ - زمان‌بندی انجام ارزیابی عملکرد
۵۳	۴-۳ - تعیین اجزای کار
۵۴	۱-۴-۳ - دیدگاه سازه‌ای
۵۶	۲-۴-۳ - دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
۵۷	۳-۴-۳ - دیدگاه محیط زیست
۵۷	۴-۴-۳ - دیدگاه اقتصادی
۵۷	۵-۴-۳ - دیدگاه اجتماعی
۵۸	۵-۳ - بازدید میدانی
۵۹	۱-۵-۳ - کانال‌ها و ابنيه فنی آن‌ها
۵۹	۲-۵-۳ - زهکش‌های رو باز
۶۰	۳-۵-۳ - زهکش‌های زیرزمینی و چاهک‌های مشاهده‌ای
۶۰	۴-۵-۳ - راه‌ها و ابنيه فنی
۶۰	۵-۵-۳ - تجهیزات هیدرومکانیکی
۶۱	۶-۵-۳ - بازدید میدانی با دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
۶۱	۷-۵-۳ - بازدید میدانی با دیدگاه زیست محیطی
۶۱	۸-۵-۳ - بازدید میدانی با دیدگاه اقتصادی
۶۱	۹-۵-۳ - بازدید میدانی با دیدگاه اجتماعی
۶۱	۶-۳ - جمع‌بندی مطالعات دفتری و بازدیدهای میدانی
۶۳	فصل چهارم - ارزش‌گذاری کیفی شاخص‌ها
۶۵	۱-۴ - کلیات
۶۵	۲-۴ - روش محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌ها
۶۵	۱-۲-۴ - محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌های سازه‌ای
۶۸	۲-۲-۴ - محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌های غیرسازه‌ای
۷۷	فصل پنجم - کمی کردن ارزش کیفی شاخص‌ها و جمع‌بندی
۷۹	۱-۵ - کلیات

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۷۹	۲-۵- ارزیابی سریع
۸۲	۳-۵- ارزیابی تفصیلی
۸۴	۴-۵- ارزیابی ویژه
۸۴	۱-۴-۵- ارزیابی عملکرد از دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
۸۶	۲-۴-۵- ارزیابی عملکرد از دیدگاه منطقه‌ای
۹۳	فصل ششم - توصیه‌هایی در مورد بازسازی، بهسازی و نوسازی طرح‌های ارزیابی شده
۹۵	۱-۶- کلیات
۹۵	۲-۶- روش بررسی
۹۵	۱-۲-۶- تشکیل گروه بررسی کننده
۹۵	۲-۲-۶- جمع‌بندی وضع موجود سامانه
۹۵	۳-۲-۶- تهییه طرح امکان‌پذیری
۹۶	۴-۲-۶- تهییه طرح تفضیلی
۹۷	۳-۶- اولویت‌بندی اجرای طرح
۹۷	۴-۶- مدیریت طرح
۹۹	پیوست ۱- شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۱۵	پیوست ۲- نحوه محاسبه شاخص‌ها
۱۱۹	پیوست ۳- کاربرگ‌های نمونه محاسبه شاخص‌ها
۱۲۷	پیوست ۴- کاربرگ‌های نمونه ارزیابی وضعیت نگهداری شبکه آبیاری و زهکشی
۱۴۵	پیوست ۵- مثال‌هایی برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های سطحی آبیاری و زهکشی
۱۵۵	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها و نمودارها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۷	شکل ۱-۱- چارچوب ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری و زهکشی
۲۵	شکل ۱-۲- ساختار گسترده مرتبط با عملکرد آبیاری و زهکشی
۲۷	شکل ۲-۲- تعداد شاخص عملکرد پیشنهادی برای استفاده کنندگان مختلف
۳۲	شکل ۳-۲- میانگین مقادیر نسبت عملکرد تحویل آب در ده شبکه آبیاری و زهکشی
۳۸	شکل ۴-۲- تغییر یک پارامتر (عمق آب زیرزمینی) در طول زمان و مقایسه آن با حد بحرانی مربوطه
۴۱	شکل ۵-۲- نسبت عملکرد جمع‌آوری آب‌ها در یک پروژه ۵۲۰۰ هکتاری
۴۴	شکل ۶-۲- شرایط مرزی دیدگاه‌های آب بران

فهرست جدول‌ها و کاربرگ‌ها

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱- مثالی برای منطق ضرورت انجام ارزیابی و هدف‌های آن
۸	جدول ۱-۲- نمونه‌هایی از ارزیابهای مناسب در شرایط متفاوت
۱۰	جدول ۱-۳- نمونه ارتباط بین اهداف، مبانی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد و نتیجه نهایی مورد نظر
۱۱	جدول ۱-۴- مبانی از دیدگاه افراد مختلف برای عملکرد مناسب سامانه
۱۲	جدول ۱-۵- ارتباط بین شاخص‌های عملکرد و داده‌های مورد نیاز
۱۴	جدول ۱-۶- نمونه‌ای از روش جمع‌آوری اطلاعات (چه کسی - چگونه - کجا و چه موقع؟)
۱۵	جدول ۱-۷- نمونه‌های ارتباط بین شاخص‌های ارزیابی عملکرد و اطلاعات
۲۴	جدول ۲-۱- تعاریف و اصطلاحات
۲۶	جدول ۲-۲- ترکیب زمینه‌های بررسی عملکرد سامانه آبیاری و زهکشی
۲۷	جدول ۲-۳- شاخص‌های سازه‌ای
۲۸	جدول ۲-۴- شاخص‌های غیرسازه‌ای
۳۰	جدول ۲-۵- مقادیر نسبت تخلیه برای زهکش‌های زیرزمینی که به جمع‌کننده‌های پلاستیکی یا بتی تخلیه می‌شوند
۳۴	جدول ۲-۶- حداکثر شاخص نسبت کاربرد آب در مزرعه
۳۵	جدول ۲-۷- مقادیر سالانه نسبت زهکشی در چند حوضه آبریز (باس و فن آرت (۱۹۹۶))
۳۹	جدول ۲-۸- کمترین گروه‌هایی که باید آلودگی‌های پیشنهادی در آن‌ها پایش شود
۵۳	جدول ۱-۳- نمونه‌ای از نحوه زمان‌بندی به منظور ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۶۶	جدول ۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت بد
۶۶	جدول ۲-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی سازه
۶۶	جدول ۳-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی کانال یا لوله
۶۷	جدول ۴-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی جاده سرویس
۶۸	جدول ۴-۵- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت زهکشی سیستم
۶۸	جدول ۴-۶- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت عملکرد تحويل آب
۶۹	جدول ۷-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت حجم آب تحويلی
۶۹	جدول ۸-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص تحصیلات کارکنان
۷۰	جدول ۹-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص آموزش پرسنل
۷۰	جدول ۱۰-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص سهم مشارکت آب‌بران
۷۰	جدول ۱۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم
۷۱	جدول ۱۲-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت تحریب اراضی
۷۱	جدول ۱۳-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص عمق نسبی آب زیرزمینی
۷۲	جدول ۱۴-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص آلودگی
۷۲	جدول ۱۵-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت خود کفایی مالی
۷۳	جدول ۱۶-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص وصول آب‌بهای
۷۳	جدول ۱۷-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص اعتماد به توزیع آب
۷۳	جدول ۱۸-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص عدالت

فهرست جدول‌ها و کاربرگ‌ها

صفحه

عنوان

۷۴	جدول ۱۹-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص کمبود آب مورد نیاز
۷۵	جدول ۲۰-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص رطوبت نسبی خاک
۷۵	جدول ۲۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت تولید محصول
۸۰	جدول ۱-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی سریع
۸۱	جدول ۱-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی سریع
۸۱	جدول ۲-۵ - امتیاز کمی و کیفی حاصل از ارزیابی عملکرد
۸۲	جدول ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی
۸۶	جدول ۴-۵ - شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها
۸۷	جدول ۵-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
۸۸	جدول ۶-۵ - شاخص‌های ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری از دیدگاه ملی
۸۹	جدول ۷-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی عملکرد از دیدگاه ملی
۹۰	جدول ۸-۵ - شاخص‌های ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری از دیدگاه منطقه‌ای یا «محدوده تاثیرگذار»
۹۱	جدول پ-۵-۹- تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی از دیدگاه منطقه‌ای یا «محدوده تاثیرگذار»
۱۱۷	جدول پ-۱-۲- نام و نحوه محاسبه شاخص‌ها
۱۲۱	کاربرگ پ-۳-۱- محاسبه شاخص نسبت بد
۱۲۱	کاربرگ پ-۲-۳- برای محاسبه شاخص نسبت اثربخشی سازه
۱۲۱	کاربرگ پ-۳-۳- برای محاسبه شاخص نسبت اثربخشی کانال یا لوله
۱۲۲	کاربرگ پ-۴-۳- محاسبه شاخص نسبت اثربخشی جاده سرویس
۱۲۲	کاربرگ پ-۳-۵- محاسبه شاخص نسبت عملکرد تحويل آب
۱۲۲	کاربرگ پ-۳-۶- محاسبه شاخص نسبت زهکشی‌سیستم
۱۲۲	کاربرگ پ-۷-۳- محاسبه شاخص نسبت حجم آب تحويلی
۱۲۳	کاربرگ پ-۸-۳- محاسبه شاخص سهم مشارکت آب‌بران
۱۲۳	کاربرگ پ-۹-۳- محاسبه شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم
۱۲۳	کاربرگ پ-۱۰-۳- محاسبه شاخص نسبت تخریب اراضی
۱۲۴	کاربرگ پ-۳-۱۱- محاسبه شاخص NBPD
۱۲۴	کاربرگ پ-۳-۱۲- محاسبه شاخص وصول آب بپا
۱۲۴	کاربرگ پ-۳-۱۳- محاسبه شاخص اعتماد به توزیع آب
۱۲۵	کاربرگ پ-۳-۱۴- محاسبه شاخص آموخت کارکنان
۱۲۵	کاربرگ پ-۳-۱۵- محاسبه شاخص نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی
۱۲۵	کاربرگ پ-۳-۱۶- محاسبه شاخص آводگی
۱۲۵	کاربرگ پ-۳-۱۷- محاسبه شاخص عدالت
۱۲۹	کاربرگ پ-۱-۴- ساختار فیزیکی و عملکرد ایستگاه پمپاژ
۱۲۹	کاربرگ پ-۲-۴- ساختار فیزیکی و عملکرد بند انحرافی
۱۳۱	کاربرگ پ-۳-۴- ساختار فیزیکی آبگیر مزرعه

فهرست جدول‌ها و کاربرگ‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۳۲	کاربرگ پ. ۴-۴- ساختار فیزیکی آبگیر کanal درجه ۳ از کanal درجه ۱ و ۲
۱۳۳	کاربرگ پ. ۴-۵- ساختار فیزیکی آبگیر درجه ۴ از درجه ۳
۱۳۴	کاربرگ پ. ۴-۶- ساختار فیزیکی پل
۱۳۵	کاربرگ پ. ۴-۷- ساختار فیزیکی تنظیم کننده سطح آب با دریچه کشویی
۱۳۶	کاربرگ پ. ۴-۸- فرم بررسی ساختار فیزیکی روگذر لوله ای از کanal
۱۳۷	کاربرگ پ. ۴-۹- ساختار فیزیکی زیرگذر کanal (مسیل، زهکش)
۱۳۸	کاربرگ پ. ۴-۱۰- ساختار فیزیکی سرریز جانبی
۱۳۹	کاربرگ پ. ۴-۱۱- ساختار فیزیکی دراپ در زهکش
۱۴۰	کاربرگ پ. ۴-۱۲- ساختار فیزیکی دراپ در کanal
۱۴۱	کاربرگ پ. ۴-۱۳- وضعیت رسوب در کanal
۱۴۲	کاربرگ پ. ۴-۱۴- وضعیت فیزیکی کanal ها
۱۴۳	کاربرگ پ. ۴-۱۵- ساختار فیزیکی جاده سرویس
۱۴۴	کاربرگ پ. ۴-۱۶- وضعیت فیزیکی زهکش های رو باز
۱۴۷	جدول پ. ۱-۵- خلاصه نتیجه ارزیابی سریع شبکه توسط ارزیاب ها
۱۴۹	جدول پ. ۲-۵- تبدیل ارزش کیفی شاخص ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی
۱۵۱	جدول پ. ۳-۵- تبدیل ارزش کیفی شاخص ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

مقدمه

ارزیابی سریع سامانه‌های آبیاری کشور نشان می‌دهد که تعداد زیادی از آن‌ها عملکردی کمتر از پیش‌بینی داشته‌اند. این امر را به‌طور کلی می‌توان به عوامل زیر نسبت داد:

- اشکالات طراحی؛
- مشکلات اجرایی ناشی از نبود یا کمبود استانداردهای ساخت و نظارت ناکافی؛
- کم توجهی به موارد اجتماعی و اقتصادی مورد نظر بهره‌برداران؛
- کم توجهی به محیط زیست؛ و
- مشکلات ناشی از مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری.
- اشکالات ناشی از تغییر سیمای طرح در مراحل طراحی و یا اجرا؛
- اشکالات ناشی از تغییر اهداف طرح؛
- اشکالات ناشی از تغییر مشخصات طرح به‌دلیل کمبود اعتبارات و یا اعمال سلیقه‌ها؛
- اشکالات ناشی از تغییر در اهداف بهره‌برداری توسط دستگاه اجرایی؛
- اشکالات ناشی از تغییر در شرایط بهره‌برداری توسط دی‌نفعان به‌دلیل شرایط تاثیرگذار بازار تولید؛ و
- مشکلات ناشی از عدم توجه به عملکرد درازمدت طرح و به همین مناسبت واگذاری طرح به پیشنهادات کار با قیمت نازل که موجب افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و کوتاه شدن عمر مفید طرح می‌گردد.

به این ترتیب می‌توان گفت که به‌طور کلی مشکلات می‌تواند ناشی از عملکرد عوامل کارفرما، پیمانکار، مشاور و دستگاه بهره‌بردار یا ذینفعان باشد.

مهم‌ترین مشکلات طراحی به در نظر گرفتن مبانی آن باز می‌گردد. پدید آوری طرح‌ها، به‌طور معمول، با پیشنهاد و پیگیری بهره‌برداران انجام نمی‌شود؛ بلکه این تصمیم از سوی مقامات دولتی گرفته می‌شود. به همین ترتیب، ترکیب و تراکم کشت، محل عبور کانال‌ها و مجاری انتقال و توزیع آب، محل آبگیرها و... لزوماً مورد توافق قبلی کشاورزان نیست. همین مبانی کلیدی نه چندان سازگار با خواست بهره‌برداران، سیمایی را از طرح به‌دست می‌دهد که فاصله‌ای گاه عمیق، با خواست آن‌ها دارد.

مهم‌ترین مشکلات اجرایی، ریشه در انتخاب نامناسب پیمانکار، کم توجهی به استانداردهای ساختمانی موجود و در برخی موارد به نبود استانداردها دارد. گاه نظارت ناکافی و دخالت عوامل صاحب نفوذ محلی نیز به نارسایی‌های ذکر شده می‌افزاید.

کم توجهی به روابط اجتماعی حاکم بر روستاها و محدوده طرح از سویی، و گاه عدم تعامل بین کارفرما و بهره‌برداران در مورد نظام بهره‌برداری از سوی دیگر، موجب می‌شود که در بهره‌برداری از طرح، مشکلاتی پیش‌بینی نشده، به وجود آید که نشان از عدم تفاهم متقابل و یا درک اندک کارفرما و مشاور از بهره‌بردار دارد.

در زمینه‌های اقتصادی، افزایش بیش از حد قیمت تمام شده طرح نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده و نیز افزایش طول دوره اجرای طرح، و تأثیر هم‌افزایی این دو بر یکدیگر، موجب می‌گردد که بازده اقتصادی طرح کاهش یابد. از سویی دیگر، آبی شدن اراضی، باعث افزایش بیش از حد قیمت زمین می‌شود. چیزی که اصولاً در محاسبات اقتصادی طرح منظور نمی‌گردد.

در حال حاضر، در طراحی پروژه‌های آبیاری و زهکشی با گستردگی کمتر از ۵۰۰۰ هکتار، اصولاً ارزیابی زیست محیطی طرح ضروری نیست. در طرح‌های بزرگ‌تر نیز به علت عملکرد نامناسب مدیریت، پیدایش مشکلاتی مانند شوری و ماندابی شدن اراضی دور از ذهن نیست.

در مورد مسایل مربوط به مدیریت و بهره‌برداری، کمبود راندمان آبیاری، پایین بودن بهره‌وری آب، آبیاری ناکافی و کمبود عدالت در توزیع به موقع آب به تمامی نقاط شبکه، از مسایل مهمی هستند که امروزه طرح‌های ما با آن دست به گریبانند. آنچه گفته شد، پی‌آمد ناخواسته یا نادانسته توسعه‌ای است چاره ناپذیر برای تامین غذا و دست‌یابی به امنیت غذایی. ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی می‌تواند نقاط ضعف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری طرح‌ها را آشکار سازد و به مدیران، توانایی بیش‌تری برای مدیریت بهتر پروژه بدهد.

- هدف

هدف از تهیه این نشریه، تدوین راهنمایی است که به ارزیابان کمک کند تا بتوانند با شیوه‌ای به نسبت همسان، به ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی بپردازنند؛ اشکالات مهم در هر زمینه را پیدا کنند و راه‌های بهبود آن را نشان دهند. ارزیابی نوبتی و چندباره عملکرد طرح، پایش عملکرد نام دارد و در هر مرحله نشان می‌دهد که تا چه حد به پیشنهادات مراحل قبلی ارزیابی عملکرد، توجه شده است. مقایسه عملکرد یک طرح با طرح‌های دیگر^۱ نیز می‌تواند بسیار ارزشمند باشد و رقابتی سالم را در میان مدیران بهره‌برداری پروژه‌ها ایجاد نماید.

- دامنه کاربرد

ارزیابی عملکرد می‌تواند مربوط به یک سامانه باشد و یا سامانه‌های مختلف را با هم مقایسه کند. آنچه که در این نشریه به آن پرداخته می‌شود، تنها مربوط به یک سامانه خاص است.

فصل ۱

مبانی کلی ارزیابی عملکرد

۱-۱- کلیات

در پشت هر اقدام مهم و تاثیرگذاری باید منطقی وجود داشته باشد. هدف‌ها باتوجه به منطق ضرورت انجام کار مشخص می‌شوند.

هدف کلی ارزیابی عملکرد به طور معمول، نه همیشه، رسیدن به نقطه ای است که در آن پایداری پروژه و محیط زیست اطراف آن حفظ شود و راه‌های بهبود عملکرد به نحوی مشخص شود که درآمد جامعه انسانی داخل طرح افزایش یابد، سطح زندگی آن‌ها بالا برود و روابط اجتماعی دی‌نفعان بهبود پیدا کند. هدف کلی، به‌طور معمول، بیش از آنچه که دیدگاهی کمی داشته باشد، نگرشی کیفی به طرح دارد. به بیانی دیگر، هدف کلی، بیان کننده هدف اصلی است و هدف‌های جزئی را در نظر نمی‌گیرد.

به عبارتی دیگر، هدف کلی از ارزیابی عملکرد، دستیابی به سامانه‌ای کارآمد، موثر و مولد در آبیاری و زهکشی است تا با فراهم آوردن بازخورد و تعامل مناسب در تمام سطوح مدیریتی، به شناسایی و حل مشکلات و نارسایی‌ها کمک کند. بدین ترتیب، ارزیابی عملکرد، ابزاری مناسب برای مدیران و سیاست‌گذاران خواهد بود تا مطلوب بودن یا نبودن عملکرد را تشخیص داده و در صورت مطلوب نبودن آن، نسبت به شناسایی نارسایی‌ها و اقدامات اصلاحی که باید صورت گیرد تا موقعیت بهبود یابد، اقدام نمایند.

هدف‌های خاص، به‌طور معمول، رسیدن از وضع موجود به وضعیت آرمانی مورد نظر را دنبال می‌کنند. این هدف‌ها، به‌طور معمول، نه همیشه، کمی هستند و به‌طور نمونه، افزایش راندمان آبیاری، بالا بردن بهره‌وری آب و ... را پی می‌گیرند. به عبارت دیگر هدف‌های خاص، هدف‌های کوچکی هستند که مجموعه آن‌ها هدف کلی را تشکیل می‌دهد. جدول (۱-۱) نمونه‌ای از رده‌بندی هدف‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- مثالی برای منطق ضرورت انجام ارزیابی و هدف‌های آن

منطق ضرورت ارزیابی	لازم است مدیریت آب به منظور ایجاد زندگی بهتر در تمامی مزارع واقع در سامانه آبیاری و زهکشی* بهبود یابد.
هدف کلی	تعیین اقدامات قابل اجرا و پایدار مدیریت آب که به افزایش تولید محصول می‌انجامد و از آن طریق درآمد جامعه کشاورزی را ارتقاء می‌دهد.
اهداف خاص	کنترل و هدایت برنامه‌های تخصیص آب براساس نیاز در تمام نقاط کنترل (آبگیرهای درجه ۱، ۲ و ۳); تحلیل بهره‌وری آب در حال حاضر و تعیین اراضی برای بهبودبخشی و اصلاح تدوین برنامه راهبردی برای بهبود؛ اجرای راهبرد و پایش و ارزشیابی اثرات.

* واژه «سامانه آبیاری و زهکشی» به شبکه کانال‌های آبیاری و زهکشی و سازه‌های مرتبط به آن و نیز به مجموعه آبیاری و زهکشی، اراضی تحت آبیاری، روستاهای تحت پوشش، جاده‌ها و نظایر آن گفته می‌شود.

۱-۲- شیوه هدف‌گذاری

مساله کلیدی در تعیین هدف‌گذاری این است که ارزیابی برای چه کسی انجام می‌شود؟ نقطه نظرات چه نهادی باید در ارزیابی ملاحظه گردد؟ و دامنه گسترش آن تا کجاست؟ همان‌گونه که گفته شد، در این راستا، هدف‌ها با توجه به سه سطح زیر تعیین می‌شوند:

- منطق انجام کار؛
- هدف کلی؛
- اهداف خاص.

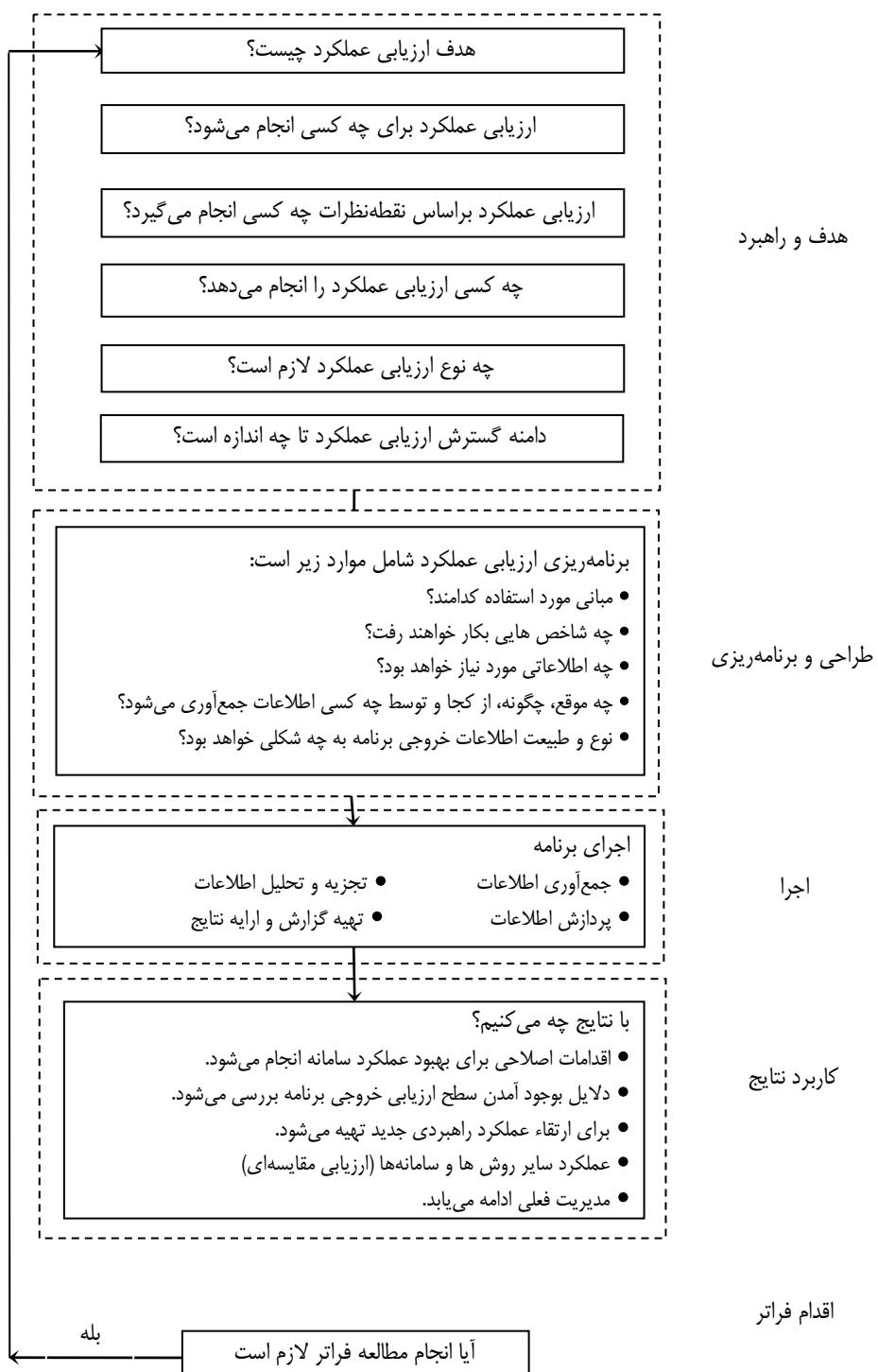
به طور متداول هدف‌گذاری از سطح بالاتر به سوی سطح پایین‌تر انجام می‌شود.

منطق انجام کار، در حقیقت پاسخگوی «چرایی» و «ضرورت» انجام ارزیابی عملکرد است. اگر «ضرورت» وجود نداشته باشد، یافتن هدف‌های کلی و خاص بیهوده است. منطق کار از راهبردی کلان (استراتژی) که سیاست گزاران آنرا تبیین می‌کنند، سرچشمه می‌گیرد.

شكل (۱-۱) نمونه‌ای از سطوح مختلف هدف‌ها را در ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی نشان می‌دهد.

۱-۱- ارزیابی برای چه کسی؟

توجه به این موضوع که ارزیابی عملکرد برای چه شخص یا نهادی انجام می‌شود بسیار مهم است. در حالی که ارزیابی عملکرد یک سامانه از دیدگاه دولت می‌تواند بررسی اثرات عملکرد آن بر زندگی کشاورزان باشد؛ کشاورزان و آببران این هدف را دنبال کنند که آیا خدماتی که توسط سازمان متولی راهبری به آن‌ها ارائه می‌شود کافی و متناسب با هزینه‌ای است که از ایشان دریافت می‌گردد یا خیر؟



شکل ۱-۱- چارچوب ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری و زهکشی

۱-۲-۱- ارزیابی از چه دیدگاهی

در شیوه هدف‌گذاری، این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که ارزیابی باید از دیدگاه چه کسی انجام شود؟ گهگاه موضوعی که از نظر دولت اهمیت زیادی دارد، از دیدگاه کشاورز چندان قابل اهمیت نیست. بسیار اتفاق می‌افتد که پژوهشگران

نمی‌خواهند هدف خود را معطوف به موارد کلی کنند؛ بلکه تنها به موضوعی خاص توجه می‌کنند. از این رو باید ارزیابی، همراه با دیدگاه ارزیاب تفسیر شود.

جدول (۲-۱) چند نمونه از روابط بین بهره‌بردار نتایج ارزیابی، دیدگاه مهم ارزیاب و نیز افرادی که عهده دار امر ارزیابی می‌شوند را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱- نمونه‌هایی از ارزیاب‌های مناسب در شرایط متفاوت

برای کدام شخص یا سازمانی؟	از دیدگاه کدام شخص یا سازمانی؟	به‌وسیله کدام شخص یا سازمانی؟
مدیریت سامانه	مدیریت سامانه	مدیریت سامانه و کارکنان
دولت	بخش اقتصادی دولت	مشاور
دولت	کل جامعه به طور عام و مصرف‌کنندگان آب به طور خاص	کارشناسان اقتصادی و اجتماعی
بانک تامین کننده اعتبار	کشاورزان (تامین معاشر)	مشاور، کارشناسان بانک
جامعه علمی	مدیریت سامانه	موسسه تحقیقاتی / دانشگاه
کشاورزان	کشاورزان	مشاور

۱-۳-۲- ارزیاب مناسب کیست

افراد یا سازمان‌های مختلف، قابلیت‌های متفاوتی در انجام ارزیابی عملکرد دارند. از این رو انتخاب ارزیاب مناسب، بستگی به اهداف و روش انتخابی دارد (جدول ۱-۲).

به عنوان نمونه، برنامه ارزیابی عملکرد مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری باید بگونه‌ای باشد که کارکنان سامانه نیز قادر باشند عملکرد طرح را نظارت و ارزشیابی کنند. نمونه دیگر این که مشاور یک سازمان دولتی ممکن است ارزیابی عملکرد سامانه‌ای را با هدف افزایش سرمایه‌گذاری انجام دهد، در حالی که در همین پژوهه یک تیم تحقیقاتی دانشگاهی ممکن است برنامه‌های مطالعاتی را برای شناسایی و تعیین عوامل طبیعی و اصلی تاثیرگذار بر عملکرد سامانه و یافتن اشکالات طرح به اجرا بگذارد.

۱-۳- دامنه مطالعات ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد می‌تواند مربوط به یک سامانه باشد و یا سامانه‌های مختلف را با هم مقایسه کند. آنچه که در این نشریه به آن پرداخته می‌شود، تنها مربوط به یک سامانه خاص است.

گستره عملیات ارزیابی عملکرد سامانه و حدود آن از دیدگاه مکانی و زمانی باید مشخص باشد. از دیدگاه مکانی، محدوده مطالعاتی شامل سطح تحت پوشش سامانه‌ای است که ارزیابی عملکرد آن انجام می‌شود و این گستره می‌تواند از اراضی تحت پوشش یک کanal درجه دو تا کل سامانه آبیاری را در بر بگیرد. گستره زمانی نیز تعیین کننده دوره ارزیابی عملکرد است که می‌تواند از یک هفت‌تاریخی تا یک فصل و حتی تا چندین سال نیز متغیر باشد. به طور معمول، ارزیابی عملکرد در شرایط متوسط یعنی نه‌چندان خشک و نه‌چندان تر انجام می‌شود مگر اینکه کارفرما در نظر داشته باشد که عملکرد طرح را در شرایط ویژه‌ای مثلاً در سال‌های خشک ارزیابی کند.

این نشریه، سامانه‌های آبیاری ثقلی را دربرمی‌گیرد؛ هرچند که بسیاری از موارد آن می‌تواند در تمامی روش‌های آبیاری کاربرد داشته باشد.

۱-۴- چارچوب مطالعات و انجام ارزیابی عملکرد

تعیین مراحل کار و پیشبرد برنامه‌های ارزیابی عملکرد، به چارچوبی مشخص نیازمند است. در منابع مختلف، چارچوب‌های متعددی برای ارزیابی عملکرد پیشنهاد شده‌اند. برخی چارچوب‌ها برای سامانه‌ای خاص تدوین شده و برخی دیگر عمومی ترند. چارچوب ارزیابی عملکرد براساس موارد زیر مشخص می‌شود: چرا ارزیابی عملکرد لازم است؟؛ برای انجام آن چه اطلاعاتی مورد نیاز است؟؛ چه روش‌هایی برای تحلیل به کار خواهد رفت؟؛ چه کسی اطلاعات تهیه شده را مورد استفاده قرار می‌دهد؟ و ... ارزیابی عملکرد بدون وجود چارچوبی مناسب در زمینه تامین اطلاعات، تشخیص و به کارگیری شاخص‌های مرتبط و تفسیر و تحلیل صحیح آن ممکن است به نتایجی غیرواقعی و نادرست بینجامد.

بنیاد چارچوب ارزیابی عملکرد را مجموعه‌ای از سوالات مختلف پی‌ریزی می‌کنند. اولین قدم درست در ارزیابی، تعیین هدف و راهبرد برنامه است، که گستره وسیعی را مد نظر قرار می‌دهد؛ مانند اینکه ارزیابی برای چه کسی انجام می‌شود، نقطه نظرات چه کسی مورد توجه قرار خواهد گرفت، چه کسی برنامه را اجرا می‌کند و نوع ارزیابی و دامنه آن چگونه است. هنگامی که در خصوص این مسایل تصمیم گرفته شد، طراحی برنامه ارزیابی عملکرد با انتخاب مبانی مناسب و شاخص‌های مورد نیاز امکان‌پذیر شده و اطلاعاتی که باید جمع‌آوری شود مشخص می‌گردد. آنگاه اجرای برنامه از قبل تدوین شده، با جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل آن آغاز می‌گردد. با بهره‌گیری از اطلاعات جمع‌آوری شده و تحلیل آن‌ها می‌توان به نتایج بلند مدت به منظور مشخص کردن رویکردها، نتایج میان مدت مانند بهبود روش‌ها و حتی تا برنامه‌های کوتاه مدت روزانه دست یافت.

۱-۵- برنامه‌ریزی انجام مطالعات ارزیابی عملکرد

مراحل عمده ارزیابی عملکرد راهبری^۱ و راهبردی^۲ عبارتند از:

- شناسایی اهداف؛
- انتخاب شاخص‌های ارزیابی در جهت رسیدن به اهداف ارزیابی عملکرد؛
- جمع‌آوری داده‌ها؛
- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها؛
- ارائه گزارش نتایج؛ و
- ارائه کاربرد نتایج (شکل شماره ۱-۱).

در فرآیند ارزیابی عملکرد، جمع‌آوری، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها به نوع اطلاعات و کاربرد آن‌ها در سامانه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری بستگی دارد.

۱-۵-۱- برنامه‌ریزی ارزیابی عملکرد

برنامه‌ریزی ارزیابی عملکرد شامل موارد زیر است:

- مبانی مورد استفاده کدامند؟

- چه شاخص‌هایی به کار خواهند رفت؟

- چه اطلاعاتی مورد نیاز خواهد بود؟

- چه موقع، چگونه، از کجا و توسط چه کسی اطلاعات جمع‌آوری می‌شود؟

مفاهیمی مانند مبانی، شاخص‌ها، و نتیجه عملکرد، در ادبیات این حرفه توسط افراد مختلف با معانی متفاوتی بیان شده است. به طور معمول، مبانی طوری انتخاب می‌شوند که هدف‌های بیشینه کردن تولید کشاورزی؛ اطمینان از توزیع عادلانه آب بین کلیه کشاورزان؛ و راندمان توزیع آب مطلوب را به دنبال داشته باشند. برای در نظر گرفتن مبانی، باید از شاخص‌های ارزیابی عملکرد استفاده نمود. شاخص‌های ارزیابی عملکرد، اطلاعات مورد نیاز برای برآورد نتیجه محاسبه ارزیابی عملکرد را مشخص می‌کنند. سپس این اطلاعات جمع‌آوری، پردازش و تحلیل می‌گردد و در پایان با مقادیر هدف، استانداردها، مأخذ، یا مقادیر پایه شاخص‌های عملکرد مقایسه می‌شوند. در انجام این امر باید از پیش مشخص گردد که آیا نتیجه ارزیابی برای مقایسه با هدفها و ضوابط تدوین شده برای خود سامانه انجام می‌گردد، یا نسبت به گریدهای از اهداف و یا مبانی ارزیابی سنجیده می‌شود. نمونه‌ای از اینکه مبانی باید از کجا اقتباس یا استخراج شوند در جدول (۳-۱) آورده شده است.

هر چند ممکن است اهداف یک سامانه از پیش مشخص شده باشد، اما ارزیابی را می‌توان براساس مبانی متفاوتی نیز انجام داد (جدول ۳-۱). به عنوان مثال ممکن است دولت ارزیابی عملکرد سامانه را براساس نیازهای اقتصادی کشور و یا اثرات و پایداری محیط زیست مورد توجه قرار دهد؛ هر چند که این مبانی در اهداف اولیه یک سامانه بیان نشده باشد. در یک نمونه دیگر ممکن است در یک سامانه، تغییرات جمعیت به عنوان یکی از هدف‌ها، دیده نشده باشد، لیکن سازمان حفاظت محیط زیست یا مقام‌های سیاسی براساس استانداردهای خود در نظر گرفتن آن را در ارزیابی عملکرد ضروری دانسته باشد.

جدول ۱-۳- نمونه ارتباط بین اهداف، مبانی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد و نتیجه نهایی مورد نظر

هدف	مبانی	شاخص عملکرد	مقدار هدف کوتاه مدت
به حداکثر رساندن اراضی زیر کشت	کارایی (راندمان آبیاری)	تراکم کشت	۲۰۵۲ هکتار (٪۱۰۰)
به حداکثر رساندن تولید محصول	بهره‌وری	کل محصول تولیدی	۷۶۰۰ تن
به حداکثر رساندن بهای کل محصول تولیدی	بهره‌وری	کل بهای محصول تولیدی	۱۰۶۷۲ میلیون ریال
به حداکثر رساندن بهره‌وری آب	بهره‌وری	مقدار محصول به ازای واحد حجم آب مصرفی	۰/۱۶ کیلوگرم در مترمکعب
به حداکثر رساندن عدالت در تحويل آب	عدالت	مساحت برنامه‌ریزی شده به مساحت کشت شده نسبت عملکرد تحويل آب	۳۰ ریال در مترمکعب
در یک فرآیند مدیریتی، مشخص ساختن مجموعه اهداف، امری حیاتی است. تعدادی از نکات کلیدی مربوط به تعیین اهداف برای مدیریت آبیاری و ارزیابی عملکرد در زیر آورده شده است:			۱ $SD < 10\%$ انحراف معیار کم تر از ۱۰ درصد

۱- هدف‌ها می‌توانند صریح^۱ یا ضمنی^۲ باشند. به عنوان نمونه، هدف صریح هر طرح آبیاری، تولید غذا است ولی یک هدف دیگر نیز مانند جلوگیری از سیل و باتلاقی شدن اراضی نیز می‌تواند از جمله هدف‌های ضمنی آن باشد. در ارزیابی عملکرد، توجه به هر دو نوع هدف حائز اهمیت است.

۲- اهداف از نظر اهمیت دارای سلسله مراتبی هستند. به طور معمول، اهداف به ترتیب اهمیت و برتری عبارتند از:

- عرضه مناسب آب؛

- استفاده مناسب از منابع کشاورزی؛

- فروش سودآور محصولات کشاورزی؛

- ارتقاء وضعیت اجتماعی؛ و

- بهبود رفاه و تسهیلات اجتماعی کشاورزان

هریک از این اهداف به نوبه خود مهم هستند. وجود آن‌ها در یک سطح بدین معنی است که در سطوح بالاتر نیز ممکن است جزو اهداف جانبی باشند. سلسله مراتب اهداف، ابزار مهمی برای برنامه‌ریزی محسوب می‌شود.

۳- رده‌بندی یا ارزش‌گذاری وزنی اهداف. در یک سامانه ممکن است تعداد زیادی هدف قابل رویت وجود داشته باشد؛ به طوری که برای ارزیابی عملکرد لازم باشد اهداف مذکور از لحاظ برتری، طبقه‌بندی یا وزن‌گذاری شده و ارزیابی به‌گونه‌ای انجام گیرد که چگونگی تحقق هدف‌ها به صورت فردی و یا در ارتباط با یکدیگر ارزیابی گردد. این فرآیند معمولاً به عنوان تجزیه و تحلیل چند منظوره نامگذاری می‌شود. یک مثال از وزن‌گذاری و طبقه‌بندی اهداف، با درنظر گرفتن اینکه سامانه آبیاری یک مزرعه دولتی را شامل می‌شود و یا توسط آب بران محلی اداره می‌شود، در جدول (۴-۱) ارائه شده است. در سامانه‌ای که به وسیله کشاورزان اداره می‌شود، هدف ارتقای توزیع عادلانه آب، مورد توجه بیشتری است؛ در حالی که در سامانه با تفکر مدیریت دولتی، افزایش درآمد حاصل از تولیدات کشاورزی از اولویت اصلی برخوردار می‌باشد.

جدول ۱-۴- مبانی از دیدگاه افراد مختلف برای عملکرد مناسب سامانه

نوع فرد	اولین مبنای ممکن برای عملکرد خوب سامانه
کارگران بدون زمین	تقاضا برای افزایش کارگر، روزهای کار و دستمزد
کشاورزان	تحویل آب کافی، سهل الوصول، قابل پیش‌بینی و به موقع
مهندس آبیاری	تحویل آب با راندمان بالا از آبگیرها به کانال‌های درجه ۳
متخصص اقتصاد کشاورزی	تولیدات بالا و پایدار محصولات کشاورزی و درآمدها
متخصص اقتصاد	نرخ بازده داخلی ^۳ بالا
متخصص اقتصاد دولتی	توزیع یکسان درآمدها، به خصوص به گروه‌های محروم

1- Implicit

2- Explicit

3- Internal Rate of Return

۱-۵-۲- اجرای برنامه ارزیابی عملکرد

پس از برنامه‌ریزی و اتخاذ تصمیم در مورد مبانی ارزیابی و پس از تعیین شاخص‌های مورد نظر و تشخیص مقدماتی اطلاعات مورد نیاز، اجرای برنامه ارزیابی عملکرد آغاز می‌شود.

در شرایط متدالو، دست کم یک گروه سه نفره به انجام کار می‌پردازد. در این گروه، باید کارشناسان آبیاری، محیط زیست و اقتصادی - اجتماعی حضور داشته باشند. بهتر است این گروه ارزیابی را کارشناسی از بخش بهره‌برداری و یک یا دو نفر از آب بران مطلع همراهی کنند.

گروه مذکور به منظور ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی، ابتدا به مطالعه کتابخانه‌ای در مورد سوابق مطالعات، دیدن نقشه‌ها و عکس‌های ماهواره‌ای، گزارش‌ها و سایر مدارک فنی می‌پردازد. کارشناس اقتصادی - اجتماعی به بررسی وضعیت اجتماعی روستاهای مختلف می‌پردازد تا بتواند به مشترکات و اختلافات قومی - قبیله‌ای و ... پی ببرد و تصمیم بگیرد که چه افرادی، گروه را در انجام ماموریت خود یاری دهند.

میزان ورود به جزئیات در یک طرح ارزیابی عملکرد به هدف ارزیابی بستگی دارد. با در نظر گرفتن گرایش‌هایی که در ارزیابی دخالت دارند، چگونگی مواجهه با سیستم متفاوت خواهد بود. بنابراین با توجه به درخواست کارفرما که می‌تواند در یکی از رده‌های موسسات تحقیقاتی، مدیریت اجرایی و سیاست‌گذاری قرار گیرد، اهداف، نیازها و اولویت‌ها تعیین می‌گردد. در این زمینه توجه به موارد زیر ضروری می‌باشد:

- اهداف ارزیابی؛
- سطح مدیریتی کارفرما؛
- شاخص‌های پیشنهادی؛
- بودجه تخصیص داده شده؛
- محدودیت زمانی کارفرما؛ و
- گستره و حدود ارزیابی.

اطلاعات مورد نیاز با توجه به تعاریف ارائه شده برای مبانی ارزیابی و شاخص‌های عملکرد، تعیین می‌شوند جدول (۱-۵) نمونه‌ای از ارتباط بین شاخص‌های عملکرد را نشان می‌دهد. توضیحات بیشتر در فصل مربوط به شاخص‌های ارزیابی عملکرد ارائه شده است.

جدول ۱-۵- ارتباط بین شاخص‌های عملکرد و داده‌های مورد نیاز

داده‌های لازم	واحدها	تعریف	شاخص
مساحت واقعی اراضی کشت شده (هکتار) مساحت اراضی آبیاری شده (هکتار)	%	سطح واقعی اراضی کشت شده سطح اراضی زیر پوشش آبیاری	تراکم کشت
تولید محصول (کیلوگرم) مساحت اراضی زیر کشت (هکتار)	کیلوگرم هکتار	مقدار تولید محصول مساحت اراضی زیر کشت	عملکرد محصول
نیاز آبی محصول (میلی متر) میزان بارندگی موثر(میلی متر)	-	آب مورد نیاز آبیاری سامانه حجم آب تامین شده برای سامانه	نسبت مصرف کل
تولید محصول (کیلوگرم) مساحت اراضی زیر کشت (هکتار) حجم آب مصرف شده (مترمکعب)	کیلوگرم مترمکعب	مقدار برداشت محصول حجم آب آبیاری تامین شده	بهره‌وری آب

برای محاسبه شاخص‌ها، ممکن است همه و یا بخشی از اطلاعات مورد نیاز نظیر سطح زیر کشت موجود باشد و یا ممکن است اطلاعات بیشتری مورد نیاز باشد که جمع‌آوری آن‌ها روش‌های خاص و یا تجهیزات ویژه‌ای را طلب نماید (نظیر سطح سنج اتوماتیک ثبات برای اندازه‌گیری مداوم بده کانال‌ها) که در این صورت نیازمند تامین اعتبار لازم است.

۱-۲-۵-۱- جمع‌آوری اطلاعات

برای درک عملکرد یک سامانه آبیاری، جمع‌آوری اطلاعات برای تمام نقاط سامانه، نه مورد نیاز، نه اقتصادی و نه مفید خواهد بود. برنامه ارزیابی عملکرد باید به گونه‌ای طراحی شود که نمونه‌های انتخابی بتوانند معرف کل سامانه بوده و تحلیل‌های کافی را برای تامین نیازها امکان‌پذیر نمایند. مثلا در یک کانال درجه سه هنگاهی که عملکرد مدیریت توزیع آب آبیاری ارزیابی ملکی شود باید نمونه‌ها از ابتداء، میانه و انتهای کانال انتخاب شوند.

پس از تعیین اطلاعات مورد نیاز، برنامه و نحوه جمع‌آوری آن‌ها تنظیم خواهد شد. مثالی از برنامه ارزیابی عملکرد بهوسیله مدیریت یک سامانه آبیاری در جدول (۱-۶) آورده شده است.

همچنین می‌توان ماتریسی که شاخص‌های ارزیابی و نیازهای اطلاعاتی را نشان دهد طراحی نمود (جدول ۱-۷). به‌طوری‌که از مثال ارائه شده مشخص می‌شود، بعضی از داده‌ها برای محاسبه شاخص‌های متعدد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گرفتن برخی اطلاعات، از طریق مصاحبه با افراد انجام می‌شود. این کار ممکن است به یکی از سه روش زیر انجام گیرد:

- مصاحبه با افراد به صورت تصادفی؛
- مصاحبه نیمه رسمی با افراد آگاه، در صورت وجود مسایل حساس؛ و
- مصاحبه گروهی با گروه‌های خاص اجتماعی به منظور اخذ نظرات گروه‌های مختلف.

هدف از انجام مصاحبه، تهیه پرسش نامه، مطالعات کتابخانه‌ای و غیره، اندازه‌گیری شاخص‌های است. هرچقدر اطلاعات و مقدار شاخص‌ها زیادتر باشد، تجزیه و تحلیل آن‌ها دشوارتر می‌شود. بنابراین تحلیل کنندگان باید تا حد ممکن، ارزیابی عملکرد را ساده‌تر کرده و اطلاعات اضافی را در گوشه‌ای دیگر نگاه دارند و آن‌ها را وارد فرآیند ارزیابی نکنند.

۱-۲-۵-۲- همکاران تیم ارزیابی

مطالعات میدانی با همکاری و همراهی تعداد کمی از آب‌بران و یک نفر از کارشناسان ارشد دستگاه بهره‌بردار صورت می‌گیرد. در شبکه‌های وسیع، اطلاعات میدانی به صورت تصادفی کسب می‌شود. به عنوان نمونه، تعدادی از مزارع زیر کانال‌های درجه ۳ و یا برخی از کانال‌ها و زهکش‌های درجه ۲ مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. مسؤولین محلی و آب‌بران آگاه می‌توانند به نحوه گردش آب در کانال‌ها، کفایت آبیاری، مشکلات نگهداری و ... را توضیح دهند. باید یادآور شد که ارزیابان موظف به گردآوری داده‌ها نیستند، بلکه آن‌ها را از دستگاه بهره‌بردار دریافت کرده و مورد تحلیل قرار می‌دهند. بدیهی است در مواردی که به‌دست آوردن اطلاعات دشوار و وقت‌گیر نباشد، ارزیابان نیز می‌توانند در این گردآوری همکاری کنند.

۱-۵-۲-۳- ثبت اطلاعات

اطلاعاتی که در هر مرحله به دست می‌آید، باید هرچه زودتر به فرم‌های خلاصه اطلاعات منتقل شود تا چنانچه کاستی، نارسایی و نتایجی دور از انتظار در آن‌ها دیده شود، بتوان نسبت به بازبینی آن‌ها اقدام کرد.

باید سعی شود کلیه اطلاعات کمی شود. حتی اطلاعاتی توصیفی نظیر «همیشه یا برخی موقع یا هرگز» باید به صورت عددی نوشته شوند. این کدها باید در طول دوره ارزیابی تغییر کنند.

جدول ۱-۶- نمونه‌ای از روش جمع‌آوری اطلاعات (چه کسی - چگونه - کجا و چه موقع؟)

اطلاعات مورد نیاز	واحد	چه کسی یا چه نهادی	کجا	چه موقع
اراضی قابل آبیاری	هکتار	مدیریت طرح	از نقشه‌های طراحی یا بانک اطلاعاتی طرح	-
تولید محصول	کیلوگرم	کارشناس کشاورزی واحد بهره‌برداری طرح	مصاحبه با کشاورزان واحدهای انتخابی یا دفتر واحد بهره‌برداری از شبکه	در انتهای فصل
مساحت واقعی زیر کشت	هکتار	کارشناس کشاورزی واحد بهره‌برداری طرح	اطلاعات دریافتی از کشاورزان و یا کنترل نقطه‌ای در مزرعه و یا تصاویر ماهواره‌ای	در طول فصل آبیاری
تولید محصول در واحد سطح	کیلوگرم در هکتار	کارشناس کشاورزی طرح	برای تمام طرح یا با انتخاب نمونه در اراضی زیر کانال‌های درجه ۳	در زمان برداشت محصول
نیاز آبی گیاه	میلی‌متر در روز	کارشناس کشاورزی یا مهندس آبیاری	با استفاده از روش‌های استاندارد (متلا CROPWAT)	در طول فصل آبیاری
بارندگی	میلی‌متر	کارشناس سازمان هواشناسی	استفاده از باران سنج	روزانه در هنگام بارندگی
بده واقعی	مترمکعب در ثانیه	مسوولان آب (بخش مطالعات و کاردان آب سنجی)	استفاده از نقاطی در داخل یا نزدیکی طرح	روزانه
مدت زمان آبیاری	ساعت	مسوولان آب (سرمیراب و میراب‌ها)	استفاده از نقاط نمونه انتخابی زیر کانال‌های درجه ۳	روزانه در هنگام آبیاری
بده پیش‌بینی شده آبیاری	مترمکعب بر ثانیه	مدیریت طرح	از طریق دریافت نظرات کشاورزان یا دستگاه بهره‌بردار	هفتگی
مدت زمان پیش‌بینی شده آبیاری	ساعت	مدیریت طرح	از طریق دریافت نظرات کشاورزان یا دستگاه بهره‌بردار	هفتگی
بهای محصول در بازار	ریال در کیلوگرم	کارشناس کشاورزی طرح	مصطفی با کشاورزان و واسطه‌ها	در انتهای فصل

جدول ۱-۷- نمونه‌های ارتباط بین شاخص‌های ارزیابی عملکرد و اطلاعات

اطلاعات									شاخص‌ها
ارزش تولید به ازای واحد حجم آب (مترمکعب / ریال)	تولید محصول در واحد سطح هکtar آب	نسبت عملکرد تحويل آب	بهره‌وری آب (مترمکعب / کیلوگرم)	نسبت کلی مصرف	عملکرد محصول (هکtar کشت) / کیلوگرم	درصد تراکم کشت (%)	واحد		
						✓	هکtar	ارضی قابل آبیاری	
✓		✓		✓			کیلوگرم	تولید محصول	
				✓	✓	✓	هکtar	مساحت واقعی اراضی زیر کشت	
				✓			هکtar / کیلوگرم	عملکرد محصول	
			✓				میلی متر	نیاز آبی گیاه	
			✓				میلی متر	بارندگی	
✓	✓	✓	✓	✓			مترمکعب در ثانیه	بده واقعی	
✓	✓	✓	✓	✓			ساعت	مدت زمان واقعی آبیاری	
		✓					مترمکعب در ثانیه	بده پیش‌بینی شده	
		✓					ساعت	مدت زمان پیش‌بینی شده آبیاری	
✓	✓						کیلوگرم / ریال	بهای محصول در بازار	

بادآوری:

مثال‌های فوق از برنامه ارزیابی عملکرد یک سامانه کامل توسط مدیریت آن با هدف برداشت کلی از عملکرد سیستم استخراج شده است.

۱-۴-۵- محاسبه مقدماتی شاخص‌ها

هریک از شاخص‌ها باید بلافارسله پس از جمع‌آوری اطلاعات، محاسبه و صحبت‌سنگی شوند. در این راه، نباید منتظر بود که در ابتدا همه اطلاعات کسب شود و تمامی شاخص‌ها در یک زمان محاسبه شوند. ارزیابی هریک از شاخص‌ها، می‌تواند سیمای بخشی از فعالیت‌ها را نمایان سازد که در شاخص‌های دیگر نیز تاثیر دارند.

۱-۵-۲- اعلام مقدماتی نتایج

پیش‌نویس نتایج به دست آمده به طور شفاف و روشن به کارفرما یا نهادی که ارزیابی عملکرد را سفارش داده است، اعلام می‌گردد و به آن‌ها فرصت داده می‌شود تا پیش‌نویس گزارش را بررسی کرده و آن را در جلسه مشترکی به بحث بگذارند. در جلسه، موارد اصلی و کلی گزارش به وسیله دو طرف به بحث گذاشته می‌شود تا موارد ابهام مشخص شود و دو طرف مفاد گزارش را مورد پذیرش قرار دهند. چنانچه این تفاهم حاصل نشود، گروه ارزیاب گزارش خود را به شکل مورد نظر خود به کارفرما تقدیم می‌کند. در تمامی این مدت تلاش به عمل می‌آید که هر دو طرف، در تنظیم گزارش به تفاهم برسند زیرا در صورتی که نتایج و پیشنهادات گروه ارزیابی مورد قبول کارفرما نباشد، به احتمال بسیار، اجرای آن نیز جامه عمل به خود نمی‌پوشاند.

۱-۵-۳- کاربرد نتایج

آخرین گام در اجرای ارزیابی عملکرد، به کار بستن نتایج آن است. برای رسیدن به این منظور، ابتدا باید نوع اقدامات اصلاحی مورد نیاز مورد بحث قرار گرفته و بهترین گزینه ممکن به عنوان راه حل اجرایی ارائه شود. این راه حل‌ها می‌توانند نرم‌افزاری و یا سخت‌افزاری باشند.

۱-۳-۵- شرکت کنندگان در جلسات کاربرد نتایج

از آنجا که شایسته‌تر آن است که طرح اصلاحی مورد پذیرش و باور کارفرما باشد، باید نمایندگان دستگاه بهره‌بردار و تنی چند از آببران نیز در جلسات مربوط به تعیین روش‌های اصلاحی مشارکت داده شوند. شک نیست برای رسیدن به بهترین طرح‌های اصلاحی و راهبردهای جدید، ابتدا باید اشکالات و سپس علل به وجود آمدن آن‌ها مورد بررسی قرار گیرند. تغییر راهبردها و روش‌ها، به‌طور معمول با مقاومت مجریان روبرو می‌شود. برای کاهش مقاومت، باید مجریان، خود نیز در تصمیم‌گیری مشارکت کنند و درحقیقت پذیرند که خود در تغییر روش‌ها و راهبردها نقش اساسی داشته‌اند.

گروه ارزیابی عملکرد هرگز نباید همانند پلیس یا بازرس جلوه کند. ارزیاب، همکار و ارتقاء دهنده عملکرد و مددکار مدیریت است و گرچه معایب را نشان می‌دهد، ولی هرگز نباید از ذکر محاسن و نقاط قوت مدیریت چشم‌پوشی کند. تجربه کارگاه‌های مهندسی ارزش برگزار شده در کشور نشان می‌دهد که رفتار مدبرانه و مناسب با شخصیت کارفرما و بهره‌بردار می‌تواند منجر به باور دستگاه بهره‌بردار به تغییر و اجرای آن باشد.

بی‌تردید، عملکرد هیچ طرحی را نمی‌توان از تمامی جهات ارزیابی کرد. نظرات و دیدگاه‌های افراد آنقدر متنوع هستند که همواره می‌توان جای خالی چند عامل عملکردی را در آن پیدا کرد. به عنوان نمونه، هنگامی که ارزیابان، عملکرد طرحی را بررسی می‌کنند، ممکن است برای یکی از آن‌ها، وضعیت بیولوژیکی خاک نیز دارای اهمیت شناخته شود؛ در حالی که به‌طور عام، ارزیابان، این حد از جزئیات را نادیده می‌گیرند و به مواردی مهم‌تر و کلی‌تر توجه می‌کنند.

۲ فصل

شاخص‌های ارزیابی عملکرد

۱-۲- کلیات

هدف نهایی از ارزیابی عملکرد یک پروژه آبیاری و زهکشی، دستیابی به عملکردی موثر و کاراست.

این مهم از طریق تهیه بازخورد اطلاعاتی مناسب برای سطوح مختلف مدیریتی حاصل می‌گردد. این مساله به مدیران یا برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا متوجه شوند که آیا عملکرد شبکه در حال حاضر مناسب است یا نه و اگر مناسب نیست باید چه فعالیت‌های اصلاحی جهت بهبود شرایط موجود انجام دهنده؟

نباید فراموش کرد که ارزیابی عملکرد به اهداف آن بستگی دارد و می‌تواند از دیدگاه کلی و جامع انجام شده و یا اینکه تنها به بخشی از دیدگاه‌ها منحصر شود. به عنوان نمونه، ممکن است کارفرمایی بخواهد که طرحی را تنها از دیدگاه محیط زیست ارزیابی کند. بهطور کلی ارزیابی عملکرد را می‌توان از پنج دیدگاه مختلف نگاه کرد:

- راهبری^۱؛
- مسؤولیت‌پذیری^۲؛
- بهبودبخشی^۳؛
- پایداری^۴؛
- تجزیه و تحلیل تشخیصی^۵.

ارزیابی عملکرد راهبری، به ارزشیابی، پایش و هدایت روزانه و یا فصلی سامانه مربوط می‌شود.

ارزیابی عملکرد مسؤولیت‌پذیری، برای دستیابی به میزان مسؤولیت‌پذیری و عملکرد افرادی است که مدیریت سامانه را به عهده دارند.

ارزیابی عملکرد بهبود بخشی، به منظور یافتن روش‌های بهبود عملکرد سامانه انجام می‌شود.

ارزیابی عملکرد پایداری، به منابعی که در درازمدت، به پایداری طرح کمک می‌کنند توجه می‌کند.

در ارزیابی تحلیل تشخیصی، توجه و جستجو در راستای یافتن علت عملکرد نامطلوب و تعیین راهکارهایی به منظور بهبود عملکرد سامانه است.

هرچند انواع ارزیابی نام برده شده، مورد پذیرش عموم دست‌اندرکاران شناخته شده ارزیابی عملکرد قرار گرفته است، اما در شرایطی دیگر، شاید بتوان به تقسیم‌بندی دیگری که در زیر می‌آید نیز اشاره کرد:

- ارزیابی از دیدگاه سرعت و عمق مطالعه شامل:
- ارزیابی سریع؛ و
- ارزیابی تفصیلی.

1- Operational

2- Accountability

3- Intervention

4- Sustainability

5- Diagnostic Analysis

ارزیابی تفصیلی زمان برولی همه جانبه و عمیق است؛ از این رو، ممکن است که انجام آن در مورد تمامی طرح‌ها ضروری نباشد. به عکس، ارزیابی سریع می‌تواند با استفاده از شاخص‌های مهم‌تر، چهره‌ای به نسبت واقعی را از طرح نشان دهد. به عبارت دیگر، ممکن است که با کار ۲۰ درصدی بتوان اطلاعات ۸۰ درصدی را به دست آورد. از این رو، در بسیاری از طرح‌ها، باید ابتدا ارزیابی سریع را انجام داد.

- ارزیابی از نظر وسعت دید شامل:

- دیدگاه ملی؛
- دیدگاه منطقه‌ای (محدوده اثرگذار)؛ و
- دیدگاه محدوده طرح (داخل سامانه).

ارزیابی، به‌طور معمول در دوران بهره‌برداری از طرح انجام می‌شود. بسیاری از شاخص‌های ارزیابی از دیدگاه محدوده طرح یا داخل سامانه به مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری مربوط می‌شود. ذکر این نکته لازم است که هرچند می‌توان دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری را نیز به دیدگاه‌های ذکر شده افزود، ولی نزدیکی آن با ارزیابی داخل سامانه موجب شده است تا این تقسیم‌بندی انجام نگیرد.

در این نشریه، ارزیابی عملکرد به مجموعه‌ای از این انواع، به طور عمومی و نه به صورتی ویژه، اطلاق می‌شود. چنانچه هدف از مطالعه ارزیابی عملکرد سامانه‌ای تنها یک یا چند مورد از موارد مذکور باشد، باید شاخص‌های مربوط به سایر عوامل را نادیده گرفت و وزن بیشتری به شاخص‌هایی که بتواند هدف مورد نظر را باز کند داد.

برای مشخص شدن عملکرد، باید تعدادی داده واقعی، منظم و بهنگام (که اندازه‌گیری شده یا جمع‌آوری شده‌اند) از پارامترهای کلیدی با مقدار «دلخواه» آن پارامتر یا مقدار «بحرانی» آن مقایسه گردد. این مقایسه به دو صورت انجام می‌شود:

- مقدار واقعی پارامتر کلیدی (که یا جمع‌آوری شده و یا از طریق اندازه‌گیری به دست آمده است) با مقدار «هدف» یا «دلخواه» آن پارامتر قابل اندازه‌گیری مقایسه شود؛ و

- پارامتر کلیدی به شکل بدون بعد تحت عنوان **شاخص عملکرد** ارائه شود که نسبتی است از مقدار واقعی پارامتر کلیدی و مقدار «هدف» یا «دلخواه» یا «بحرانی^۱» آن پارامتر.

در هر دو حالت فوق، مدیر باید به اطلاعاتی مجهز باشد تا بتواند براساس آن‌ها تشخیص دهد که آیا مقدار انحراف بین مقدار واقعی پارامتر با مقدار دلخواه آن، قابل پذیرش است یا نه؟

۲-۲- ویژگی شاخص مناسب

ارزیابی عملکرد، ابزاری است جهت:

- بهبود سطح خدمات یا روابط بین گروه‌ها و افرادی که بهوسیله «آبیاری» با همدیگر مرتبط شده‌اند؛ و

۱- مقدار بحaranی، حد پایین یا بالای پارامتری است که تجاوز از آن موجب خسارت کلی می‌شود مانند افزایش شوری خاک از حدی معین برای گیاهی مشخص.

- افزایش کارایی منابعی که از آن‌ها استفاده می‌شود.

ارزیابی عملکرد می‌تواند در بهبود روزبه روز عملکرد موثر بوده و علاوه بر تشخیص مشکلات، اثر اقداماتی که جهت بهبود یا حل آن‌ها صورت می‌گیرد را نیز پایش نماید.

شاخص‌ها برای کمی کردن عملکرد سیستم به کار می‌روند. مساله مهمی که وجود دارد این است که عملکرد را براساس اهداف سیستم ارایه نمایند. به عبارت دیگر، شاخص‌های ارزیابی باید هدفمند باشند.

شاخص خوب دو ویژگی مناسب دارد:

- نشان دهنده وضعیت عملکردکنونی سامانه دربخش سازه‌ای آن (به عنوان نمونه کانال) و یا در بخش غیرسازه‌ای (همانند راندمان آبیاری) باشد؛ و

- وقتی به همراه شاخص‌های دیگر دیده شود، راهکاری صحیح را برای بهبود عملکرد سیستم ارایه دهد. عدم تغییر شاخص، طی مدت زمانی که ارزیابی عملکرد و پایش صورت می‌پذیرد از اهمیت بسزایی برخوردار است، زیرا می‌تواند به تشخیص یک روند نادرست که باید اصلاح شود کمک کرده و جلوی راهحل‌هایی که ممکن است بسیار پرهزینه یا پیچیده باشد را بگیرد.

با دقت بیشتر می‌توان ویژگی‌های زیر را برای یک شاخص مناسب عنوان کرد:

- داشتن مبنای علمی

شاخص مورد نظر باید براساس یک مدل علت و معلولی که از لحاظ آماری آزمایش شده، به صورت تجربی و در عمل کمی شده و برای قسمت خاصی از فرآیند آبیاری تبیین گردیده است، بنا شده باشد. تمایز بین مبانی نظری و تجربی شاخص، باید واضح و روشن باشد. برای تسهیل در مقایسه ارزیابی عملکرد، شاخص‌ها بایستی تا حد امکان، به طور یکسان، مشابه و قابل مقایسه طراحی شوند (باس و نوگتون ۱۹۷۸، ICID ۱۹۹۰، ولترز ۱۹۹۲).

- قابلیت کمی شدن شاخص‌ها

برای کمی شدن شاخص باید داده‌های لازم در دسترس باشد یا اینکه با فن‌آوری‌های موجود قابل دستیابی (قابل اندازه‌گیری) باشد. اندازه‌گیری‌ها نیز باید تکرارپذیر باشند.

- قابلیت سنجیده شدن شاخص‌ها نسبت به مقدار «دلخواه» یا «هدف»

این ویژگی، در حقیقت، در تعریف شاخص عملکرد نیز نهفته است. به عبارت دیگر باید بتوان ارتباط و تناسب مقادیر «دلخواه» و حدود تغییرات آن را برای هر شاخص تعیین کرد. این مقادیر (و دامنه مجاز انحراف آن‌ها) باید متناسب با سطح فن‌آوری و مدیریت مزرعه باشد (باس و همکاران ۱۹۹۱).

- بدون گرایش و غیرجانبدارانه اطلاعات شاخص‌ها

کمال مطلوب آن است که طراحی شاخص‌های عملکرد به شیوه‌ای انجام شود که گرفتار گرایش به یکسو و یا مبانی اخلاقی محدود کننده نگردد. در عمل، تحقق این امر بسیار دشوار است زیرا حتی امور فنی نیز گاهی مشمول قضاوت‌های ارزشی ارزیابان می‌شوند (اسمال ۱۹۹۲).

- امکان‌پذیر بودن گردآوری مجدد اطلاعات در مورد فرآیندهای قابل برگشت^۱ و قابل مدیریت

یکی از ویژگی‌های شاخص‌های عملکرد، قابل درک بودن آن توسط مدیر آبیاری است. حتی بعضی از فرآیندهای غیرقابل برگشت و غیرقابل کنترل نیز می‌توانند شاخص‌های خوبی را فراهم کنند، هر چند ممکن است نتایجی را که پیش‌بینی می‌کنند، به صورت غیرمستقیم باشند. مثلاً توافر و شدت باران، قابل مدیریت و کنترل نیست، اما اطلاعات حاصل از این داده‌ها در درازمدت برای برنامه‌ریزی پیشگیری از کمبود آب مفید بوده و در کوتاه مدت، به مدیران امکان می‌دهد تا در برنامه‌های عرضه آب تعییراتی بدهنند.

- توانایی ایجاد شاخص‌های ترکیبی را داشته باشد

یکی از عوامل مهم و موثر در انتخاب شاخص، طبیعت آن است. شاخص ممکن است عملی مشخص و یا مجموعه‌ای از عملیات را توصیف کند. شاخص‌ها، به طور آرمانی فراهم کننده اطلاعات در مورد مقادیر فعالیت واقعی نسبت به مقدار «هدف» یا «دلخواه» هستند. امکان ترکیب این نسبت‌های بدون بعد با یکدیگر و تبدیل آن‌ها به شاخص‌های ترکیبی باید مورد مطالعه قرار گیرد؛ همان‌گونه که بسیاری از شاخص‌های مورد استفاده در عملکرد اقتصاد ملی ترکیبی هستند مانند تعیین نرخ تورم که از سبد کالا و خدمات که چند مورد را دربرمی‌گیرد به دست می‌آید.

- سهولت در استفاده، قابل فهم و مقرن به صرفه بودن

استفاده از شاخص‌های عملکرد، مخصوصاً برای کارهای مدیریتی روزمره و معمول، باید از لحاظ فنی امکان‌پذیر و کاربرد آن با توجه به سطح مهارت پرسنل آسان باشد. به علاوه، هزینه به دست آوردن شاخص‌ها از لحاظ بودجه، تجهیزات و منابع انسانی در حد امکانات موسسه باشد.

خلاصه شماره ۱ - ویژگی‌های شاخص مناسب

۱- مبنای علمی داشته باشد.

۲- قابل کمی‌شدن و تکرار پذیری باشد.

۳- بتوان آن‌ها را با مقدار دلخواه سنجید.

۴- اطلاعات مربوط به آن‌ها را بتوان بدون اعمال نظر و مستقل به دست آورد.

۵- از اطلاعات غیرقطعی ولی محتمل مانند بارندگی نیز در آن استفاده شده باشد.

۶- از آن‌ها بتوان شاخصی ترکیبی درست کرد.

۷- استفاده از آن‌ها آسان باشد و هزینه تهییه عوامل سازنده آن از حد امکانات تجاوز نکند.

۳-۲- انواع شاخص‌های عملکرد

همچنان که پیش‌تر بحث شد، اقدام اصلی در ارزیابی عملکرد، مقایسه میزان اندازه‌گیری شده یک پارامتر با مقدار «هدف» یا «دلخواه» همان پارامتر است. نتیجه این مقایسه، یک کسر بدون بُعد است که در صورت آن، مقدار واقعی داده (اندازه‌گیری شده) و در مخرج آن، مقدار «هدف»، «دلخواه» یا «بحرانی» قرار می‌گیرد. شاخص‌ها لزوماً همواره بدون بعد نیستند. به عنوان نمونه حجم آب تحويلی به هر هکتار از کشت معین می‌تواند شاخص بسیار مهمی تلقی شود، هر چند که این شاخص بدون بعد نیست.

جدول (۱-۲) توضیحات لازم در مورد تعاریف و اصطلاحات متداول در ارزیابی عملکرد را ارایه می‌کند.

مقدار پارامتر مخرج کسر یا مقدار «هدف»، «دلخواه» یا «بحرانی» را می‌توان به چهار گروه اصلی به شرح زیر تقسیم کرد:

- **مقدار بحرانی پارامترهای کلیدی**، زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که اگر فرآیند مورد ارزیابی از این مقدار فراتر (یا فروتر) رود، اثراتی بحران‌زا بر روی سایر عوامل به دنبال داشته باشد. عموماً این شاخص‌ها عاملی مشخص را توصیف می‌کنند. بیش‌تر شاخص‌های این گروه را می‌توان در ارزیابی عملکرد راهبردی^۱ مورد استفاده قرار داد. به عنوان نمونه، چنانچه شوری خاک از حد معینی تجاوز کند که گیاه نتواند باردهی اقتصادی داشته باشد، عملکرد به مقدار بحرانی خود می‌رسد.

- **مقدار هدف یا مقدار دلخواه**، به مقداری از یک پارامتر کلیدی اطلاق می‌شود که تصمیم انسان، در تعیین آن نقش داشته و یا از پیش تعیین شده باشد. بیش‌تر شاخص‌های این گروه را می‌توان در ارزیابی عملکرد راهبردی^۲ مورد استفاده قرار داد.

- **مقدار (واقعی) ورودی**، داده‌ای قابل اندازه‌گیری است که در پارامترهای کلیدی برای اندازه‌گیری و تعیین نسبت بین مقادیر خروجی (ستاده) به مقادیر ورودی (داده) منابع اصلی از آن استفاده می‌شود. این گروه از نسبت‌ها، نمایانگر راندمان‌های بهره‌برداری از آب و سایر منابع هستند.

- **مقدار کل**، که نشان دهنده درصد عملکرد یک پارامتر کلیدی نسبت به کل منابع در دسترس است. این شاخص‌ها اغلب در مورد جنبه‌های اجتماعی- اقتصادی مدیریت آبیاری به کار می‌روند.

اگرچه استفاده از شاخص‌های بدون بعد بیش‌تر مورد تاکید و توصیه است، اما استفاده از پارامترهای غیرقابل اندازه‌گیری نیز نفی نمی‌شود. به ویژه، چنانچه مقادیر یک پارامتر غیرقابل اندازه‌گیری به عنوان تابعی از زمان به همراه مقدار بحرانی آن ارایه شود، اطلاعات روشنی درباره عملکرد پارامتر مورد نظر به دست می‌آید. به عنوان نمونه، وضعیت بهداشت زنان و کودکان در یک پروژه آبیاری و یا وجود آب ماندگی سطحی که موجب پرورش حشرات می‌شود، بدون اینکه نسبتی در آن بیان شده باشد، می‌تواند عاملی برای ارزیابی عملکرد سیستم محسوب شود.

جدول ۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

اصطلاحات	تعریف	ملاحظات
مقدار واقعی ^۱	پارامتر یا عاملی که اندازه‌گیری و یا تشخیص داده شده باشد.	متلا بده جریان، عملکرد محصولات، آب‌ها و عمق آب زیرزمینی
نשانه ^۲	نتیجه دلخواه یک فرآیند یا یک پارامتر (یا نتیجه دلخواه یک شاخص عملکرد)	مقایسه با بهترین عملکرد فرآیندهای قابل قیاس
مقدار بحرانی ^۳	حد بحرانی، یک پارامتر کلیدی است که موجب بروز تغییرات شیمیایی نامطلوب در گیاه شده و عملکرد محصول کاهش می‌یابد.	به عنوان مثال شوری آب آبیاری، پارامتری بحرانی است که گذشتن آن از حد معینی به کاهش جدی عملکرد محصول می‌انجامد.
مقدار دلخواه ^۴	مقداری از یک پارامتر قابل اندازه‌گیری است که مدیریت آبیاری تلاش می‌کند تا به آن دست یابد.	این مقدار باید براساس سطح خدمات موردن توافق و یا برپایه برنامه‌های راهبردی تعیین شود.
پارامتر کلیدی ^۵	پارامتری قابل اندازه‌گیری که تاثیر آن بر عملکرد آبیاری و زهکشی، تعیین کننده باشد.	مانند طرفیت جریان، عملکرد محصولات، آب‌ها، عمق آب زیرزمینی.
سطح ارایه خدمات ^۶	مقدار کالا یا خدماتی که از طریق سازمان تأمین کننده خدمات به آببران ارایه می‌شود. استفاده‌کنندگان آب می‌توانند فرد یا گروهی از افراد و یا سازمانی دیگر باشند که وجود آن‌ها برای عملکرد موثر سیستم ضرورت دارد.	این سطح باید براساس قوانین کشور یا موافقت‌نامه‌های مبادله‌شده بین خدمات‌دهنده و آببران، تعیین شود.
مقدار هدف ^۷	مقدار موردنظر شاخص ارزیابی عملکرد که سیستم قصد دارد به آن نایل گردد.	بهترین عملکرد فرآیندهای قابل مقایسه
مقدار کل ^۸	مقدار یا تعداد کل یا حاصل جمع یک پارامتر	به عنوان مثال: تعداد آببران، تعداد ساختمان‌ها و غیره.

۴-۲- مروری بر شاخص‌ها

تعداد شاخص‌هایی که تا کنون به وسیله افراد مختلف معرفی شده‌اند بسیار زیاد است. تعداد بیش از حد شاخص‌ها نه تنها هزینه جمع‌آوری داده‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه تجزیه و تحلیل آن‌ها را نیز بسیار دشوار می‌سازد. از این رو باید از میان آن‌ها شاخص‌های کلیدی را انتخاب کرد. به عنوان نمونه، در جامعه شناسی، میزان سواد جامعه می‌تواند معرف امید به زندگی، در صد افزایش جمعیت، تعداد کتاب‌های منتشر شده در سال، رفتار اجتماعی و بسیاری شاخص‌های دیگر باشد. این گونه شاخص‌ها، کلیدی نامیده می‌شوند. در پیوست شماره ۱ تعدادی از شاخص‌های معرفی شده توسط متخصصین ارایه شده است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، برخی از این شاخص‌ها بدون بعد نیستند ولی می‌توانند نشان‌های از کیفیت عملکرد باشند. به عنوان نمونه می‌توان به تعداد دفعات بازرسی فنی و مالی از تشكیل‌های آببران، حجم رسوب برداشت شده از واحد طول کanal و یا مقدار آب مصرفی به ازای واحد سطح اشاره کرد.

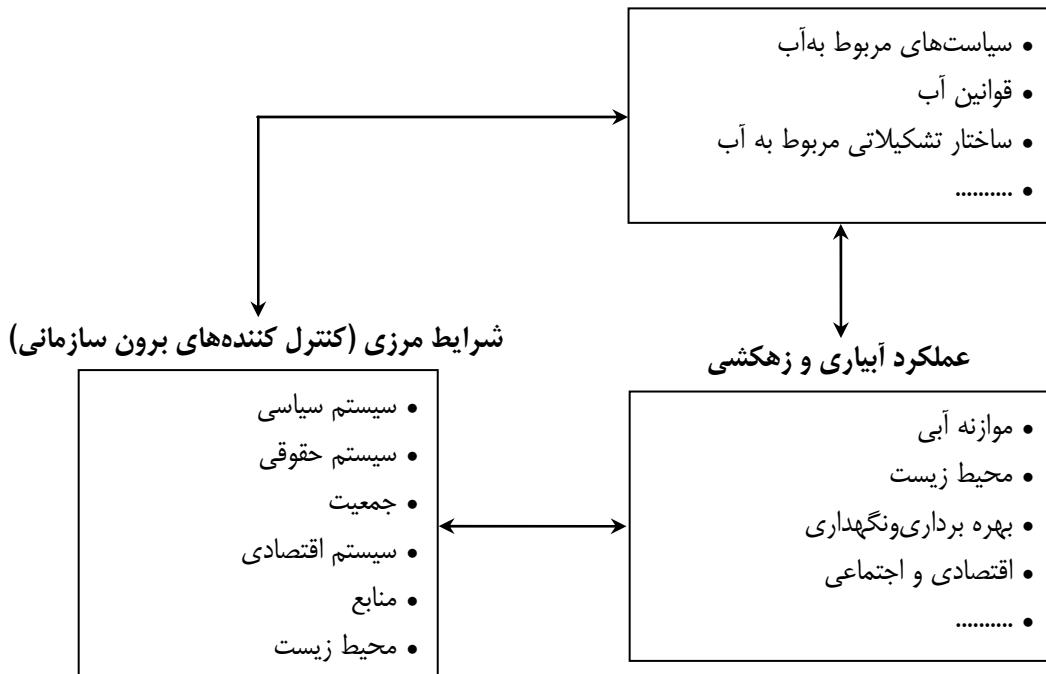
۵-۲- تعداد شاخص‌های مورد نیاز

با توجه به اصول فوق، در بخش بعد شاخص‌هایی تعریف می‌شوند تا به وسیله آن‌ها بتوان عملکرد سامانه‌های آبیاری و زهکشی را ارزیابی کرد. خاطرنشان می‌سازد که برای ارزیابی عملکرد، باید از شرایط کلی حاکم بر آن نیز اطلاع کافی داشت. ارزیابی می‌تواند از دیدگاه سازمان‌های مرتبط با آب، کشاورزی و شرکت‌های بهره‌برداری و یا از دیدگاه فنی - حرفاًی متخصصین گرایش‌هایی نظیر مدیران منابع آب، آب بران، کارشناسان محیط زیست، اقتصاد دانان، جامعه شناسان و نیز آببران و ... انجام شود (شکل ۱-۲). از این

-
- 1- Actual Value
 - 2- Benchmark
 - 3- Critical Value
 - 4- Intended Value
 - 5- Key Parameter
 - 6- Service Level
 - 7- Target Value
 - 8- Total value

رو می‌توان گفت که دو گروه ذی‌مدخلان^۱ و دی‌نفعان^۲ می‌توانند استفاده کنندگان اصلی نتایج ارزیابی عملکرد باشند. سازمان‌های آب، جهادکشاورزی و محیط زیست از جمله ذی‌مدخلان و شرکت‌های بهره‌بردار و آب‌بران از جمله دی‌نفعان بشمار می‌روند.

سازمان‌های مرتبط با آب



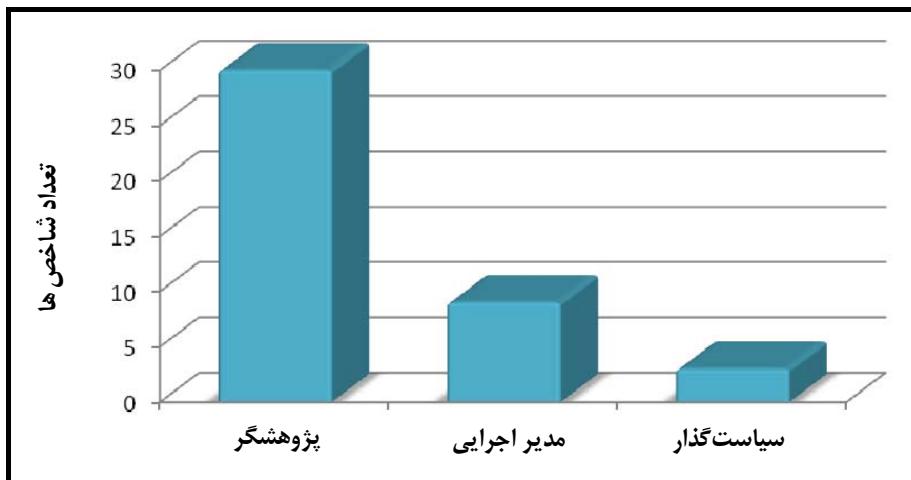
شکل ۲-۱- ساختار گستردگی مرتبط با عملکرد آبیاری و زهکشی

با ترکیب این سازمان‌ها و گرایش‌ها در یک ماتریس، زمینه‌های بررسی فراوانی گشوده می‌شود که از منظر هر یک از آن‌ها می‌توان عملکرد سامانه آبیاری و زهکشی را ملاحظه کرد. اگر تنها مواردی که در ساختار شکل (۱-۲) نشان داده شده است مورد توجه قرار گیرد، $72 = 6 \times 4 \times 3$ زمینه بررسی فراهم می‌گردد که به سادگی نمی‌توان از آن‌ها صرف‌نظر کرد. جدول (۲-۲) تعدادی از این ترکیب مطالعاتی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- ترکیب زمینه‌های بررسی عملکرد سامانه آبیاری و زهکشی

سیاست‌های آب - موازنه آبی - سیستم سیاسی کشور یا منطقه
سیاست‌های آب - موازنه آبی - سیستم حقوقی مربوط به آب
سیاست‌های آب - موازنه آبی - جمعیت
سیاست‌های آب - موازنه آبی - محیط زیست
قوانين آب - موازنه آبی - سیستم سیاسی کشور یا منطقه
قوانين آب - موازنه آبی - سیستم حقوقی مربوط به آب
قوانين آب - موازنه آبی - جمعیت
ساختار تشکیلات آب - موازنه آبی - سیستم سیاسی کشور یا منطقه
ساختار تشکیلات آب - موازنه آبی - سیستم حقوقی مربوط به آب
ساختار تشکیلات آب - موازنه آبی - جمعیت
سیاست‌های آب - محیط زیست - سیستم سیاسی کشور یا منطقه
سیاست‌های آب - محیط زیست - سیستم حقوقی مربوط به آب
سیاست‌های آب - محیط زیست - جمعیت
تشکیلات آب - اقتصادی و اجتماعی - سیستم اقتصادی
تشکیلات آب - اقتصادی و اجتماعی - منابع
تشکیلات آب - اقتصادی و اجتماعی - محیط زیست

میزان ورود به جزئیات در ارزیابی عملکرد، به هدف ارزیابی بستگی دارد. چنانچه فرض شود که ۳۰ شاخص بتواند به خوبی عملکرد را ارزیابی کند، پژوهشگران، به طور معمول، تمامی ۳۰ شاخص را با تمام جزئیات آن در نظر می‌گیرند. این در حالی است که انجام آن برای مدیریت اجرایی سیستم به دلیل هزینه‌های زیاد جمع‌آوری و فرآوری داده‌ها، امکان‌پذیر نیست. به منظور ارزیابی عملکرد سیستم با هدف موردنظر مدیر اجرایی شبکه، در نظر گرفتن ۹ تا ۱۰ شاخص از میان ۳۰ شاخص کلی کافیست می‌کند. بدیهی است با توجه به شرایط منطقه می‌توان شاخص‌های مناسب دیگری را نیز از پیوست همین نشریه به این تعداد اضافه کرد. سیاست‌گذاران (در سطح برنامه‌ریزی کلان حوضه آبریز و در سطح وزارت‌خانه مسؤول) معمولاً موارد راهبردی را مدد نظر دارند. در این سطح می‌توان تنها با ۳ شاخص پایه که در پیوست شماره ۱ همین نشریه به آن‌ها اشاره شده، ارزیابی عملکرد را انجام داد.



شکل ۲-۲- تعداد شاخص عملکرد پیشنهادی برای استفاده کنندگان مختلف

۲-۶- تعریف شاخص‌های عملکرد

شاخص عاملی است که مقدار آن، نشان دهنده بخشی از عملکرد یک سامانه است. شاخص‌ها، به‌طور معمول بدون بعد هستند ولی می‌توانند به صورت‌های دیگری نیز بیان شوند. به عنوان نمونه می‌توان از مصرف سالانه گیاه (میلی‌متر) یا مصرف آب گیاه تا اول تابستان (میلی‌متر) و یا a درصد افزایش عملکرد نام برد. برای موضوعاتی که کمی کردن آن به نظر دشوار است نیز می‌توان شاخص‌هایی کیفی تعریف کرد مانند بهبود شیوه برخورد مسؤولین و بهره‌برداران با یکدیگر.

به منظور سهولت در بررسی استفاده از شاخص‌ها توسط افراد یا متقاضیان مختلف، نسبت به طبقه‌بندی آن‌ها در قالب دو گروه اصلی زیر اقدام شده است:

- شاخص‌های سازه‌ای؛ و
- شاخص‌های غیرسازه‌ای.

شاخص‌های سازه‌ای، خود، مشتمل بر سه بخش زیرندا:

- شاخص‌های مربوط به کانال‌ها؛
- شاخص‌های مربوط به زهکش‌ها؛ و
- شاخص‌های مربوط به سازه‌های آبی.

در این مجموعه، شاخص‌های مندرج در جدول (۳-۲) به تفصیل ارایه شده‌اند. بدیهی است که پژوهشگران و ارزیابان می‌توانند شاخص‌های دیگری را نیز تعریف کنند، ولی شاخص‌های مندرج در جدول‌های (۳-۲) و (۴-۲) مورد پذیرش عموم دست اندکاران قرار گرفته است.

جدول ۲-۳- شاخص‌های سازه‌ای

کانال‌ها	زهکش‌ها	سازه‌های آبی
نسبت بده خروجی به بده ورودی	نسبت بده خروجی به بده ورودی	نسبت اثربخشی سازه
نسبت بده	نسبت بده	نسبت بده

توضیحات مربوط به شاخص‌های سازه‌ای، بعد از این خواهد شد.

شاخص‌های غیرسازه‌ای نیز به پنج بخش تقسیم شده‌اند که عبارتند از:

- شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری؛
- شاخص‌های محیط زیست؛
- شاخص‌های اقتصادی؛
- شاخص‌های اجتماعی؛ و
- شاخص‌های سازمان و تشکیلات.

در جدول (۴-۲) شاخص‌های قابل استفاده در بخش‌های غیرسازه‌ای مشخص شده است.

این شاخص‌ها، بدون توجه به جزیيات تعریف هریک از آن‌ها به خوبی قابل درک نیستند و از این‌رو، لازم است که در مورد هریک از آن‌ها توضیحاتی ارایه شود. همان‌طور که پیش از این گفته شد، شاخص‌های غیرسازه‌ای نیز محدود به موارد ذکر شده نیستند و می‌توان شاخص‌های دیگری نیز تعریف کرد.

جدول ۴-۲- شاخص‌های غیرسازه‌ای

تشکیلات و سازمان	اجتماعی	اقتصادی	محیط زیست	بهره‌برداری
<ul style="list-style-type: none"> - نسبت سطح دانش فنی کارکنان - زمان تحويل آب زمانی آبیاری - نسبت سهم آببران در مدیریت شبکه 	<ul style="list-style-type: none"> - نسبت اتکا به طول مدت زمان تحويل آب - نسبت اتکا به فواصل آب بها 	<ul style="list-style-type: none"> - نسبت خودکفایی اقتصادی - نسبت نگهداری و بهره‌برداری - نسبت عملکرد جمع‌آوری آب بها - نسبت مقدار محصول تولیدی - نسبت تولید محصول به آب تحويلی 	<ul style="list-style-type: none"> - نسبت پایداری اراضی تحت آبیاری - نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی - نسبت نمک به محصول EC - نسبت نیترات - نسبت فسفات - نسبت کل ماده معلق - نسبت کل ماده آلی حل شده BOD - نسبت COD 	<ul style="list-style-type: none"> - نسبت تغییر تراز آب - نسبت بدنه - نسبت اثربخشی سازه - نسبت عملکرد تحويل آب - نسبت کل آب مصرف شده - نسبت کاربرد آب در مزرعه - نسبت بدنه خروجی به ورودی - نسبت زهکشی سیستم

به طوری که ملاحظه می‌شود، ۸ شاخص بهره‌برداری، ۱۰ شاخص محیط زیست، ۵ شاخص اقتصادی، ۲ شاخص اجتماعی و ۲ شاخص مربوط به تشکیلات و سازمان مورد توجه قرار گرفته و مجموع شاخص‌های غیرسازه‌ای ۲۷ است.

۲-۱-۶- شاخص‌های سازه‌ای

همان‌طور که گفته شد، تعداد شاخص‌ها می‌تواند بسیار زیاد باشد ولی پرداختن به تعداد زیاد آن‌ها، هزینه را بالا می‌برد و به دقت ارزیابی چندان نمی‌افزاید. از این‌رو، تعدادی از آن‌ها که به نظر می‌رسد نقش بیشتری داشته باشند معرفی شده‌اند.

۲-۱-۶-۱- نسبت خروجی به ورودی

یکی از رایج‌ترین نسبت‌هایی که در کمی کردن موازنی آب در یک سامانه آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد نسبت خروجی به ورودی است که اغلب آن را راندمان می‌نامند. نسبت‌های خروجی به ورودی، با در نظر گرفتن اینکه چه بخشی از سامانه تحت ارزیابی قرار خواهد گرفت، نامهای متفاوتی به خود می‌گیرند.

از متدال ترین نسبت‌های خروجی به ورودی، می‌توان به نسبت انتقال و نسبت توزیع اشاره کرد؛ که در حقیقت، به ترتیب همان راندمان انتقال و راندمان توزیع هستند.

تمام نسبت‌های خروجی به ورودی از یک ساختار تعیت می‌کنند:

$$\frac{V_d + V_2}{V_c + V_1} = \text{نسبت خروجی به ورودی}$$

که به عنوان نمونه، در کanal درجه ۲:

V_c = حجم آب آبیاری که از کanal درجه ۱ به کanal درجه ۲ وارد شده است؛

V_d = حجم آبی که عملاً از طریق کanal درجه ۲ جهت آبیاری به شبکه فرعی تحویل شده است؛

V_1 = حجم آب ورودی از طریق سایر منابع به کanal درجه ۲ (که اغلب آب زیرزمینی است)؛

V_2 = حجم آب‌هایی که برای مصارف غیر آبیاری، از کanal درجه ۲ تحویل شده است.

این نسبت باید طی دوره‌های کوتاه مدت (ماه) و میان مدت (فصل زراعی) محاسبه شود. نرخ تغییرات این نسبت مفاهیمی را دربر دارد؛ مثلاً ممکن است تغییرات سریع آن، نیاز به تعمیرات و بهبود عملیات نگهداری را نشان بدهد.

اگر مقدار مطلوب نسبت خروجی به ورودی از قبل مشخص باشد، می‌توان حتی با یک بار کمی کردن این نسبت اطلاعات مفیدی را در جهت مدیریت سامانه به دست آورد. با تکرار منظم اندازه‌گیری‌ها می‌توان روند تغییرات شاخص معینی را طی زمان ارزیابی کرد. این روش کمک می‌کند تا قبل از اینکه اقدامات اصلاحی، خیلی پرهزینه و پیچیده شود، روندی را که ممکن است نادرست بوده و نیاز به بازگشت داشته باشد، تشخیص داد.

۲-۱-۶- نسبت بدء

نسبت بدء به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{\text{مقدار بدء اندازه‌گیری شده}}{\text{مقدار بدء طراحی}} = \text{نسبت بدء}$$

در سامانه‌های ثقلی، بدء را با روش‌های شناخته شده و متدال اندازه‌گیری می‌کنند.

همین روش را می‌توان برای کمی کردن کارکرد موثر سازه‌های کنترل جریان در یک کanal آبیاری نیز به کار برد. با در نظر گرفتن نوع سازه، ابتدا شرایط هیدرولیکی طراحی به صورت واقعی اعمال می‌گردد (اختلاف بار طراحی در سازه ایجاد می‌شود) و سپس بدء واقعی اندازه‌گیری می‌شود. عموماً در سازه‌هایی که کنترل جریان را انجام می‌دهند، انحراف بیش از ۵ درصد در این مقادیر نشان می‌دهد که سازه باید تعمیر و یا بازسازی شود. جدول (۵-۲) مثالی است که اثر طراحی و کیفیت ساخت سیستم را در عملکرد زهکشی زیرزمینی نشان می‌دهد. از این جدول می‌توان دریافت که یا قطر لوله‌ها در هنگام طراحی، بیش از حد بزرگ در نظر گرفته شده و یا اینکه لوله‌ها به علت گرفتگی توان حمل آب بیشتری را ندارند. بررسی عمق آب زیرزمینی می‌تواند مکمل این شاخص بوده و علت اصلی را مشخص کند.

جدول ۵-۵- مقادیر نسبت تخلیه برای زهکش‌های زیرزمینی که به جمع کننده‌های پلاستیکی یا بتنی تخلیه می‌شوند

بده واقعی		نسبت تخلیه زهکش‌های زیرزمینی
تابستان	بهار	
۰/۴۰	۰/۳۱	تخلیه به لوله جمع کننده بتنی
۰/۳۰	۰/۱۷	تخلیه به لوله جمع کننده پلاستیکی

۶-۳-۱- نسبت اثربخشی سازه

همان طور که در بالا ذکر شد، برای اینکه سامانه‌ای در شرایط مناسب بهره‌برداری باقی بماند، انجام فعالیت‌های تعمیر و نگهداری و تعمیر به موقع آن ضروری است. بدین منظور، سازه‌های کنترل و سیستم‌هایی که آب در آن‌ها جریان دارد باید طبق آنچه که طراحی شده است بهره‌برداری شوند. با این اوصاف، عملکرد تعمیر و نگهداری با رابطه زیر کمی می‌شود:

$$\frac{\text{تعداد سازه‌های آماده کار}}{\text{تعداد کل سازه‌ها}} = \text{نسبت اثربخشی سازه}$$

سه نسبت بالا یعنی نسبت خروجی به ورودی، نسبت بده و نسبت اثربخشی سازه، به خوبی، توانایی مدیر سیستم را در کنترل آب نشان می‌دهند. با گروه‌بندی کانال‌ها براساس میزان اهمیت آن‌ها (یعنی کانال‌های انتقال، درجه ۱ و درجه ۲، درجه و درجه ۴) می‌توان تجزیه و تحلیل نتایج را در هر گروه و به صورت موثرتری انجام داد.

۶-۲- شاخص‌های غیرسازه‌ای

همان طور که گفته شد، شاخص‌های غیرسازه‌ای طیف وسیعی از عوامل را دربر می‌گیرند و برای تجزیه و تحلیل آن‌ها، کارشناسان گوناگونی همانند آبیاری، زهکشی، محیط زیست، علوم اجتماعی و اقتصاد باید درگیر شوند. در عمل نیز موفقیت یا شکست یک پژوهه، بیش‌تر به شاخص‌های غیرسازه‌ای مربوط می‌شود. نامناسب بودن نتیجه برخی از شاخص‌های غیرسازه‌ای، ممکن است ریشه در نامناسب بودن شاخص‌های سازه‌ای داشته باشد.

۶-۲-۱- شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری

نگهداری مناسب از شبکه‌های آبیاری و زهکشی منجر به تحقق سه هدف زیر می‌شود:

- اطمینان از بی‌عیب و نقص بودن زیرساخت‌ها،

- ایجاد شرایط بهره‌برداری مناسب از طریق کاهش نشت، عدم انسداد و همچنین ثابت ماندن تراز آب در کانال و به دنبال

آن محقق شدن بده طراحی؛ و

- حفظ سازه‌های اصلی کنترل کننده در شرایط بهره‌برداری مناسب.

در سیستم‌های آبیاری، با به دست آوردن مقدار نسبت بده خروجی به بده ورودی سیستم انتقال در زمان‌های مختلف و ارزیابی نتایج حاصله، می‌توان به این نتیجه رسید که آیا کانال به عملیات نگهداری نیاز دارد یا نه؟ با پیگیری تغییرات این نسبت در طی

زمان، می‌توان به معیاری دست یافت که نشان دهنده نیاز به لاپرواژی و یا شکل دهی مجدد کanal است. یادآور می‌شود که در حال حاضر، نیاز به تعمیر تنها با ملاحظه شرایط ظاهری کanal تشخیص داده می‌شود.

برخی از اهم این شاخص‌ها عبارتند از:

- تراز آب در کanal و رابطه بده - اشل؛
- نسبت عملکرد تحويل آب؛
- نسبت کل آب مصرف شده؛
- نسبت کاربرد آب در مزرعه؛ و
- نسبت زهکشی سیستم.

- تراز آب در کanal و رابطه بده - اشل

هنگام طراحی کanal برای هر بازه، بده طراحی و تراز آب متناسب با آن تعیین می‌شود. عملکرد هیدرولیکی کanal، کاملاً به تغییر این مقادیر بستگی دارد. برای مثال، تراز آب بالاتر منجر به نشت بیشتر شده و خطر سرریز شدن آب بر روی خاکریز کanal را نیز افزایش می‌دهد. تراز آب چه بالاتر از حد طراحی باشد و چه پایین‌تر، در سازه‌های مقسم، عملیات تقسیم آب به درستی و براساس طراحی صورت نمی‌پذیرد. تفاوت چگونگی تقسیم واقعی آب - در حالتی که تراز آب طبق پیش‌بینی نباشد - با نحوه تقسیم پیش‌بینی شده در شرایط طراحی، به انعطاف‌پذیری هیدرولیکی سازه‌های مقسم بستگی دارد (باس ۱۹۷۶). تغییر تراز آب در مقسام‌های کanal‌های آبیاری، مهم‌ترین عامل در بهم خوردن برنامه تحويل آب طبق برنامه پیش‌بینی شده است (باس ۱۹۷۶، ماری - راست و ون در ولد ۱۹۹۴). رابطه زیر اطلاعات عملی را در مورد پایداری وضعیت تراز آب طبق مقادیر طراحی شده به دست می‌دهد:

$$\frac{\text{تغییر تراز آب}}{\text{تراز آب در حالت طراحی شده}} = \text{نسبت تغییر تراز آب}^1$$

- نسبت عملکرد تحويل آب^۱

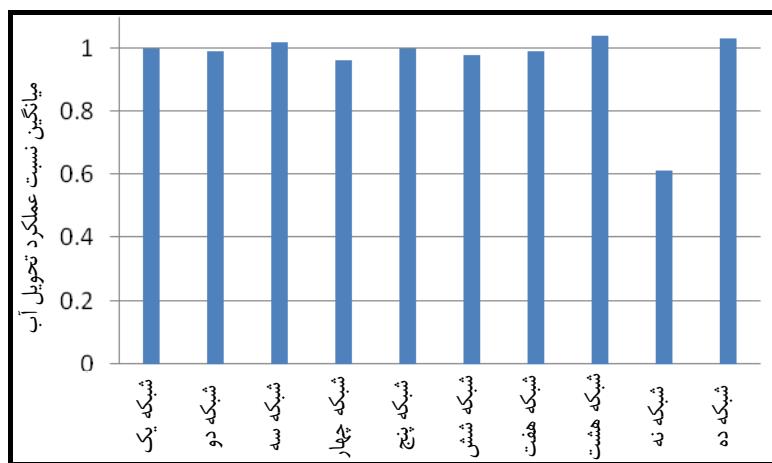
ساده‌ترین و شاید هنوز هم مهم‌ترین شاخص عملکرد هیدرولیکی، نسبت عملکرد تحويل آب است (کلمنس و دریک ۱۹۸۴؛ کلمنس و باس ۱۹۹۰؛ ملدن و گیتس ۱۹۹۰؛ باس و همکاران ۱۹۹۱). این رابطه عبارتست از:

$$\frac{\text{مقدار آب تحويل شده واقعی}}{\text{مقدار کل آب قرارداد بسته شده}} = \text{نسبت عملکرد تحويل آب}$$

این نسبت، به مدیر نشان می‌دهد که طی یک دوره زمانی و در یک محل مشخص از سیستم آبیاری، چه مقدار از آبی که پیش‌بینی شده، تحويل داده است. واضح است که اگر حجم آب تحويل شده واقعی به دفعات و به صورت پیاپی اندازه‌گیری شود، مدیر می‌تواند مقدار حجم آب تحويل شده واقعی را محاسبه و به مقدار پیش‌بینی شده نزدیک نماید. به منظور دسترسی به داده‌هایی

که به اندازه کافی دقیق باشند، لازم است در نقاط حساس تحویل آب، سازه‌های اندازه‌گیری بده که مجهز به ثبت‌کننده تراز آب هستند، نصب گردد(باس ۱۹۷۶).

برای استفاده آسان‌تر از داده‌ها، بهتر است از ابزارهایی که اطلاعات را به صورت رقومی ذخیره می‌کنند استفاده شود. در دوره‌های زمانی به اندازه کافی طولانی (مثلًا ماهانه، یا طی سه یا چهار دور آبیاری)، نزدیک‌شدن مقدار نسبت تحویل آب به عدد یک، نشان‌دهنده مفید و موثر بودن تصمیمات مدیریت، در این زمینه می‌باشد. شکل (۳-۲) نشان می‌دهد که شرکت بهره‌بردار، آب را چگونه به ده سازمان آب بر تحویل داده است.



شکل ۳-۲- میانگین مقادیر نسبت عملکرد تحویل آب در ده شبکه آبیاری و زهکشی

اگر مقدار نسبت عملکرد تحویل آب واحدهای مختلفی که تحت پوشش منبع قرار دارند، به یکدیگر نزدیک باشد، یکنواختی تحویل آب به واحدهای مختلف مناسب است. یکنواختی آب تحویلی واقعی را می‌توان با محاسبه انحراف معیار مقادیر عملکرد تحویل آب، تعیین کرد.

شکل فوق نشان می‌دهد که آب تحویلی واقعی به ۹ سازمان آب بر به خوبی صورت گرفته و به مقدار پیش‌بینی شده نزدیک است؛ اما در سازمان آب بر شماره ۹، آب تحویل شده واقعی به علت تغییر الگوی کشت نسبت به الگوی اولیه کاهش داشته است. بازگشت به الگوی کشت پیشین مشروط بر تمایل کشاورزان و اقتصادی بودن آن احتمالاً می‌تواند مشکل را حل کند.

- نسبت کل آب مصرف شده

نسبت کل آب مصرف شده، شاخصی فرآگیر و کلی است که سهم تامین نیازهای آبی محصول را توسط آب آبیاری نشان می‌دهد (باس و ناگ‌ترن (۱۹۷۴؛ ویلاردسن و همکاران، ۱۹۹۴). این نسبت با فرض اینکه مقدار آبی که صرف اموری غیر از آبیاری می‌شود ناچیز باشد، با رابطه زیر تعریف می‌شود (باس و ناگ‌ترن (۱۹۷۴)):

$$\frac{(ET_c - P_e)}{\text{مقدار آب تامین شده در مناطق تحت پوشش}} = \text{نسبت کل آب مصرف شده}$$

در این رابطه، P_e بارندگی موثر و ET_c تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد. صورت این شاخص در واقع شامل: «مقدار آب مورد نیاز، برای احتراز از بروز تنفس آبی در محصول در طول دوره رشد می‌باشد» (ICID، ۱۹۷۸). صورت کسر برای هر منطقه، براساس ویژگی‌های محصول، آب و هوا و فاصله میان آبیاری، تعیین می‌شود. از این رو مقدار واقعی نسبت مصرف کل آب با حجم واقعی آب آبیاری تامین شده برای منطقه تحت پوشش تغییر می‌کند. مقدار $(ET_c - P_e)$ با استفاده از روش‌هایی مانند CRIWAR (باس و همکاران، ۱۹۹۶) و CROPWAT (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۱) قابل محاسبه است. مقدار کل آب تامین شده برای منطقه تحت پوشش (مخرج کسر) در زمرة اولین مقادیری است که باید اندازه‌گیری شود (همراه با مساحت زیر کشت، الگوی کشت و داده‌های هواشناسی). بنابراین شاخص نسبت کل آب مصرف شده می‌تواند اولین شاخصی محسوب شود که باید برای هر منطقه آبیاری در دسترس باشد. این شاخص، به نوعی نشان دهنده کفایت آبیاری نیز هست.

نسبت مصرف کل را می‌توان برای اراضی زیر کانال‌های درجه ۲ و یا ۳ نیز اندازه‌گیری و به صورت توزیع مکانی ارایه داد. توصیه می‌شود که در یک منطقه زیر کشت آبی، یک رقم را برای راندمان آبیاری به عنوان هدف مشخص کرد و نسبت واقعی ماهانه و سالانه را با آن مقایسه کرد.

- نسبت کاربرد آب در مزرعه^۱

نسبت کاربرد آب در مزرعه، همان ساختار نسبت کل آب مصرف شده را دارد و بدین صورت تعریف می‌شود (ICID ۱۹۷۸):

$$\frac{(ET_c - P_e)}{\text{مقدار آب تحویل شده به مزرعه}} = \text{نسبت کاربرد آب در مزرعه}$$

صورت این شاخص در واقع شامل: «مقدار آب آبیاری مورد نیاز و در دسترس، برای احتراز از ایجاد تنفس آبی به محصولات در طول دوره رشد (زمان مورد بررسی) است». این مقدار را به صورت میلی‌متر و یا عمق آب بیان می‌کنند. صورت رابطه مساوی تبخیر و تعرق محصول منهای بارندگی موثر یعنی $ET_c - P_e$ است.

مقدار $(ET_c - P_e)$ به نوع محصول، وضعیت آب و هوا و دور آبیاری مربوط می‌شود. در نتیجه، نسبت کاربرد آب در مزرعه با توجه به مقدار واقعی آب آبیاری که به مزارع تحویل می‌شود، تغییر می‌کند. تحویل آب به درجه اطمینان از کیفیت خدمات موسسه آبرسان (دستگاه بهره‌بردار)، مهارت آبیاران و نیز یکنواختی پخش آب در مزارع بستگی دارد که خود تابعی از روش آبیاری است. حداقل شاخص نسبت کاربرد مزرعه در جدول (۵-۲) نشان داده شده است.

از آنجا که «نسبت کاربرد آب در مزرعه» و «نسبت کل آب مصرف شده» هردو، ساختاری نسبتاً یکسان دارند؛ ولی نسبت کاربرد آب در مزرعه بیشتر ملموس بوده و کارشناسان آبیاری از آن بیشتر استفاده می‌کنند. از این رو شاخص «نسبت کل آب مصرف شده» در این راهنما مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

جدول ۲-۶- حداکثر شاخص نسبت کاربرد آب در مزرعه

حداکثر شاخص نسبت کاربرد آب در مزرعه (راندمان آبیاری)	روش آبیاری
۰/۷۰	آبیاری سطحی
۰/۶۰	- شیاری با تسطیح لیزری - شیاری با سایر روش‌های تسطیح
۰/۷۰	- نواری با تسطیح لیزری
۰/۶۰	- نواری با سایر روش‌های تسطیح
۰/۹۲	- کرتی با تسطیح لیزری
۰/۸۰	- کرتی با سایر روش‌های تسطیح
۰/۶۰	آبیاری بارانی
۰/۸۰	- سامانه متحرک دستی - آبیاری بارانی با پخش قطرات آب از بالا
۰/۹۰	- آبیاری بارانی کم فشار با مه پاشی به سمت پایین
۰/۹۵	آبیاری موضعی
۰/۹۵	- قطره‌ای - قطره‌ای با آب پاش‌های کوچک

ماخذ: نشریه شماره ۱۰۳ کمیته ملی آبیاری و زهکشی به نقل از باس ۱۹۷۴ و ۱۹۸۲، جورنیز و همکاران ۲۰۰۱

دوره زمانی محاسبه نسبت کاربرد آب در مزرعه، بستگی به (متوسط) فواصل زمانی بین دو آبیاری دارد. اگر فواصل آبیاری بسیار کوتاه باشد، تعداد دفعات آبیاری در هر یک از دوره‌ها متفاوت خواهد شد. بنابراین توصیه می‌شود که از دوره‌های استفاده شود که حداقل دو بار آبیاری در آن صورت گرفته باشد. مناسب‌تر این است که این دوره دست کم یک ماه باشد.

در مناطق خشک و نیمه خشک، نسبت کاربرد آب در مزرعه در یک فصل آبیاری را باید با در نظر گرفتن کسر آبشویی و به طور معمول زیر ۹۰ درصد نگه داشت تا از تجمع نمک در منطقه ریشه گیاه جلوگیری شود. در نتیجه از نقطه نظر حفظ پایداری، کوشش و تلاش برای دستیابی به «راندمان بسیار زیاد» در استفاده از آب آبیاری، بی‌معنی جلوه می‌کند. بنابراین، مقدار هدف کمتر از مقدار حداکثر قابل حصول مندرج در جدول (۲-۶) می‌باشد.

- نسبت زهکشی سیستم^۱

با توجه به کمبود روزافزون منابع آب، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، مقدار آب مورد نیاز (حجم آب در ماه یا سال) به طور پیوسته بیش‌تر می‌شود. این شاخص را می‌توان در مقیاس‌های مختلف مطرح کرد (مثلاً در سامانه حوضه یک رودخانه، شاخه‌های فرعی آن و سامانه‌های زهکشی کشاورزی). نسبت زهکشی به صورت زیر تعریف می‌شود (باس و همکاران ۱۹۹۴):

$$\text{نسبت زهکشی} = \frac{\text{مقدار کل آب زهکشی شده از منطقه}}{\text{مقدار کل آب ورودی به منطقه}}$$

نسبت زهکشی، نشان‌دهنده آب مصرفی در حوضه آبریز رودخانه و یا بخشی از آن است که دارای مزهای مشخص باشد. برای نشان دادن مثالی از نحوه کاربرد این نسبت، جدول (۲-۷) مقادیر سالانه سه حوضه را مشخص کرده است. اگر مقدار ۰/۱۵ را

پایین‌ترین حدی که مانع تجمع نمک در منطقه زهکشی شده می‌گردد فرض کنیم، واضح است که حتی بدون در نظر گرفتن کیفیت زهاب، آب اندکی برای استفاده مجدد در دسترس آب‌بران جدید در داخل سه حوضه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. این شاخص می‌تواند در تجزیه و تحلیل زیست محیطی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۷-۲- مقادیر سالانه نسبت زهکشی در چند حوضه آبریز (باس و فن‌آرت^۱ ۱۹۹۶)

منطقه زهکشی شده (حوضه آبریز رودخانه)	نسبت زهکشی
حوضه دریای آرال	۰/۱۷
نیل در مصر	۰/۲۱
ایندوس (پاکستان)	۰/۲۲

خلاصه شماره ۲- شاخص‌های موازن‌آب

به ۵ شاخص زیر شاخص‌های موازن‌آب گفته می‌شود:	مقدار آب تحويل شده واقعی
نسبت عملکرد تحويل آب:	مقدار کل آب قرارداد بسته شده
نسبت کل آب مصرف شده:	$\frac{(ET_c-P_e)}{ET_c-P_e}$ مقدار آب تامین شده در مناطق تحت پوشش
نسبت کاربرد آب در مزرعه:	$\frac{(ET_c-P_e)}{V_d + V_2}$ مقدار آب تحويل شده به مزرعه
نسبت خروجی به ورودی؛ و	$\frac{V_d + V_2}{V_c + V_1}$
نسبت زهکشی سیستم	مقدار کل آب زهکشی شده از منطقه مقدار کل آب ورودی به منطقه

* این شاخص به علت نزدیکی زیاد به شاخص نسبت کاربرد آب در مزرعه از مجموعه شاخص‌های این راهنمای کنار گذاشته شده است.

شاخص‌های موازن‌آب بر روی اصل مطلب آبیاری تاکید می‌کنند؛ انتقال آب برای تشکل‌های آب‌بران (در صورت وجود) یا تابتدای کانال‌های درجه ۳ در اراضی فاریاب تا توزیع آب در مزارع، همگی تحت پوشش این شاخص‌ها قرار می‌گیرند. این شاخص‌ها علاوه براینکه به هماهنگی بین مقدار آب تامین شده برای آبیاری و مقدار آب مورد نیاز در سطح مزرعه مرتبط هستند، مفاهیم اعتمادپذیری^۲ و عدالت اجتماعی^۳ را نیز مد نظر قرار دهند. در مورد اصطلاحات اعتمادپذیری و عدالت در بخش‌های بعدی بحث خواهد شد.

۲-۲-۶-۲- شاخص‌های زیست محیطی

شاخص‌های عمدۀ مرتبط با محیط زیست عبارتند از:

- نسبت پایداری^۴ اراضی تحت آبیاری
- عمق نسبی آب زیرزمینی

1- Van Aart

2- Reliability

3- Equity

4- Sustainability

- نسبت آلدگی آب

- نسبت نمک به محصول

آبیاری را می‌توان مداخله بشر در محیط زیست دانست. در واقع انسان آب را به مکانی منتقل می‌کند تا گیاه در آنجا رشد کند که اگر این آب انتقال نیافته بود آن گیاه در آنجا رشد نمی‌کرد. بر عکس، زهکشی آب را از منطقه خارج می‌کند تا رشد یک محصول بهبود یابد، به اراضی بیشتری دسترسی پیدا شود، نمک از محیط خارج شود و موارد دیگر. علاوه بر اثرات قابل پیش‌بینی فوق (که عموماً مثبت فرض می‌شوند) اثراتی غیر قابل پیش‌بینی نیز وجود دارند که منفی تعبیر می‌شوند. اثرات مثبت اغلب به محدوده آبیاری شده (یا زهکشی شده) محدود می‌شوند، در حالیکه اثرات منفی ممکن است در سرتاسر منطقه آبیاری شده، قسمتی از حوضه رودخانه در پایین دست و حوضه زهکشی پایین دست منطقه زهکشی شده گسترش یابد.

- نسبت پایداری اراضی تحت آبیاری

در محدوده اراضی تحت آبیاری، چندین اثر منفی (ماندابی شدن، شوری و کمبود آب ناشی از مصرف سایر بخش‌ها مثل شرب و صنعت آب‌بران) باعث کاهش سطح اراضی تحت آبیاری واقعی و یا اجراء به کم آبیاری می‌گردد. دلایل دیگری که عدم پایداری را تشدید می‌کند، رشد جمعیت و شهر نشینی، احداث جاده‌ها (که گاه می‌تواند اثری منفی بر محیط زیست داشته باشد) و اموری از این قبیل است. با عرضه بیش از حد یا کمتر از مقدار مورد نیاز آب آبیاری، امکان بروز پدیده‌های ماندابی شدن و یا شوری در اراضی تحت آبیاری، به وجود می‌آید.

ساده‌ترین راه اندازه‌گیری که اثرات منفی را به صورت تجمعی، کمی می‌کند، نسبت زیر می‌باشد:

$$\text{سطحی که در حال حاضر آبیاری می‌شود} = \frac{\text{نسبت پایداری اراضی تحت آبیاری}}{\text{کل سطح قابل آبیاری اولیه (پیش‌بینی شده در طرح)}}$$

هرچه نسبت ذکر شده به رقم یک نزدیک‌تر باشد، سطح آب به حدود پیش‌بینی و مطلوب نزدیک‌تر است. ارقام کوچک‌تر از یک نشان دهنده خطر ماندابی و شور شدن اراضی هستند و ارقام بزرگ‌تر از یک شاید نشان‌های از حد آب زیرزمینی و یا زهکشی بیش از حد باشد.

منظور از سطح قابل آبیاری اولیه، کل سطح قابل آبیاری طی دوره طراحی سیستم یا پس از آخرین بازسازی است. اگر میانگین این نسبت را طی یک سال داشته باشیم، تراکم کشت را نیز در اراضی تحت آبیاری می‌توان دریافت. هر چه نسبت پایداری اراضی تحت آبیاری به رقم یک نزدیک‌تر باشد، مساحت زمین‌های تحت آبیاری به پیش‌بینی نزدیک‌تر است.

- عمق نسبی آب زیرزمینی

بسیاری از اثرات ناسازگار زیست محیطی آبیاری، به سرعت تغییر تراز آب زیرزمینی مرتبط می‌شود. در زمین‌هایی که با آب سطحی آبیاری می‌شوند، زهکشی نامطلوب یا تعلل در ساخت سیستم‌های زهکشی در مقایسه با احداث زیرساخت‌های تامین آب سطحی، اغلب تراز آب زیرزمینی به سمت محدوده ریشه گیاه بالا می‌آید. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، این مساله باعث می‌شود که صعود مویینگی بیش‌تر شده و در نتیجه محدوده ریشه شور می‌گردد و یا سطح آب به حدی می‌رسد که اراضی ماندابی می‌شوند. در زمین‌هایی که با آب زیرزمینی آبیاری می‌شوند، اگر مقدار آبی که برای آبیاری پمپاژ می‌شود بیش‌تر از مقدار تغذیه باشد، تراز آب

زیرزمینی سقوط می‌کند. با پایین رفتن تراز آب زیرزمینی، هزینه تامین انرژی برای پمپاژ آب از تراز پایین‌تر افزایش می‌باید که ممکن است باعث افزایش بیش از حد بهای آب گردد و یا حتی با افزایش بیش از حد تفاوت بین تخلیه و تغذیه، به نابودی مخزن آب زیرزمینی منجر شود. تخلیه مخزن، به طور معمول، باعث کاهش تخلخل خاک می‌شود که نشست اراضی را در پی دارد و می‌تواند اثرات غیرقابل برگشت زیست محیطی را ایجاد کند.

با توجه به بحث‌های فوق، عمق نسبی آب زیرزمینی را می‌توان از طریق اندازه‌گیری در طول مدتی نه چندان کوتاه، از نسبت زیر تعیین کرد:

$$\frac{\text{عمق واقعی آب زیرزمینی}}{\text{عمق بحرانی آب زیرزمینی}} = \text{عمق نسبی آب زیرزمینی}$$

رابطه شوری و ماندگاری شدن با عمق دلخواه آب زیرزمینی (که گاه به آن عمق بحرانی گفته می‌شود)، اغلب به عوامل زیر بستگی دارد:

- عمق موثر ریشه گیاه؛
- نسبت کل آب مصرف شده آبیاری؛ و
- مشخصات هیدرولیکی خاک اشباع شده.

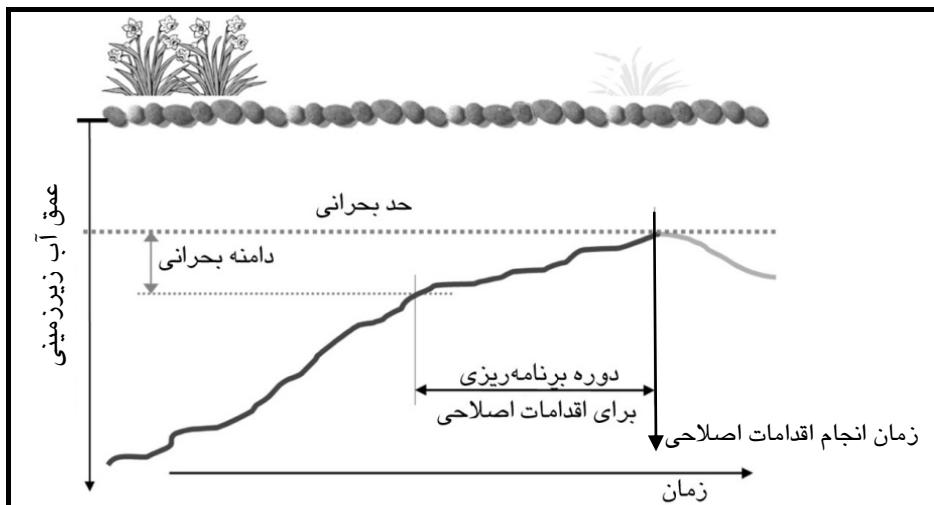
با توجه به این عوامل، در مناطق مروطوب، عمق بحرانی برای اکثر گیاهان حدود ۷/۰ متر است. این شاخص می‌تواند اثر عملیات زهکشی را نیز به صورت عددی بیان کند. در مناطق خشک و نیمه خشک که خطر شوری خاک وجود دارد، این عمق بین عمق توسعه ریشه تا حدود ۳ متر و یا تا نزدیکی عمق نصب زهکش (در صورت وجود) تغییر می‌کند. در مورد استخراج آبهای زیرزمینی، عمق بحرانی با سه عامل مرتبط می‌باشد:

- هزینه پمپاژ؛
- مقدار محصول آبیاری شده؛ و
- عمق سفره.

اگر عمق آب زیرزمینی به عمق بحرانی نزدیک باشد، بهتر است که این نسبت به صورت ماهیانه محاسبه شود تا وضعیت کاملاً تحت کنترل قرار گیرد. در سایر موارد می‌توان این نسبت را برای فواصل زمانی یک ساله محاسبه کرد.

شاخص‌هایی که براساس قرار گرفتن مقدار بحرانی در مخرج تعریف شده‌اند را می‌توان در یک نمودار ارایه داد. در این صورت در محور X زمان و در محور Y، کمیت قابل اندازه‌گیری مورد نظر قرار می‌گیرد. سپس این مقدار بحرانی قابل اندازه‌گیری به صورت خط یا باندی موازی محور Xها نمایش داده می‌شود. شکل (۲-۴) یک مورد بالا آمدن تراز آب زیرزمینی را نشان می‌دهد.

چنین منحنی‌ای را می‌توان در مورد سایر عواملی نیز به کار برد که روند تغییرات آن‌ها، نزدیک شدن به حد بحرانی را نشان می‌دهد. به عنوان نمونه، شوری خاک نیز ممکن است به تدریج بالا رود. در این صورت، باید قبیل از رسیدن به حد بحرانی، برنامه‌ریزی برای اقدامات اصلاحی را آغاز کرد تا به موقع بتوان این اقدامات را به اجرا درآورد.



شکل ۲-۴- تغییر یک پارامتر (عمق آب زیرزمینی) در طول زمان و مقایسه آن با حد بحرانی مربوطه (برای جلوگیری از شوری زمین)

- نسبت آводگی آب

با رویکرد به ارزیابی عملکرد آبیاری می‌توان بین نیاز واقعی به آب و آب مصرف شده تفاوت قابل شد. اگر آب به وسیله محصول مصرف شود (نیاز واقعی)، از سیستم خارج شده و در سایر قسمت‌های سیستم قابل استفاده مجدد نخواهد بود. مثلاً اگر نسبت کاربرد مزرعه (راندمان) در محدوده معینی ۵۵ درصد باشد، بدان معنی است که ۵۵ درصد از آب داده شده با تبخیر و تعرق از سیستم خارج شده و ۴۵ درصد مابقی تبدیل به جریان سطحی شده، یا با نفوذ عمیق باعث تغذیه آبخوان گردیده است. قسمتی از این ۴۵ درصد را می‌توان برای سایر مصارف مثل آبیاری (در هنگامی که کیفیت آب مناسب است) و یا آبشویی به کار برد.

طی عملیات آبیاری، آب را می‌توان برای مقاصد متنوعی مصرف کرد که ممکن است به صورت مستقیم به آبیاری مرتبط باشد (شستشوی بار رسوی، آبشویی، نفوذ عمیقی و ...) و یا به صورت غیرمستقیم در ارتباط با تولید برق، حمل و نقل، مصارف شهری و صنعتی، تفریح و سرگرمی و ... قرار گیرد. به عنوان یک قاعده کلی، می‌توان این گونه فرض کرد که کیفیت آب مناسب با نوع مصرف آن، به تدریج کاهش می‌باید. شاخص‌ها، اثر فعالیت مورد نظر را روی کیفیت آب به شکل یک عدد نشان می‌دهند. در واقع، شاخص آводگی، نتیجه یکسری فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی یا بیولوژیکی را کمی می‌کند. به این ترتیب اگر غلظت یک عنصر شیمیایی از حد بحرانی خود تجاوز کند، تولید محصول توسط گیاه محدود شده و یا سلامتی را به خطر می‌اندازد. این شاخص به صورت کلی زیر ارایه می‌شود:

$$\text{شاخص آводگی} = \frac{\text{مقدار واقعی پارامتر موردنظر}}{\text{مقدار بحرانی پارامتر موردنظر}}$$

تنها گروهی از آводه کننده‌ها برای پایش انتخاب می‌شوند که هزینه تجهیز و اندازه‌گیری آزمایشگاهی آن‌ها زیاد نباشد. در این سیستم فرض می‌شود که اگر هیچ یک از این شاخص‌ها به مقادیر بحرانی نرسد، سایر آводه کننده‌ها (مثل فلزات سنگین، حشره‌کش‌ها و غیره) مشکلی ایجاد نخواهند کرد. البته این فرض باید در ماههایی که مصرف این آводه کننده‌ها به بیشترین حد خود می‌رسد، کنترل شود. بدین منظور ۴ گروه آводه کننده معرفی می‌شوند:

جدول ۲-۸- کمترین گروه‌هایی که باید آلودگی‌های پیشنهادی در آن‌ها پایش شود

نوع آلودگی	پارامتری که باید اندازه‌گیری شود
شوری خاک	هدایت الکتریکی خاک (EC) بر حسب dS/m
ماده آلی	کل ماده آلی محلول (درصد حجمی)، ماده معلق (درصد حجمی)، رنگ و بو
ماده زیستی	BOD (mg/l) COD (mg/l)
مواد شیمیایی	حدائق غلظت نیترات (NO_3^{-}) (meq/l) به P (meq/l) به N

در صورتی که ارقام استانداردی برای مقادیر بحرانی وجود داشته باشد، استفاده از آن‌ها نیز می‌تواند شاخص آلودگی را به نحوی نشان دهد.

- نسبت نمک به محصول

در مورد کیفیت آب رودخانه در پایین دست اراضی تحت آبیاری (و زهکشی)، توجه به مقدار نمکی که با آب زیرزمینی و یا با کمک زهکش حرکت کرده (کیلوگرم در هکتار) و به بازه پایین دست رودخانه تخلیه می‌گردد قابل اهمیت است. در نواحی خشک و نیمه‌خشک راندمان پایین آبیاری، دفع آب‌های شور ناشی از زهکشی را در پی خواهد داشت. دفع درست نمک‌ها باید اثر خود را در افزایش محصول نشان دهد (کیلوگرم در هکتار). در این زمینه شاخصی که ارایه می‌شود به صورت زیر است:

$$\frac{\text{مقدار نمک}}{\text{مقدار محصول}} = \text{نسبت نمک به محصول}$$

مشکلات ناشی از این مساله بسیار زیاد و بزرگ است. در حوضه کلرادو آمریکا و مری - دارلینگ استرالیا، این نسبت به اتخاذ این تصمیم که آیا آبیاری ادامه باید یا اینکه قطع شود، کمک کرده است.

- ۳-۶- شاخص‌های اقتصادی

شاخص‌های عمدۀ اقتصادی عبارتند از:

- نسبت خودکفایی اقتصادی؛
- نسبت نگهداری و بهره‌برداری؛
- نسبت عملکرد جمع آوری آب‌ها؛
- نسبت مقدار محصول تولیدی؛
- نسبت عملکرد به هزینه آب؛
- نسبت عملکرد به آب تحویل شده؛
- هزینه نسبی آب؛ و
- نسبت قیمت محصول.

هر کدام از گروه‌های اصلی مرتبط با بخش آبیاری مثل برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران، کارکنان سازمان آب و کشاورزان، نسبت به عملکرد اقتصادی دیدگاه متفاوتی دارند و شاخص‌های مورد نیاز هریک متفاوت است بنابراین برای هر کدام از آن‌ها یک‌سری شاخص نیاز است تا بتوان دیدگاه‌های مختلف را پوشش داد.

۶-۳-۱- نسبت خودکفایی اقتصادی

دسته‌ای از شاخص‌های نشان می‌دهند که دریافت چه کسری از آب‌بهای پیش‌بینی شده تحقق یافته است. با استفاده از این آب‌بهای هزینه‌های مدیریت، بهره‌برداری، نگهداری و قسمتی و یا تمام هزینه‌های تعمیرات شبکه آبیاری تامین می‌شود. نسبت خودکفایی اقتصادی به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{\text{درآمد سالانه واقعی از محل آب‌بهای}}{\text{کل بودجه تصویب شده مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری}} = \text{نسبت خودکفایی اقتصادی}$$

کلیه نیازهای مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری باید طی یک بودجه تفصیلی به تصویب رسیده باشد. این شاخص، نشان می‌دهد که انتظار ما از خودکفایی دستگاه بهره‌بردار چقدر است.

منابع متفاوتی برای تامین مالی سازمان (که می‌تواند تشکل آب‌بران یا دستگاه بهره‌بردار باشد) وجود دارد، از جمله: پرداخت یارانه توسط دولت، آب‌بهای فروش درختان حاشیه کانال‌ها، فروش انرژی آبی و غیره.

۶-۳-۲- نسبت نگهداری و بهره‌برداری

شاخص دیگری نیز به نام نسبت نگهداری و بهره‌برداری جهت کمی کردن تاثیر دستگاه بهره‌بردار در امر تحويل واقعی آب (راهبری سامانه) و نگهداری کانال‌ها (یا خط لوله) و سازه‌های مربوطه، به کار می‌رود. این شاخص به ترتیب زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{\text{هزینه بهره‌برداری} + \text{هزینه نگهداری}}{\text{کل بودجه دستگاه بهره‌بردار}} = \text{نسبت نگهداری و بهره‌برداری}$$

متغیرهای زیر، این شاخص را تحت تاثیر قرار می‌دهند:

- حقوق پرداختی به کارکنان جهت بهره‌برداری از سیستم (مثل حق الزحمه مسؤولین دریچه‌ها)؛
- هزینه نگهداری؛ و
- هزینه تعمیرات و بهسازی مانند سرمایه‌گذاری‌های کوچک داخل سیستم (مثل تعویض قسمت‌هایی از لوله یا کانال یا سازه‌های خسارت دیده).

بودجه دستگاه بهره‌بردار (مخرج کسر) می‌تواند متشکل از اقلام زیر باشد:

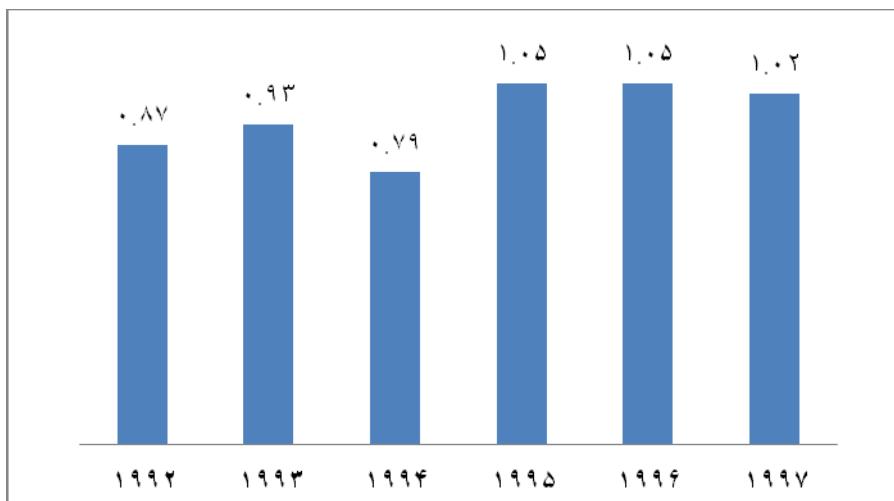
- بودجه یارانه‌ای دولت (که برای کل قسمت‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری اختصاص یافته است)؛
- بودجه پیشنهادی تشکل‌های آب‌بران (برای مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری همان تشکل)؛
- بودجه‌های مصوب به صورت تخصیص موردي؛ و
- درآمد قابل وصول.

۳-۶-۲- نسبت عملکرد جمع‌آوری آب‌بهای آب‌بران

در بسیاری از مناطق تحت آبیاری، از کشاورزان آب‌بهای دریافت می‌شود. نسبت طلب آب‌بهای سالانه‌ای که باید به تشکل آب‌بران و یا منطقه آبیاری پرداخت شود شاخص مهمی است که نشان دهنده میزان رضایتمندی کشاورزان از نحوه تحويل آب است.

$$\text{نسبت عملکرد جمع‌آوری آب‌بهای آب‌بران} = \frac{\text{کل آب‌بهای دریافتی}}{\text{کل طلب آب‌بهای آب‌بران}}$$

شکل (۵) نسبت عملکرد جمع‌آوری آب‌بهای آب‌بران تا سال ۱۹۹۴ خیلی کمتر از مبلغ مورد نیاز برای هزینه‌های نگهداری بود. از سال ۱۹۹۵ که سیاست «عدم پرداخت آب‌بهای معادل عدم تحويل آب» به صورت جدی اجرا شد، این نسبت تا ۱/۰۵ هم افزایش داشت که حاکی از پرداخت بدھی‌های معوقه کشاورزان است.



شکل ۲-۵- نسبت عملکرد جمع‌آوری آب‌بهای آب‌بران در یک پروژه ۵۲۰۰ هکتاری

۳-۶-۳- نسبت مقدار محصول تولیدی

کشاورزان باید قبل از هر چیز از سودآور بودن کار کشاورزی مزرعه خود مطمئن باشند. سودآوری طرح از دیدگاه کشاورز با سودآوری طرح از دیدگاه سرمایه‌گذار متفاوت است. گاه اتفاق می‌افتد که به سبب سرمایه‌گذاری کلان، نتایج تحلیل اقتصادی در تمام یا قسمت‌های بزرگی از طرح مثبت نیست، ولی از دیدگاه بهره‌بردار، سودآور تلقی می‌گردد. از دیدگاه کشاورز، دو عامل موثر وجود دارد:

- مقدار تولید محصول؛ و
- قیمت محصول در سر مزرعه.

برای ارزیابی مقدار تولید، باید آن را با مقدار مورد انتظار مقایسه کرد. مقدار محصولی که در بدو طراحی پیش‌بینی شده است به عواملی همچون گونه گیاهی، مقدار آب داده شده، حاصل خیزی خاک، مدیریت مزرعه و ... بستگی دارد. نسبت مقدار محصول تولیدی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{نسبت مقدار محصول تولیدی} = \frac{\text{مقدار واقعی محصول تولیدی}}{\text{مقدار پیش‌بینی شده تولید}}$$

مقدار واقعی محصول تولید شده را می‌توان در تمامی سطح پروژه و یا در هریک از واحدهای عمرانی در نظر گرفت. همچنین می‌توان نموداری بدون در نظر گرفتن زمان و مکان و یا آن را برای یک دوره زراعی و یا چند سال رسم کرد. بدیهی است که در هر صورت برای ارزیابی عملکرد، همیشه باید آن را با مقدار پیش‌بینی شده مقایسه کرد.

در این راستا دو شاخص با دو دیدگاه متفاوت ارائه شده است:

- سودآوری به صورت تابعی از سطح؛ و
- سودآوری به صورت تابعی از مقدار آب تحويل شده.

۶-۳-۵- نسبت عملکرد به هزینه آب

$$\text{نسبت تولید محصول به هزینه آب} = \frac{\text{مقدار افزایش تولید در اثر آبیاری}}{\text{هزینه آب آبیاری}}$$

برای بررسی این شاخص باید اختلاف مقدار محصول تولید شده با آبیاری و به صورت دیم ارزیابی شود. هزینه آب مصرف شده را می‌توان با در نظر گرفتن یا مستثنی کردن ارزش تنزیل شده هزینه‌های سرمایه‌گذاری (با این شرط که سرمایه‌گذاری به صورت هزینه‌های اضافی در نظر گرفته بشود یا نه) اصلاح نمود.

۶-۳-۶- نسبت عملکرد به آب تحويل شده

در اغلب اراضی آبی، مقدار آب روز به روز تغییر می‌کند. بنابراین منطقی است که آب آبیاری نسبت به مقدار محصول تولید شده ارزیابی شود. در این زمینه نسبت زیر پیشنهاد می‌گردد:

$$\text{نسبت تولید محصول به حجم آب تحويل شده} = \frac{\text{مقدار افزایش تولید در اثر آبیاری}}{\text{حجم آب آبیاری}}$$

این نسبت در حقیقت نشان دهنده بهره‌وری آب است. افزایش تولید محصول ناشی از آبیاری بر حسب کیلوگرم در هکتار و حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب در هکتار بیان می‌شود. از دیدگاه کشاورزان حجم آب آبیاری باید در آبگیر درجه ۳ و یا در ابتدای کanal درجه ۴ اندازه‌گیری شود.

۶-۳-۷- هزینه نسبی آب

از نظر کشاورز بحث اقتصاد آبیاری را می‌توان به وسیله هزینه نسبی آب مصرف شده به علاوه هزینه زهکشی (در صورت قابل محاسبه بودن) تعیین کرد.

$$\text{نسبت هزینه آب آبیاری} = \frac{\text{كل هزینه آب آبیاری}}{\text{كل هزینه تولید محصول اصلی}}$$

كل هزینه تولید محصول اصلی شامل هزینه آب (شامل آب‌بها، پمپاژ و غیره)، خرید بذر، کود، سم، هزینه‌های کارگری و غیره می‌باشد. در حال حاضر در کشور، در آبیاری سطحی این نسبت حدود ۰/۰۳ تا ۰/۰۴ است. اگر آب مورد نیاز از طریق پمپاژ تامین شود،

این نسبت می‌تواند تا چند برابر افزایش یابد. اگر نسبت مذکور، بیش از حد بالا رود، عملاً آبیاری مقرر نبوده و رها می‌شود. در قدیم و در آبیاری سنتی ایران، به طور معمول یک پنجم تا یک سوم محصول به عنوان آب‌بها دریافت می‌شده است.

۲-۶-۳- نسبت قیمت محصول

در پایان فصل آبیاری، کشاورز باید محصول تولید شده را در سر مزرعه، با قیمت به فروش برساند. این قیمت منطقی نزدیک‌ترین بازار و در مقایسه با محصولی مشابه ارائه می‌شود. نسبت قیمت می‌تواند به کمی شدن این پارامتر کمک کند:

$$\text{نسبت قیمت محصول} = \frac{\text{قیمت محصول در سر مزرعه}}{\text{قیمت محصول در نزدیک‌ترین بازار}}$$

کوچک بودن این نسبت، می‌تواند حاکی از دو مساله باشد:

- نامناسب بودن سیستم‌های بازاریابی و توزیع؛ و
- زیاد بودن فاصله تا نزدیک‌ترین بازار.

هرچند قیمت محصول، به طور مستقیم رابطه‌ای با آبیاری ندارد ولی پایداری طرح همبستگی زیادی با این نسبت دارد. اگر نسبت قیمت پایین باشد، کشاورز به این نتیجه می‌رسد که یا باید نوع کشت را تغییر دهد و یا آبیاری را کاملاً متوقف نماید.

۲-۶-۴- شاخص‌های اجتماعی

بدون تردید، کشاورزان تمایل دارند که به مقدار مورد نیاز و در زمان لازم آب دریافت کنند. از این رو، فواصل آبیاری و طول زمانی که به آن‌ها آب تحویل می‌شود، بسیار پراهمیت است. از دیدگاه اجتماعی، شاخص‌های زیر تعریف شده است.

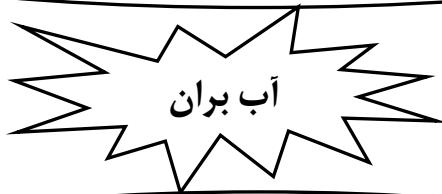
- اتکا به مدت تحویل آب؛ و
- اتکا به فواصل زمانی آبیاری.

رفتار کشاورزان یا گروه‌های کشاورز در مصرف آب برای آبیاری بستگی به روشی دارد که آن‌ها چگونه دو مساله زیر را جمع کنند:

- قابلیت اتکاء آن‌ها به تحویل آب؛ و
- ابزار و راه‌های کسب درآمد بیشتر.

با این اوصاف، کشاورز انتظار دارد که تولیدات خود را به حداقل برساند. برای اینکه هر دو مساله فوق مدنظر قرار گیرد، شاخص عملکردی جهت کمی کردن مسائل اجتماعی مطرح می‌شود.

راهها و ابزارهایی (قوایین مربوط به آب، دانش، فن آوری، سیاست‌ها،...) که آب بران با استفاده از آنها بتوانند از کسب درآمد کافی اطمینان یابند.



قابلیت اتکاء به تحویل آب و اقدام لازم برای کاربران تا در موقع
كمبود آب محصولات آبی آنها حفظ شود.

شکل ۲-۶- شرایط مرزی دیدگاه‌های آب بران

۱-۴-۶- اتکاپذیری^۱

الگوی زمانی تحویل آب، مستقیماً به «نسبت آب مصرف شده کلی» بستگی دارد که اثر مستقیمی بر تولید محصول می‌گذارد. توجیه مساله به این صورت است که اگر تغییری غیرقابل پیش‌بینی در حجم یا زمان آب تحویلی پیش آید، آب بران آب بیشتری مصرف می‌کنند. علاوه بر این، اگر کشاورزان به علت کمبود آب، بیش از اینکه به فکر تولید بیشتر باشند، نجات گیاه را مورد توجه قرار دهند، کمتر به فکر کوددهی و انجام سایر عملیات داشت هستند.

مهم‌ترین شاخص‌هایی که در اندازه‌گیری اتکاپذیری تحویل آب پیشنهاد می‌شود به مقایسه بین «طول مدت زمانی که آب در حال تحویل شدن است» و «آن مدتی که قرار بوده طی آن آب تحویل داده شود» منجر می‌شود و نیز به مقایسه بین «زمان‌های تحویل آب» و «زمان‌های تحویل آب پیش‌بینی شده» بستگی دارند. این دو شاخص عبارتند از:

$$\frac{\text{طول مدت تحویل آب}}{\text{طول مدتی که برای تحویل آب پیش‌بینی شده است}} = \text{اتکا به مدت تحویل آب}$$

$$\frac{\text{فواصل زمانی واقعی آبیاری}}{\text{فواصل زمانی پیش‌بینی شده آبیاری}} = \text{اتکا به فواصل زمانی آبیاری}$$

علاوه بر اتکاپذیری در مورد مساله تنظیم زمان، مصرانه پیشنهاد می‌شود که قابل اندازه‌گیری بودن بده یا تراز آب نیز در این قسمت از ارزیابی بررسی شود.

در بسیاری از فعالیت‌های آبیاری برای موثر بودن مصرف آب، باید بده یا تراز آب به مقدار طراحی نزدیک باشد (کلمنس و باس، ۱۹۹۰).

۲-۴-۲- خودکفایی مالی^۱

این شاخص در مواردی که هدف اولیه، انتقال مسؤولیت مالی بهره‌برداری از دولت به کشاورزان است، می‌تواند نمایانگر تاثیر انتقال مدیریت آبیاری باشد (IWMI). این شاخص می‌تواند گویای این موضوع باشد که چه مقدار از هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌تواند به وسیله آب‌بران جبران شود. مجموعه این عوامل باعث شده است که به خودکفایی مالی در بخش ارزیابی اجتماعی نگریسته شود.

$$\frac{\text{بازگشت هزینه خدمات آبرسانی توسط کشاورزان}}{\text{هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری}} = \text{خودکفایی مالی}$$

هرچه نسبت خودکفایی مالی بزرگ‌تر باشد، امید موفقیت در انتقال مدیریت دولتی به آب‌بران بیش‌تر است.

۲-۵-۶- شاخص‌های تشکیلات و سازمان

شاخص‌های تشکیلات و سازمان آب‌بران، به عنوان یک سازمان غیردولتی غیرانتفاعی، بدون شک باید با توجه به شاخص‌های اجتماعی در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر، بسیاری از شاخص‌های تشکیلات و سازمان را می‌توان به عنوان شاخص اجتماعی نیز پذیرفت و تفکیک این دو از یکدیگر، اگر غیرممکن نباشد، بسیار دشوار است. توصیه می‌شود که شاخص‌های اجتماعی و شاخص‌های تشکیلات و سازمان، به عنوان یک مجموعه مورد توجه قرار گیرند.

شاخص‌های بسیار مهم مربوط به تشکیلات و سازمان عبارتند از:

- سطح دانش فنی کارکنان؛ و
- سهم آب‌بران در مدیریت شبکه آبیاری.

۲-۶-۱- دانش فنی

دانش فنی به مجموعه توان علمی، فنی و مهارتی مردم و سازمان‌هایی گفته می‌شود که در اداره و پایداری سامانه‌های آبیاری کشاورزی نقش دارند.

در اینجا دو شاخص بررسی می‌شود:

$$\frac{\text{دانش واقعی کارکنان}}{\text{دانشی که برای مشاغل نیاز است}} = \text{سطح دانش فنی کارکنان}$$

اندازه‌گیری صورت و مخرج این کسر و در نتیجه کمی کردن این شاخص آسان نیست و تاحدودی نیز به سلیقه ارزیابی بستگی دارد. به این منظور، بهتر است به آموزش حرفه‌ای کارکنان، به شرحی که در زیر می‌آید توجه کنند.

$$\frac{\text{تعداد نفر - ساعت آموزش کارکنان}}{\text{نفر - ساعت آموزش کارکنان بر اساس نیازمنجی آموزشی}} = \text{نسبت آموزش کارکنان}$$

۲-۵-۶- تحقیقات کارکنان

بدون تردید، سطح تحصیلات کارکنان دستگاه بهره‌برداری می‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی تلقی شود. بدیهی است که این شاخص تابع مکان بوده و شاخص توسعه انسانی و دوری و نزدیکی به مراکز تحصیلات عالی، نقش ارزشمندی در آن دارد. از این رو، ارزیابان، تعیین این موضوع را مورد توجه قرار می‌دهند.

$$\frac{\text{تعداد کارکنان با تحصیلات عالی}}{\text{تعداد کل کارکنان}} = \text{شاخص تحصیلات کارکنان}$$

٣ فصل

روش شناخت طرح

۱-۳- کلیات

به منظور آشنایی با طرح، ارزیابان باید قبل از مراجعه به محل طرح، به اندازه کافی با سوابق آن آشنایی پیدا کنند. به این منظور باید گزارش‌ها و نقشه‌های طرح مورد ملاحظه و بررسی قرار گیرد. پس از ملاحظه سوابق و تعیین مقدماتی هدف‌ها و دامنه کار، برنامه زمانی ارزیابی عملکرد باید تهیه شده و به تایید درخواست کننده انجام مطالعات ارزیابی برسد.

۲-۳- جمع‌آوری اطلاعات پایه

۱-۲-۳- نقشه‌ها

برای شناخت طرح، دست کم باید نقشه‌های زیر مورد ملاحظه قرار گیرند:

- نقشه‌های پلان طرح؛
- نقشه‌های خاک‌شناسی و طبقه‌بندی خاک؛
- نقشه مناسب اراضی در صورت وجود؛
- نقشه‌های کاربری اراضی؛
- نقشه‌های کاداستر.

۱-۲-۱- نقشه‌های عمومی

- نقشه‌های پلان طرح

پلان طرح، موقعیت خطوط انتقال و توزیع آب و سازه‌های پروژه و همچنین موقعیت آن‌ها را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد. بررسی این نقشه‌ها که در زمان طراحی تهیه شده‌اند، باعث آشنایی ارزیاب با کل پروژه می‌گردد و دیدگاه او را نسبت به آنچه مد نظر مشاورین طراح بوده است روشن می‌سازد.

جهت تهیه نقشه‌های پلان طرح می‌توان به شرکت‌های آب منطقه‌ای (در مورد پروژه‌های شبکه اصلی و تامین آب از سد) و یا به سازمان جهاد کشاورزی استان (در مورد پروژه‌های شبکه فرعی) مراجعه کرد. به غیر از منابع فوق، مهندسین مشاور و یا ناظر طرح نیز از جمله دستگاه‌هایی هستند که امکان تهیه نقشه‌ها را دارند.

با مقایسه پلان طراحی و نقشه‌های همچون ساخت، تغییرات احتمالی موجود، نشان از وجود دلایلی خاص در زمان اجرای پروژه دارد. همین امر باعث وضوح بیشتر پروژه از ابعاد مختلف شده و حساسیت و دقت بیشتر ارزیاب را می‌طلبد. در واقع می‌توان گفت بررسی نقشه‌های پلان طرح، دیدگاه اولیه مشاور را در جانمایی اجزای پروژه و چگونگی ارتباط آن‌ها را با یکدیگر مشخص می‌کند و این مساله به عنوان اطلاعات اولیه جهت بررسی وضعیت اجرا و بهره‌برداری حائز اهمیت می‌باشد.

- نقشه‌های خاک‌شناسی

مطالعات خاک‌شناسی هر منطقه، اطلاعات جامعی را در مورد مورفولوژی و تشکیل و تحول خاک‌ها، تشریح نیمرخ خاک، طبقه‌بندی اراضی و طبقه‌بندی قابلیت آبیاری اراضی به دست می‌دهد. این مطالب عموماً پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه و تهیه لوازم مورد نیاز با انجام کارهای صحراوی و آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. به طوری که نتایج آن قبل از طراحی مرحله اول در اختیار مشاور قرار گیرد. هدف از تهیه چنین گزارشی مشخص نمودن پتانسیل‌ها و محدودیت‌های مرتبط با کشت و آبیاری می‌باشد تا در نهایت استفاده صحیح و مناسب از اراضی موجود امکان پذیر گردد. مطالعات آبیاری و زهکشی اصولاً بر مبنای مطالعات نیمه تفصیلی دقیق خاک‌شناسی اراضی صورت می‌گیرد.

با بررسی گزارش‌ها و نقشه‌های خاک‌شناسی، ارزیاب به یک جمع‌بندی و نگاه کلی از وضع خاک‌شناسی و قابلیت آبیاری دست می‌یابد که به وی در تحلیل وضع موجود منطقه طرح پس از اجرا و در زمان بهره برداری کمک شایانی می‌نماید. معمولاً پس از آغاز بهره برداری طرح‌های آبیاری و زهکشی تغییراتی در وضع سطح آب‌های زیرزمینی، زهدار شدن، شوری و سایر پارامترهای مرتبط با خاک‌شناسی پدیدار می‌شود که اختلاف بین وضع موجود و زمان قبل از اجرای طرح، روند و نحوه تغییرات پارامترهای مرتبط را نشان می‌دهد.

نقشه‌های خاک‌شناسی را می‌توان از شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی استان؛ موسسه تحقیقات خاک و آب، مشاور طرح و یا مشاوری که نقشه‌ها و گزارش خاک‌شناسی را تهیه کرده است به دست آورد.

- نقشه‌های کاربری اراضی

این نقشه‌ها که عموماً در گزارش‌های طرح توسعه کشاورزی و یا سیمای طرح کشاورزی وجود دارد، نحوه استفاده از اراضی را مشخص می‌کند.

هدف از مطالعات کاربری اراضی، تعیین حدود و نحوه استفاده از اراضی و تدقیق اطلاعات آماری می‌باشد. در این مطالعات به تعیین موقعیت و حدود و مساحت اراضی کشاورزی مشتمل بر اراضی فاریاب و دیم و اراضی غیرکشاورزی که شامل اراضی مسکونی، جاده‌های اصلی، اراضی بایر، تپه و کوه، تاسیسات، مرتع و سایر اراضی که بر روی نقشه‌ها تعیین شده است پرداخته می‌شود. ارزیاب با مقایسه این نقشه‌ها و کاربری اراضی در وضع بهره برداری، تغییرات حاصله را در راستای پروژه مورد نظر بررسی می‌نماید. به عنوان نمونه افزایش سطح اراضی فاریاب، کاهش اراضی بایر و یا کاهش مراتع از پارامترهایی هستند که باعث تغییر بعضی شاخص‌ها می‌گردند و با بررسی این نقشه‌ها، ارزیاب با دیدگاهی روشن‌تر وارد پروژه می‌گردد.

برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، می‌توان به شرکت‌های آب منطقه‌ای، جهاد کشاورزی استان، مهندسین مشاور طرح یا دستگاه نظارت مراجعه و در گزارش‌های وضع موجود کشاورزی، طرح توسعه کشاورزی و یا سیمای طرح آن‌ها را ملاحظه کرد.

- نقشه‌های کاداستر

در صورت وجود نقشه‌های کاداستر که عموماً باید آن‌ها را در گزارش‌های طرح توسعه یا سیمای کشاورزی جستجو کرد، امکان بررسی تغییرات مالکیت و یا چیدمان اراضی در قبل از اجرای طرح و مقایسه آن با شرایط بهره برداری وجود خواهد داشت. اگر در پروژه، یکپارچه سازی اراضی مدنظر بوده باشد، تغییراتی در کاداستر طرح به وجود خواهد آمد که بر روی مسایل مدیریت و نگهداری

و بهره‌برداری اثرات قابل توجهی خواهد داشت. در صورت عدم تغییر کاداستر یا عدم اجرای پروژه‌های یکپارچه سازی نیز، مشخص شدن وضعیت خرده مالکی کشاورزان نیز مجدداً دیدگاه ارزیاب را در مورد مسایل مدیریت، نگهداری و بهره‌برداری روشن تر می‌کند. نقشه‌های کاداستر را می‌توان از شرکت‌های آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی، مهندسین مشاور طراح و یا مشاورین ناظر طرح بهدست آورد.

۳-۲-۱- نقشه‌های همچون ساخت

بدون شک، مفیدترین و صحیح ترین نقشه‌ای که باید وضع فیزیکی شبکه را مشخص کند، نقشه همچون ساخت (As built) است. این نقشه باید نشانگر مشخصات فیزیکی شبکه باشد و پلان شبکه، پروفیل‌های طولی و عرضی کلیه مجاری آب، اعم از آبیاری و یا زهکشی، نوع و محل سازه‌های آبیاری، مشخصات مصالح مهم به کار رفته در آن، نوع و مشخصات تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و سایر مواردی که به طور معمول در آلبوم نقشه‌های اسناد مناقصه آورده می‌شود را در برگیرد.

نقشه‌های همچون ساخت به تدریج در طول اجرای طرح تهیه می‌شوند و پس از تایید مشاوری که نظارت بر طرح را به عهده دارد، به کارفرما تسلیم می‌شود. این نقشه‌ها بعداً در اختیار دستگاه بهره‌برداری قرار می‌گیرد تا در موقع لزوم از آن‌ها استفاده شود. درصورتی که دستگاه بهره‌برداری، نقشه‌های مزبور را در اختیار نداشته باشد، شاید بتوان در مورد شبکه اصلی پروژه‌های تامین منابع آب نظیر سد از شرکت آب منطقه‌ای، در مورد شبکه فرعی از سازمان جهاد کشاورزی استان، یا از مهندسین مشاور ناظر طرح و یا از پیمانکار دریافت کرد.

نقشه‌های همچون ساخت، در حقیقت، جزیی از دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری به حساب می‌آیند. بررسی این نقشه‌ها قبل از انجام بازدیدها، علاوه بر آشنایی با اجزای پروژه، می‌تواند مواردی را به ذهن ارزیاب مبتادر کند. به عنوان نمونه، می‌تواند سرعت آب، شبیط طولی، مقطع عرضی و ... کمبودهای احتمالی و یا خطاهای مرحله طراحی را نمایان سازد. سرعت بیش از حد آب در زهکش می‌تواند فرسایش بیش از حد و سرعت ناچیز می‌تواند رشد علف، رسوبگذاری و ... را به ذهن ارزیاب بیاورد به‌طوری که قبل از انجام ارزیابی، پرسش‌هایی برای وی مطرح گردد. به همین ترتیب، بررسی مقطع عرضی کanal و زهکش می‌تواند خطراتی که در هنگام رانندگی وجود دارد، ورود گل و لای در هنگام بارش به داخل کanal یا زهکش، وضعیت تقاطع‌ها و ... را مشخص می‌کند. در حقیقت، آشنایی با گزارش‌های مشاور و ملاحظه نقشه‌های همچون ساخت، به منزله پیش نیازهای ارزیابی عملکرد هستند.

به این ترتیب، نقشه‌های همچون ساخت به عنوان راهنمای مکانی اصلی در ارزیابی عملکرد، نقشی بسیار مهم ایفا می‌کنند. سایر مدارک و نقشه‌ها، پشتونه نقشه‌های همچون ساخت محسوب می‌شوند. به عنوان نمونه، ممکن است پس از ملاحظه نقشه‌های مزبور، ارزیاب لازم بداند که به مطالعه نتایج لایه‌بندی خاک و آزمایش‌های ژئوتکنیک بپردازد.

۳-۲- گزارش‌ها

به منظور کسب آگاهی از وضعیت گذشته طرح باید گزارش‌های مراحل توجیهی، طراحی پایه و تفصیلی مورد توجه قرار گیرند. این گزارش‌ها، وضعیت خاک‌شناسی، آبیاری، زهکشی، آب‌های سطحی و زیرزمینی و بسیاری از سایر موارد را برای ارزیابی مشخص می‌کنند. به عنوان نمونه، می‌بین کیفیت و کمیت آب، نوع منبع آب، کیفیت خاک، الگوی کشت سابق، راندمان‌های آبیاری، نفوذپذیری،

روش‌های متدالوی آبیاری، نظام بهره‌برداری و روش‌های کنترل و اندازه‌گیری جریان و ... هستند به طوری که ارزیاب می‌تواند به تدریج سوالاتی را در ذهن خود داشته باشد. به عنوان نمونه، چنانچه نظام بهره‌برداری خرده مالکی است، باید انتظار مسایلی را داشت که با مسایل نظام تعاوی تولید متفاوت است.

مهم‌ترین گزارش، مربوط به بهره‌برداری و نگهداری است. متاسفانه در برخی موارد، اصولاً چنین گزارشی در سازمان بهره‌بردار وجود ندارد. در این صورت باید از مشاور مربوطه درخواست شود تا سوابق طرح را در اختیار قرار دهد. گزارش نهایی طرح که به عنوان گزارش فنی در پایان مطالعات مرحله تفصیلی به کارفرما تسلیم می‌گردد، می‌تواند اطلاعات خوبی به ارزیاب بدهد. این گزارش‌ها حاوی موارد کلی هستند که آگاهی از آن‌ها به منظور ارزیابی بسیار ارزشمند است و از آن می‌توان به خلاصه‌ای از اقدامات مراحل پیشین، وسعت اراضی، مقدار آب، الگوی کشت، عملکرد محصولات، راندمان‌های آبیاری مورد نظر، نفوذپذیری، روش‌های آبیاری، ژئوتکنیک، لایه‌بندی خاک و ... دست یافت. این گزارش‌ها باید در مورد سد و شبکه اصلی از سازمان‌های آب منطقه‌ای، در مورد شبکه فرعی و تجهیز و نوسازی از سازمان جهاد کشاورزی و در صورت عدم دسترسی به این سوابق باید از مهندسین مشاور مربوطه دریافت کرد. در ضمن گزارش‌های سالیانه دستگاه بهره‌بردار نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است.

۳-۲-۳- سایر اسناد و مدارک

سایر اسناد و مدارکی که می‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند، مدارکی هستند که به طور معمول، در خلال دوره بهره‌برداری تولید می‌شوند. گزارش بازدیدهای دوره‌ای، گزارش‌های مربوط به سوانح و اتفاقات نظیر سیل بردگی و غرق شدن افراد یا وسائل نقلیه، گزارش‌های مربوط به تعمیرات، گزارش‌های موردي ارزیابی عملکرد (درصورت وجود) و گزارش‌های مربوط به دوران خشکسالی (درصورت وجود)، همچنین گزارش‌های ماهیانه و سالیانه تشکیلات بهره‌بردار شبکه از مواردی هستند که می‌توانند به ارزیابی عملکرد سیستم کمک کنند.

۳-۳- زمان‌بندی انجام ارزیابی عملکرد

جهت تنظیم برنامه زمان‌بندی ارزیابی عملکرد باید در مورد هدف و گستره ارزیابی تصمیم‌گیری کرد. به طور معمول، ارزیابی عملکرد یک پروژه آبیاری و زهکشی نباید از حدود سه ماه تجاوز کند. هرچند که برخی عقیده دارند که این مدت باید دست کم یک سال زراعی را پوشش دهد، ولی در مدت سه ماه از فصل آبیاری می‌توان با حدود ۹۰ درصد اعتماد، ارزیابی عملکرد را صحیح و قابل توجه و پیشنهادهای آن را مفید دانست. در هر حال، تصمیم‌گیری در این مورد به عهده گروه ارزیابی خواهد بود. جدول (۱-۳) می‌تواند نمونه مناسبی برای شکست کار و تدوین برنامه زمان‌بندی باشد. در این جدول، زمان‌بندی اقدامات اصلاحی، فراتر از فرآیند زمانی ارزیابی عملکرد بوده و به طور معمول، زمان آن مدتی پس از گزارش دهی و تشخیص اقدامات اصلاحی آغاز می‌شود.

جدول ۳-۱- نمونه‌ای از نحوه زمان‌بندی به منظور ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی

زمان	موضوع	
از زبانی عملکرد	۱- هدف و راهبرد	
	۲- طراحی و برنامه‌ریزی	
	۱-۱- فراهم کردن مبانی مورد استفاده	
	۲-۲- تعیین شاخص‌های مورد نیاز	
	۳-۳- مشخص کردن اطلاعات مورد نیاز	
	۴-۴- نحوه جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز	
	۵-۵- اطلاعات خروجی مورد نظر	
	۳-۱- اجرای برنامه	
	۳-۲- جمع‌آوری اطلاعات	
	۳-۳- پردازش اطلاعات	
از اقدامات اصلاحی	۳-۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات	
	۴-۱- تهیه گزارش و ارایه نتایج	
	۴-۲- کاربرد نتایج پیشنهادی	
	۴-۳- انجام اقدامات اصلاحی	
	۴-۴- تحلیل و ارزیابی نتایج اقدامات اصلاحی	
از مقایسه با عملکرد قبل از اقدامات اصلاحی، عملکرد پس از اقدامات اصلاحی جدید	۴-۵- ارایه راهبردهای اصلاحی جدید	
	۴-۶- مقایسه با عملکرد قبل از اقدامات اصلاحی، عملکرد پس از اقدامات اصلاحی و مقایسه با عملکرد سامانه‌ها	

۳-۴- تعیین اجزای کار

قبل از ورود به شبکه آبیاری و زهکشی به منظور ارزیابی عملکرد آن، لازم است جزئیات کارهایی که باید گروه ارزیابی آن‌ها را مورد توجه قرار دهند مشخص شود. بدیهی است که این موارد، می‌تواند بسیار متنوع بوده و از طرح دیگر متفاوت باشد. اجزای کار را می‌توان از دیدگاه‌های ۵ گانه زیر نگاه کرد:

- دیدگاه سازه‌ای؛
- دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری؛
- دیدگاه محیط زیست؛
- دیدگاه اقتصادی؛ و
- دیدگاه اجتماعی.

واضح است که اقلام مورد نظر به موارد فوق منحصر نمی‌شود و گروه ارزیابی می‌تواند مواردی را به آن افزوده یا از آن بکاهد. در زیر جزئیات بیشتری درباره هریک از موارد بالا ارایه می‌شود.

۱-۴-۳- دیدگاه سازه‌ای

طراحی کanal‌ها، لوله‌ها، زهکش‌ها و سازه‌های آبی مبتنی بر مطالعاتی است که در بخش‌های آبیاری، منابع آب، منابع خاک، کشاورزی و زهکشی صورت می‌گیرد.

۱-۱-۴- اطلاعات مورد نیاز آبیاری

در بررسی‌های مربوط به آبیاری باید دست کم اطلاعات زیر جمع‌آوری شود. بخشی از این اطلاعات در ارزیابی عملکرد و برخی دیگر در تحلیل نتایج به کار برد می‌شوند.

- وسعت اراضی تحت آبیاری؛
- میزان آب تخصیص یافته به پروژه به تفکیک منابع تامین آب؛
- کیفیت و کمیت آب هریک از منابع تامین کننده؛
- تراز متوسط آب زیرزمینی قبل از اجرای طرح ترجیحاً در ماههای مختلف و نقشه هم عمق آب زیرزمینی در شرایط کنونی؛
- راندمان آبیاری (مزروعه، توزیع، انتقال)؛
- الگوی کشت، ترکیب و تراکم کشت قبل از اجرای طرح، در طرح پیشنهادی و در وضع کنونی؛
- آب مورد نیاز ماهانه؛
- نفوذپذیری خاک سطحی؛
- بافت خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک؛
- مشخصات ژئوتکنیکی مسیر کanal‌ها (نوع خاک‌ها، شیمی خاک و ...)
- عملکرد مورد انتظار گیاهان الگوی کشت؛
- روش‌های آبیاری ارایه شده و وضع کنونی؛
- مقدار آبی که عملاً وارد سیستم آبیاری شده است؛
- بدء طراحی در هر بازه؛
- تراز آب در هر آبگیر یا هر بازه؛
- تعداد، نوع و مشخصات اجزای شبکه؛
- مقدار آبی که باید توسط هر آبگیر درجه ۳ و هر آبگیر درجه ۴ تحويل گردد؛
- مقدار بارندگی موثر در طول دوره کشت؛
- نیاز آبی یا تبخیر و تعرق هر محصول در طول دوره کشت؛ و
- آرایش شبکه آبیاری و زهکشی.

بدیهی است که کسب اطلاعات، محدود به آنچه که در بالا گفته شد نیست و سایر موارد و اطلاعات که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد قابل بررسی و جمع‌آوری هستند.

۴-۳-۲- اطلاعات مورد نیاز از منابع آب

- مقدار آبی که به طور ماهانه و سالانه از منابع سطحی تخصیص یافته است؛
- مقدار آبی که به طور ماهانه و سالانه از منابع آب زیرزمینی تخصیص یافته است؛
- عمق متوسط آب زیرزمینی؛
- مقدار هدایت الکتریکی آب (EC)؛
- نسبت جذب سدیم آب (SAR)؛
- مقدار BOD آب؛
- مقدار COD آب؛
- مقدار غلظت نیترات؛
- مقدار غلظت فسفر؛
- وضعیت آخرین بیلان آب های سطحی و زیرزمینی منطقه طرح؛
- مصارف آب (شرب، صنعت، کشاورزی، محیط زیست و...);
- نحوه آبگیری شبکه؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص ها و نهایتا در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۴-۳-۱- اطلاعات مورد نیاز از منابع خاک

- هدایت الکتریکی (EC) و وضع سدیمی بودن خاک؛
- طبقه‌بندی عمومی خاک؛
- طبقه‌بندی خاک از نظر آبیاری؛
- موارد پیشنهادی برای اصلاح خاک؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص ها و نهایتا در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۴-۱-۴- اطلاعات مورد نیاز کشاورزی

- مقدار افزایش تولید محصولات الگوی کشت، پس از اجرای طرح؛
- مقدار افزایش تولید محصول اصلی؛
- کل هزینه تامین آب آبیاری؛
- قیمت محصول اصلی در سر زمین؛
- قیمت محصول اصلی در نزدیک‌ترین بازار؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص ها و نهایتا در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۴-۱-۵- اطلاعات مورد نیاز زهکشی

- مقدار کل آبی که از منطقه زهکشی می‌شود؛
- آرایش شبکه زهکشی؛
- عمق متوسط سطح ایستابی در زمان کشت؛
- عمق بحرانی آب زیرزمینی؛
- ضرایب هیدرودینامیک اعمال شده در طراحی زهکش‌های فرعی؛
- پارامترهای طراحی زهکشی از جمله: نفوذ عمقی، ضریب زهکشی زیرزمینی، آبدهی ویژه، عمق تثبیت سطح ایستابی، عمق لایه محدود کننده، عمق زهکش‌ها و فواصل آن‌ها؛
- وضعیت خروجی نهایی زهکشی؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۴-۲- دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری

- سطح اراضی در حال بهره‌برداری؛
- نظام بهره‌برداری؛
- سیستم و روش‌های نگهداری؛
- لیست ماشین‌آلات موجود و مورد نیاز؛
- تعداد کل آب‌بران؛
- تعداد تشكیل‌هایی که تشکیل شده و یا باید تأسیس شوند؛
- تفکیک هزینه بهره‌برداری از هزینه نگهداری؛
- نحوه مشارکت آب‌بران در بهره‌برداری و نگهداری؛
- دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری شبکه؛
- رضایت بهره‌برداران از وضعیت بهره‌برداری و نگهداری؛
- درآمد و هزینه‌های سالانه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری سیستم؛
- نحوه محاسبه و اخذ آب بهای؛
- مقدار آب بهایی که باید سالانه دریافت شود و مقدار واقعی آن؛
- نحوه گردش آب در کانال‌ها یا لوله‌های درجه ۱، ۲، ۳ و ۴؛
- طول دوره‌ای از سال که آب تامین خواهد شد؛
- دور آبیاری و نحوه اجرای آن در وضع کنونی؛
- نحوه تخصیص و تحويل آب به آب‌بران؛
- بودجه سالانه پیش‌بینی شده جهت مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و نحوه تامین آن؛
- بررسی نمودار سازمانی؛

- تعداد کارکنان متخصص (و نوع تخصص آن‌ها)، کارکنان خدماتی و کارکنان بهره‌برداری؛
- تعداد ساعتی که کارکنان آموزش دیده‌اند؛
- تعداد آب بران عضو تشکل‌ها؛
- تعداد ماشین‌آلات سالم؛
- حجم کل قرارداد سالیانه فروش آب؛
- تعداد سازه‌های معیوب در سال؛
- حجم آب تحويل شده به شبکه؛
- تعداد آب برانی که از زمان و طول مدت آبیاری رضایت دارند؛
- متوسط حجم آب دریافتی چارک پایین (مناطق پایین دست شبکه)؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۴-۳- دیدگاه محیط زیست

- تغییرات شوری اراضی در محدوده شبکه؛
- تغییرات سطح ایستابی در اراضی شبکه و بروز مشکلات ناشی از ماندابی شدن اراضی؛
- تغییرات کیفی آب در پایین دست به ویژه از نظر شوری، مواد مغذی، COD و BOD؛
- بررسی‌های اکولوژیک و تغییرات پیش آمده در فون و فلور منطقه؛
- منابع آلوده کننده و نوع آلاینده‌ها؛
- کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و روند تغییرات آن‌ها در منطقه طرح؛
- سطحی که در اثر عملیات آبیاری یا زهکشی تخریب شده است؛
- مقدار واقعی پارامترهای کیفی؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۴-۴- دیدگاه اقتصادی

- تغییرات سطح زیر کشت و اثر آن بر درآمد زارعین؛
- تغییرات الگوی کشت و اثر آن بر درآمد زارعین؛
- تغییرات عملکرد محصولات و اثر آن بر درآمد زارعین؛
- تغییرات ارزش زمین در اثر آبی شدن؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۴-۵- دیدگاه اجتماعی

- وضعیت کلی مالکین از نظر تعداد، سواد، تجربه و ...؛

- تغییرات جمعیت در اثر مهاجرت؛
- رضایت کلی آب بران از عملکرد دستگاه بهره‌بردار؛
- تشکیل تشکل‌های آب بران؛
- قابلیت اتکای آب بران به مدت زمانی که به آن‌ها آب می‌رسد؛
- قابلیت اتکای آب بران به فواصل زمانی ای که آب دریافت می‌کنند؛
- و سایر موارد و اطلاعاتی که ممکن است در تعیین شاخص‌ها و نهایتاً در ارزیابی عملکرد مورد نیاز باشد.

۳-۵- بازدید میدانی

پس از آشنایی با طرح که از بررسی نقشه‌ها و اسناد و مدارک و پرس و جوی مردمی به‌دست می‌آید، بازدید میدانی آغاز می‌شود. بهتر است بازدید به صورت جمعی کوچک که لزوماً مسوولین دستگاه بهره‌بردار در آن حضور داشته باشند صورت گیرد. کارفرما و دستگاه بهره‌بردار گاه علاقمندند که ابتدای شبکه را نشان دهند و به بحث‌های کلی، به ویژه در مورد سد و منابع آب پردازند. همچنین ممکن است کارفرما یا بهره‌بردار تمایلی به نشان دادن تمامی قسمت‌های طرح نداشته باشد و توصیه کند که تنها بخشی از طرح مورد بازدید قرار گیرد. وظیفه ارزیاب این است که دست کم از حدود ۸۰ درصد اجزای طرح به‌طور اجمالی بازدید کند. کاری که باید در ابتدای کار به آن پرداخت، این است که تبیین شود که وظیفه ارزیاب، انجام بازرسی و یک کارپلیسی نیست؛ بلکه ارزیاب «همکاری» است که علاقمند است بهره‌بردار به مشکلات خود پی ببرد و در پی رفع آن‌ها برآید. اینکه به برخی از موارد مهمی که باید مورد بازدید قرار گیرد، اشاره می‌شود. بدیهی است که بررسی و ارزیابی تنها به این موارد محدود نمی‌شود و ممکن است بسته به مورد، دامنه گسترده‌تری پیدا کند.

بازدید منطقه‌ای به منظور شناخت مشکلات از ۵ قسمت زیر انجام می‌شود:

- کانال‌ها؛
- زهکش‌های روباز؛
- زهکش‌های زیرزمینی؛
- راه‌ها و ابنيه فنی؛ و
- تجهیزات هیدرومکانیکی.

در زیر به موارد متداولی که باید مورد توجه قرار گیرد اشاره می‌شود؛ البته ممکن است تعدادی از این موارد به صورت مستقیم در تعیین شاخص‌های ارزیابی، اثر نداشته باشد ولی در نهایت در تحلیل شرایط و ارزیابی عملکرد نهایی تاثیر عمده‌ای از خود به جا گذارد. در پیوست شماره ۲ کاربرگ‌های نمونه‌ای ارایه شده است که می‌توان با کمک آن‌ها جمع‌بندی دقیق‌تر و صحیح‌تری از وضعیت کنونی فیزیکی طرح به‌دست آورد.

بدیهی است باید توجه داشت که آنچه در این نشریه مورد توجه است، سازه‌های تامین آب مانند سد مخزنی را در بر نمی‌گیرد.

۱-۵-۳- کانال‌ها و ابنيه فني آن‌ها**۱-۱-۵-۳- کانال‌های خاکی**

- کانال‌ها و مقطع هيدروليكي آن‌ها و تشخيص تعميرات لازم؛
- وضعیت لايروبی کانال‌ها؛
- ميزان رسوب‌گذاري در کانال‌ها و ابنيه فني مربوطه؛
- وضعیت و ميزان رویش علف‌های هرز به ویژه نی و نتایج حاصل از علف‌زدایی؛
- وضعیت خاکریز و سکوهای کانال؛
- وضع شیب شیروانی و زهکش‌های جانبی خاکریزها.

۲-۱-۵-۳- کانال‌های پوشش شده

- بازدید عمومی کانال‌ها و تشخيص ضرورت تعميرات آن‌ها (نظیر شکستگی، نشست، ترك و...);
- وضعیت لايروبی کانال‌ها؛
- ميزان رسوب‌گذاري در کانال‌ها و ابنيه فني مربوطه؛
- وضعیت درزهای انقباض و انبساط و تشخيص ضرورت تعمیر آن‌ها به منظور آب‌بندی؛
- کنترل خروجی زهکش زیر کانال‌ها (درصورت وجود).

۲-۵-۳- زهکش‌های روباز

- زهکش‌ها و مقطع هيدروليكي آن‌ها و تشخيص تعميرات لازم؛
- وضعیت لايروبی زهکش‌ها؛
- ميزان رسوب‌گذاري در زهکش‌ها و ابنيه فني مربوطه؛
- وضعیت و ميزان رویش علف‌های هرز به ویژه نی و نتایج حاصل از علف‌زدایی؛
- بررسی وضعیت خاکریز و سکوهای زهکش؛
- بررسی وضع شیب شیروانی و زهکش‌های جانبی خاکریزها؛
- کنترل محل تخلیه زهکش‌های فرعی به زهکش‌های جمع کننده طبق ضوابط طراحی؛
- ميزان ته نشینی رسوبات در مقابل دهانه های خروجی زهکش‌های اصلی و فرعی؛
- کنترل محل و وضعیت تخلیه زهکش‌های جمع کننده به زهکش اصلی؛
- کنترل محل تقاطع زهکش‌ها؛ و
- سایر ابنيه فني زهکش‌های روباز.

۳-۵-۳- زهکش‌های زیرزمینی و چاهک‌های مشاهده‌ای

- کنترل چاهک‌های مشاهده‌ای منطقه به منظور کنترل سطح ایستابی؛
- کنترل دبی زهکش‌ها به منظور اطمینان از عدم گرفتگی آن‌ها؛
- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی EC و pH زهاب زهکش‌های زیرزمینی در محل تخلیه به زهکش‌های جمع کننده؛ و
- بررسی عملکرد دریچه‌های بادبزنی (یک‌طرفه) خروجی.

۴-۵-۳- راه‌ها و ابنيه فنی

- وضعیت عمومی سازه‌ها؛
- وضعیت درز اتصال سازه به کانال یا زهکش؛
- وضعیت ته نشینی رسوبات در داخل سازه و تبدیل های ورودی و خروجی آن؛
- وضعیت سلامت ابنيه حفاظتی و ایمنی؛
- چگونگی فرسایش خاک اطراف سازه‌ها؛
- نشست و شکستگی‌های سازه؛
- کیفیت شن‌ریزی راه‌ها و تشخیص نیاز به تجدید و مرمت آن؛
- ضرورت گردی‌زدنی و اصلاح جاده‌ها؛
- وضعیت شانه راه‌ها و شیب خاکریز آن‌ها به منظور پیش‌بینی آسیب دیدگی پس از بارندگی؛
- ورودی و خروجی سازه‌های آبگذر زیر راه‌ها به منظور اطمینان از گذر سیلان؛
- جان‌پناه‌ها و ابنيه حفاظتی در نقاط مورد نیاز؛
- وضعیت پل‌های ماشین رو و عابر پیاده؛ و
- وضعیت زهکش جانبی راه‌ها به منظور اطمینان از عدم آب گرفتگی راه.

۵-۵-۳- تجهیزات هیدرومکانیکی

- وضعیت دریچه‌های کشویی، هادی‌ها و آستانه آن‌ها؛
- وضعیت دریچه‌های قوسی، هادی‌ها و آستانه آن‌ها؛
- وضعیت فرازبندها، هادی‌ها و آستانه آن‌ها؛
- وضعیت آشغال‌گیرها، هادی‌ها و آستانه آن‌ها؛
- وضعیت بالابرها مکانیکی؛
- وضعیت بالابرها الکترومکانیکی؛ و
- وضعیت تلمبه‌خانه‌ها.

بازدید از تجهیزات هیدرومکانیکی از نظر عملکرد، آب‌بندی، رنگ روغن، پوسیدگی، سرویس و غیره صورت می‌گیرد.

۳-۵-۶- بازدید میدانی با دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری

- وضعیت ماشین‌آلات؛
- وضعیت محل شرکت بهره‌بردار و کارکنان آن‌ها.

۳-۵-۷- بازدید میدانی با دیدگاه زیست محیطی

- رنگ خاک؛
- محل‌های پیدایش شوره؛
- وضعیت ماندابی بودن اراضی؛
- منابع آلوده کننده؛
- نوع آلاینده‌ها؛
- تغییرات محیط جانوری؛ و
- تغییرات محیط گیاهی.

۳-۵-۸- بازدید میدانی با دیدگاه اقتصادی

- اراضی بایر قدیمی که پس از اجرای طرح کشت می‌شوند؛
- وضعیت عملکرد.

۳-۵-۹- بازدید میدانی با دیدگاه اجتماعی

- مصاحبه با مالکین و سایر ذی‌نفع‌ها؛ و
- مصاحبه با تشکل‌های آب بر.

۳-۶- جمع‌بندی مطالعات دفتری و بازدیدهای میدانی

جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز که در بخش‌های گذشته به آن‌ها پرداخته شد و نیز بررسی‌ها و بازدیدهای میدانی در قالب‌های مطرح شده، منجر به جمع‌بندی اطلاعات حاصله در هریک از دیدگاه‌های مورد نظر می‌گردد که در مرتبه نخست، کمبودها و نواقص اطلاعاتی را روشن می‌سازد و در مرتبه بعد نقاط قوت و ضعف سیستم و دورنمای طرح ارزیابی را نمایان می‌کند.

هدف از شناخت طرح، بررسی روند تغییرات منطقه تحت پوشش پروژه، از قبل از اجرای پروژه تا وضع موجود است که وضع موجود، نتیجه تحقق پروژه‌ای است که اهداف مشخصی را دنبال می‌کرده است. مطالعه این روند، به شناختی منجر خواهد شد که افق ارزیابی را تعیین نموده، سطح آنرا تخمین زده و ابعاد و عمق آنرا با تقریبی قابل قبول روشن می‌نماید. با آشکار نمودن اطلاعات جمع‌آوری شده بر روی نمودارها، اشکال، نقشه‌ها و جداول، امکان مقایسه مولفه‌های متغیر، جهت پیش‌بینی وضع آتی به وجود می‌آید. شاخص‌هایی که از اهمیت بیشتری برخوردارند، بر جسته می‌شوند و سرعت و دقت مورد نیاز در طرح ارزیابی عملکرد قابل تخمین و

بررسی می‌گردد. همچنین از اتلاف وقت در اثر تمرکز بر روی شاخص‌هایی که تاثیر زیادی در این پروژه نداشتند داشت، کاسته می‌شود.

تحلیل این اطلاعات، اصولاً به صورت توصیفی است و انتظار می‌رود نتایج حاصله، به روشن شدن موارد زیر بینجامد:

- سطح (یا عمق) ارزیابی؛
- نوع ارزیابی (تفصیلی، سریع)؛
- دوره ارزیابی (کوتاه مدت، ماهانه، فصلی، سالانه)؛
- شاخص‌های کلیدی؛
- نواقص داده‌ای و چگونگی تکمیل آن؛ و
- پیش‌بینی اولیه اصلاحات و تدارک تمهیدات لازم.

به هر حال در بخش روش شناخت طرح سعی می‌شود که دو دسته اطلاعات جمع‌آوری گردد:

- اطلاعات بخش طراحی
- اطلاعات وضع موجود

اطلاعات هریک از این دو بخش منجر به برآورد و شناختی از آن وضعیت می‌گردد. با بررسی داده‌های بخش طراحی، ارزیاب بینش و دیدگاه طراح و آنچه که باید در این طرح به عنوان هدف به دست آید را پیدا می‌کند و مطالعه اجزای کار، جزئیات را بیش از پیش برای وی روشن می‌نماید. ساختار سیستم طراحی و نحوه تعامل اجزای آن با یکدیگر که در نهایت هدف یا اهداف واحدی را دنبال می‌کنند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در فصل روش شناخت طرح سعی می‌شود که با نحوه شناخت اجزا و چگونگی اثرات متقابل آن‌ها این بینش برای ارزیاب فراهم گردد.

با مطالعه گزارش‌های دفتری و بازدیدهای میدانی، وضعیت موجود پروژه، خود را نمایان ساخته، نقاط قوت و ضعف آشکار می‌شود و ارتباطات صحیح یا دارای اشکال اجزا سیستم شناخته و پس از مقایسه همه موارد با وضعیت مطلوب که همان اهداف طرح می‌باشد، امکان امتیازدهی و مشخص کردن درصد تحقق اهداف طرح به وقوع می‌پیوندد.

فصل ۴

ارزش‌گذاری کیفی شاخص‌ها

۱-۴- کلیات

در قسمت‌های قبل، برخی از شاخص‌های مناسب برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی معرفی شدند. تعداد بیش‌تری از شاخص‌ها در پیوست شماره ۱ ارایه شده‌اند. ارزیاب‌ها می‌توانند شاخص مناسب‌تر را انتخاب و به شاخص‌هایی که در این نشریه به آن‌ها اشاره شد، اضافه کرده و یا جایگزین آن‌ها کنند.

پس از تعیین شاخص‌های مناسب، نوبت به محاسبه و ارزش‌گذاری آن‌ها می‌رسد. محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌ها به مفهوم تعیین مقدار عددی شاخص و رتبه‌بندی آن‌هاست. با محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌ها امکان ارزیابی عملکرد شبکه فراهم گردیده و می‌توان از این اطلاعات جهت بهبود وضعیت شبکه آبیاری و زهکشی بهره جست.

اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه شاخص‌ها بایستی از منابع گوناگون جمع‌آوری شوند. به عنوان نمونه با توجه به نوع شاخص می‌توان اطلاعات مورد نیاز را از منابعی همچون تشکیلات بهره‌بردار، گزارش‌ها و آلبوم نقشه‌ها و نیز و بازدیدهای میدانی گردآوری کرد. با توجه به اینکه اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه برخی از شاخص‌ها نیازمند کار صحراوی فراوان می‌باشد، می‌توان در صورت تایید گروه ارزیاب، نمونه‌ای آماری از کل جامعه آماری انتخاب کرد. به عنوان نمونه، اگر به دلیل تعدد دریچه‌ها امکان بررسی تمامی آن‌ها وجود نداشته باشد، می‌توان دریچه‌های بخشی از شبکه، که نماینده کل شبکه است را مورد بررسی قرار داد.

ارزش‌گذاری شاخص‌ها می‌تواند با توجه به شرایط طرح و نظر ارزیابان نسبت به آنچه که در قسمت‌های بعد این راهنمایه به آن‌ها اشاره خواهد شد، تاحدودی تعديل گردد.

به منظور راهنمایی ارزیابان، یکسان کردن تقریبی دید ارزیابان و امکان کمی کردن شاخص‌های کیفی، تعدادی کاربرگ تهیه شده که در پیوست شماره ۳ ارایه شده است. یادآور می‌شود که کارفرما متعهد است اطلاعات لازم را تهیه و در اختیار گروه ارزیاب قرار دهد. در مواردی که نیاز به کسب اطلاعات بیش‌تر باشد، گروه ارزیاب می‌تواند تهیه آن را از کارفرما درخواست کرده و یا در صورت محدود بودن نیازها خود به جمع‌آوری آن بپردازد.

۲-۴- روش محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌ها

۱-۲-۴- محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌های سازه‌ای

در این قسمت روش محاسبه و ارزش‌گذاری پنج شاخص سازه‌ای بیان می‌گردد.

۱-۱-۴- شاخص نسبت بد

آبگیرها جز نقاط مهم در شبکه‌های آبیاری بوده و به‌طور معمول محل ارتباط تشکیلات بهره‌بردار شبکه با آب‌بران هستند. بنابراین تحويل مقدار دقیق آب در این نقاط از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر، صحت کارکرد آبگیرها می‌تواند نشان‌های از عملکرد سازه‌ای شبکه آبیاری و زهکشی باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که شاخص نسبت بد در محل آبگیرها محاسبه شود.

برای اندازه‌گیری این شاخص باید مقدار بده در آبگیرها با روش‌های مناسب، همچون استفاده از فلوم، سرریزو یا کنتور، اندازه‌گیری شده و مقدار به دست آمده بر مقدار بده اسمی سازه آبگیر تقسیم شود. تعیین این شاخص نیازمند عملیات صحراوی بوده و عدد به دست آمده در قالب جدول (۱-۴) قابل ارزش‌گذاری کیفی می‌باشد.

جدول ۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت بده

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۰/۹۵ تا ۰/۱۰۵	
متوسط	۰/۸۵ تا ۰/۹۵ یا ۰/۱۰۵ تا ۰/۱۱۵	نسبت بده
ضعیف	۰/۸۰ تا ۰/۱۵ یا ۰/۸۵ تا ۰/۲۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۸۰ یا بیشتر از ۰/۲۰	

۴-۱-۲- شاخص نسبت اثربخشی سازه

برای اندازه‌گیری این شاخص پیشنهاد می‌گردد که تعداد زیادی سازه فنی شبکه آبیاری و زهکشی مانند سیفون، آبگیر، چک، روگذر، زیرگذر، پل، سرریز جانبی، هرزآبرو، شوت، سازه‌های ایمنی و غیره مورد بازرگانی قرار گرفته و تعداد سازه‌های آماده به کار مشخص گردند. سازه آماده به کار به سازه‌ای اطلاق می‌گردد که از نظر شکل فیزیکی و عملکرد بدون مشکل باشد. با تقسیم تعداد سازه‌های فنی سالم بر تعداد کل سازه‌ها مقدار شاخص نسبت اثربخشی سازه تعیین گردیده و به صورت زیر قابل ارزش‌گذاری می‌باشد.

جدول ۴-۲- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی سازه

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۰/۹۵ از بیش	
متوسط	۰/۹۰ تا ۰/۹۵	نسبت اثربخشی سازه
ضعیف	۰/۸۵ تا ۰/۹۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۸۵	

۴-۱-۳- شاخص نسبت اثربخشی کanal

کانال‌ها و لوله‌ها وظیفه انتقال و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی را بر عهده داشته و به طور معمول بخش زیادی از شبکه‌های آبیاری از کانال و لوله تشکیل شده است. بنابراین این بخش از شبکه از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای تعیین شاخص اثربخشی کانال یا لوله لازم است که کانال‌ها و لوله‌های شبکه مورد بازدید میدانی قرار گرفته و مجموع طولی از کانال‌ها و لوله‌ها که از نظر ظاهر و عملکرد سالم هستند، مشخص شود. با تقسیم مقدار به دست آمده بر کل طول کانال‌ها و لوله‌ها مقدار شاخص نسبت اثربخشی کانال یا لوله به دست خواهد آمد. مقدار به دست آمده در قالب جدول (۳-۴) می‌تواند ارزش‌گذاری شود.

جدول ۳-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی کانال یا لوله

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۰/۹۵ از بیش	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۹	نسبت اثربخشی کانال یا لوله
ضعیف	۰/۸۵ تا ۰/۹	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۸۵	

۴-۱-۲-۴- نسبت اثربخشی جاده سرویس

هر چند جاده‌های سرویس در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، به‌طور مستقیم در زمینه توزیع آب نقش ندارند اما نقص در این جاده‌ها، بهره‌برداری و نگهداری از طرح را با مشکل مواجه خواهد ساخت. به‌طور معمول جاده سرویس سالم به جاده‌ای اطلاق می‌شود که از نظر رگلاژ، ضخامت لایه شن، عرض، شبیب عرضی و نهر زهکش کنار جاده در شرایط قابل قبول قرار داشته باشد. چهت تعیین شاخص نسبت اثربخشی جاده سرویس، لازم است طی بازرگانی میدانی طول مسیر جاده‌های سرویس سالم تعیین گردیده و مقدار به‌دست آمده بر کل طول جاده‌های سرویس تقسیم شود. بعد از تعیین این شاخص می‌توان آنرا به‌شکل ذیل ارزش‌گذاری کیفی کرد.

جدول ۴-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت اثربخشی جاده سرویس

شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
نسبت اثربخشی جاده سرویس	بیش از ۰/۹۵	خوب
	۰/۸۵ تا ۰/۹۵	متوسط
	۰/۷۵ تا ۰/۸۵	ضعیف
	کمتر از ۰/۷۵	بسیار ضعیف

۴-۱-۲-۵- شاخص نسبت زهکشی سیستم

در صورتی که سیستم زهکشی در شبکه آبیاری و زهکشی دچار نقص و یا ضعف در عملکرد باشد، مشکلات مختلفی همچون اختلال در کشت و کار و مسایل زیست محیطی به وجود خواهد آمد. برای تعیین مقدار شاخص نسبت زهکشی سیستم، بایستی مقدار آبی که از طریق زهکش‌ها به خارج از منطقه طرح تخلیه شده و همچنین مقدار آب وارد شده توسط شبکه آبیاری به منطقه طرح مشخص شود. این کار با استفاده از اطلاعات موجود در قسمت بهره‌برداری تشکیلات بهره‌بردار شبکه و همچنین بازدههای میدانی به منظور کنترل امکان‌پذیر است. با تقسیم مقدار آب زهکشی شده به مقدار آب وارد شده به منطقه طرح، در طول یک سال، امکان تعیین شاخص نسبت زهکشی سیستم امکان‌پذیر خواهد شد. با توجه به تجربیات موجود، این شاخص به‌شکل زیر قابل ارزش‌گذاری است. لازم به یادآوری است که رقم پایه مقایسه (در جدول ۴-۵-۱ رقم ۰/۲۰) با توجه به شوری خاک، روش آبیاری، حساسیت گیاه به شوری و... می‌تواند با آنچه که در این جدول آمده است متفاوت باشد و گروه ارزیاب دامنه‌های دیگری را پیذیرد. به عبارت دیگر، مقدار دلخواه نسبت زهکشی برابر نیاز آشوبی^۱ است که در جدول (۵-۴) معادل ۲۰ درصد درنظر گرفته شده ولی درحقیقت از نسبت عمق آب زهکشی به عمق آب آبیاری به‌دست می‌آید. این نسبت در عین حال برابر نسبت هدایت الکتریکی آب آبیاری به آب زهکشی نیز هست.

در سامانه‌ها بدون زهکشی زیرزمینی، پی بردن به مقدار واقعی این شاخص دشوار است. از این‌رو، بهتر است که این شاخص نادیده گرفته شود و به جای آن، به کارآبی آبیاری وزن و ارزش بیشتری داده شود.

جدول ۴-۵- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت زهکشی سیستم

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۰/۲۰ تا ۰/۳۰	
متوسط	۰/۳۵ تا ۰/۲۰ یا ۰/۳۰ تا ۰/۲۵	
ضعیف	۰/۱۰ تا ۰/۱۵ یا ۰/۳۵ تا ۰/۴۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۱۰ یا بیش از ۰/۴۰	نسبت زهکشی سیستم

۴-۲-۲- محاسبه و ارزش‌گذاری شاخص‌های غیرسازه‌ای

در این قسمت روش محاسبه و ارزش‌گذاری ۱۷ شاخص مربوط به «مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری و زهکشی»، «محیط زیست»، «اقتصادی و اجتماعی» و «سنگش از دور» بیان گردیده است.

۴-۲-۲-۱- شاخص‌های مربوط به مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری و زهکشی

- نسبت عملکرد تحويل آب

توزیع آب مطابق تعهدات قراردادی، از جمله مهم‌ترین وظایف تشکیلات بهره‌بردار شبکه آبیاری و زهکشی به‌شمار می‌رود. به منظور تعیین شاخص نسبت عملکرد تحويل آب لازم است که مقدار کل آب توزیع شده در طول یکسال تعیین گردیده و این مقدار بر کل حجم آب قرارداد بسته شده با آب‌بران تقسیم شود. به‌طور معمول مقدار کل حجم آب توزیع شده سالیانه و حجم آب قرارداد بسته شده با آب‌بران در قسمت بهره‌برداری تشکیلات بهره‌بردار شبکه موجود می‌باشد. نسبت عملکرد تحويل آب به صورت زیر قابل ارزش‌گذاری است.

جدول ۴-۶- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت عملکرد تحويل آب

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۰/۹۰ تا ۰/۰۵	
متوسط	۰/۸۵ تا ۰/۰۵ یا ۰/۹۰ تا ۰/۱۰	
ضعیف	۰/۷۵ تا ۰/۸۵	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۵ یا بیش از ۰/۱۰	نسبت عملکرد تحويل آب

- نسبت حجم آب تحويلی

به‌طور معمول اطلاعات لازم در مورد حجم آب توزیع شده و همچنین مساحت اراضی قرارداد بسته شده با آب‌بران برای تحويل آب، در قسمت بهره‌برداری تشکیلات بهره‌بردار شبکه قابل دسترس است. مقدار متوسط حجم آب تحويلی به مزارع از تقسیم کل حجم آب توزیعی توسط تشکیلات بهره‌بردار بر سطح قرارداد بسته شده با آب‌بران، قابل محاسبه می‌باشد. از طرف دیگر مقدار متوسط حجم آب تحويلی در هر هکتار براساس مبانی طراحی، از طریق مراجعه به اسناد فنی شبکه قابل دسترسی است. با تقسیم متوسط حجم آب توزیعی در هر هکتار در سال، بر حجم آب تحويلی در هر هکتار براساس مبانی طراحی، شاخص نسبت حجم آب تحويلی قابل محاسبه بوده و ارزش‌گذاری آن در قالب جدول (۴-۷) امکان‌پذیر است. چنانچه تراکم کشت بیش از صد در صد پیش‌بینی شده باشد، یا اینکه زارعین کمتر از صد در صد اراضی خود را کشت و آبیاری کرده باشند، این نسبت می‌تواند همچنان به همین ترتیب محاسبه شود. در هر حال، در تفسیر نتایج بهتر است که در صد کشت نیز مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۴-۷- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت حجم آب تحویلی

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۱/۰۵ تا ۰/۹۰	
متوسط	۱/۱۰ تا ۰/۹۰ یا ۱/۰۵ تا ۰/۸۵	
ضعیف	۱/۱۵ تا ۰/۸۵ یا ۱/۱۰ تا ۰/۸۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۸۰ یا بیش از ۱/۱۵	نسبت حجم آب تحویلی

- شاخص تحصیلات کارکنان

بالا بودن سطح تحصیلات کارکنان تشکیلات بهره‌بردار شبکه می‌تواند نشان از کارایی بیش‌تر این تشکیلات داشته باشد. اطلاعات مربوط به تعداد کارکنان با تحصیلات عالی به راحتی از طریق بررسی نمودار سازمانی تشکیلات بهره‌بردار قابل دسترسی است. با تعیین تعداد پرسنل شبکه با تحصیلات عالی (کارشناس و کمک کارشناس) و تقسیم این مقدار بر تعداد کل پرسنل تشکیلات بهره‌بردار، مقدار شاخص تحصیلات کارکنان قابل محاسبه می‌باشد. این شاخص را می‌توان با توجه به جدول (۴-۸) ارزش‌گذاری کرد. در طرح‌هایی که به دلیل دوری بیش از حد و یا عقب ماندگی منطقه، شاخص تحصیلات کارکنان، رقم قابل قبولی را ارایه نکند و پایین بودن شاخص موجه تشخیص داده شود، می‌توان به جای آن، از شاخص دانش فنی استفاده کرد.

جدول ۴-۸- ارزش‌گذاری کیفی شاخص تحصیلات کارکنان

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۱۰	
متوسط	۰/۱۰ تا ۰/۰۵	
ضعیف	۰/۰۵ تا ۰/۰۲	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۰۲	شاخص تحصیلات کارکنان

محاسبه شاخص فوق بایستی در طول یکسال انجام شود چرا که ممکن است برخی از افراد شاغل در تشکیلات بهره‌بردار شبکه به صورت پاره وقت فعالیت نمایند. این موضوع بایستی در محاسبات مدنظر قرار گیرد. به عنوان مثال چنانچه شخصی نصف سال در تشکیلات بهره‌بردار شبکه فعالیت داشته باشد، لازم است که در محاسبه شاخص تحصیلات کارکنان، برای این شخص عدد ۰/۵ نفر ذکر شود.

- شاخص آموزش پرسنل

نیروهای آموزش دیده در تشکیلات بهره‌بردار می‌توانند عملکرد و کارایی تشکیلات را ارتقا دهند. شرکت در دوره‌های آموزش همچون کارگاه‌ها، سمینارها و دوره‌های کوتاه مدت، نمونه‌هایی از روش‌های آموزشی برای پرسنل شبکه می‌باشند. مقدار شاخص آموزش پرسنل از طریق تقسیم ساعت آموزشی طی شده در یک سال برای کل پرسنل شبکه به ساعت آموزشی مورد نیاز در یک سال برای کل پرسنل براساس نیازستگی آموزشی قابل محاسبه است. تعداد ساعت آموزشی مورد نیاز برای پرسنل شبکه با توجه به برآورد گروه ارزیاب قابل تعیین است. به عنوان نمونه ممکن است در طراحی، هدف‌گذاری آموزش برای مدیران ۱۵ ساعت، برای کارشناسان ۳۰ ساعت و برای آبیاران و تعمیرکاران ۷۰ ساعت در سال در نظر گرفته شود. این شاخص به شکل ذیل قابل ارزش‌گذاری می‌باشد.

جدول ۴-۹- ارزش‌گذاری کیفی شاخص آموزش پرسنل

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۵	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۷۰	
ضعیف	۰/۷۰ تا ۰/۵۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۵۰	شاخص آموزش پرسنل

- شاخص سهم مشارکت آببران

مشارکت بیش‌تر آببران در فعالیت‌های مورد نیاز برای اداره شبکه‌های آبیاری و زهکشی، یک ویژگی مثبت بشمار می‌آید، چرا که وجود تشكل‌های آببران می‌تواند فعالیت‌های تشکیلات بهره‌بردار شبکه را تسهیل نماید. شاخص سهم مشارکت آببران از تقسیم تعداد کشاورزان عضو تشكل بر تعداد کل آببران قابل محاسبه است. اطلاعات لازم برای محاسبه این شاخص در قسمت بهره‌برداری تشکیلات بهره‌بردار قابل دسترس است. ارزش‌گذاری این شاخص می‌تواند به‌شکل جدول (۱۰-۴) انجام شود.

جدول ۱۰-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص سهم مشارکت آببران

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۰	
متوسط	۰/۹۰ تا ۰/۸۰	
ضعیف	۰/۸۰ تا ۰/۶۵	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۶۵	سهم مشارکت آببران

- شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم

ماشین‌آلات سالم یکی از ملزمومات اداره صحیح شبکه توسط تشکیلات بهره‌بردار به‌طور کلی، و به‌ویژه به‌منظور نگهداری شبکه می‌باشد. به‌منظور محاسبه شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم لازم است که تعداد ماشین‌آلات سالم موجود در شبکه بر تعداد کل ماشین‌آلات مورد نیاز تقسیم شود. ماشین‌آلات در این شاخص شامل ماشین‌آلات سنگین و سواری می‌باشد. برای تعیین این شاخص لازم نیست که مالکیت ماشین‌آلات در اختیار تشکیلات بهره‌بردار باشد، بلکه ماشین‌آلات اجاره‌ای که دسترسی به آن‌ها برای تشکیلات بهره‌بردار در موقع لزوم امکان‌پذیر می‌باشد، نیز جزو ماشین‌آلات شبکه محسوب می‌شوند. علاوه بر این لازم است در مخرج کسر تعداد ماشین‌هایی که مورد نیاز بوده ولی در طرح وجود ندارند نیز منظور شوند. برای تعیین تعداد ماشین‌آلات آماده به کار پیشنهاد می‌گردد که گروه ارزیاب از ماشین‌آلات، بازدید میدانی به عمل آورند. شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم به‌شکل زیر قابل ارزش‌گذاری است.

جدول ۱۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت ماشین‌آلات سالم

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۸۵	
متوسط	۰/۸۵ تا ۰/۷۰	
ضعیف	۰/۷۰ تا ۰/۵۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۵۰	نسبت ماشین‌آلات سالم

۴-۲-۲-۴- شاخص‌های محیط زیست

- شاخص نسبت تخریب اراضی

برای محاسبه مقدار این شاخص باید مقدار سطحی از اراضی که بعد از اجرای شبکه آبیاری و زهکشی دچار صدمه جدی شده‌اند، تعیین شود. این تخریب می‌تواند به دلایل مختلف همچون زهدار شدن و یا شور شدن زمین رخ داده باشد. برای تعیین اراضی تخریب شده لازم است که گروه ارزیاب از شبکه بازدید میدانی به عمل آورند.

با تقسیم مقدار اراضی تخریب شده بر مقدار کل اراضی شبکه، شاخص تخریب اراضی به دست خواهد آمد که در قالب جدول (۱۲-۴) قابل ارزش‌گذاری می‌باشد.

جدول ۴-۱۲-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت تخریب اراضی

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	کمتر از ۰/۰۲	
متوسط	۰/۰۵ تا ۰/۰۲	
ضعیف	۰/۱۵ تا ۰/۰۵	نسبت تخریب اراضی
بسیار ضعیف	بیش تر از ۰/۱۵	

باید توجه داشت که ممکن است بعد از احداث شبکه آبیاری و زهکشی برخی از زمین‌ها به دلایلی همچون تغییر کاربری اراضی از گردونه کشت و کار خارج شده باشند. بدینهی است که چنین مواردی مربوط به اثرات منفی شبکه آبیاری و زهکشی نبوده و لازم است که در هنگام محاسبه شاخص نسبت تخریب اراضی به این موضوع توجه داشته و این چنین اراضی‌ای در محاسبات تعیین شاخص وارد نشوند.

- شاخص عمق نسبی آب زیرزمینی

مقدار عمق واقعی آب زیرزمینی به وسیله بازدید میدانی از چاهها و چاهک‌ها قابل تعیین است. از طرف دیگر عمق بحرانی آب زیرزمینی به عمقی اطلاق می‌گردد که در طرح زهکشی در نظر گرفته شده و به طور معمول حدود ۱/۰ (برای زراعت) تا ۱/۵ متر(برای باغ) است. تعیین مقدار عمق بحرانی با توجه به مطالعات زهکشی انجام می‌شود. با تقسیم عمق واقعی آب زیرزمینی به عمق بحرانی، مقدار شاخص نسبت عمق آب زیرزمینی، قابل تعیین خواهد بود. با توجه به اینکه ممکن است مقدار این شاخص در مکان‌های مختلف شبکه، متفاوت باشد می‌توان با استفاده از میانگین‌گیری وزنی این شاخص در مکان‌های مختلف با سطوح متفاوت، به یک شاخص برای کل شبکه رسید. در هر حال، محاسبه این نسبت با توجه به تغییرات زمانی و مکانی عمق آب زیرزمینی دشوار است. در اراضی غیر زهدار اهمیت این نسبت زیاد نیست ولی در طرح‌هایی که با مشکلات زهکشی مواجهند، حذف آن از میان شاخص‌ها جایز نیست. ارزش‌گذاری کیفی این شاخص از طریق جدول (۱۳-۴) امکان‌پذیر می‌باشد.

جدول ۴-۱۳-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص عمق نسبی آب زیرزمینی

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۱/۰۵ تا ۰/۹۵	
متوسط	۱/۲۰ تا ۰/۹۵ یا ۰/۸۰	
ضعیف	۱/۴۰ تا ۰/۸۰ یا ۱/۲۰ تا ۰/۷۰	نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۰ یا بیش تر از ۱/۴۰	

- شاخص آلدگی

برای تعیین این شاخص پیشنهاد می‌گردد که تعدادی از پارامترها همچون EC، TDS، نیتروژن، فسفر، BOD و COD را در منطقه در نقاط مختلف شبکه^۱ و یا در محل خروجی نهایی اندازه‌گیری شود. تعیین مهم‌ترین پارامتر از پارامترهای فوق بستگی به موقعیت طرح و نظر ارزیاب‌ها دارد. تعیین مقدار بحرانی پارامتر منتخب از طریق بررسی منابع زیست محیطی و یا زهکشی قابل دستیابی است. با تقسیم مقادیر اندازه‌گیری شده بر مقادیر بحرانی، مقدار شاخص آلدگی برای شبکه قابل محاسبه خواهد بود. مقادیر به دست آمده را می‌توان به وسیله جدول (۱۴-۴) ارزش‌گذاری کرد.

جدول ۱۴-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص آلدگی

شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
شاخص آلدگی	کمتر از ۱/۰	خوب
	۱/۰ تا ۱/۲	متوسط
	۱/۲ تا ۱/۳	ضیف
	بیش از ۱/۳	بسیار ضعیف

- ۳-۲-۲-۴- شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی

- شاخص خودکفایی مالی

تدابع و کیفیت خدمات تشکیلات بهره‌بردار نیازمند تأمین منابع مالی لازم می‌باشد. به طور معمول بیشترین درآمد تشکیلات بهره‌بردار شبکه‌های آبیاری و زهکشی از طریق آب‌بها تأمین می‌شود که مقدار سالیانه آن از طریق مراجعه به اسناد مالی شبکه قابل دستیابی است. از طرف دیگر مقدار سالیانه هزینه‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه نیز در اسناد مالی تشکیلات بهره‌بردار شبکه وجود دارد. با تقسیم مقدار هزینه‌ها بر درآمدها مقدار شاخص خودکفایی مالی قابل محاسبه خواهد بود. بایستی توجه داشت که مواردی مانند هزینه‌های نگهداری به تعویق افتاده و هزینه‌های بالاسری نیز بایستی به مقادیر هزینه‌ها اضافه شود. شاخص خودکفایی مالی را می‌توان در قالب جدول (۱۵-۴) ارزش‌گذاری کرد. بدینهی است این مقادیر با توجه به وضع مالی شرکت بهره‌بردار و ذخیره مالی آن توسط ارزیابان قابل تجدید نظر است.

جدول ۱۵-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت خودکفایی مالی

شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
نسبت خودکفایی مالی	کمتر از ۱/۰	خوب
	۱/۰ تا ۱/۱	متوسط
	۱/۱ تا ۱/۲	ضیف
	بیش از ۱/۲	بسیار ضعیف

۱- با توجه به تعداد نقاط برداشت شده و مساحتی که هر نقطه نماینده آن است، بایستی میانگین گیری وزنی برای تعیین شاخص مورد نظر انجام شود.

- شاخص وصول آب‌بهای

وصول کامل آب‌بهای باعث تقویت مالی و بهبود خدمات تشکیلات بهره‌بردار شبکه خواهد شد. برای محاسبه شاخص وصول آب‌بهای بایستی مقدار آب‌بهای وصولی در طول یکسال از طریق اسناد مالی تشکیلات بهره‌بردار تعیین و بر مقدار کل آب‌بهای پیش‌بینی شده در آن سال تقسیم شود. مقدار کل آب‌بهای با توجه به سطح زیر کشت محصولات و نوع شبکه آبیاری (مدرن، سنتی یا نیمه سنتی) و یا از حاصل ضرب مقدار آب توزیع شده در بهای واحد حجم آب، قابل محاسبه است. شاخص وصول آب‌بهای در قالب جدول (۱۶-۴) قابل ارزش‌گذاری می‌باشد.

جدول ۱۶-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص وصول آب‌بهای

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۵	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۸۵	
ضعیف	۰/۸۵ تا ۰/۷۵	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۵	شاخص وصول آب‌بهای

- شاخص اعتماد به توزیع آب

یکی از اهداف اصلی احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تامین آب به مقدار کافی و در زمان مناسب برای آب‌بران می‌باشد. برای محاسبه شاخص اعتماد به توزیع آب لازم است که بطريق میدانی تعداد آب‌برانی که از مقدار و زمان تحويل آب رضایت دارند را تعیین و آن را به تعداد آب‌برانی که مورد سوال قرار گرفته‌اند، تقسیم کرد. مقدار حاصله به‌شکل زیر قابل ارزش‌گذاری است.

جدول ۱۷-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص اعتماد به توزیع آب

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۵	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۸۵	
ضعیف	۰/۸۵ تا ۰/۷۵	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۵	شاخص اعتماد به توزیع آب

- شاخص عدالت

برای تعیین شاخص عدالت لازم است که با بررسی جداول توزیع آب، مقدار ب دریافتی در هر هکتار برای آبگیرهای مختلف در طول یکسال زراعی مشخص شود. سپس با مرتب کردن اعداد به‌دست آمده به‌صورت صعودی، میانگین یک چهارم کمترین عدددها مشخص و بر مقدار میانگین کل اعداد تقسیم شود. مقدار به‌دست آمده شاخص عدالت نام داشته که به شکل زیر قابل ارزش‌گذاری است.

جدول ۱۸-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص عدالت

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۵	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۸۵	
ضعیف	۰/۸۵ تا ۰/۷۵	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۵	شاخص عدالت

۴-۲-۲-۴- شاخص‌های ارزیابی سریع با کمک سنجش از دور

امروزه با استفاده از داده‌های سنجش از دور، ارزیابی نسبتاً دقیق برخی از پارامترها امکان‌پذیر شده است. برای این کار متخصصین با بررسی عکس‌های ماهواره‌ای قادرند پارامترهای مختلفی را همچون تبخیر و تعرق واقعی، رطوبت خاک و مقدار تولید محصولات کشاورزی را برآورد نمایند. به طور معمول جهت واسنجی و تدقیق اطلاعات سنجش از دور لازم است که نمونه‌برداری‌های زمینی نیز انجام شود. تعداد و زمان این نمونه‌برداری‌ها با توجه به نظر متخصصان ذیصلاح مشخص می‌گردد. شاخص‌های مرتبط با سنجش از دور عمده‌تا برای ارزیابی سریع شبکه‌های آبیاری و زهکشی کاربرد دارند. در ادامه، سه شاخص برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی که با استفاده از اطلاعات سنجش از دور قابل محاسبه می‌باشد، ذکر گردیده است.

- شاخص کمبود آب مورد نیاز

شاخص کمبود آب مورد نیاز، به منظور تعیین کفايت مقدار آب تحويلی به محصولات کاربرد دارد. برای تعیین این شاخص بایستی مقدار تبخیر و تعرق واقعی محصولات کشاورزی شبکه با استفاده از داده‌های سنجش از دور، تعیین و بر مقدار تبخیر و تعرق پیش‌بینی شده پیش‌بینی شده محصولات شبکه در هنگام برداشت تصویر ماهواره‌ای تقسیم شود^۱. مقدار عددی تبخیر و تعرق پیش‌بینی شده محصولات شبکه از طریق مراجعه به اسناد فنی شبکه و یا سند ملی آب با در نظر گرفتن ضرایب گیاهی قابل دسترسی می‌باشد. مقدار این شاخص به شکل زیر قابل ارزش‌گذاری است.

جدول ۱۹-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص کمبود آب مورد نیاز

شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
شاخص کمبود آب مورد نیاز	بیش از ۰/۹۰	خوب
	۰/۹۰ تا ۰/۷۵	متوسط
	۰/۷۵ تا ۰/۶۰	ضعیف
	کمتر از ۰/۶۰	بسیار ضعیف

- شاخص رطوبت نسبی خاک

رطوبت نسبی خاک معیاری برای سنجش سهولت جذب آب توسط گیاه می‌باشد. برای تعیین این شاخص لازم است که با استفاده از اطلاعات کسب شده از داده‌های سنجش از دور، متوسط رطوبت حجمی خاک در هنگام برداشت تصویر تعیین و عدد به‌دست آمده بر مقدار رطوبت خاک در شرایط ظرفیت نگهداری خاک شبکه تقسیم گردد. مقدار رطوبت خاک در شرایط ظرفیت نگهداری از طریق مراجعه به اسناد فنی شبکه و یا اندازه‌گیری میدانی قابل تعیین است. باید دقت کرد که آنچه گفته شد مربوط به میانگین رطوبت نسبی خاک در زمین‌های درحال کشت است و این نسبت باید در سطح گستره محاسبه شود. شاخص به‌دست آمده به‌شکل جدول (۲۰-۴) قابل ارزش‌گذاری کیفی خواهد بود.

۱- چنانچه کم آبیاری در شبکه اعمال می‌شود بایستی ضریب کم آبیاری نیز در نظر گرفته شود.

جدول ۲۰-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص رطوبت نسبی خاک

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	۱/۰۵ تا ۰/۹۵	
متوسط	۱/۲۰ تا ۰/۹۵ یا ۱/۰۵ تا ۰/۸۰	
ضعیف	۱/۳۰ تا ۰/۸۰ یا ۱/۲۰ تا ۰/۷۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۰ یا بیشتر از ۱/۳۰	رطوبت نسبی خاک

- شاخص نسبت تولید محصول

مقدار محصول خشک حاصل شده قابل فروش از واحد حجم آب می‌تواند نمایانگر مقدار بهره‌وری آب کشاورزی باشد. برای تعیین شاخص نسبت تولید محصول، لازم است که مقدار محصول تولیدی حاصل از واحد حجم آب در سال مبنا، براساس اطلاعات سنجش از دور تعیین شده و این عدد بر بالاترین مقدار محاسبه شده این پارامتر در سالیان گذشته در شبکه مورد ارزیابی و یا شبکه‌های مشابه تقسیم شود. مقدار این شاخص را می‌توان با توجه به جدول (۲۱-۴) ارزش‌گذاری کرد.

جدول ۲۱-۴- ارزش‌گذاری کیفی شاخص نسبت تولید محصول

ارزش کیفی	حدود تغییرات	شاخص
خوب	بیش از ۰/۹۵	
متوسط	۰/۹۵ تا ۰/۸۰	
ضعیف	۰/۸۰ تا ۰/۷۰	
بسیار ضعیف	کمتر از ۰/۷۰	نسبت تولید محصول

فصل ۵

کمی کردن ارزش کیفی شاخص‌ها و
جمع‌بندی

۱-۵- کلیات

ارزش‌گذاری شاخص‌ها به صورت کیفی کار ارزشمندی است چرا که در بسیاری موارد ارزش کیفی شاخص‌ها نسبت به ارزش کمی آن‌ها، واقعیت را بهتر منعکس می‌کند؛ اما چنانچه شاخص‌ها به صورت کیفی باشند، جمع‌بندی نظرات ارزیاب‌ها با محدودیت مواجه خواهد شد. از این روست که پس از اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری کیفی (توصیفی) شاخص‌ها که در فصل قبل بیان گردید، باید این شاخص‌ها به طریق مناسب به شکل کمی (عددی) در آورده شوند تا بتوان آن‌ها را با سهولت بیشتری مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

شاخص‌هایی که برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی معرفی شدند، از نظر اهمیت یکسان نیستند. از طرف دیگر اندازه‌گیری برخی از شاخص‌ها نیازمند وقت و هزینه نسبتاً زیادی است. بنابراین جهت سهولت در کار می‌توان فرآیند ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی را به سه بخش سریع، تفصیلی و ویژه تقسیم‌بندی نمود.

در بسیاری از موارد ارزیابی سریع می‌تواند روش‌نگر چگونگی عملکرد طرح بوده و نیاز به ارزیابی تفصیلی را مرتفع سازد. ممکن است در موارد خاص با توجه به شرایط و موقعیت ویژه طرح، نیاز به ارزیابی کامل نبوده و اندازه‌گیری یک یا چند شاخص برای ارزیابی عملکرد از دیدگاه مورد نظر کفایت نماید. در چنین شرایطی نیاز به ارزیابی ویژه (موضوعی یا موردی) مانند ارزیابی زیست محیطی طرح یا ارزیابی سازه‌ای طرح یا ارزیابی مدیریتی و... خواهد بود.

تعیین نوع ارزیابی تابع عوامل مختلفی همچون هزینه، زمان و مشخصات طرح می‌باشد. در زمینه تعیین نوع ارزیابی لازم است که گروه ارزیاب اطلاعات کافی در مورد انواع روش‌های ارزیابی و شاخص‌های مورد استفاده را در اختیار کارفرمای طرح قرار دهد تا توافق اولیه در زمینه نوع ارزیابی حاصل شود.

۲-۵- ارزیابی سریع

در ارزیابی سریع، تنها تعدادی از شاخص‌های معرفی شده، اندازه‌گیری می‌شوند و در صورتی که امتیاز مجموع این شاخص‌ها در حد مطلوب بود، بررسی‌ها خاتمه یافته و می‌توان گزارش ارزیابی را تهیه و از ارزیابی تفصیلی صرف نظر نمود.

شاخص‌های انتخابی برای ارزیابی سریع باید در برگیرنده تمامی دیدگاه‌ها بوده و با توجه به ماهیت طرح مهم‌ترین هر یک از آن‌ها را در بر گیرند. هرگاه ارزیابی سریع نتواند به نتایج قابل قبولی برسد، لازم است ارزیابی دقیق‌تر در قالب ارزیابی تفصیلی پیگیری شود.

شاخص‌هایی که برای ارزیابی سریع انتخاب می‌شوند باید دارای شرایط زیر باشند:

- اندازه‌گیری آن‌ها تاحد ممکن با سهولت و هزینه کم امکان‌پذیر باشد؛
- در برگیرنده جنبه‌های مختلف سازه‌ای و غیرسازه‌ای شبکه باشد؛
- اهمیت آن‌ها با توجه به ماهیت طرح، نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر باشد؛ و
- تعداد آن‌ها کم باشد.
- با توجه به شرایط یاد شده و شاخص‌های معرفی شده، شاخص‌های زیر را می‌توان برای ارزیابی سریع مورد توجه قرار داد:
- نسبت اثربخشی سازه (سازه‌ای، بهره‌برداری و نگهداری)؛
- نسبت عملکرد تحويل آب (مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری)؛

- نسبت تخریب اراضی (محیط زیست)؛
- شاخص وصول آب‌ها (مدیریت، اقتصادی)؛
- شاخص عدالت (بهره‌برداری، مدیریت و اجتماعی)؛
- کمبود آب مورد نیاز (بهره‌برداری، اقتصادی و اجتماعی)؛
- رطوبت نسبی خاک (بهره‌برداری)؛ و
- نسبت مقدار محصول به حجم آب آبیاری (CPD) (اقتصادی).

در جدول (۱-۵) مقدار ارزش کیفی و معادل کمی هر کدام از شاخص‌های منتخب برای ارزیابی سریع آورده شده است. بدینهی است که گروه ارزیاب می‌تواند با نظر اجتماعی خود ارزش کمی هر یک از آن‌ها را کمی تغییر دهد تا با ماهیت طرح هماهنگ‌تر باشد.^۱ جدول (۱-۵) می‌تواند راهنمایی برای این کار باشد. در این جدول مقادیر ارزش کمی شاخص‌ها با توجه به نظر ارزیاب‌ها می‌تواند تا حدود ۳۰ درصد تغییر نماید. باید توجه کرد که مجموع حداقل ارزش کمی شاخص‌ها برای نسبت‌هایی که ارزش کیفی آن‌ها «خوب» تلقی می‌شود، لزوماً باید ۱۰۰ باشد.

جدول ۱-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی سریع

ارزش کمی		ارزش کیفی	نام شاخص	موضوع شاخص	ردیف
حداکثر	حداقل				
۳۰/۰	۲۲/۵	خوب	نسبت اثربخشی سازه	سازه‌ای	۱
۲۲/۴	۱۵/۰	متوسط			
۱۴/۹	۷/۵	ضعیف			
۷/۴	۰/۰	بسیار ضعیف			
۲۰/۰	۱۵/۰	خوب			
۱۴/۹	۱۰/۰	متوسط			
۹/۹	۵/۰	ضعیف			
۴/۹	۰/۰	بسیار ضعیف			
۱۵/۰	۱۱/۳	خوب			
۱۱/۲	۷/۵	متوسط			
۷/۴	۴/۸	ضعیف	نسبت تخریب اراضی	محیط زیست	۳
۳/۷	۰/۰	بسیار ضعیف			
۱۰/۰	۷/۵	خوب			
۷/۴	۵/۰	متوسط			
۴/۹	۲/۵	ضعیف	شاخص وصول آب‌ها	اقتصادی و اجتماعی	۴
۲/۴	۰/۰	بسیار ضعیف			
۱۰/۰	۷/۵	خوب			
۷/۴	۵/۰	متوسط			
۴/۹	۲/۵	ضعیف			
۲/۴	۰/۰	بسیار ضعیف	شاخص عدالت		۵

۱- شاخص‌های معرفی شده برای ارزیابی سریع و تفصیلی با توجه به انواع متعارف شبکه‌های آبیاری و زهکشی در ایران تعیین گردیده‌اند. برای برخی از شبکه‌های خاص ممکن است برخی از شاخص‌ها مصدق یا کاربرد نداشته باشد. بعنوان مثال در مورد شبکه‌ای که توسط یک کشت و صنعت اداره می‌شود، شاید شاخصی مانند «وصول آب‌ها» چندان مصدق نداشته باشد. درخصوص این گونه شبکه‌ها گروه ارزیاب می‌تواند با توجه به شرایط خاص آن شبکه، از برخی از شاخص‌ها صرف نظر کند.

جدول ۱-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی سریع

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	حداقل	حداکثر
۶	سنچش از دور ^۱	کمبود آب موردنیاز	خوب	۳/۸	۵/۰	
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
		روطوبت نسبی خاک	خوب	۳/۸	۵/۰	
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
۷	سنچش از دور ^۱	نسبت ماده خشک محصول به حجم آب	خوب	۳/۸	۵/۰	
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
		آبیاری CPD	خوب	۳/۸	۵/۰	
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
۸	سنچش از دور ^۱	نسبت ماده خشک محصول به حجم آب	خوب	۳/۸	۵/۰	
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	

با توجه به جدول (۱-۵) مقدار امتیاز نهایی حاصل از ارزیابی سریع شبکه از طریق رابطه الف قابل محاسبه می‌باشد.

$$\text{الف} - \frac{\text{مجموع ارزش گذاری ارزیابان}}{\text{مجموع (حداکثر ارزش‌های کمی هر شاخص} \times \text{تعداد ارزیابان)}} = \text{نسبت آموزش کارکنان}$$

چنانچه نتیجه رابطه فوق بر مبنای جدول (۲-۵) در محدوده خوب قرار گرفت می‌توان از ارزیابی تفصیلی صرف نظر کرد و در غیراین صورت پیشنهاد می‌گردد ارزیابی تفصیلی به شکلی که در ادامه خواهد آمد، انجام گردد.

جدول ۲-۵ - امتیاز کمی و کیفی حاصل از ارزیابی عملکرد

امتیاز کمی نهایی حاصل از ارزیابی	امتیاز کمی نهایی حاصل از ارزیابی
عملکرد	عملکرد
خوب	۷۵-۱۰۰
متوسط	۵۰-۷۵
ضعیف	۲۵-۵۰
بسیار ضعیف	۰-۲۵

علاوه بر امتیاز تجمعی شاخص‌ها، امتیاز هر کدام از شاخص‌ها به تنها ی نیز می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای ارزیاب‌ها فراهم نماید. اطلاعات هر کدام از این شاخص‌ها می‌تواند به تنها ی نمایانگر وضعیت فعالیت‌ها و اقدامات مربوط به آن شاخص باشد. با توجه به این توضیحات پیشنهاد می‌شود که اگر حتی مجموع امتیاز نهایی در ارزیابی سریع در محدوده خوب قرار گرفت، برای شاخص یا شاخص‌هایی که امتیاز آن‌ها پایین تر از خوب بود، سایر شاخص‌های مربوط به آن موضوع، به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شود تا بتوان به‌طور دقیق‌تر، موضوع را ارزیابی کرد.

در پیوست شماره ۴، یک مثال در مورد شیوه جمع‌بندی نظرات ناظران و ارزیابی عملکرد سریع ارایه شده است.

۱- شاخص‌های سنچش از دور در حال حاضر برای موارد محدودی از اندازه‌گیری‌ها کاربرد دارد ولی ممکن است در آینده نه چندان دور بسیاری از شاخص‌های شبکه از این طریق قابل اندازه‌گیری باشد.

۳-۵- ارزیابی تفصیلی

چنانچه نتایج ارزیابی سریع در حد مطلوب نباشد، لازم است که برای بررسی و تحلیل دقیق‌تر شبکه، ارزیابی تفصیلی در دستور کار قرار گیرد. در جدول (۳-۵) انواع شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی تفصیلی و چگونگی تبدیل ارزش کیفی آن‌ها به ارزش کمی آورده شده است. شاخص‌هایی که برای ارزیابی سریع به کار می‌روند برای ارزیابی تفصیلی هم کاربرد خواهند داشت، اما مقدار ارزش کمی آن‌ها متفاوت از ارزیابی سریع خواهد بود.

تاكيد مي شود که اين جدول مي تواند راهنمایي برای ارزیابان تفصیلی عملکرد باشد. در این جدول، مقادير ارزش کمی شاخص‌ها با توجه به نوع طرح مي تواند تا حدود ۳۰ درصد تغيير نماید. در اين مورد، ارزیابان با توجه به اهميت هر يك از شاخص‌ها، سهمي برای آن در نظر مي گيرند و ميانگين آن‌ها پس از رساندن حاصل جمع آن‌ها به ۱۰۰ به عنوان ارزش شاخص در نظر گرفته مي شود.

جدول ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی		جمع
				حداقل	حداکثر	
۳۰	نسبت بدء	نسبت بدء	خوب	۵/۷	۷/۵	۳۰
			متوسط	۸/۸	۵/۶	
			ضعیف	۱/۹	۳/۷	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۸	
	نسبت اثربخشی سازه	نسبت اثربخشی سازه	خوب	۹/۰	۱۲/۰	
			متوسط	۶/۰	۸/۹	
			ضعیف	۳/۰	۵/۹	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۲/۹	
	نسبت اثربخشی کاتال یا لوله	نسبت اثربخشی کاتال یا لوله	خوب	۵/۶	۷/۵	
			متوسط	۳/۸	۵/۵	
			ضعیف	۱/۹	۳/۷	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۸	
	نسبت اثربخشی جاده سرویس	نسبت اثربخشی جاده سرویس	خوب	۲/۳	۳/۰	
			متوسط	۱/۵	۲/۲	
			ضعیف	۰/۸	۱/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۷	
۲۰	نسبت عملکرد تحويل آب	نسبت عملکرد تحويل آب	خوب	۳/۸	۵/۰	۲۰
			متوسط	۲/۵	۳/۷	
			ضعیف	۱/۳	۲/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
	نسبت زهکشی سیستم	نسبت زهکشی سیستم	خوب	۱/۵	۲/۰	
			متوسط	۱/۰	۱/۴	
			ضعیف	۰/۵	۰/۹	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴	
	نسبت حجم آب تحويلی	نسبت حجم آب تحويلی	خوب	۲/۳	۳/۰	
			متوسط	۱/۵	۲/۲	
			ضعیف	۰/۸	۱/۴	
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۷	

ادامه جدول ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	جمع		
۸	شاخص تحصیلات کارکنان	شاخص آموزش پرسنل	خوب	۱/۵	۲/۰		
			متوسط	۱/۰	۱/۴		
			ضعیف	۰/۵	۰/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴		
۹			خوب	۱/۵	۲/۰		
			متوسط	۱/۰	۱/۴		
			ضعیف	۰/۵	۰/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴		
۱۰	سهم مشارکت آبیران نمی‌پذیرد، نهوداری و تکمیلاری	سهم مشارکت آبیران نمی‌پذیرد، نهوداری و تکمیلاری	خوب	۳/۰	۴/۰		
			متوسط	۲/۰	۲/۹		
			ضعیف	۱/۰	۱/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۹		
			خوب	۱/۵	۲/۰		
			متوسط	۱/۰	۱/۴		
			ضعیف	۰/۵	۰/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴		
۱۱	نسبت ماشین‌آلات سالم	نسبت تخریب اراضی نیازمندی زیست	خوب	۴/۵	۶/۰		
			متوسط	۳/۰	۴/۴		
			ضعیف	۱/۵	۲/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۴		
			خوب	۳/۴	۴/۵		
			متوسط	۲/۳	۳/۳		
			ضعیف	۱/۱	۲/۲		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱		
۱۲	نسبت عمق نسبی آب نیازمندی زیست	نسبت تخریب اراضی نیازمندی زیست	خوب	۴/۵	۶/۰		
			متوسط	۳/۰	۴/۴		
			ضعیف	۱/۵	۲/۹		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۴		
			خوب	۳/۴	۴/۵		
			متوسط	۲/۳	۳/۳		
			ضعیف	۱/۱	۲/۲		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱		
۱۳	شاخص آلودگی	نیازمندی زیست	خوب	۳/۴	۴/۵		
			متوسط	۲/۳	۳/۳		
			ضعیف	۱/۱	۲/۲		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱		
			خوب	۲/۲	۴/۰		
			متوسط	۱/۴	۲/۱		
			ضعیف	۰/۷	۱/۳		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۶		
۱۴	نیازمندی زیست	شاخص آلودگی	خوب	۴/۸	۶/۰		
			متوسط	۳/۵	۴/۷		
			ضعیف	۱/۴	۳/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۳		
			خوب	۲/۳	۳/۰		
			متوسط	۱/۵	۲/۲		
			ضعیف	۰/۸	۱/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۷		
۱۵	نیازمندی اقتصادی	نیازمندی اقتصادی	خوب	۲/۲	۴/۰		
			متوسط	۱/۴	۲/۱		
			ضعیف	۰/۷	۱/۳		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۶		
			خوب	۴/۸	۶/۰		
			متوسط	۳/۵	۴/۷		
			ضعیف	۱/۴	۳/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۳		
۱۶	نیازمندی اقتصادی	نیازمندی اقتصادی	خوب	۲/۳	۳/۰		
			متوسط	۱/۵	۲/۲		
			ضعیف	۰/۸	۱/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۷		
			خوب	۳/۸	۵/۰		
			متوسط	۲/۵	۳/۷		
			ضعیف	۱/۳	۲/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲		
۱۷	نیازمندی اقتصادی	شاخص اعتماد به توزیع آب	خوب	۳/۸	۵/۰		
			متوسط	۲/۵	۳/۷		
			ضعیف	۱/۳	۲/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲		
			خوب	۳/۸	۵/۰		
			متوسط	۲/۵	۳/۷		
			ضعیف	۱/۳	۲/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲		
۱۸	نیازمندی اقتصادی	شاخص عدالت	خوب	۳/۸	۵/۰		
			متوسط	۲/۵	۳/۷		
			ضعیف	۱/۳	۲/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲		
			خوب	۳/۸	۵/۰		
			متوسط	۲/۵	۳/۷		
			ضعیف	۱/۳	۲/۴		
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲		

ادامه جدول ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	جمع
۱۹	کمبود آب مورد نیاز	خوب	۳/۴	۴/۵	۱۵
۲۰	رطوبت نسبی خاک	متوسط	۲/۳	۳/۳	۱۵
۲۱	نسبت محصول به حجم آب آبیاری CPD	ضعیف	۱/۱	۲/۲	۶/۰
۲۲	بسیار ضعیف	خوب	۰/۰	۴/۵	۱/۴

با توجه به جدول (۳-۵) مقدار امتیاز نهایی حاصل از ارزیابی عملکرد تفصیلی شبکه مورد نظر از طریق رابطه الف قابل محاسبه می‌باشد.

اگر چنانچه نتیجه رابطه الف بر مبنای جدول (۲-۵) در محدوده خوب قرار گرفت نشان دهنده وضعیت مطلوب شبکه خواهد بود. در پیوست شماره ۴، یک مثال در مورد شیوه جمع‌بندی نظرات ارزیابان و ارزیابی عملکرد تفصیلی ارایه شده است.

۴-۵- ارزیابی ویژه

همان‌طور که گفته شد، ارزیابی عملکرد را می‌توان برای هر یک از موضوعات و یا تمامی موضوعات مرتبط به فعالیت‌های سامانه‌های آبیاری و زهکشی انجام داد. عبارت دیگر ارزیابی می‌تواند به‌شکل ویژه (به‌عنوان مثال فقط یک موضوع خاص همچون مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری) و یا به‌شکل کامل برای تمامی موضوعات مرتبط با فعالیت‌های شبکه انجام شود.

زمانی که نیاز به ارزیابی یک موضوع یا یک مورد خاص باشد، می‌توان از ارزیابی ویژه استفاده کرد. شاخص‌های مورد استفاده در این نوع ارزیابی از میان شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی تفصیلی قابل انتخاب است اما ارزش شاخص‌ها تابع مشخصات طرح بوده و باستی توسط گروه ارزیاب تعیین گردد. اطلاعات موجود در جدول (۳-۵) می‌تواند به‌عنوان یک معیار اولیه برای تعیین ارزش کمی شاخص‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این نوع ارزیابی می‌توان از رابطه الف و جدول (۲-۵) جهت جمع‌بندی نتایج استفاده کرد.

۴-۵-۱- ارزیابی عملکرد از دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری

به‌طور معمول، نه همیشه، مطالعات مهندسی ارزش در مراحل مختلف مطالعاتی و اجرایی و ارزیابی عملکرد در مرحله بهره‌برداری از طرح انجام می‌شود. به همین علت است که ارزیابی عملکرد از دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری جایگاهی ویژه دارد. بدیهی است که در این ارزیابی باید شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و نیز شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی مورد توجه قرار گیرند. شاخص‌های اقتصادی از این رو اهمیت می‌یابند که می‌توانند نشان دهنده توانایی خودکفایی مالی و پایداری دستگاه بهره‌برداری باشند. شاخص‌های اجتماعی نیز نزدیکی فراوانی به چگونگی مدیریت شبکه دارند. در سامانه‌ای که عدالت در تقسیم آب

بین اراضی سراب و پایاب وجود نداشته باشد و یا بهره‌برداران نتوانند به توزیع مناسب آب اعتماد داشته باشند، خواه ناخواه مشکل را می‌توان در شیوه مدیریت بهره‌برداری جستجو کرد.

این شاخص‌ها عبارتند از:

- نسبت عملکرد تحویل آب؛
- نسبت زهکشی سامانه؛
- نسبت حجم آب تحویلی؛
- شاخص تحصیلات کارکنان؛
- شاخص آموزش پرسنل؛
- سهم مشارکت آب‌بران؛
- نسبت سالم بودن ماشین‌آلات؛
- نسبت خودکفایی مالی؛
- شاخص وصول آب‌بهای؛
- شاخص اعتماد به توزیع آب؛ و
- شاخص عدالت.

از میان یازده شاخص یادشده، می‌توان تعدادی از آن‌ها را که می‌توانند بازگو کننده نتیجه شاخصی دیگر باشند حذف کرد. به عنوان نمونه، شاخص تحصیلات کارکنان و شاخص آموزش پرسنل، هردو نشان‌دهنده توانایی علمی و فنی کارکنان هستند. به این ترتیب با هدف کاهش تعداد شاخص‌ها، می‌توان از یکی از آن‌ها به نفع دیگری چشم‌پوشی کرد. به همین ترتیب، نسبت خودکفایی مالی و شاخص وصول آب‌بهای همبستگی مناسبی با یکدیگر دارند؛ زیرا که بخش مهمی از درآمد سازمان بهره‌بردار از محل وصول آب‌بهای تامین می‌شود.

به این ترتیب می‌توان هفت شاخص زیر را برای ارزیابی عملکرد مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری سامانه آبیاری و زهکشی انتخاب کرد:

- نسبت عملکرد تحویل آب؛
- نسبت زهکشی سامانه؛
- شاخص آموزش پرسنل؛
- سهم مشارکت آب‌بران؛
- نسبت سالم بودن ماشین‌آلات؛
- شاخص وصول آب‌بهای؛ و
- شاخص اعتماد به توزیع آب.

تمامی این شاخص‌ها در بخش‌های پیشین تعریف شده‌اند. ارزش‌گذاری کیفی این شاخص‌ها در جدول (۴-۵) و تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری در جدول (۵-۵) نشان داده شده است.

در این نوع ارزیابی نیز می‌توان از رابطه الف و جدول (۲-۵) جهت جمع‌بندی نتایج استفاده کرد.

۲-۴-۵- ارزیابی عملکرد از دیدگاه منطقه‌ای

همان‌طور که در ابتدا گفته شد، ارزیابی از دیدگاه‌های مختلف می‌تواند برای گروه‌های متفاوت، ارزشی متفاوت داشته باشد. به عنوان نمونه، برای یک مامور عالی‌رتبه دولتی، مانند وزیر کشاورزی، ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی در سطح ملی اهمیت بالایی دارد؛ درحالی که برای استاندار یک استان، ارزیابی منطقه‌ای و از دیدگاه رئیس سازمان کشاورزی استان، ارزیابی سامانه‌های آبیاری از اهمیت بیشتری برخوردار است. به عبارت دیگر، می‌توان ارزیابی عملکرد را به سه دیدگاه مختلف از نظر محدوده تاثیر نگاه کرد. این دیدگاه‌ها عبارتند از:

- دیدگاه ملی؛
- دیدگاه منطقه‌ای؛
- دیدگاه محدوده طرح یا داخل سامانه.

مثالی که در بالا به آن اشاره شد، به نحوی تقسیمات سیاسی کشور را مورد توجه قرار می‌داد. حقیقت این است که بهتر است به جای دیدگاه منطقه‌ای، از دیدگاه «محدوده اثرگذار» صحبت کرد. عملکرد طرح‌های آبیاری بر محیط پیرامون خود تاثیر می‌گذاردند. همان‌گونه که بخش کشاورزی بیشترین سهم را در استفاده از آب دارد، دارای بیشترین سهم در انتقال و توزیع آводگی نیز هست. بنابراین ممکن است طرحی که منبع تامین آب آن رودخانه است، محدوده‌ای اثرگذار تا دهها کیلومتر پایین دست نیز داشته باشد.

جدول ۴-۵- شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و ارزش‌گذاری آن‌ها

ردیف	شاخص	تعریف شاخص	طیعت شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
۱	نسبت عملکرد تحويل آب	حجم آب توزیع شده در سال حجم آبی که تحويل آن در طول سال در تعهد بهره‌بردار است	مدیریت	۰/۹۰ تا ۰/۱۵	خوب
	نسبت زهکشی سامانه	حجم آب زهکشی شده از منطقه در سال حجم آب ورودی به منطقه در سال		۰/۸۵ تا ۰/۱۰	متوسط
	شاخص آموزش پرسنل	ساعت آموزشی طی شده کارکنان در سال ساعت آموزشی مورد نیاز در سال		۰/۳۰ تا ۰/۳۵	ضعیف
	سهم مشارکت آببران	تعداد کشاورزان عضو تشکل‌های آببران تعداد کل آببران		۰/۱۰ تا ۰/۱۵	کمتر از ۰/۱۰ یا بیشتر از ۰/۷۵
۲	نسبت زهکشی سامانه	حجم آب زهکشی شده از منطقه در سال حجم آب ورودی به منطقه در سال	مدیریت و بهره‌برداری	۰/۱۵ تا ۰/۲۰	خوب
	شاخص آموزش پرسنل	ساعت آموزشی طی شده کارکنان در سال ساعت آموزشی مورد نیاز در سال		۰/۲۰ تا ۰/۲۵	متوسط
	سهم مشارکت آببران	تعداد کشاورزان عضو تشکل‌های آببران تعداد کل آببران		۰/۲۵ تا ۰/۳۰	ضعیف
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۳۰ تا ۰/۳۵	بسیار ضعیف
۳	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها	نگهداری	۰/۷۰ تا ۰/۹۵	خوب
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۷۰ تا ۰/۹۰	متوسط
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۰ تا ۰/۸۵	ضعیف
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۵ تا ۰/۹۰	بسیار ضعیف
۴	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها	مدیریت و اجتماعی	۰/۸۰ تا ۰/۸۵	خوب
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۵ تا ۰/۹۰	متوسط
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۵ تا ۰/۹۵	ضعیف
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۹۰ تا ۰/۹۵	بسیار ضعیف
۵	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها	نگهداری	۰/۷۰ تا ۰/۸۵	خوب
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۷۰ تا ۰/۸۰	متوسط
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۰ تا ۰/۸۵	ضعیف
	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	تعداد متوسط ماشین‌های آماده به کار در طول سال تعداد کل ماشین‌ها		۰/۸۵ تا ۰/۹۰	بسیار ضعیف

ادامه جدول ۴-۵- شاخص‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و ارزش‌گذاری آن‌ها

ردیف	شاخص	تعريف شاخص	طبیعت شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
۶	شاخص وصول آب‌ها	کل آب‌های اخذ شده در طول سال کل آب‌های قابل وصول در سال	مدیریت و اقتصادی	بیش از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۸۵	متوسط
				۰/۸۵ تا ۰/۷۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۷۵	بسیار ضعیف
۷	شاخص اعتماد به توزیع آب	تعداد بهره‌برداران راضی از مقدار و زمان و آب مقدار کل بهره‌برداران	مدیریت، بهره‌برداری و اجتماعی	بیش از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۸۵	متوسط
				۰/۸۵ تا ۰/۷۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۷۵	بسیار ضعیف

جدول ۵- تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری

ردیف	نام شاخص	ارزش کیفی	حدود کمی	حداکثر	حداقل	ارزش کمی
۱	نسبت عملکرد تحویل آب	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		
۲	نسبت زهکشی سامانه	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		
۳	شاخص آموزش پرسنل	خوب	۱۰	۷/۱		
		متوسط	۷	۵/۱		
		ضعیف	۵	۳/۱		
		بسیار ضعیف	۳	۰		
۴	سهم مشارکت آب‌بران	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		
۵	نسبت سالم بودن ماشین‌آلات	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		
۶	شاخص وصول آب‌ها	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		
۷	شاخص اعتماد به توزیع آب	خوب	۱۵	۱۱/۱		
		متوسط	۱۱	۷/۱		
		ضعیف	۷	۴/۱		
		بسیار ضعیف	۴	۰		

۵-۴-۲-۱- ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی از دیدگاه ملی

طرح‌های آبیاری را از دیدگاه ملی می‌توان به عوامل کلان اقتصادی و اجتماعی مربوط کرد. در این میان، شاخص‌های زیر

همیتی بیشتر دارند:

- نسبت تولید محصول به حجم آبیاری (بهره‌وری آب) (اقتصادی):
- سهم مشارکت آبیران (اجتماعی):
- شاخص آلودگی (محیط زیست):
- نسبت خودکفایی مالی (بقاء دستگاه بهره‌بردار).

به‌طوری که ملاحظه می‌شود، هرچند تعداد شاخص‌ها بسیار محدود است، اما همه آن‌ها شاخص‌هایی کلان هستند که اوضاع اقتصادی، اجتماعی مطرح را نشان می‌دهند.

این شاخص‌ها در بخش‌های پیشین تعریف شده‌اند. ارزش‌گذاری کیفی این شاخص‌ها در جدول (۵-۶) و تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری و زهکشی از دیدگاه ملی در جدول (۷-۵) نشان داده شده است. در ارزیابی از دیدگاه ملی وزن تمامی شاخص‌ها برابر یکدیگر فرض شده است. درصورتی که گروه ارزیاب بسته به وضعیت منطقه روش بهتری برای وزن دهی به شاخص‌ها در نظر داشته باشدند می‌توانند از آن استفاده کنند. در این گونه ارزیابی نیز می‌توان از رابطه الف و جدول (۲-۵) به منظور جمع‌بندی نتایج استفاده کرد.

جدول ۵- شاخص‌های ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری از دیدگاه ملی

ردیف	شاخص	تعاریف شاخص	طیبعت شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
۱	نسبت تولید محصول به حجم آب آبیاری (بهره‌وری آب)	$\frac{\text{مقدار محصول تولیدی}}{\text{مقدار آب مصرفی}}$	اقتصادی	بیش‌تر از ۰/۰ (کیلوگرم بر مترمکعب)	خوب
				۰/۰ تا ۰/۷	متوسط
				۰/۷۰ تا ۰/۵۵	ضعیف
				کم‌تر از ۰/۷	بسیار ضعیف
۲	سهم مشارکت آبیران	$\frac{\text{تعداد کشاورزان عضو تشکل‌های آبیران}}{\text{تعداد کل آبیران}}$	اجتماعی و مدیریت	بیش از ۰/۹۰	خوب
				۰/۹۰ تا ۰/۸۰	متوسط
				۰/۸۰ تا ۰/۶۵	ضعیف
				کم‌تر از ۰/۶۵	بسیار ضعیف
۳	شاخص آلودگی*	$\frac{\text{مقادیر آلوده کننده خارج شده از شبکه}}{\text{مقادیر بحرانی آلوده کننده}}$	محیط زیست	کم‌تر از ۱/۰	خوب
				۱/۲ تا ۱/۰	متوسط
				۱/۰ تا ۱/۲	ضعیف
				بیش از ۱/۳	بسیار ضعیف
۴	نسبت خودکفایی مالی	$\frac{\text{درآمد دستگاه بهره‌بردار مقادیر بحرانی آلوده کننده}}{\text{هزینه‌های دستگاه بهره‌بردار}}$	اقتصادی و پایداری مالی بهره‌بردار	کم‌تر از ۱/۰	خوب
				۱/۱ تا ۱/۰	متوسط
				۱/۰ تا ۱/۱	ضعیف
				بیش از ۱/۲	بسیار ضعیف

* تعیین شاخص نوع آلودگی (EC, SAR, BOD و ...) بستگی به موقعیت طرح و نظر ارزیاب‌ها دارد.

جدول ۵-۷- تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی عملکرد از دیدگاه ملی

ردیف	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	حداکثر
			ارزش کمی	حداقل
		خوب	۲۰/۱	۲۵
۱	نسبت تولید محصول به حجم آب آبیاری (بهره‌وری)	متوسط	۱۵/۱	۲۰
		ضعیف	۱۰/۱	۱۵
		بسیار ضعیف	۰	۱۰
		خوب	۲۰/۱	۲۵
۲	سهم مشارکت آبران	متوسط	۱۵/۱	۲۰
		ضعیف	۱۰/۱	۱۵
		بسیار ضعیف	۰	۱۰
		خوب	۲۰/۱	۲۵
۳	شاخص آلدگی	متوسط	۱۵/۱	۲۰
		ضعیف	۱۰/۱	۱۵
		بسیار ضعیف	۰	۱۰
		خوب	۲۰/۱	۲۵
۴	نسبت خودکفایی مالی	متوسط	۱۵/۱	۲۰
		ضعیف	۱۰/۱	۱۵
		بسیار ضعیف	۰	۱۰

۴-۵-۲-۲-۴-۵- ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی از دیدگاه منطقه‌ای

ارزیابی عملکرد طرح‌ها از دیدگاه «محدوده تاثیرگذار» به مجموعه‌ای از شاخص‌های سازه‌ای، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و زیست محیطی مربوط می‌شود. در این میان، شاخص‌های زیر اهمیت بیشتری دارند:

- نسبت اثربخشی کanal یا لوله (سازه‌ای);
- نسبت اثربخشی سازه‌ها (سازه‌ای);
- نسبت عملکرد تحويل آب (مدیریت و بهره‌برداری);
- شاخص آموزش پرسنل (مدیریت و بهره‌برداری);
- سهم مشارکت آبران (مدیریت و بهره‌برداری);
- شاخص آلدگی (محیط زیست);
- شاخص خودکفایی مالی (اقتصادی);
- شاخص عدالت (اجتماعی).

به طوری که دیده می‌شود، تعداد شاخص‌ها در این گونه ارزیابی بیش از تعداد آن‌ها در ارزیابی با دیدگاه ملی است. در ارزیابی طرح‌ها از دیدگاه ملی، به طور معمول، تنها شاخص‌های کلان مورد استفاده قرار می‌گیرند که در آن‌ها سهم عوامل دیگر ناچیزی فرض می‌شود. این در حالی است که در «محدوده تاثیرگذار» شاخص‌های فنی، مالی و اقتصادی، مدیریت و محیط زیست نیز اثر خود را نمایان می‌سازند.

این شاخص‌ها در بخش‌های پیشین تعریف شده‌اند. ارزش‌گذاری کیفی این شاخص‌ها در جدول (۸-۵) و تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی شبکه‌های آبیاری و زهکشی از دیدگاه «محدوده تاثیرگذار» در جدول (۹-۵) نشان داده شده است.

در این گونه ارزیابی نیز می‌توان از رابطه الف و جدول (۲-۵) به منظور جمع‌بندی نتایج استفاده کرد.

جدول ۸-۵-شاخص‌های ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری از دیدگاه منطقه‌ای یا «محدوده تاثیرگذار»

ردیف	شاخص	تعریف شاخص	طیعت شاخص	حدود تغییرات	ارزش کیفی
۱	نسبت اثربخشی کanal یا لوله	$\frac{\text{طول لوله یا کanal های آماده به کار}}{\text{طول کanal ها یا لوله ها}}$	سازه‌ای	بیشتر از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۹۰	متوسط
				۰/۹۰ تا ۰/۸۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۸۵	بسیار ضعیف
۲	نسبت اثربخشی سازه‌ها	$\frac{\text{تعداد سازه‌های آماده به کار}}{\text{تعداد کل سازه‌ها}}$	سازه‌ای	بیشتر از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۹۰	متوسط
				۰/۹۰ تا ۰/۸۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۸۵	بسیار ضعیف
۳	نسبت عملکرد تحویل آب	$\frac{\text{حجم آب توزیع شده در سال}}{\text{حجم آبی که تحویل آن در طول سال در تعهد بهره‌بردار است}}$	مدیریت و بهره‌برداری	۱/۰۵ تا ۰/۹۰	خوب
				۰/۹۰ تا ۰/۸۵ یا ۱/۱۰ تا ۰/۱۰۵	متوسط
				۰/۸۵ تا ۰/۷۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۷۵ یا بیشتر از ۱/۱۰	بسیار ضعیف
۴	شاخص آموزش پرسنل	$\frac{\text{ساعت آموزشی طی شده کارکنان در سال}}{\text{ساعت آموزشی مورد نیاز در سال}}$	مدیریت و بهره‌برداری	بیش از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۷۰	متوسط
				۰/۷۰ تا ۰/۵۰	ضعیف
				کمتر از ۰/۵۰	بسیار ضعیف
۵	سهم مشارکت آب‌بران	$\frac{\text{تعداد کشاورزان عضو تشکل‌های آب‌بران}}{\text{تعداد کل آب‌بران}}$	مدیریت و بهره‌برداری و اجتماعی	بیش از ۰/۹۰	خوب
				۰/۹۰ تا ۰/۸۰	متوسط
				۰/۸۰ تا ۰/۶۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۶۵	بسیار ضعیف
۶	شاخص آводگی	$\frac{\text{مقادیر آводه کننده خارج از شبکه}}{\text{مقادیر بحرانی آводه کننده}}$	محیط زیست	کمتر از ۱/۰	خوب
				۱/۰ تا ۱/۲	متوسط
				۱/۲ تا ۱/۳	ضعیف
				بیش از ۱/۳	بسیار ضعیف
۷	شاخص خودکفایی مالی	$\frac{\text{درآمد دستگاه بهره‌بردار}}{\text{هزینه‌های دستگاه بهره‌بردار}}$	اقتصادی و پایداری مالی بهره‌بردار	کمتر از ۱/۰	خوب
				۱/۰ تا ۱/۱	متوسط
				۱/۱ تا ۱/۲	ضعیف
				بیش از ۱/۲	بسیار ضعیف
۸	شاخص عدالت	$\frac{\text{میانگین آب دریافت سالانه چارک پایین}}{\text{میانگین آب دریافتی}}$	اجتماعی	بیش از ۰/۹۵	خوب
				۰/۹۵ تا ۰/۸۵	متوسط
				۰/۸۵ تا ۰/۷۵	ضعیف
				کمتر از ۰/۷۵	بسیار ضعیف

جدول ۵-۹- تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی از دیدگاه منطقه‌ای یا «محدوده تاثیرگذار»

ارزش کمی		ارزش کیفی	نام شاخص	ردیف
حداکثر	حداقل			
۱۲	۹/۱	خوب	نسبت اثربخشی کanal یا لوله	۱
۹	۶/۱	متوسط		
۶	۳/۱	ضعیف		
۳	۰	بسیار ضعیف		
۱۲	۹/۱	خوب	نسبت اثربخشی سازه‌ها	۲
۹	۶/۱	متوسط		
۶	۳/۱	ضعیف		
۳	۰	بسیار ضعیف		
۱۵	۱۱/۱	خوب	نسبت عملکرد تحویل آب	۳
۱۱	۷/۱	متوسط		
۷	۴/۱	ضعیف		
۴	۰	بسیار ضعیف		
۵	۴/۱	خوب	شاخص آموزش پرسنل	۴
۴	۳/۱	متوسط		
۳	۲/۱	ضعیف		
۲	۰	بسیار ضعیف		
۱۵	۱۱/۱	خوب	سهم مشارکت آبران	۵
۱۱	۷/۱	متوسط		
۷	۴/۱	ضعیف		
۴	۰	بسیار ضعیف		
۱۵	۱۲/۱	خوب	شاخص آبودگی	۶
۱۲	۹/۱	متوسط		
۹	۶/۱	ضعیف		
۶	۰	بسیار ضعیف		
۱۷	۱۵/۱	خوب	شاخص خودکفایی مالی	۷
۱۵	۱۲/۱	متوسط		
۱۲	۱۰/۱	ضعیف		
۱۰	۰	بسیار ضعیف		
۱۰	۸/۱	خوب	شاخص عدالت	۸
۸	۶/۱	متوسط		
۶	۳/۱	ضعیف		
۳	۰	بسیار ضعیف		

۵-۴-۳-۲-۱- ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی از دیدگاه سامانه آبیاری

ارزیابی عملکرد از دیدگاه سامانه آبیاری و زهکشی، بدون توجه به پیرامون تاثیرپذیر آن و بدون درنظر گرفتن تاثیر بر بالادست و پایین دست، در حقیقت یکی از گونه‌های مختلف ارزیابی عملکرد زیر است که پیش از این مورد بحث قرار گرفت:

- ارزیابی سریع؛

- ارزیابی تفصیلی؛

- ارزیابی از دیدگاه مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری.

از این رو، از تکرار آن پرهیز می‌شود. باید خاطرنشان ساخت که به طور معمول، هرچه از سطحی بالاتر به ارزیابی عملکرد نگریسته شود، از تعداد شاخص‌های مورد نیاز کاسته می‌گردد؛ و در عوض، شاخص‌هایی که مجموعه چند نسبت دیگر را نمایندگی می‌کنند، و در حقیقت طیف گسترده‌تری دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شاخص‌های کلان در سایر موارد نیز به همین نحو عمل می‌کنند. به عنوان نمونه، در اقتصاد، رشد اقتصادی یک کشور نمایه‌ای از تعداد بسیار زیادی شاخص خُرد است.

فصل ۶

توصیه‌هایی در مورد بازسازی،
بهازی و نوسازی طرح‌های ارزیابی
شده

۶-۱- کلیات

پس از پایان ارزیابی عملکرد سامانه آبیاری و زهکشی، نکات ضعف و قوت طرح مشخص می‌شود. تحلیل نقاط قوت و یافتن دلایل موفقیت در این بخش‌ها، به همان اندازه ارزشمند است که دستیابی به نکات ضعف می‌تواند ارزش داشته باشد؛ زیرا از سویی باید نکات قوت را پایدار نگه داشت و از آن‌ها درس گرفت و از سویی دیگر در راه بهبود نقاط ضعف و اصلاح معایب آن‌ها همت گماشت.

۶-۲- روش بررسی

۶-۲-۱- تشکیل گروه بررسی کننده

ارزیاب‌ها پس از پایان کار خود، باید به جمع‌بندی نتایج پردازنند. برای گرفتن نتایج بهتر، توصیه می‌شود که تعداد کمی از ذینفعان و ذی‌مدخلان نیز در این گروه عضویت داشته باشند. در هر حال، توصیه می‌شود که گروه بررسی کننده از ده نفر بیشتر نباشند. وظیفه اصلی گروه، همان‌طور که گفته شد، بررسی گزارش ارزیاب‌ها، پیدا کردن نقاط قوت و نقاط ضعف پروژه و دستیابی به فهرستی از عملیاتی است که باید به صورت سخت‌افزاری و یا نرم‌افزاری انجام شود.

۶-۲-۲- جمع‌بندی وضع موجود سامانه

مقایسه وضع موجود سامانه و انتظاراتی که از آن هست، گروه بررسی کننده را به جمع‌بندی نتایج رهنمون می‌کند. شناخت درست نقاط قوت و یافتن دلایل موفقیت، و نیز دستیابی به نکات ضعف در هر یک از مباحث تشکیلات، ماشین‌آلات و تجهیزات، سازه‌ها، عملکرد بهره‌برداری، عملکرد نگهداری و ... می‌تواند وضعیت کلی هر یک از طرح‌ها را آشکار کند. مشکلات سازه‌ای را با استفاده از راه حل‌های مهندسی می‌توان اصلاح کرد. به طور متناول، مشکلات غیرسازه‌ای، راه حل‌های اجرایی دشوارتر و آینده‌ای نامطمئن‌تر دارند. در این راستا، نوع اقدامات بعدی مشخص می‌گردد. این اقدام‌ها می‌تواند شامل رفع نواقص، تکمیل کمبودها، انجام خدمات فراموش شده و غیره باشد. سپس تیم ارزیاب دلایل پیش‌آمدن شرایط نا مطلوب را بررسی می‌کند و در باره لزوم بهسازی، بازسازی، و یا نوسازی شبکه تصمیم می‌گیرد. از آنجا که هر یک از این مباحث نیازمند مطالعات جامع تری می‌باشد گروه ارزیابی ضرورت انجام این مطالعات و اولویت‌های یافته‌های خود را اعلام می‌دارد تا در قالب مطالعات بازنگری سامانه، طرح‌های اجرایی مربوط تهیه و هزینه‌های آن مشخص شود.

۶-۳- تهییه طرح امکان‌پذیری

منظور از تهییه طرح امکان‌پذیری، انجام مطالعات مرحله اول طرح بازسازی، نوسازی و یا بهسازی نیست؛ بلکه مطالعه این موضوع است که با گذشت زمان، آیا به صلاح است که دو باره طرح با همان مشخصات باز سازی شود یا این که باید آن را به شیوه‌ای دیگر و یا با هدفی دیگر طراحی کرد؟ حدود تقریبی هزینه‌های آن چقدر است؟ نقاط ضعف را باید چگونه تقویت کرد؟ و ... از آنجا که هر

یک از این مباحث نیازمند مطالعات جامع‌تری می‌باشد گروه ارزیابی ضرورت انجام این مطالعات و اولویت‌های یافته‌های خود را اعلام می‌دارد تا در قالب مطالعات بازنگری سامانه، طرح‌های اجرایی مربوط تهیه و هزینه‌های آن مشخص شود.

گروه بررسی کننده، بدون حضور ذی‌مداخلان و ذینفعان، باید به ترتیب موارد زیر را به انجام رساند:

- بررسی طرح مقدماتی اولیه و مشخص کردن تغییراتی که از زمان اجرای طرح تاکنون پیش آمده است؛
- تشخیص علت تغییرات و ارزیابی تغییرات انجام شده؛
- تشخیص اقدامات مورد نیاز برای بهسازی و بازسازی طرح؛
- جداسازی عملیات مورد نظر به قسمت‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای؛
- برآورد مقدماتی هزینه‌ها با استفاده از طرح‌های مشابه؛
- کسب نظر اولیه کارفرما و تایید مقدماتی طرح؛
- بررسی امکان دست‌یابی به اعتبار؛
- سرشکن کردن اعتبار مورد نیاز به سال‌های مختلف؛ و
- تهیه گزارش امکان‌پذیری طرح و ارسال آن به کارفرما جهت تصویب.

از آنجا که هر یک از این مباحث نیازمند مطالعات جامع‌تری می‌باشد، گروه ارزیابی ضرورت انجام این مطالعات و اولویت‌های یافته‌های خود را اعلام می‌دارد تا در قالب مطالعات بازنگری سامانه، طرح‌های اجرایی مربوط تهیه و هزینه‌های آن مشخص شود.

۶-۲-۴- تهیه طرح تفضیلی

پس از تصویب طرح امکان‌پذیری، لازم است که طرح اجرایی تهیه شود. در این طرح، جزئیات اصلاحات مورد نیاز مشخص می‌شود. این اصطلاحات به‌طور کلی به دو بخش نرم افزاری و سخت افزاری تقسیم می‌گردد.

اهمیت بازسازی نرم افزاری طرح بسیار زیاد است و انجام آن باید حتماً در برنامه کار قرار گیرد. نمونه‌ای از این فعالیت‌ها به شرح زیر است:

- اصلاحاتی که باید در اثر تغییر قوانین و مقررات انجام شود؛
- تغییر احتمالی در چارت تشکیلاتی دستگاه بهره‌بردار؛
- تغییر رویه‌های بهره‌برداری و نگهداری؛
- کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری؛
- آموزش کارکنان تشکیلات بهره‌بردار و آبران؛
- بهبود وسائل ایمنی؛
- نحوه تامین عدالت در خدمت‌رسانی؛
- افزایش بازده آبیاری؛
- افزایش بهره‌وری مصرف آب؛
- افزایش تولید؛
- بهبود وضعیت محیط زیست؛

- بهبود وضع مهاجرت افراد؛

- تغییر در کاربری اراضی، توسعه مناطق شهری و صنعتی؛

- مدیریت خشکسالی.

اهمیت نیازهای سازه‌ای طرح‌هایی که مشمول بهسازی و بازسازی قرار می‌گیرند، نیز از کسی پوشیده نیست. اصلاح کanal، تبدیل و بازسازی سازه‌های طرح، افزایش توان خودکارسازی طرح، افزایش امکان برای کنترل سیلاب و ... نمونه‌های اصلاح سخت افزاری و یا سازه‌ای طرح‌ها هستند.

۶-۳- اولویت‌بندی اجرای طرح

همان‌گونه که گفته شد، راه حل‌های غیرسازه‌ای، به‌طور معمول، دشوارتر از راه حل‌های سازه‌ای به ثمر می‌نشینند و در عین حال، آینده‌ای نامشخص‌تر دارند. به نظر می‌رسد که در اکثر طرح‌ها باید عملیات سخت افزاری و نرم افزاری پا به پای یکدیگر به پیش بروند و در کم تر موردی می‌توان اجرای یکی از آن‌ها را به عنوان پیش نیاز دیگری دانست.

در اولویت‌بندی سازه‌ای، باید ابتدا اقداماتی را آغاز کرد که عدم اجرای آن‌ها، بیشترین فشار را به سیستم وارد می‌کند. در صورت وجود شرایطی یکسان، بهتر است که کار از بالادست آغاز شود زیرا که می‌تواند بر پایین دست خود نیز اثر مثبت به جای بگذارد. در عین حال، اقدامات غیرسازه‌ای نیز باید پا به پای عملیات سازه‌ای به پیش رود.

باید توجه کرد که نمی‌توان برای تمامی طرح‌ها، روش واحدی را تجویز کرد. هر طرح، امکانات و محدودیت‌های ویژه خود را دارد و از این روزست که باید برای هر پروژه اقداماتی خاص خود را انجام داد.

۶-۴- مدیریت طرح

مدیریتِ مجموعه فعالیت‌های برنامه‌ریزی و اجرای طرح آبیاری و زهکشی که نیازمند بازسازی و نوسازی باشد، بسیار پیچیده و دشوار است. سال‌ها طول می‌کشد که این فعالیت‌ها از مرحله پیدایش طرح به تکمیل برسند. وجود مدیریتی کارآمد، کارشناسانی با تجربه و با اطلاعات زیاد و مشارکت آببران، پیش نیازهای این موفقیت هستند.

دولت، وظایفی را از دیدگاه مدیریت کلی عده‌دار است که از میان آن‌ها می‌توان به جمع‌آوری داده‌ها و فرآوری اطلاعات، برنامه‌ریزی کلان منابع آب در حوضه آبریز، تنظیم چگونگی استفاده از منابع و ساخت تسهیلات زیربنایی نام برد.

پیوست ۱

شاخص‌های ارزیابی عملکرد

شبکه‌های آبیاری و زهکشی

پ.۱-۱- شاخص‌های بهره‌برداری

- شاخص آب قابل دسترس^۱ (WAI)
- کل حجم آب تامین شده سالانه
- حجم کل آب تحويلی به مصرف کنندگان نسبت به پیش‌بینی
- حجم آب تحويلی سالانه به واحد سطح تحت کشت آبی نسبت به مقدار دلخواه یا برنامه‌ریزی شده
- نسبت تامین آب مصرفی (کشاورزی، شرب، صنعت و...)
- $$\frac{\text{آب آبیاری} + \text{آب باران}}{\text{تبیخ تعرق} + \text{نشت} + \text{نفوذ}}$$
 تامین نسبی آب آبیاری
- تامین نسبی آب سالانه
- نسبت بد
- نسبت اراضی آبیاری شده کنونی به اراضی آبیاری شده در برنامه (یا اراضی قابل آبیاری)
- نسبت نیاز آبی گیاه به مقدار آب تحويل شده به شبکه
- نسبت نیاز آبی گیاه به مقدار آب تحويلی مزرعه
- حجم کل نیاز آبی سالانه منهای بارندگی موثر نسبت به حجم آب تحويلی
- نسبت ظرفیت تحويل آب به ظرفیت اسمی تحويل آب (درصد)
- نسبت کل آب مصرف شده به آب مصرفی پیش‌بینی شده
- انعطاف‌پذیری درتحویل آب به هر یک از واحدها (تنظیم شده، متناوب، ثابت، نامطمئن و بی‌قانون)
- نسبت بد خروجی به بد ورودی
- نسبت عملکرد تحويل به عملکرد مدیریت
- نسبت زهکشی‌سیستم
- نسبت تغییر تراز آب
- انحراف عملکرد تحويل آب
- ضریب یکنواختی
- ضریب تغییرهای بد
- کمبود تحويل هفتگی آب
- تداوم زمانی کمبود تحويل هفتگی
- کسر تخلیه
- عملکرد هر یک از محصول‌ها نسبت به میانگین عملکرد منطقه‌ای

- عملکرد نسبی
- اثربخشی بازده سازه‌های زیربنایی و سازه‌های آبی
- بازده انتقال آب زیرزمینی پروژه بر حسب درصد
- بررسی توزیع عادلانه آب در سراب، میاناب و پایاب
- تعیین دفعات تحویل آب آبیاری نسبت به پیش‌بینی
- بررسی توزیع به موقع آب نسبت به پیش‌بینی
- نسبت آب تحویلی در آبگیرها به کل جریان آب تحویل شده به شبکه
- نسبت تعداد سازه‌های فعال به کل سازه‌ها
- تعداد سازه‌های کارا در مقابل ناکارآمد
- ارزیابی قیاسی وضعیت کانال‌ها (خوب-متوسط-ضعیف)
- توزیع جریان به ازاء تولید محصول
- تغییر در کل تولید محصول در محدوده تشکل آب بران
- تقویم زراعی نسبی
- عملکرد سطح اراضی فاریاب
- دفعات کشت در سال، در سطحی مشخص از اراضی آبی
- نسبت کل اراضی تحت پوشش سیستم به مقدار پیش‌بینی شده
- تراکم کشت
- شاخص بهره‌وری زمین (ریال درآمد خالص هر هکتار)
- نسبت مساحت مورد نگهداری به مساحت شبکه
- نسبت توسعه طرح
- بررسی تغییر کشت نسبت به پیش‌بینی
- بررسی تغییر در میزان کاربرد کود و سایر نهاده‌ها نسبت به پیش‌بینی
- توزیع مکانی در وضعیت: نوع محصول، عملکرد محصول و تراکم کشت
- تعداد خروجی به ازای هر نفر راهبر مزرعه و مقایسه با مقدار دلخواه
- شاخص سطح سرویس دهی توافق شده (ASL)^۱
- بازده سامانه آبیاری
- بازده استفاده از آب (WUE)^۲
- کارایی متوسط آبیاری مزرعه بر حسب درصد
- نسبت افت نشت به بدنه

- بازده کلی پروژه
- نسبت کاربرد آب در مزرعه
- نسبت بازده طراحی کل به بازده پیش‌بینی شده
- نسبت تعداد سازه‌ها در سیستم انتقال به کل سیستم
- بازده انتقال و نسبت بازده انتقال به بازده پیش‌بینی شده
- بررسی یکنواختی توزیع و مقایسه با مقدار پیش‌بینی
- بازده توزیع آب
- بازده واحد درجه ۳ نسبت به مقدار پیش‌بینی شده
- بازده مصرف آب در مزرعه
- تعداد تشكل‌های آب بران که مسؤولیت توزیع آب در سطحی مشخص به آن‌ها منتقل شده است. نسبت به تعداد کل تشكل‌ها
- کارایی و اثربخشی عملیات بهره‌برداری و نگهداری
- بررسی کیفیت نگهداری شبکه آبیاری
- هزینه نگهداری برای هر هکتار و مقایسه با پیش‌بینی
- بررسی تناوب عملیات نگهداری و مقایسه با مقدار دلخواه
- تعداد بررسی‌های میدانی انجام شده
- طول کanal تمیز شده، رسوب زدایی شده و تعمیر شده نسبت به طول کanal موجود
- نسبت حجم رسوب برداشت شده به مقدار پیش‌بینی شده
- نسبت حجم رسوب برداشت شده به بودجه مصرف شده در نگهداری
- توافق‌های به عمل آمده در مورد خدمات بهره‌برداری و نگهداری موجود نسبت به کل تفاهم‌ها
- شاخص پایداری مکانی تحویل یا برابری
- شکاف بین سطوح موجود و مطلوب اجرای بهره‌برداری و نگهداری
- شکاف بین شرایط موجود و مطلوب تاسیسات زیربنایی شبکه آبیاری
- تعداد تشكل‌های آب بران که مسؤولیت نگهداری کanal در سطحی مشخص به آن‌ها منتقل شده است (یا در حقیقت وظیفه نگهداری را به عهده دارند)
- دفعات بازرسی فنی و مالی از تشكل‌های آب بران.
- تعداد تشكل‌های آب بران که مسؤولیت نگهداری شبکه در سطحی مشخص به آن‌ها منتقل شده است.
- شناسایی تاسیسات و محل‌هایی که باید بازسازی شود
- دفعات مباحثه در رابطه با مشکلات توزیع آب
- سطوح مشارکت و سرمایه‌گذاری آب بران در بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری

- شاخص توان فنی دارای مهارت لازم برای کاری که انجام می‌دهند.
- دفعات تجدید نظر در برنامه‌ریزی سالیانه یا فصلی بهره‌برداری و نگهداری
- نوع و تنابع حمایت‌های فنی توسط بخش آبیاری به تشکل‌های آب بران
- کفايت توزيع آب (اندازه‌گيري شده در سرآب، ميانه و انتهای)
- حجم عملیات تکمیل شده نگهداری
- نتایج بازررسی فنی بخش آبیاری
- نتایج بازررسی فنی تشکل آب بران
- عملکرد سازمانی
- نسبت زمان تهیه بستر
- حجم عملیات تکمیل شده بازسازی
- تضمین انجام تعهدات تامین حقابها

پ.۱-۲- شاخص‌های محیط زیست

- مقادیر شوری و قلیائیت آب و خاک براساس طبقه‌بندی استاندارد
- متوسط شوری آب آبیاری نسبت به مقدار دلخواه
- متوسط شوری آب زهکشی نسبت به مقدار دلخواه یا مقدار بحرانی
- افزایش یا کاهش شوری خاک نسبت به زمان
- نسبت نمک به محصول
- نسبت عملکرد شوری
- اراضی آبی از دست رفته به دلیل شوری خاک
- بررسی تغییرات بیلان نمک نسبت به زمان
- متوسط عمق سطح ایستابی کم عمق نسبت به عمق دلخواه
- بررسی وسعت اراضی باطلاقی نسبت به کل اراضی
- بررسی روند باطلاقی شدن یا بهبود اراضی نسبت به زمان
- تغییر در عمق سطح آب‌های کم عمق نسبت به زمان
- نسبت اراضی آبی از دست رفته به دلیل باطلاقی شدن اراضی به کل اراضی
- شاخص ماندابی شدن اراضی
- روند بهبود یا تخریب کیفیت آب
- روند بهبود یا تخریب کیفیت خاک
- نسبت نیترات زهاب به مقدار بحرانی

- نسبت فسفات زهاب به مقدار بحرانی
- بررسی روند مصرف کود نسبت به زمان
- متوسط BOD^1 آب آبیاری نسبت به مقدار بحرانی
- متوسط BOD^2 آب زهکشی نسبت به مقدار بحرانی
- متوسط COD^1 آب آبیاری نسبت به مقدار بحرانی
- متوسط COD^2 آب زهکشی نسبت به مقدار بحرانی
- نسبت افزایش آلودگی‌های مواد آلی
- شاخص مواد ارگانیک
- تغییرات در پیوستگی مصرف آب (قطع و وصل آب)
- شیوع بیماری‌های وابسته به آب
- شاخص تخریب منابع طبیعی نسبت به کل منابع
- نسبت کل ماده معلق به مقدار دلخواه
- بررسی روند مصرف سموم دفع آفات نسبت به زمان
- نسبت پایداری اراضی تحت آبیاری
- نسبت عمق آب زیرزمینی به عمق دلخواه در اراضی زهکشی شده
- میزان رسوب انتقال یافته به اراضی و داخل کانال نسبت به حجم آب انتقالی
- کل حجم آبی که از منابع زیرزمینی در داخل محدوده و یا در خارج محدوده پروژه تامین شده است.

پ.۱-۳- شاخص‌های اقتصادی

- بازده مالی واحد سطح اراضی آبیاری شده شامل اراضی با کشت مجدد سالانه
- بازده مالی هر واحد حجم آب آبیاری تامین شده
- بازده مالی هر واحد تبخیر و وترق (ET) مزرعه یا خالص نیاز آبی
- تنوع منابع درآمدی تشكیل آب بران برای نگهداری و بهره‌برداری
- سرمایه‌گذاری و توسعه مالکیت و دارایی‌های جامعه روستایی
- بودجه سالیانه بهره‌برداری، نگهداری و مدیریت
- هزینه کل هر نفر در تشکیلات آب رسانی
- هزینه انجام تعمیرات به تعویق افتاده و تجمع یافته
- مقدار سرمایه‌گذاری خارجی و سایر کمک‌ها به بخش آبیاری

- شاخص کفایت اعتبارات نگهداری و بهره‌برداری
- تناسب محصولات کشت شده با سیاست‌های قیمت گذاری دولت
- آگاهی بخش بهره‌برداری و نگهداری در مورد سیاست مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری، طرز عمل و پیشرفت کار در نقاط مختلف کشور
- نسبت قیمت
- نسبت جبران هزینه
- نسبت هزینه نگهداری به درآمد
- نسبت تولید در واحد سطح به مقدار آب تحويلی یا بهره‌وری (WUE)
- نسبت تولید در واحد سطح به هزینه آب مصرفی در واحد سطح
- نسبت هزینه‌های کل مدیریت، راهبری و نگهداری در هکتار
- درآمد حاصل از آب بها در واحد سطح
- ارزش نقدی تولید محصول در واحد سطح نسبت به خط فقر تعیین شده
- درصد سال‌هایی که به اعتقاد کشاورزان تولید محصول کافی یا رضایت بخش بوده است.
- نسبت سودآوری یا نرخ بازده سرمایه‌گذاری
- سودآوری منابع
- کل توانمندی مالی دستگاه بهره‌بردار یا تشکل آب‌بران
- عملکرد تولید در واحد سطح
- ارزش کل سالانه تولیدات کشاورزی
- متوسط درآمد به ازاء هر مترمکعب آب آبیاری تحويل شده توسط تشکیلات سیستم به مصرف کنندگان آب
- هزینه تشکل‌های آب‌بران برای بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری (کل هزینه و هزینه به ازاء هر هکتار)
- کل هزینه مدیریت، راهبری و نگهداری به ازای هر مترمکعب آب آبیاری تحويل شده
- نتایج حسابرسی مالی تشکل‌های آب‌بران
- میزان صورت حساب‌های پرداخت نشده آب
- نوع و میزان کمک‌های دولتی برای بخش بهره‌برداری
- کل هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری آبیاری، توسط دولت و تشکل‌های آب‌بران برای هر هکتار
- تعداد تشکل‌های آب‌بران که وظیفه و مسؤولیت کامل و یا بخشی از تامین مالی بهره‌برداری و نگهداری به آن‌ها منتقل شده است.
- افزایش هزینه رفع اشکالات ناشی از به تعویق افتادن تعمیرات
- میزان سرمایه‌گذاری لازم برای اجرای عملیات بهره‌برداری و نگهداری
- آگاهی زارعین در مورد روند مالی تشکل آب‌بران و نتایج حسابرسی مالی
- تراز نرخ آب قبل و بعد از انتقال مدیریت آبیاری

- نسبت سرمایه‌گذاری انجام شده برای بهره‌برداری و نگهداری توسط دولت به سرمایه‌گذاری انجام شده توسط تشکل‌های آب بران
- تشخیص و اثربخشی فرآیند برنامه‌ریزی و بودجه
- مقدار سرمایه‌ای که توسط تشکل‌های آب بران تولید و هزینه شده
- شیوه اعمال مدیریت مالی تشکل‌های آب بران (دفترداری و حسابداری)
- امنیت تامین حقابه‌ها
- نرخ بازده داخلی مالی
- سود به دست آمده از مزرعه
- عملکرد جمع‌آوری آب بها
- نسبت بهای محصولات
- نسبت جمع‌آوری آب بها
- هزینه نسبی آب برای محصولات مختلف
- نسبت خودکفایی اقتصادی
- نسبت نگهداری و بهره‌برداری
- ضریب راهبری و نگهداری
- نسبت درآمد محصول به هزینه آب
- توزیع مکانی در وضعیت درآمد مزرعه
- تخصیص حقابه به اعضای تشکل (بله - خیر)
- درصد هزینه‌های بازسازی که توسط زارعین پرداخت شده است.
- هزینه بازسازی به ازای هر هکتار
- هزینه برنامه انتقال مدیریت آبیاری
- سرمایه‌گذاری و تولید دارایی تشکل آب بران
- گوناگونی منابع درآمدی تشکل‌های آب بران

پ.۱-۴- شاخص‌های اجتماعی

- نقش سازمان‌های غیردولتی در فرآیند اصلاحی (شامل ارتقای مواد قانونی متناسب با نیاز)
- انتقال و کارایی آزادسازی، اعتماد پذیری در فرآیند مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- تعداد تشکل‌های آب بران که مسؤولیت توزیع آب در سطحی مشخص به آن‌ها منتقل شده است.
- تعداد تشکل‌های آب بران که مسؤولیت نگهداری کanal در سطحی مشخص به آن‌ها منتقل شده است.

- تعداد تشکل‌های آب بران که مسؤولیت کامل و یا بخشی از تامین مالی بهره‌برداری و نگهداری به آن‌ها منتقل شده است.
- درصد کشت کاران فاقد زمین که عضو تشکل می‌باشند.
- نسبت پیشنهادات داده شده توسط زارعین، نسبت به آنچه که دولت اجرا کرده است.
- درصد زارعینی که باور دارند، ارتباط بین تشکل آب بران و دستگاه بهره‌بردار کافی و موثر می‌باشد.
- درصد تشکل‌های آب بران که طرح‌های سازه‌ای را بررسی و تایید کرده‌اند
- دفعات مجادله و بحث در رابطه با مشکلات توزیع آب
- رضایت کشاورزان از عملکرد بهره‌برداری و نگهداری
- تعداد خانوار ساکن در محدوده قانونی تشکل‌های آب بران
- احساس وظیفه و تعلق کشاورزان برای مدیریت آبیاری
- درصد مشاهداتی که ± 10 درصد بد هدف هستند (شخص انتکابذیری)
- رضایت زارعین از انجام بهره‌برداری و نگهداری (قبل و بعد)
- درصد هزینه‌های بازسازی که توسط زارعین پرداخت شده است.
- نتایج بررسی اجتماعی تشکل آب بران
- نسبت اتكاء به طول مدت زمان تحويل آب
- تولید محصول نسبت به نیاز غذایی خانوار
- نسبت اتكا به فواصل زمانی آبیاری
- امنیت تامین مناسب آب بر حسب درصد
- تعداد طرح‌هایی که انتقال مدیریت سیستم اصلی آن انجام شده است.
- تعداد شکایات مربوط به آب در ابتدا، میانه و انتهای کanal‌ها
- درصد زارعینی که اطمینان دارند آب را در زمان لازم دریافت می‌دارند.
- تعداد طرح‌هایی که انتقال مدیریت در سطح کanal‌های درجه ۲ صورت گرفته است.
- تعداد بررسی‌های میدانی که در طول سال انجام یافته‌است.
- فقر نسبی
- کیفیت زندگی
- رضایتمندی زارعین
- تولید اشتغال آبیاری
- تولید دستمزد آبیاری
- پایداری اراضی آبیاری
- تعداد صاحبان زمین
- نسبت تولید اشتغال

- عملکرد ایجاد اشتغال
- قابلیت اعتماد در توزیع آب
- توزیع به موقع آب
- اتکاپذیری کلی
- ایجاد فرصت شغلی در آبیاری
- رضایت کشاورزان از بازاری
- کاهش مهاجرت فصلی در مناطق تحت آبیاری

پ.۱-۵- شاخص‌های تشکیلات و سازمان تشکل‌های آب‌بران

- آگاهی کشاورزان در مورد انتظارات و تمایلات دولت برای مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- گسترش انگیزه کشاورزان در ایجاد تشکل‌های آب‌بران و حمایت مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- نیازها و وابستگی‌های تشکل‌های آب‌بران شامل: مسایل اجتماعی
- آگاهی کشاورزان در مورد منافع، هزینه‌ها و خطرات مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- تعداد نفرات کارمند بهمازای هر هکتار اراضی آبیاری شده
- نحوه برخورد و پاسخگویی زارعین در قبال اصلاحات مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- رعایت پایه و اصول ایجاد حدود و مرزهای وظایف تشکل‌های آب‌بران.(برای مثال مسایل هیدرولیکی، مسایل روستا و غیره).
- آگاهی کشاورزان در مورد حقوق و اختیارات جدید، وظایف و مسؤولیت‌های زارعین در رابطه با مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- تعداد رهبران تشکل‌های آب‌بران که با مباحثه و گفتگو انتخاب شده‌اند، در برابر آن‌هایی که بدون بحث و جدل، تعیین شده می‌باشند.
- آگاهی کشاورزان درباره خط مشی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری، طرز کار و پیشرفت آن در سایر نقاط کشور
- نقش و مسؤولیت‌های دست اندکاران مختلف در فرآیند مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- تاسیس بخش‌هایی برای مشاوره و رایزنی در مورد فرآیند مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- آیا خلاصه مذاکرات نشست و تصمیمات اتخاذ شده تشکل‌های آب‌بران، نگهداری می‌شود؟
- حجم کل آب تحويلی به مصرف کنندگان از طریق تشکیلات پروژه
- ضوابط مطلوب عضویت در تشکل‌های آب‌بران (نظری و عملی)
- پذیرش رسمی برنامه اصلاحی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- حضور و شرکت رهبران تشکل‌های آب‌بران یا اعضا در نشستهای آموزشی و دیدگاه‌های آن‌ها در مورد آموزش
- نسبت تامین مالی دستگاه مدیریت نگهداری و راهبری

- میزان منازعاتی که توسط تشكل آب بران حل شدنی است.
 - اقدامات ظرفیت سازی برای نقش های جدید بخش آبیاری
 - اجرای گام‌های مختلف و مولفه‌های فرآیند اصلاحی
 - احساس وظیفه و تعلق کشاورزان برای مدیریت آبیاری
 - ماهیت ارتباط بین تشكل‌های آب بران و مدیریت آبیاری
 - حجم کل آب سالانه که توسط تشکیلات پروژه مدیریت شده است.
 - تعداد تشكل‌های آب بران که مشغول کار می‌باشند.
 - محصولات کشاورزی و سیاست‌های قیمت‌گذاری دولت
 - نسبت سطح دانش فنی کارمندان
 - نسبت سهم آب بران در مدیریت شبکه
 - وابستگی آب بران به سامانه آبیاری
 - ظرفیت مسؤولیت‌پذیری کارکنان
 - نسبت کارکنان به سطح زیرکشت
 - ظرفیت پاسخگویی به درخواست آب بران
 - تغییر در درآمد زارعین
 - تغییر در دستمزدهای کشاورزان
 - تعداد تشكل‌های ثبت شده آب بران
 - شمار زارعین در تشكل‌های آب بران
 - تعداد مواد آموزشی تولید شده
 - دوام سازمانی تشكل‌های آب بران
 - فعالیت بازاریابی کارکنان تشكل آب بران
 - انجام وظیفه کارکنان تشكل آب بران
 - محدوده ای که فرآیند آزاد سازی در شکل گیری تشكل‌های آب بران مورد استفاده قرار گرفته است(شامل مصرف کنندگان پایین دست شبکه، مالکین کوچک، زنان، نقش آفرینان و غیره)
 - شرکت اعضاء تشكل آب بران در فعالیت‌های مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
 - پشتیبانی سیاسی سطح بالا و تعهد برای روند اصلاحی مدیریت در سطوح مختلف و در مکان‌های مختلف مشارکت مدارانه آبیاری
 - تاسیس بخش‌هایی برای راهنمایی و هماهنگی فرآیند اصلاحی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری (مانند گروه‌های کار، کمیته هماهنگی برنامه)
 - شمار سیاست‌های متخذه وابسته به مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری، مصوبات، قوانین، نظام‌نامه‌ها، مقررات و اصلاحات
- مصطفوی

- ماهیت و گسترش مشارکت دست اندر کاران مختلف در فرآیند اصلاحی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری، شامل سازمان‌های غیردولتی، دانشگاه‌ها، موسسات، کشاورزان، مسؤولین دولتی و غیره
- خط مشی دولت در مورد کمک‌های مالی آتی، یارانه و حدود اختیارات و شرایط نوسازی (بعد از مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری)
- آمادگی اداره آبیاری برای فراهم نمودن پشتیبانی فنی و مشاوره‌ای از تشکل‌های آب بران
- آگاهی بخش آبیاری در مورد سیاست مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری، طرز عمل و پیشرفت کار در نقاط مختلف کشور
- معیارهای به کار گرفته توسط مجتمع آب بران برای بهبود بازده روش‌های بهره‌برداری و نگهداری.
- شاخص حمایت اجتماعی از تشکل آب بران که در قالب درصد اعضاء مجمع آب بران که از سران آن تشکل، حمایت می‌کند.
- تعداد تشکل‌های آب بران که دارای حساب بانکی می‌باشند.
- تعداد نشستهای آموزشی بخش آبیاری
- تعداد نشستهای گروهی تشکل آب بران و نشست تشکل آب بران با بخش آبیاری
- اجراء راهکارهای هماهنگی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- چه اقتداری از اعضا در نشستهای تشکل‌های آب بران حضور می‌یابند؟
- درصد اضافی تشکل که در شبکه آبیاری صاحب زمین هستند.
- درصد کشت کاران فقد زمین که عضو تشکل می‌باشند
- سطوح مشارکت و سرمایه‌گذاری آب بران در بهره‌برداری و نگهداری آبیاری
- میزان مجازات و اقداماتی که تشکل آب بران برای افراد خطکار اعمال می‌نماید.
- تعداد شبکه‌های آبیاری (یا تعداد زیر واحدها) و اگذار شده به تشکل‌های آب بران
- ظرفیت بخش کشاورزی برای ایفای نقش جدید (آموزش، انگیزش، منابع)
- اطلاعات مربوط به پژوهه‌های پیش‌اولین مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری در کشور
- گام‌های تنظیم و پذیرش مسائل قانونی مرتبط با مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- انتقال و کارایی آزادسازی، اعتماد پذیری در فرآیند مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- حجم کار انجام شده در این سطح واگذاری و بالاتر از آن، که در هر انتقال اتفاق می‌افتد.
- تعداد طرح‌هایی که انتقال مدیریت در سطح کانال‌های درجه ۲ صورت گرفته است.
- تعداد کارکنان انتقالی از بخش بهره‌برداری و نگهداری به بخش‌های جدید.
- درصد اضافی تشکل‌های آب بران که در انتخابات تشکل، شرکت داشته‌اند.
- تاسیس یک سیستم جدید خدمات پشتیبانی برای آبیاری با مدیریت محلی
- تخصیص حقابه به اعضای تشکل (بله- خیر)
- تعداد رهبران تشکل‌های آب بران که آموزش دیده‌اند.

- تعداد زارعینی که از مبارزات انتخاباتی آگاهی دارند.
- درصد رهبران تشکل‌های مجمع آببران که زن هستند.
- درصد اعضای تشکل آب بران در گروه‌های مختلف تملک اراضی
- تعداد برنامه‌های آموزشی برای ماموریت‌های جدید کارکنان.
- تعداد تشکل‌های آب بران که دارای انتخابات رقابتی بوده‌اند.
- تعداد کارکنان مامور شده به بخش بازرگانی و مشاوره‌ای فنی.
- شاخص ظرفیت فنی که در قالب درصد کارکنان با مهارت‌های لازم برای پست‌های ایشان اندازه‌گیری شده است.
- دسترسی به اعتبارات برای نهاده‌های کشاورزی پس از مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری
- تعداد مجتمع آب بران با برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری.
- بازتاب سازمانی که در قالب نسبت وظایف اجرا شده به وظایف ضروری، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
- شاخص پایداری اعضای تشکل آب بران در قالب درصد اعضای تشکل که حقوق دراز مدت در اراضی آبی دارند.
- تعداد کارمندان دولتی آموزش دیده در PIM^۱
- دفعات تکرار بازرگانی فنی و مالی تشکل‌های آببران.
- ماهیت ارتباط بین بخش آبیاری و تشکل آببران
- قلمرو و جهت‌گیری‌های تغییر یافته سازمان‌های دولتی
- حجم دستاوردها در مقابل اهداف.
- حضور، مشارکت و دیدگاه‌های کارکنان بخش آبیاری در مورد نشستهای آموزشی
- اجماع و پشتیبانی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری توسط دست اندکاران مختلف.
- تعداد تشکل‌های آببران که نشستهایی را سازماندهی می‌کنند.
- درصد آببران که حق شرکت در انتخاب رهبران تشکل‌های آب بران را دارا می‌باشد.
- درصد توان بالقوه اعضای تشکل آببران از پایین دست تا بالا دست شیکه.
- تعداد طرح‌هایی که انتقال مدیریت در سطح سیستم اصلی انجام شده است.
- درصد تشکل‌های آببران که انتخابات آن‌ها با رای مخفی صورت گرفته است.
- افزایش مشارکت تشکل‌های آببران در تامین بودجه، از سایر منابع به غیر از آب بهای.
- سنجش سرویس‌دهی بر حسب تعداد خدمات داده شده به تعداد خدمات لازم.
- تعداد زارعین واجد شرایط با مهارت‌های لازم برای اجرای PIM
- تاسیس ادارات و واحدهای جدید سازمانی.
- تعداد تشکل‌های آب بران که آموزش ویژه ترویج کشاورزی دیده‌اند.
- انجام وظیفه کارکنان بخش آبیاری

- تعداد کارمندان دولتی که در مراحل مختلف فرآیند اصلاحات درگیر می‌باشند.
- اطلاعات مربوط به برنامه‌های بین‌المللی مدیریت مشارکت مدارانه آبیاری (راهبردی، عملیاتی)

پیوست ۲

نحوه محاسبه شاخص‌ها

جدول پ.۲- نام و نحوه محاسبه شاخص‌ها

ردیف	نوع شاخص	نام شاخص	نحوه محاسبه
۱	سازه‌ای	نسبت پده	مقدار بدء طراحی سازه مورد نظر / مقدار بدء اندازه‌گیری شده
۲		نسبت اثربخشی سازه	تعداد کل سازه‌ها / تعداد سازه‌های آماده به کار
۳		نسبت اثربخشی کانال یا لوله	طول کل کانال‌ها یا لوله‌ها / طول کانال‌ها یا لوله‌های آماده به کار
۴		نسبت اثربخشی جاده سرویس	طول کل جاده سرویس‌ها / طول جاده سرویس‌های آماده به کار
۵	محیط زیست	نسبت عملکرد تحویل آب	مقدار کل آب قرارداد بسته شده در یک سال / مقدار آب تحویل شده واقعی در یک سال
۶		نسبت زهکشی سیستم	مقدار کل آب ورودی به منطقه / مقدار کل آب زهکشی شده از منطقه
۷		نسبت حجم آب تحویلی	حجم آب تحویلی در هر هکتار براساس مبانی طراحی / حجم آب تحویلی واقعی در هر هکتار
۸		شاخص تحصیلات کارکنان	تعداد کل کارکنان / تعداد کارکنان با تحصیلات عالی
۹		شاخص آموزش کارکنان	مقدار ساعات آموزشی مورد نیاز (نفر ساعت در سال) / جمع ساعات آموزشی انجام شده (نفر ساعت در سال)
۱۰		سهمن مشارکت آببران	تعداد کل آببران / تعداد آببران عضو تشکل‌ها
۱۱		نسبت ماشین‌آلات سالم	تعداد کل ماشین‌آلات / تعداد ماشین‌آلات سالم
۱۲		نسبت تخریب اراضی	کل سطح قابل کشت اولیه (پیش‌بینی شده در طرح) / سطحی که در اثر عملیات آبیاری و زهکشی تخریب شده
۱۳		نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی	عمق بحرانی آب زیرزمینی / عمق واقعی آب زیرزمینی
۱۴		شاخص آسودگی	مقدار بحرانی پارامتر موردنظر / مقدار واقعی پارامتر موردنظر
۱۵		نسبت خودکفایی مالی	کل درآمد سالیانه شبکه / کل هزینه سالیانه MO&M شبکه
۱۶	سنجش از دور	NBPD	NBPD شبکه‌های مشابه یا بالاترین رکورد ثبت شده شبکه مورد ارزیابی / NBPD شبکه
۱۷		شاخص وصول آب بهما	کل آب بهما که باید دریافت می‌شده / کل آب بهما وصول شده
۱۸		شاخص اعتماد به توزیع آب	تعداد کل آببران / تعداد آببرانی که از زمان و طول مدت آبیاری رضایت دارند
۱۹		شاخص عدالت	متوسط کل آب دریافتی / متوسط آب دریافتی چارک پایین (مترمکعب در هکتار)
۲۰		کمبود آب مورد نیاز	تبخیر و تعرق پتانسیل الگوی کشت / تبخیر و تعرق واقعی الگوی کشت
۲۱		روطوبت نسبی خاک	مقدار حجمی رطوبت خاک در شرایط ظرفیت نگهداری / مقدار حجمی رطوبت اندازه‌گیری شده (واقعی) خاک در منطقه ریشه
۲۲		نسبت ماده‌خشک محصول به حجم آب	شبکه‌های مشابه یا بالاترین رکورد ثبت شده شبکه مورد ارزیابی / CPD شبکه CPD آبیاری

پیوست ۳

کاربرگ‌های نمونه محاسبه شاخص‌ها

- توضیح:

جهت جمع‌آوری نظام مند اطلاعات مورد نیاز در ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی، لازم است که تعدادی کاربرگ (فرم) تهیه و مورد استفاده قرار گیرد. در این قسمت تعدادی کاربرگ که می‌تواند برای جمع‌آوری و جمع‌بندی اطلاعات به کار رود، آورده شده است. بدیهی است که نوع و محتويات کاربرگ‌ها تابع تصمیمات گروه ارزیاب بوده و حسب مورد ممکن است در طرح‌های گوناگون، تفاوت‌هایی با هم داشته باشند. نمونه کاربرگ‌های تهیه شده بشرح ذیل می‌باشد:

کاربرگ پ.۳-۱- محاسبه شاخص نسبت بده

نحوه محاسبه: مقدار بده طراحی سازه مورد نظر / مقدار بده اندازه‌گیری شده

ردیف	نام آبگیر، دریچه * و ...	نوع	مختصات		بده اندازه‌گیری شده	سازه مورد نظر	نسبت بده	شاخص	شماره عکس	توضیحات	تاریخ بازدید	نام بازدید کننده
			X	Y								

*به عنوان نمونه ۳ از ۲

کاربرگ پ.۳-۲- برای محاسبه شاخص نسبت اثربخشی سازه

نحوه محاسبه: تعداد کل سازه‌ها / تعداد سازه‌های آماده به کار *

ردیف	نام سازه	X	Y	مختصات		شماره عکس	وضعیت سازه	توضیحات	نام تکمیل کننده فرم	تاریخ بازدید	نام تکمیل کننده	تاریخ بازدید	
				آماده به کار	معیوب								

مجموع

تعداد کل سازه‌ها

مقادیر شاخص

* با استفاده از کاربرگ تعمیرات سازه‌ها

کاربرگ پ.۳-۳- برای محاسبه شاخص نسبت اثربخشی کانال یا لوله

نحوه محاسبه: طول کل کانال‌ها یا لوله‌ها / طول کانال‌ها یا لوله‌های آماده به کار

ردیف	نام کانال یا لوله	درجه کانال یا لوله	مختصات شروع		شماره عکس	موقعیت تخریب	توضیحات	تاریخ	نام تکمیل کننده فرم	تاریخ	موقعیت تخریب	توضیحات
			X	Y								

مجموع

مقادیر شاخص کلی

اظهار نظر با توجه به مقادیر شاخص و محل تخریب:

کاربرگ پ. ۳-۴- محاسبه شاخص نسبت اثربخشی جاده سرویس
نحوه محاسبه: طول کل جاده سرویس‌ها / طول جاده سرویس‌های آماده به کار

نحوه محاسبه: مقدار کل آب قرارداد مسته شده در یک سال / مقدار آب تحویل شده واقعی در یک سال کاربرگ پ. ۳-۵- محاسبه شاخص نسبت عملکرد تحویل آب

نحوه محاسبه: مقدار کل آب ورودی به منطقه / مقدار کل آب زهکشی شده از منطقه

نحوه محاسبه: حجم آب تحویلی در هر هکتار براساس میانی طراحی / حجم آب تحویلی واقعی در هر هکتار

نحوه محاسبه: تعداد کل آبیران / تعداد آبیران عضو تشکل‌ها

کاربرگ پ. ۳-۹- محاسبه شاخص نسبت ماشین آلات سالم نحوه محاسبه: تعداد کل ماشین آلات / تعداد ماشین آلات سالم

نحوه محاسبه: کل سطح قابل کشت اولیه (پیش‌بینی شده در طرح) / سطحی که در اثر عملیات آبیاری و زهکشی تخریب شده کاربرگ پ. ۳-۱۰ - محاسبه شاخص نسبت تخریب اراضی

کاربرگ پ. ۳-۱۱ - محاسبہ شاخص NBPD

نحوه محاسبه: NBPD شبکه‌های مشابه یا بالاترین رکورد ثبت شده شبکه مورد ارزیابی / NBPD شبکه

۱۲- محسیبہ شاخص وصول آب بہا کاربرگ پ. ۳۔

نحوه محاسبه: کل آب‌بها یعنی که باید دریافت می‌شده / کل آب‌بها وصول شده

توضیح: در طرح‌های بزرگ می‌توان نواحی عمرانی و یا آبگیرهای درجه ۲ از درجه ۱ را ملاک بررسی قرار داد.

کاریگ پ. ۳-۱۳ - محاسبه شاخص اعتماد به توزیع آب

نحوه محاسبه: تعداد کل آبیران / تعداد آبیرانی که از زمان و طول مدت آبیاری رضایت دارند

۱۴- محاسبه شاخص آموزش کارکنان

نحوه محاسبه: مقدار ساعت آموزشی مورد نیاز (نفر ساعت در سال) / جمع ساعت آموزشی انجام شده (نفر ساعت در سال)

۱۵- محاسبه شاخص نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی

نحوه محاسبہ: عمق بحرانی آب زیرزمینی / عمق واقعی آب زیرزمینی

کاریگی پ. ۳-۱۶ - محاسبہ شاخص الودگی

نحوه محاسیه: مقدار بحرانی پارامتر مودنظر / مقدار واقعی پارامتر موردنظر

کاربرگ پ. ۳-۱۷ - محاسبہ شاخص عدالت

نحوه محاسبه: متوسط کل آب دریافتی / متوسط آب دریافتی چارک پایین (مترمکعب در هکتار)

پیوست ۴

کاربرگ‌های نمونه ارزیابی وضعیت

نگهداری شبکه آبیاری و زهکشی

کاربرگ پ. ۴-۱- ساختار فیزیکی و عملکرد ایستگاه پمپاژ

اطلاعات کلی

• پمپ‌های اصلی

نوع پمپ	دستگاه	تعداد
سن (طول عمر)	مدل	نام تجاری
	لیتر در ثانیه	بده طراحی هر پمپ
	متر	ارتفاع استاتیک پمپاژ
	متر	ارتفاع دینامیک پمپاژ

• پمپ‌های رزرو

نوع پمپ	دستگاه	تعداد
سن (طول عمر)	مدل	نام تجاری
	لیتر در ثانیه	بده طراحی هر پمپ

• برق

□ ندارد	□ دارد	ایستگاه هوایی
□ ندارد	□ دارد	ایستگاه زمینی

• سازه

□ نیازمند تعمیرات اساسی	□ نیازمند تعمیر جزئی	□ سالم
در وضع خطرناک		□ در حال تخریب
.....	نوع سازه مساحت تعداد طبقات

مالحظات و توضیحات:

کاربرگ پ. ۴-۲- ساختار فیزیکی و عملکرد بند انحرافی

اطلاعات کلی

طول تاج سد	ارتفاع از بستر	سن	جنس	نوع بند
		□ دو طرفه	□ یک طرفه	أبگیری
		□ نشده است	□ شده است	آسیب‌شناسی

مالحظات و توضیحات:

ارزیابی سازه‌ای

• پایداری

□ نیازمند تعمیر اساسی یا تعویض	□ نیازمند تعمیر	□ سالم	آثار تخریب
□ نیازمند تعمیر اساسی	□ نیازمند تعمیر	□ سالم	شستشوی پایین دست سریز
□ پرخطر	□ کم خطر	□ بی خطر	خطر واژگونی بدنه
□ پرخطر	□ کم خطر	□ بی خطر	خطر زیرشوابی (Piping)

ادامه کاربرگ پ. ۴-۲- ساختار فیزیکی و عملکرد بند انحرافی

• تجهیزات

نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	سالم و کافی <input type="checkbox"/>	آشغال گیر
--	--	--------------------------------------	-----------

نیازمند علاج بخشی <input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	آب بندی درزهای اتصال (واتر استاپ)
--	--	-------------------------------	-----------------------------------

نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	دیوارهای جانبی بالادست
--	--	-------------------------------	------------------------

نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	دیوارهای جانبی پایین دست
--	--	-------------------------------	--------------------------

ندارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input type="checkbox"/>	دارد <input type="checkbox"/>	نردهای اینمی
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------

• آبگیرها

ندارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input type="checkbox"/>	دارد <input type="checkbox"/>	مانور دریچه
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------

نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر <input type="checkbox"/>	دارای پوسیدگی <input type="checkbox"/>	قاب
--	--	--	-----

دارای تعییر شکل <input type="checkbox"/>	دارای پوسیدگی <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	ورق
--	--	-------------------------------	-----

کج شدگی <input type="checkbox"/>	شکستگی <input type="checkbox"/>		
----------------------------------	---------------------------------	--	--

نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	نیازمند روغنکاری <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	بالابر
--	---	-------------------------------	--------

نیازمند تعمیر کامل <input type="checkbox"/>	نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	فرمان دستی یا موتوری بالابر
---	--	-------------------------------	-----------------------------

نیازمند تعویض <input type="checkbox"/>	ندارد <input type="checkbox"/>	سالم <input type="checkbox"/>	آب بندی دریچه نوار
--	--------------------------------	-------------------------------	--------------------

• حوضچه رسوب گیر

نیازمند اصلاح <input type="checkbox"/>	عملکرد مناسب <input type="checkbox"/>		تله انداز سنگ
--	---------------------------------------	--	---------------

کاربرگ پ. ۴ - ۳ - ساختار فیزیکی ابگیر مزوعه

ردیف	نام کاتالوگ	کیلومتر	X	Y	مختصات										دزهار ظاهر	
					بالابر	بتئی	سازه	ساره	آب بندی	نوع سازه	درز اتصال	اندازه گیری	مجرای ابگیر	رسوب در عکس	شماره ملاحظات	
۱	نمادها														مانور دریچه:	
۲	مانور دارد	<input type="checkbox"/>													مانور دریچه:	
۳	نیاز به زنگ زدنی و رنگ آمیزی	<input type="checkbox"/>	بوسیدگی (تعمیر)	<input type="checkbox"/>	شکستگی (تعمیر)	<input type="checkbox"/>	تغییر شکل (تعمیر)	<input type="checkbox"/>	تغییر شکل (تعویض)	<input type="checkbox"/>	نیازمند رفع کاری	<input type="checkbox"/>	نیازمند رفع کاری	<input type="checkbox"/>	وضعیت قاب:	
۴	نیاز به زنگ زدنی و رنگ آمیزی	<input type="checkbox"/>	بوسیدگی (تعویض)	<input type="checkbox"/>	شکستگی (تعویض)	<input type="checkbox"/>	تغییر شکل (تعویض)	<input type="checkbox"/>	تغییر شکل (تعویض)	<input type="checkbox"/>	نیازمند رفع کاری	<input type="checkbox"/>	نیازمند رفع کاری	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۵	آسیب دیده (تعییر)	<input type="checkbox"/>	آسیب دیده (تعویض)	<input type="checkbox"/>	آسیب دیده (تعییر)	<input type="checkbox"/>	آسیب دیده (تعویض)	<input type="checkbox"/>	آسیب دیده (تعویض)	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۶	ترک	<input type="checkbox"/>	شکستگی	<input type="checkbox"/>	پریدگی پوشش	<input type="checkbox"/>	پریدگی پوشش	<input type="checkbox"/>	پریدگی پوشش	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۷	بدون ریبا ریبا	<input type="checkbox"/>									نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۸	آشیشگی در پای دیوارها	<input type="checkbox"/>									نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۹	ماسه آهالات و یا ماسه‌شک سالم	<input type="checkbox"/>									نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۱۰	ماسه آهالات و یا ماسه‌شک سالم	<input type="checkbox"/>									نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۱۱	مسود	<input type="checkbox"/>									نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت وق:	
۱۲	وضعیت آب بندی دریچه:	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت آب بندی دریچه:	
۱۳	وضعیت درز اتصال:	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	نیازمند تعمیر ریبا ریبا به میزان ۰.۲۵ درصد	<input type="checkbox"/>	وضعیت درز اتصال:	
۱۴	رسوب در مجرای ابگیر:	<input type="checkbox"/>	بدون رسوب	<input type="checkbox"/>	بدون رسوب	وضعیت درز اتصال:										

کاربریگ یب. ۴-۴- ساختار فیزیکی آنگیه کانال درجه ۳ از کانال درجه ۱ و ۲

خواه
نفی

نماد مشکلات آنگیوهای درجه ۳

کاریوگ بی: ۴-۵-ساختا فینزیکی آنکه درجه ۴ از درجه ۳

ظہار
نظر

نمایه مشکلات آنگاههای فیلم ۳

کاریز گیپ: ۴-۶- ساختار فینڈنگ کی تبلیغات

ردیف زمین کاپال / زهکشی	کیلومتر	نام کاپال	محضات	مشخصات			
				E	N	طول پل (متر)	عرض (متر)
وضعیت دال فوچانی							
وضعیت دال زبردال							
وضعیت دیواره ها							
وضعیت آب بندی							
ملاحظات							
تاریخ							
بازدید							
گنبد							

فَلَوْلَرْ

نماد مشکلات بله

نحوه های اینجنبی

دوی دال: روکش آسفالتی مناسب روکش آسفالتی نیازمند بدون روکش (بتنی سالم) □ پریدگی و زبری نامتعارف بینون زدگی آرماتور فوکانی □

زیور دال: سلام □ ترک در ترکیبه گاه □ ترک در میانه دال □ آسیب دیدگی جزوی در پوشش بستنی نیازمند تعمیر □ بیرون زدنگی آرماتور
نمایشگاه: سعیزبر □

و ضمیت دیواره ها:	<input type="checkbox"/>
ساله	<input type="checkbox"/>
بندگ ، بوشش ،	<input type="checkbox"/>
شکستگ ،	<input type="checkbox"/>
تک	<input type="checkbox"/>
آشستگ ، دلیع ، دیدارها	<input type="checkbox"/>
بوشش بتنی	<input type="checkbox"/>

وضعیت آب بندی در اتصالات: وائز استاپ سالم □ وائز استاپ آسیب دیده □ مامده آنفالات و یا ماستیک مامده آنفالات و یا ماستیک سالم □ آسیب دیده □

کاربرگ پ. ۴-۷- ساختار فیریکی تنظیم کننده سطح آب با دریچه کشویی

ردیف	نام کاتال	کیلومتر	Y	X	متخصصات	مانور نزدهای	درویچه	درویچه	بالابر	فرمان	بالابر	آب بندی	آب بندی	تاریخ بازدید	بازدید کننده	مالحظات		
																درویچه	درویچه	
۱	نما	مشکلات تنظیم کننده سطح آب و دریچه کشویی															ظاهر نظر:	
۲	نما	آب و دریچه کشویی															مانور دریچه:	
۳	نما	نرده های اینمی:															نرده های اینمی:	
۴	نما	وضعیت قاب:															وضعیت قاب:	
۵	نما	وضعیت ورق وضعیت ورق:															وضعیت ورق وضعیت ورق:	
۶	نما	وضعیت پیچ بالابر:															وضعیت پیچ بالابر:	
۷	نما	وضعیت فرمان دستی بالابر:															وضعیت فرمان دستی بالابر:	
۸	نما	وضعیت آب بندی دریچه:															وضعیت آب بندی دریچه:	
۹	نما	وضعیت درز اعمال:															وضعیت درز اعمال:	
۱۰	نما	واژه استاب سالم															واژه استاب سالم	
۱۱	نما	واژه استاب آسیب دیده															واژه استاب آسیب دیده	
۱۲	نما	مانسه آسفلات و یا ماسیک آسیب دیده															مانسه آسفلات و یا ماسیک آسیب دیده	
۱۳	نما	نیازمند رونگ کاری															نیازمند رونگ کاری	
۱۴	نما	کم شدگی، (تعویض)،															کم شدگی، (تعویض)،	
۱۵	نما	هزوزش، رزوه (تعویض)،															هزوزش، رزوه (تعویض)،	
۱۶	نما	اسیب دیده (تعویض)															اسیب دیده (تعویض)	
۱۷	نما	نیازمند سالم															نیازمند سالم	
۱۸	نما	نوار آب بندی ندارد															نوار آب بندی ندارد	
۱۹	نما	نیازیه تعویض نوار آب بند															نیازیه تعویض نوار آب بند	

کاربرگ پ. ۴-۸- فرم بررسی ساختار فیزیکی روگذر لوله ای از کانال

ردیف	نام کانال	کیلومتر	نوع مجرای منقطع	مختصات			وضعیت	وضعیت رسوب گذاری در مقطع	وضعیت سازه حروجی	وضعیت سازه حروجی	مالحظات	تاریخ بازدید	کنده بازدید
				X	Y	Z							
۱													
۲													
۳													
۴													
۵													
۶													
۷													
۸													
۹													
۱۰													
۱۱													
۱۲													
۱۳													
۱۴													

ظاهر نظر:

نمادها

- نوع مجرای منقطع: مسیل نهر دشتی (درصورت امکان نام) زهکش (درصورت امکان نام) غیره (نام ببرید)
 وضعیت لوله: سالم پوسیده (تمهیر) پوسیده (تغویض) تغییر شکل
 وضعیت رسوب گذاری در مقطع: بدون رسوب کمتر از ۲۵ درصد کمتر از ۵۰ درصد کمتر از ۷۵ درصد کمتر از ۹۰ درصد مسدود
 وضعیت سازه گذاری ورودی: سالم پریدگی پوشش خاک شکستگی در بالا دست تبدیل بنتی تخریب دیواره خاکی تبدیل ورودی
 وضعیت سازه خروجی: سالم پریدگی پوشش آب ششگی در پلین دست تبدیل خروجی تخریب دیواره خاکی تبدیل خروجی

کاربرگ ب. ۴- ساختار فیزیکی زیرگذر کانال (مسیل، زهکشی)

ردیف	نام کانال	کیلومتر	نوع محیطی منفاه	محصصات	X		Y		وضعیت رسوب‌گذاری در مقطع	وضعیت سازه خروبی	ملاحظات	تاریخ بازدید	بازدید کننده	
					X	Y	X	Y						

ظاهر نظر:

نمادها

۱ نام مجرای متفاوت: نهادنی (در صورت امکان نام) زهکش (در صورت امکان نام)

غیره (نام ببرید)

مسیل نهادنی (در صورت امکان نام) زهکش (در صورت امکان نام)

سینیون کالورت

۲ نوع سازه: لوله دوپاکسی باکسی سده باکسی

۳ نوع مقاطع: بدور (رسوب کمتر از ۵۰ درصد

۴ وضعیت رسوب گذاری در مقاطع: بدور (رسوب کمتر از ۷۵ درصد

۵ وضعیت رسوب گذاری در مقاطع: بدور (رسوب کمتر از ۷۵ درصد

۶ وضعیت سازه ورودی: سالم بزدگی پوشش

۷ وضعیت سازه خروجی: سالم بزدگی پوشش

- آب شستنی در بالا دست تبدیل بشی تغذیه دیواره خاکی تبدیل ورودی تغذیه دیواره خاکی تبدیل خروجی

کاربرگ پ. ۴۰ - ۱۰ - ساختار فیزیکی سورپرزا جانی

ظہار نظر

1

- افزایش رقم داده شده
- بدون تغییر

ప్రముఖ

وضعیت رسوب گذاری در مقطع:

وضعیت سازه ورودی:

وضعیت سازه خودجو

卷之三

بُزدگی پوشش □ شکستگی □ ترک □

نیو ڈیگر، پوشش، شکستگی، نتک

卷之三

- 2 -

وْم داده شده بدون تغییر

□ 41

卷之三

رسوب □ کمتر از ۵۲ درصد □ کمتر از ۶۰ درصد □ کمتر از ۷۷ در

卷之三

مکالمہ میں اپنے بھائی کو پوچھ دیا جائے۔

۲۰: کشش، شش، گز، چهار، سه، دو، یک

卷之三

کاربرگ ب، ۱۱-۱- ساختار فیزیکی دراب در زهکشی

ردیف	نام زهکش	کیلومتر	محضات X Y	وضعیت تخریب در RUBBLE MASONRY		وضعیت سازه ورودی	وضعیت سازه خروجی	ملاحظات	تاریخ بازدید	کننده بازدید
				در RIPRAP	در RURBLE MASONRY					
۱										
۲										
۳										
۴										
۵										
۶										
۷										
۸										
۹										
۱۰										
۱۱										

ظاهر نظر:

نماد مشکلات دراب ها
نام مجرای متقاطع:
وضعیت هیدرولیکی:
وضعیت تخریب در RUBBLE MASONARY :
وضعیت تخریب در RIPRAP :
وضعیت تخریب در سازه ورودی:
وضعیت سازه خروجی:

- مسیل نهرستی (دیصوت امکان نام) زهکش (دیصوت امکان نام)
- ساده سینوفونی همراه با دراب
- کم تراز ۲۵ درصد کم تراز ۵۰ درصد کم تراز ۷۵ درصد کم تراز ۱۰۰ درصد
- سلام کم تراز ۲۵ درصد کم تراز ۵۰ درصد کم تراز ۷۵ درصد کم تراز ۱۰۰ درصد
- سلام بزدگی پوشش شکستگی ترک شکستگی ترک شکستگی ترک
- سلام بزدگی پوشش شکستگی ترک شکستگی ترک شکستگی ترک

کاربرگ پ. ۴-۱۲ - ساختار فیزیکی دراپ در کانال

ردیف	نام کanal	کیلومتر	مختصات X Y	مشخصات		نوع دراپ	وضعیت خروجی آرامش	وضعیت سازه ورودی	ملاحظات بازدید	تاریخ بازدید	کننده بازدید
				X	Y						
۱											
۲											
۳											
۴											
۵											
۶											
۷											
۸											
۹											
۱۰											
۱۱											
۱۲											

ظاهر نظر:

نماد مشکلات دراپ ها

- | | |
|-----------------------------|--|
| نام مجرای منطقه: | <input type="checkbox"/> مسیل |
| وضعیت هیدرولیکی: | <input type="checkbox"/> ساده |
| وضعیت تخریب در حوضچه آرامش: | <input type="checkbox"/> سالم |
| وضعیت سازه ورودی: | <input type="checkbox"/> کمتر از ۲۵ درصد |
| وضعیت سازه خروجی: | <input type="checkbox"/> کمتر از ۷۵ درصد |
| نهرستی (درصورت امکان نام): | <input type="checkbox"/> زهکش (درصورت امکان نام) |
| همراه با دراپ: | <input type="checkbox"/> |
| تخریب کامل: | <input type="checkbox"/> |

کاربرگ ۴-۱۳- وضعیت رسوب در کanal

کاربرگ پ. ۴-۱۴- وضعیت فیزیکی کانال‌ها

ردیف	نام کanal	طول کanal	عرض ترک (m)	نوع مشکل	موقعیت	سهمت مشکل (چپ/راست/کف)	شماره عکس توپیخان	تاریخ بازدید	بازدید
۱									
۲									
۳									
۴									
۵									
۶									
۷									
۸									
۹									
۱۰									
۱۱									
۱۲									
۱۳									

ظهار نظر:

نماد مشکلات کanal‌ها:

- ۱ ترک کم خورگی تخریب
 ۲ جایگاهی بنل فرسایش نشت آب زیر بنل

کاربرگ پ. ۴-۱- ساختار فیزیکی جاده سروپیس

نام تکمیل کننده فرم	تاریخ	توضیحات	شماره عکس	سمت مشکل	نمودار طول (m)	از کیلومتر تا کیلومتر	نام کافال	ردیف
			(جیب/راست)	(جاده / برم)				
								۱
								۲
								۳
								۴
								۵
								۶
								۷
								۸
								۹
								۱۰
								۱۱
								۱۲
								۱۳

نمادها:
 ظهار نظر:

- وارگ در طول یا گودن، آبرگونگ
- بزندگی تازه
- عدم وجود شب
- اشکال در شب
- فاصله لبه نیز تا وجود علک، یونه، یا نشست
- غیر بکار رانی در طول در پیش
- خارجی خاکریز
- جاده کم تراز
- یا عرض لایه شنی
- سانتی متر
- عرضی به سمت خارج
- سانتی متر (۵-۱۰ سانتی متر)،
- نشستگی (بیش از

کاربرگ پ. ۶-۱- وضعیت فیزیکی زهکشی‌های روزان

ردیف	نام زهکش	طول زهکش (متر)	موقعیت مشکل	نوع مشکل		شدت مشکل	طول زهکش مشکل <input type="checkbox"/> دار	شماره عکس	تاریخ بازدید	بازدید کننده
				X	Y					
۱										
۲										
۳										
۴										
۵										
۶										
۷										
۸										
۹										
۱۰										
۱۱										
۱۲										
۱۳										
۱۴										

ظاهر نظر:

- ۱ نرم مل وضعیت ظاهری اراضی در زیر زهکشی:
 ۲ شور نماد منشکلات زهکشی‌های روزان:
 ۳ قلیانی علف هرز بیش از حد خارج شدن از شکل هندسی
 ۴ شور و قلیانی سایر (ذکر شود) کم نماد شدت منشکلات زهکشی‌های روزان:
 ۵ ماندایی متوسطا

- وضعیت ظاهری اراضی در زیر زهکشی:
 نرم مل وضعیت ظاهری اراضی در زیر زهکشی:
 شور نماد منشکلات زهکشی‌های روزان:
 قلیانی علف هرز بیش از حد خارج شدن از شکل هندسی
 شور و قلیانی سایر (ذکر شود) کم نماد شدت منشکلات زهکشی‌های روزان:
 ماندایی متوسطا

پیوست ۵

مثال‌هایی برای ارزیابی عملکرد

شبکه‌های سطحی آبیاری و زهکشی

پ.۵-۱- یک مثال عملی برای ارزیابی سریع

در یک شبکه آبیاری و زهکشی فرضی، مالک شبکه جهت شناخت و ارتقای وضعیت فعلی شبکه، تصمیم به اجرای طرحی برای ارزیابی عملکرد شبکه می‌گیرد. برای این منظور یک گروه سه نفره از ارزیاب‌های با تجربه، جهت اجرای طرح انتخاب می‌شوند. با توجه کمبود وقت و همچنین محدودیت‌های مالی، مالک شبکه و گروه ارزیاب توافق می‌کنند که ارزیابی عملکرد شبکه از نوع سریع باشد.

با توجه به اهمیت موضوعات زیست محیطی در شبکه، گروه ارزیاب به این نتیجه می‌رسد که در روند ارزیابی شبکه بایستی اهمیت بیشتری به این موضوع داده شود. در این ارتباط بین ارزیاب‌ها توافق می‌گردد که ارزش کمی شاخص محیط زیست تا ۱۰٪ نسبت به جدول (پ. ۵) افزایش یابد.

هر یک از ارزیاب‌ها به‌طور مستقل شاخص‌های ارایه شده در جدول (پ. ۵) را اندازه‌گیری کرده و ارزش کیفی و کمی آن‌ها را تعیین می‌کنند. جدول (پ. ۵) جمع‌بندی نتایج را بعد از تعیین شاخص‌ها توسط ارزیاب‌ها نشان می‌دهد. در این جدول مقدار ارزش کمی شاخص محیط زیست ۱۰٪ نسبت به جدول (پ. ۵) افزایش داده شده است.

جدول پ.۵-۱- خلاصه نتیجه ارزیابی سریع شبکه توسط ارزیاب‌ها

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی			نظر ارزیاب‌ها			مجموع ارزش کمی کسب شده
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	
۱	ساژه‌ای	نسبت اثربخشی سازه	خوب	۳۰	۳۰	۳۰/۰	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۲/۵	۸۰
			متوسط		۲۰	۲۲/۴	۱۵/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	
			ضعیف			۱۴/۹	۷/۵	۷/۵	۷/۵	
			بسیار ضعیف			۷/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۲	مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری	نسبت عملکرد تحويل آب	خوب	۲۰		۲۰/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	۱۵/۰	۴۶/۶
			متوسط		۱۴/۶	۱۲	۱۴/۹	۱۰/۰	۱۰/۰	
			ضعیف			۹/۹	۵/۰	۵/۰	۵/۰	
			بسیار ضعیف			۴/۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۳	محیط زیست ^۱	نسبت تخریب اراضی	خوب	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۲/۴	۱۲/۴	۴۹/۵
			متوسط			۲/۳	۸/۳	۸/۳	۸/۳	
			ضعیف			۸/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	
			بسیار ضعیف			۴/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۴	آب‌سازی و توزیع آب	شاخص وصول آب‌ها	خوب			۱۰	۱۰/۰	۷/۵	۷/۵	۲۰
			متوسط			۶	۷/۴	۵/۰	۵/۰	
			ضعیف			۴	۴/۹	۲/۵	۲/۵	
			بسیار ضعیف			۲/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۵	عدالت و نیازمندی	شاخص عدالت	خوب		۱۰	۱۰/۰	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۲۶/۷
			متوسط		۶/۷	۷/۴	۵/۰	۵/۰	۵/۰	
			ضعیف			۴/۹	۲/۵	۲/۵	۲/۵	
			بسیار ضعیف			۲/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	

ادامه جدول پ.۵-۱- خلاصه نتیجه ارزیابی سریع شبکه توسط ارزیاب‌ها

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی		نظر ارزیاب‌ها			مجموع ارزش کمی کسب شده		
				۱	۲	۳	۴	۵			
۶	کمبوداب مورد نیاز	خوب	۳/۸	۵/۰	۵				۱۱/۶		
			۲/۵	۳/۷	۳/۶	۳					
			۱/۳	۲/۴							
			۰/۰	۱/۲							
۷	روطوبت نسبی خاک	خوب	۳/۸	۵/۰	۵				۱۱/۷		
			۲/۵	۳/۷							
			۱/۳	۲/۴							
			۰/۰	۱/۲							
۸	نسبت ماده‌خشک محصول به حجم آب آبیاری CPD	خوب	۳/۸	۵/۰	۵				۱۳/۳		
			۲/۵	۳/۷							
			۱/۳	۲/۴							
			۰/۰	۱/۲							
مجموع حداکثر ارزش‌های کمی هر یک ارزیاب‌ها									۱۰۱/۵		
جمع کل مجموع ارزش کمی کسب شده									۲۵۹/۴		

با توجه به جدول (پ.۵-۱) مجموع ارزش کمی کسب شده، $۲۵۹/۴$ و مجموع حداکثر ارزش کمی شاخص‌ها برای ۸ شاخص بررسی شده $۱۰۱/۵$ است. با توجه به رابطه الف، امتیاز کمی کسب شده توسط شبکه به‌شکل ذیل قابل محاسبه خواهد بود:

$$\text{امتیاز کمی} = \frac{۲۵۹/۴}{۱۰۱/۵ \times ۳} \times 100 = ۸۵/۱$$

با توجه به رابطه فوق و جدول (پ.۵-۲) امتیاز کمی نهایی حاصل از ارزیابی عملکرد سریع مقدار $۸۵/۱$ و امتیاز کیفی نهایی حاصل از ارزیابی عملکرد سریع «خوب» ارزیابی می‌گردد.

پ.۵-۲- یک مثال عملی برای ارزیابی تفصیلی

در یک شبکه آبیاری و زهکشی، مالک شبکه جهت تعیین وضعیت شبکه خود تصمیم به ارزیابی عملکرد آن می‌گیرد. مالک شبکه از نظر وقت و بودجه دارای محدودیت عمدہ‌ای نمی‌باشد. مالک شبکه ضمن مشورت با ۴ نفر متخصص ارزیابی، مقرر می‌دارد که ارزیابی شبکه به صورت تفصیلی انجام شود. برای این منظور ارزیاب‌ها به‌طور مستقل اقدام به اندازه‌گیری شاخص‌های مندرج در جدول (پ.۵-۳) (بدون اعمال ضرایب تعديل) می‌کنند. جدول (پ.۵-۲) خلاصه جمع‌بندی اطلاعات جمع‌آوری شده و چگونگی تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی را در این ارزیابی نشان می‌دهد.

جدول پ.۵-۲ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	نظر ارزیاب‌ها					مجموع ارزش کمی کسب شده
					۱	۲	۳	۴	۵	
۱	نسبت بدء	خوب	۷/۵	۵/۷	۶	۶	۷	۶	۶	۲۳
			۵/۶	۳/۸						
			۳/۷	۱/۹						
			۱/۸	۰/۰						
۲	نسبت اثربخشی سازه	خوب	۱۲/۰	۹/۰	۱۰					۲۵
			۸/۹	۶/۰						
			۵/۹	۳/۰	۴	۴				
			۲/۹	۰/۰						
۳	نسبت اثربخشی کانال یا لوله	خوب	۷/۵	۵/۶	۷	۶				۲۱
			۵/۵	۳/۸		۴	۴			
			۳/۷	۱/۹						
			۱/۸	۰/۰						
۴	نسبت اثربخشی جاده سرویس	خوب	۲/۳	۰/۳	۳	۳	۳	۳		۱۲
			۲/۲	۱/۵						
			۱/۴	۰/۸						
			۰/۷	۰/۰						
۵	نسبت عملکرد تحویل آب	خوب	۳/۸	۵/۰						۵/۲
			۲/۵	۳/۷						
			۱/۳	۲/۴	۲					
			۰/۰	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۳	۳	۳	
۶	نسبت زهکشی سیستم	خوب	۱/۵	۲/۰						۱/۳
			۱/۰	۱/۴						
			۰/۵	۰/۹						
			۰/۰	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۳	
۷	نسبت حجم آب تحویلی	خوب	۲/۳	۳/۰						۴/۱
			۱/۵	۲/۲	۰/۸	۱/۲	۱/۱	۱	۱	
			۰/۸	۰/۸						
			۰/۰	۰/۰						
۸	شاخص تحصیلات کارکنان	خوب	۱/۵	۲/۰						۰/۱
			۱/۰	۱/۴						
			۰/۵	۰/۹						
			۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۹	شاخص آموزش کارکنان	خوب	۱/۵	۲/۰						۰/۰
			۱/۰	۱/۴						
			۰/۵	۰/۹						
			۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۱۰	سهم مشارکت آبران	خوب	۳/۰	۴/۰						۳/۷
			۲/۰	۲/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	
			۱/۰	۱/۹						
			۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
۱۱	نسبت ماشین‌آلات سالم	خوب	۱/۵	۲/۰						۰/۳
			۱/۰	۱/۴						
			۰/۵	۰/۹						
			۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	

مدیریت، پژوهش‌های زهکشی و نگهداری

پژوهش‌های

۱۱

۱۰

۶

۷

۵

۴

۳

۲

۱

ادامه جدول پ.۵-۲ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	نظر ارزیاب‌ها						مجموع ارزش کمی کسب شده	
				۱	۲	۳	۴	۵	۶		
۱۲	نسبت تخریب اراضی	خوب	۶/۰	۴/۵							۴/۷
			۴/۴	۳/۰							۱/۵
			۲/۹	۱/۵							۱/۱
			۱/۴	۰/۰							۱/۱
۱۳	نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی	خوب	۴/۵	۳/۴							۲
			۳/۳	۲/۳							۰/۲
			۲/۲	۱/۱							۰/۸
			۱	۰/۰							۰/۵
۱۴	شاخص آودگی	خوب	۴/۵	۳/۴							۰/۱
			۳/۳	۲/۳							۰/۱
			۲/۲	۱/۱							۰/۱
			۱	۰/۰							۰/۵
۱۵	سیت خودکافایی مالی	خوب	۲/۶	۲/۵	۳	۳/۰	۲/۳				۱۰/۳
			۲/۲			۲/۲	۱/۵				۲/۲
						۱/۴	۰/۸				۱/۴
						۰/۷	۰/۰				۰/۷
۱۶	شاخص وصول آب‌ها	خوب	۵	۵	۵	۵	۶/۰	۴/۸			۲۰
							۴/۷	۳/۵			۲۰
							۳/۴	۱/۴			۲۰
							۱/۳	۰/۰			۰/۱
۱۷	شاخص اعتماد به توزیع آب	خوب	۴/۰				۳/۳				۹/۴
			۲/۷	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۳/۲	۲/۴			۱/۷
							۲/۳	۱/۰			۱/۷
							۱/۰	۰/۰			۰/۰
۱۸	شاخص عدالت	خوب	۶/۰				۴/۵				۱۲/۴
			۳/۸				۴/۵	۳/۲			۳/۱
				۳		۲/۵	۳/۱	۱/۵			۳/۱
							۱/۴	۰/۰			۰/۰
۱۹	کمبودآب مورد نیاز	خوب	۳/۴				۴/۵	۳/۴			۱۱/۳
			۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۵	۳/۳	۲/۳			۲/۷
							۲/۲	۱/۱			۲/۷
							۱	۰/۰			۰/۰
۲۰	رطوبت نسبی خاک	خوب	۳/۴				۴/۵	۳/۴			۱۰/۶
			۲/۴	۲/۵	۲/۵	۲/۳	۳/۳	۲/۳			۲/۴
							۲/۲	۱/۱			۲/۴
							۱	۰/۰			۰/۰
۲۱	نسبت ماده‌خشک CPD آب آبیاری	خوب	۴/۵	۴/۵	۶/۰	۶/۰	۴/۵	۴/۵			۱۶/۸
			۴/۳	۳/۵			۴/۴	۳/۰			۴/۳
							۲/۹	۱/۵			۰/۰
							۱/۴	۰/۰			۰/۰

مجموع حداقل ارزش‌های کمی ۱۰۰

جمع کل مجموع ارزش کمی کسب شده ۲۰۲/۳

با توجه به جدول (پ.۵-۲)، امتیاز کمی کسب شده توسط شبکه به شکل زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$\text{امتیاز کمی} = \frac{20/2/3}{1/0 \times 4} \times 100 = 50/6$$

با توجه به رابطه فوق و جدول مذکور امتیاز کمی نهایی حاصل از ارزیابی عملکرد تفصیلی شبکه مقدار $50/6$ و امتیاز کیفی نهایی حاصل از ارزیابی، در حد «متوسط مایل به ضعیف» ارزیابی می‌گردد.

با بررسی جدول (پ.۵-۲) اطلاعات مفید دیگری نیز قابل دریافت می‌باشد. به عنوان نمونه شبکه از نظر سازه‌ای در وضعیت نسبتاً مناسبی قرار داشته و دیگر اینکه این شبکه از نظر مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری در وضعیت قابل قبولی قرار ندارد. اینگونه اطلاعات می‌توانند برای تعیین راهکارهای بهبود وضعیت شبکه به کار رود.

جدول پ. ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی		جمع
				حداقل	حداکثر	
۳۰	نسبت بدنه	خوب	خوب	۷/۵	۵/۷	۱
			متوسط	۵/۶	۳/۸	
			ضعیف	۳/۷	۱/۹	
			بسیار ضعیف	۱/۸	۰/۰	
	نسبت اثربخشی سازه	خوب	خوب	۱۲/۰	۹/۰	۲
			متوسط	۸/۹	۶/۰	
			ضعیف	۵/۹	۳/۰	
			بسیار ضعیف	۲/۹	۰/۰	
	نسبت اثربخشی کانال یا لوله	خوب	خوب	۷/۵	۵/۶	۳
			متوسط	۵/۵	۳/۸	
			ضعیف	۳/۷	۱/۹	
			بسیار ضعیف	۱/۸	۰/۰	
	نسبت اثربخشی جاده سرویس	خوب	خوب	۳/۰	۲/۳	۴
			متوسط	۲/۲	۱/۵	
			ضعیف	۱/۴	۰/۸	
			بسیار ضعیف	۰/۷	۰/۰	

ادامه جدول پ. ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	جمع
۵	نسبت عملکرد تحویل آب	خوب	۳/۸	۵/۰	
		متوسط	۲/۵	۳/۷	
		ضعیف	۱/۳	۲/۴	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲	
۶	نسبت زهکشی سیستم	خوب	۱/۵	۲/۰	
		متوسط	۱/۰	۱/۴	
		ضعیف	۰/۵	۰/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴	
۷	نسبت حجم آب تحویلی	خوب	۲/۳	۳/۰	
		متوسط	۱/۵	۲/۲	
		ضعیف	۰/۸	۱/۴	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۲	
۸	شاخص تحصیلات کارکنان	خوب	۱/۵	۲/۰	۲۰
		متوسط	۱/۰	۱/۴	
		ضعیف	۰/۵	۰/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴	
	شاخص آموزش پرسنل	خوب	۱/۵	۲/۰	
		متوسط	۱/۰	۱/۴	
		ضعیف	۰/۵	۰/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴	
۹	سهم مشارکت آب بران	خوب	۳/۰	۴/۰	۱۵
		متوسط	۲/۰	۲/۹	
		ضعیف	۱/۰	۱/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۹	
	نسبت ماشین‌آلات سالم	خوب	۱/۵	۲/۰	
		متوسط	۱/۰	۱/۴	
		ضعیف	۰/۵	۰/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۴	
۱۰	نسبت تخریب اراضی	خوب	۴/۵	۶/۰	
		متوسط	۳/۰	۴/۴	
		ضعیف	۱/۵	۲/۹	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۴	
	نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی	خوب	۳/۴	۴/۵	
		متوسط	۲/۳	۳/۳	
		ضعیف	۱/۱	۲/۲	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
۱۱	شاخص آلدگی	خوب	۳/۴	۴/۵	
		متوسط	۲/۳	۳/۳	
		ضعیف	۱/۱	۲/۲	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
۱۲	نسبت زیست	خوب	۳/۴	۴/۵	
		متوسط	۲/۳	۳/۳	
		ضعیف	۱/۱	۲/۲	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
۱۳	نسبت زیست	خوب	۳/۴	۴/۵	
		متوسط	۲/۳	۳/۳	
		ضعیف	۱/۱	۲/۲	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
۱۴	نسبت زیست	خوب	۳/۴	۴/۵	
		متوسط	۲/۳	۳/۳	
		ضعیف	۱/۱	۲/۲	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	
		بسیار ضعیف	۰/۰	۱	

ادامه جدول پ. ۳-۵ - تبدیل ارزش کیفی شاخص‌ها به ارزش کمی در ارزیابی تفصیلی

ردیف	موضوع شاخص	نام شاخص	ارزش کیفی	ارزش کمی	جمع
۲۰	نسبت خودکفایی مالی		خوب	۲/۲	۴/۰
			متوسط	۱/۴	۲/۱
			ضعیف	۰/۷	۱/۳
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۶
	شاخص وصول آب به آها		خوب	۴/۸	۶/۰
			متوسط	۳/۵	۴/۷
			ضعیف	۱/۴	۳/۴
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۳
	شاخص اعتماد به توزیع آب		خوب	۲/۳	۳/۰
			متوسط	۱/۵	۲/۲
			ضعیف	۰/۸	۱/۴
			بسیار ضعیف	۰/۰	۰/۷
	شاخص عدالت		خوب	۳/۸	۵/۰
			متوسط	۲/۵	۳/۷
			ضعیف	۱/۳	۲/۴
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۲
۱۵	کمی و آب مورد نیاز		خوب	۳/۴	۴/۵
			متوسط	۲/۳	۳/۳
			ضعیف	۱/۱	۲/۲
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱
	روطوبت نسبی خاک		خوب	۳/۴	۴/۵
			متوسط	۲/۳	۳/۳
			ضعیف	۱/۱	۲/۲
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱
	نسبت محصول به حجم آب CPD آبیاری		خوب	۴/۵	۶/۰
			متوسط	۳/۰	۴/۴
			ضعیف	۱/۵	۲/۹
			بسیار ضعیف	۰/۰	۱/۴

آزادی اطلاعات

سنجش از دور

منابع و مراجع

- آذرنیا، اصغر؛ روش چاهک آزمایشی برای اندازه‌گیری تراوش هیدرولیک خاک، بنگاه مستقل آبیاری، ۱۳۴۱.
- اسمیدما، لمبرت؛ رای کرافت، دیوید؛ ترجمه امین علیزاده؛ زهکشی اراضی، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۰.
- اکرم، مجتبی. راهنمای آزمایشات زهکشی، پلی کپی درسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۳۶۳.
- بازاری، محمدابراهیم؛ علیزاده، امین؛ نی‌ریزی، سعید. مهندسی زهکشی، مشهد، دانشگاه فردوسی، ۱۳۶۷.
- بای‌بوردی، محمد. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۰.
- شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، راهنما و دستورالعمل اندازه‌گیری ضریب آبگذری برای مطالعات زهکشی، ۱۳۶۶.
- شهریاری، محمدرضا. اندازه‌گیری ضریب آبگذری خاک در زیر سطح ایستابی به روش چاهک در مزرعه، اداره کل مهندسی زراعی، وزارت کشاورزی، تیرماه ۱۳۵۰.
- علیزاده، امین. زهکشی اراضی، مشهد، دانشگاه فردوسی، ۱۳۶۶.
- فرداد، حسین. اصول زهکشی و کاربرد آن، جلد سوم با تجدید نظر، تهران انتشارات دانش و فنی، ۱۳۶۵.
- طرح تهییه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیک خاک، ۱- روش چاهک، ۱۳۷۳.
- 11- American Society of Agronomy, Drainage for Agriculture, Monograph 17, 1974.
- 12- American Society of Agronomy, Drainage of Agricultural Lands, Monograph No. 17, 1977.
- 13- Bureau of Reclamation, Drainage Manual, 1993.
- 14- ILRI, Drainage Principle & Applications, Weganingen, The Netherlands, 1979.
- 15- United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Drainage of Agricultural Land, Washington, 1971.
- 16- USDA, SCS, Drainage of Agricultural Land, 1972.
- 17- Van Beer, W.F.J., Auger Hole Method, ILRI, The Netherlands, 1985.