





دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی عمران

تعیین و ارزیابی معیارهای پایداری در مدیریت منابع آب حوضه آبریز زاینده رود

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب

سید احسان توکلی نبوی

استاد راهنما

دکتر حمیدرضا صفوی

اسفندماه ۱۳۸۹

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه
(رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

در آغاز و در این کوتاه مجال، بر خود لازم می‌دانم که صمیمانه‌ترین سپاس خود را به پیشگاه پدر و مادر مهربانم و خواهران عزیزم که در دوران دانش‌اندوزی ام، همواره همراه و پشتیبانم بوده‌اند، تقدیم کنم.

از لطافت اساتید فریخته ام آقایان دکتر صفوی و دکتر باقری، خاضعانه سپاس گذارم و پشتیبانی بی‌شائبه‌شان را سپاسگزارم. ارزشمندترین خود می‌دانم. امید دارم که از رهنموی این محکم و گذران این مرحله از دانش جویی، سالیگی و قربت جستن به سمت وسوی انجمن و دنیای بزرگشان، به اندازه‌ی توان خود، یافته باشم.

در دوران گذران انجام این تحقیق، یاری‌های بی‌دینغ دوست عزیز و صاحب‌نظرم، مهندس حسینی، همواره را هکشتایم بود و پشتیبانی فکری در خوری را جهت ادامه‌ی تحقیق، برایم فراهم آورد. همچنین، نظرات ارزشمند و صائب مهندس زارع، بر غنای بیشتر این مجموعه در بخش‌های مختلف افزود. فلذا در این مقطع، مراتب سپاس‌گذاری خود را اعلام و یاری‌شان را صمیمانه ارج می‌نم. از مهربانی‌های دوست دیرینه‌ام، مهندس خوش‌نیت، که همواره در طی انجام مراحل این تحقیق کمک حال و یار همیشگی‌ام بودند، از ژرفای قلب سپاس گذارم.

از خانم مهندس امیدی، کارشناس ارشد سازمان محیط زیست، که همکاری صمیمانه‌ای در خصوص امور مربوط به فراهم ساختن داده‌های لازم جهت تکمیل بخش محیط زیست این تحقیق داشتند، سپاس گذارم.

همیشه و همیشه، قدردان دوستان عزیزم در دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان، به ویژه مهندس گل محمدی و مهندس طاهری که همواره نقش مشوق را در پیگیری مصرازی‌هایم ایفا نمودند، خواهیم بود. و در پایان، از آقایان مودنی‌رای، مهندس سلیمانی، انضلی و نظام خواه که زندگی‌ام را در سایه‌ی دوستی مهربانانه‌شان تاکنون سپری کرده‌ام، بی‌اندازه سپاس گذارم.

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

و

زنده یاد حسین پناهی، مردی از مردانِ دلِ آدمیان

از آجیل سفره عید
چند پسته لال مانده است
آنها که لب گشودند؛ خورده شدند
آنها که لال مانده اند؛ می شکنند
دندانساز راست می گفت:
پسته لال؛ سکوت دندان شکن است!
ح. پناهی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
چکیده	۱
فصل اول: کلیات تحقیق	
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ اهمیت و هدف انجام تحقیق	۲
فصل دوم: مبانی و مفاهیم	
۱-۲ مقدمه	۵
۲-۲ پیاده سازی مفهوم توسعه پایدار	۶
۱-۲-۲ پایداری منابع آب در سطح حوضه ی آبریز	۷
۲-۲-۲ بازتعریف توسعه ی پایدار در یک حوضه آبریز	۹
۳-۲-۲ برنامه ریزی و مدیریت در سطح حوضه آبریز	۱۰
۳-۲ بررسی مکاتب توسعه پایدار	۱۲
۱-۳-۲ ارزیابی پایداری سیستم ها	۱۲
۲-۳-۲ رویکرد اندازه گیری پایداری	۱۲
۳-۳-۲ رویکرد پایش پایداری	۱۷
۴-۳-۲ استفاده از دینامیک سیستم ها در برنامه ریزی توسعه پایدار	۱۸
۴-۲ چالش گزینش رویکرد پیاده سازی مفهوم پایداری در سیستم ها	۲۰
فصل سوم: مواد و روشها	
۱-۳ مقدمه	۲۲
۲-۳ تصمیم سازی در مقیاس حوضه	۲۴
۳-۳ مکانیزم های فعال در حوضه آبریز زاینده رود	۲۶
۴-۳ معرفی عمومی ساختارها	۲۷
۱-۴-۳ ساختار محدودیت رشد	۲۷
۲-۴-۱ ساختار پیروزی در پی پیروزی	۲۸
۳-۴-۳ ساختار انتقال فشار	۲۸
۴-۴-۳ ساختار گسترش تدریجی	۲۹
۵-۴-۳ ساختار تراژدی منابع مشترک	۲۹
۵-۳ مکانیزم محدودیت رشد در اقتصاد و جمعیت حوضه	۳۴
۱-۵-۳ رشد جمعیت و مهاجرت از دیگر نقاط اصفهان به سطح حوضه	۳۸
۲-۵-۳ حوضه زاینده رود و مزیت های نسبی و مطلق	۳۹
۶-۳ مکانیزم محدودیت رشد در ظرفیت اکولوژیکی حوضه	۴۵
۱-۶-۳ اکوسیستم تالاب گاوخونی	۴۶

۴۹	اکوسیستم حاشیه ی زاینده رود:.....	۲-۶-۳
۵۰	تحلیل ظرفیت های اکوسیستمیک در حوضه زاینده رود.....	۳-۶-۳
۵۰	مکانیزم باورهای از دست رفته در تامین منابع آبی.....	۷-۳
۵۲	گامهای توسعه منابع آب و روند مصارف حوضه آبریز زاینده رود.....	۱-۷-۳
۵۸	فرضیات دلایل نوسانات تقاضای آب در حوضه.....	۸-۳
۵۸	تغییر کاربری اراضی حاشیه زاینده رود.....	۱-۸-۳
۶۰	تغییر الگوی کشت در حوضه.....	۲-۸-۳
۶۵	تغییرات اقلیمی.....	۳-۸-۳
۶۷	توسعه و نوسازی شبکه های آبیاری.....	۴-۸-۳
۷۱	فصل چهارم معیارها و شاخص های پایش پایداری حوضه	
۷۱	مقدمه.....	۱-۴
۷۳	ایده حلقه های کارایی.....	۲-۴
۷۴	استراتژی های پایداری و تعیین معیارهای پایش.....	۳-۴
۷۴	استراتژی توسعه ی اقتصادی با رویکرد گذر از محوریت و ورود به محدودیت منابع آب.....	۱-۳-۴
۷۸	استراتژی تخصیص منابع آب با رویکرد انرژی تولیدی.....	۲-۳-۴
۸۲	استراتژی بارگذاری حوضه مبتنی بر رویکرد اقتصاد زیست محیطی.....	۳-۳-۴
۸۹	فصل چهارم مدلسازی دینامیک حوضه	
۸۹	مقدمه.....	۱-۵
۹۰	تبیین فرضیه های دینامیکی.....	۲-۵
۹۰	توسعه مدل شبیه سازی جهت پیاده سازی فرضیه های دینامیکی.....	۳-۵
۹۱	مدل مفهومی سیستم منابع حوضه آبریز زاینده رود.....	۱-۳-۵
۹۴	مدل سازی زیرسیستم منابع آب.....	۲-۳-۵
۱۰۰	مدل سازی زیرسیستم فعالیت های اقتصادی.....	۳-۳-۵
۱۰۳	مدل سازی زیرسیستم اشتغال و جمعیت.....	۴-۳-۵
۱۰۴	مدل سازی زیرسیستم تقاضا.....	۵-۳-۵
۱۰۵	معادلات متغیرهای حالت در مدل سیستم منابع آب حوضه زاینده رود:.....	۴-۵
۱۰۷	فرضیات و محدودیتهای مدل.....	۱-۴-۵
۱۰۸	مقادیر اولیه متغیرهای حالت در مدل منابع آب حوضه.....	۲-۴-۵
۱۰۹	مقادیر ثابت در مدل منابع آب حوضه.....	۳-۴-۵
۱۱۰	توابع Look up در مدل منابع آب حوضه.....	۴-۴-۵
۱۱۲	آزمون مدل.....	۵-۵
۱۱۲	آزمون ارزیابی ساختار.....	۱-۵-۵
۱۱۲	آزمون های تکرار رفتار.....	۲-۵-۵
۱۱۶	آزمون شرایط حدی.....	۳-۵-۵
۱۱۸	آزمون رفتار مدل در شرایط غیرعادی.....	۴-۵-۵
۱۱۹	آزمون سازگاری واحدها.....	۵-۵-۵

۱۲۰	فصل پنجم: شبیه سازی و رتبه بندی سناریوها و سیاست های اتخاذی
۱۲۰	۱-۶ مقدمه
۱۲۰	۲-۶ سناریوهای اعمال شده در شبیه سازی
۱۲۲	۳-۶ سیاست های اتخاذ شده در مدل
۱۲۴	۴-۶ اتخاذ سیاست برتر از نگاه اثربخشی در توسعه پایدار حوضه آبریز زاینده رود
۱۲۴	۱-۴-۶ معیارهای ارزیابی سیاست های اتخاذی
۱۲۵	۲-۴-۶ بررسی اولیه نتایج پیاده سازی سناریوها و سیاستهای اعمالی در مدل:
۱۳۲	۳-۴-۶ اولویت بندی شاخص های ارزیابی:
۱۳۴	۴-۴-۶ روشهای تصمیم گیری جهت انتخاب سیاست برتر
۱۳۵	۵-۴-۶ ابزار تصمیم گیری PROMETHEE
۱۳۸	۶-۴-۶ رتبه بندی بسته های سیاستی اعمال شده در سناریوهای حوضه
۱۴۵	۷-۴-۶ تحلیل رتبه بندی سیاست ها
۱۴۷	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۴۷	۱-۷ مقدمه
۱۴۷	۲-۷ برونداد تحقیق، مبتنی بر فرضیات اولیه مطرح شده
۱۴۸	۳-۷ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۵۰	۴-۷ پیشنهادات
۱۵۲	مراجع

چکیده:

لزوم تبیین و پیاده‌سازی یک سامانه‌ی پشتیبان تصمیم‌کارا جهت گذار به یک فرآیند پایدار در توسعه‌ی منطقه‌ای در حوضه‌ی آبریز امری روشن است. در این بین نوع نگرش به مفهوم توسعه پایدار و متعاقباً انتخاب نوع ابزار، مساله‌ای کاملاً تاثیرگذار است. براساس مفاهیم تبیین شده در این تحقیق، پرداختن به مفهوم توسعه پایدار اساساً نیازمند به کارگیری نگرشی سیستمیک، بهم‌پیوسته و کل‌نگر می‌باشد. در این پایان‌نامه، مبتنی بر این رویکرد و استفاده از پارادایم توسعه پایدار دینامیک، ابتدا وضع موجود با نگرشی بهم‌پیوسته و بر اساس تفکر سیستمیک ارزیابی شده و در گام بعد به مدل‌سازی سیستم پیچیده‌ی حوضه زاینده‌رود پرداخته گردیده است. همچنین کلیه فرایندهای دخیل در سیستم منابع آب حوضه زاینده رود همچون فرآیندهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی، با توجه به پارادایم توسعه پایدار دینامیک استخراج شده و در جهت درک تغییرات فرآیندها، روندها و تحلیل مشکلات و شناسایی مسائل کلیدی در سیستم منابع آب حوضه زاینده رود گام برداشته شده است. در ادامه مبتنی بر ارزیابی وضع موجود، استراتژی‌های منطقه‌ای جهت برون‌رفت از چالش‌های کنونی و ارائه سیاست‌ها تحت سناریوهای پیشنهادی تبیین گشته و شاخص‌هایی جهت پایش پایداری سیستم منابع آب حوضه زاینده رود، مبتنی بر مکانیزم‌های مخرب و در جهت کنترل آنها تولید گردید. با توجه به تکمیل اجزا اولیه سیستم پشتیبان تصمیم در گام قبل، در ادامه تحلیل سیاست‌ها و نتایج قابل انتظار در افق کوتاه، میان و بلندمدت جهت سیاست‌های اتخاذی صورت گرفت و بسته‌های سیاستی پیشنهادی تحت استراتژی‌های تبیین شده (مبتنی بر مفهوم حلقه‌های کارایی)، با استفاده از روش PROMETHEE رتبه بندی گردیدند. به طور خلاصه برون‌داد این پایان‌نامه را می‌توان، تبیین و پیاده‌سازی سامانه‌ی پشتیبان تصمیم استراتژیک دانست.

کلمات کلیدی: توسعه پایدار، پایداری منابع آب، تفکر سیستمیک، حلقه‌های کارایی، سیستم دینامیک، سامانه‌ی پشتیبان تصمیم

استراتژیک، حوضه آبریز زاینده‌رود

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

افزایش جمعیت، رشد اقتصادی و حرکت به سمت توسعه‌ی بیشتر و همچنین تغییر شرایط اقلیمی در مجموع باعث کمبود فزاینده آب در دنیای امروز به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک شده است. این مساله در مناطقی که تحت تنش آبی هستند با پدیده‌های شایعی همچون کاهش روزافزون کیفیت منابع طبیعی بیشتر نمایان‌گر است. در مناطق خشک و نیمه خشک مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی، چالش‌های اساسی را پیش روی توسعه‌ی این مناطق قرار داده است. کمبود منابع طبیعی از یک سو و نامحدود بودن نیازهای انسان از دیگر سو، باعث بوجود آمدن تفکر توسعه پایدار سیستم‌ها در بین محققین شده است. از این رو بکارگیری استراتژی‌ها و سیاست‌های اثربخش، امری اساسی در راستای توسعه پایدار و پیاده‌سازی حقیقی این مفهوم در هر منطقه می‌باشد [۱]. در این راستا سنجشگرهای پایداری می‌توانند به عنوان ابزارهای پایه‌ای، اطلاعاتی در مورد پیامدها و همچنین تعیین مسائل و دورنمای محتمل توسعه، آنالیز و تفسیر اختلافات و مشارکت‌های ممکن فراهم کرده و در ارزیابی اتخاذ سیاست‌ها و اثرات ناشی از اعمال آن‌ها کمک شایانی به تصمیم‌گیرندگان نمایند.

۲-۱ اهمیت و هدف انجام تحقیق

توسعه به مفهوم سنتی آن در هر حوضه، قهرا تداخل‌هایی با سیستم‌های اجتماعی و زیست بوم آن حوضه به وجود خواهد آورد. جهت مدیریت کردن هر چه بیشتر عکس‌العمل‌های ناشی از توسعه در منطقه، حرکت به سمت برنامه‌ریزی در راستای توسعه‌ی پایدار در هر حوضه به امری اجتناب‌ناپذیر برای آن منطقه تبدیل شده است. حوضه آبریز زاینده رود به دلیل تبادلات کمی و کیفی رودخانه زاینده‌رود با آبخوان‌های مرتبط آن و نیز وسعت حوضه و همچنین انواع مصارف و آب‌های برگشتی به رودخانه و آبخوان‌های آن از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است و بنابراین فرصتها و چالشهای فراوانی را پیش روی برنامه‌ریزی و مدیریت حوضه قرار داده است. بنابراین موضوع

پایداری منابع آب در این حوضه می‌تواند از جایگاه ویژه‌ای در تصمیم‌گیری‌های درون حوضه پیش روی مدیران قرار داده و موجبات تأیید و یا رد معیارهای تعیین و اجرای پروژه‌ها در سطح این حوضه‌ی پیچیده را فراهم آورد. بر این اساس سنجش و یا پایش حوضه آبریز زاینده رود برای پایداری می‌تواند بسیار پیچیده و البته حیاتی باشد.

در این حوضه، با توجه به افزایش جمعیت و توجه به توسعه کشاورزی و صنعتی در منطقه، استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. به طوری که ایجاد منابع آبی جدید همچون انتقال آب بین حوضه‌ای به عنوان گزینه‌ی پیش رو در مدیریت این حوضه‌ی پیچیده، همواره مورد نظر تصمیم‌گیران بوده است.

در این تحقیق سعی شده است تا با بررسی سیاست‌های اتخاذ شده در مدیریت منابع آب حوضه طی سالیان گذشته و تبیین فرآیندهای درونی سیستم در وضع موجود به پایش توسعه‌های آبی در حوضه پرداخته شود. ارزیابی این مساله که چه عوامل، سیاست‌ها و مکانیزم‌هایی در افزایش تقاضای آب در حوضه موثر بوده‌اند، کشف چگونگی ارتباط و اندرکنش بین متغیرهای کلیدی در مدیریت منابع آب حوضه، تدوین آنچه که بایست به عنوان اهداف استراتژیک جهت انطباق الگوی توسعه منطقه با الگوهای توسعه پایدار منابع آب در حوضه دنبال کرد و نهایتاً پیش‌بینی آینده‌ی منابع آب حوضه در صورت تداوم وضع موجود یا اعمال سیاست‌های بالادستی، اهداف اصلی این تحقیق را شکل می‌دهند.

بر این اساس، هدف از انجام این تحقیق ابتدا شناخت و بررسی فرآیندها و مکانیزم‌های دینامیکی موجود و تأثیرگذار بر روی سیستم منابع آب حوضه زاینده رود (به گونه‌ای که بتوان تغییرات ایجاد شده بر اثر سیاست‌گذاری‌های گذشته را بر روی منابع آب حوضه مورد مذاقه قرار داد) می‌باشد. سپس بر اساس فرآیندهای شناسایی شده نشان‌گرهایی برای پایش سیستم منابع آب حوضه پیشنهاد خواهند شد.

براین اساس، تحقیق در هفت فصل ارائه گردیده است:

فصل اول شامل مقدمه، تعریف مسئله تحقیق، هدف از تحقیق می‌باشد. در فصل دوم پس از بیان تعاریف و مفاهیم اولیه، مروری کلی بر سابقه‌ی مطالعات در این خصوص صورت گرفته و در نهایت با تبیین رویکرد اتخاذی، پارادایم فکری حاکم بر این تحقیق معرفی می‌گردد. همچنین در این بخش فرآیند پایش و تصمیم‌گیری پایدار در سیستم‌ها به صورت کلی معرفی شده است. در فصل سوم به بررسی منطقه مطالعاتی، بررسی و شناخت روش تحقیق، معرفی متغیرهای کلیدی در حوضه و نوع اندرکنش‌های آن‌ها با یکدیگر در قالب چارت همه‌جانبه‌ی حوضه و در ادامه دینامیک‌های موجود در سیستم منابع آب حوضه زاینده رود و تحلیل اولیه درباره مکانیزم‌های موجود در آن پرداخته شده است. در فصل چهارم از ایده‌ی حلقه‌های کارایی جهت کنترل فرآیندهای تخریبی مورد استفاده قرار گرفته و معیارهای پایش توسعه‌ی پایدار در حوضه معرفی گردیده‌اند. در فصل پنجم، گام‌های مدل‌سازی و نتایج حاصل از آن به صورت مشروح بیان شده است. در فصل ششم به تدوین سیاست‌ها و بسته‌های سیاستی پیشنهادی پرداخته شده و در نهایت ارزیابی بسته‌های سیاستی و اولویت‌بندی بسته‌های سیاستی صورت پذیرفته و فرم پیشنهادی

جهت تدوین یک سیستم پشتیبان تصمیم کارا ارائه شده است. در نهایت در فصل هفتم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه گردیده است.

شایان ذکر است که هدف از انجام این تحقیق، در گام اول ارائه‌ی یک روش‌شناسی صحیح و کاربردی جهت مدیریت بر منابع آب جهت دستیابی به توسعه‌ای پایدار در مقیاس حوضه‌ی آبریز و سپس تعیین معیارهایی جهت پایش توسعه مبتنی بر گام نخست بوده است. بنابراین ارائه سیاست‌ها و اقدامات اجرایی و همچنین به کارگیری معیارهای تعیین شده به عنوان استراتژی‌های توسعه‌ی پایدار در حوضه از دامنه‌ی کاری این تحقیق خارج می‌باشد.

فصل دوم

مبانی و مفاهیم

۱-۲ مقدمه

تقاضای روبه رشد منابع آب به دلیل افزایش جمعیت و البته رشد اقتصادی و تغییر شرایط اقلیمی، باعث نقصان‌های کمی و کیفی فزاینده آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک شده است. طی سالیان اخیر، مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی چالش‌های اساسی را پیش روی توسعه و رشد اقتصادی این مناطق قرار داده است. جدا از بحث جغرافیای اقلیمی، زمین به عنوان یک کل جامع و البته با منابع محدود، خود را به ویژه در دهه‌های بروز مدرنیسم با تقاضای سیری ناپذیر بشر صنعتی مواجه می‌دیده است. این نوع نگاه نگران به جغرافیای زیست بوم انسان بود که موجبات پدید آمدن تفکر توسعه پایدار (بر پایه‌ی سه وجه اقتصاد، اجتماع، محیط زیست) را در بین محققین دهه‌ی ۸۰ میلادی فراهم نمود [۲].

برای پیاده‌سازی این مفهوم مبهم و پیچیده تلاش‌های فراوانی در سطوح بین‌المللی تاکنون به‌انجام رسیده است [۳]، [۴]. اما این مساله که توسعه به مفهوم سنتی آن در هر منطقه، قهرا تداخل‌هایی با سیستم‌های اجتماعی و زیست محیطی آن منطقه بوجود خواهد آورد، سیستم را ملزم به ارزیابی پایداری توسعه‌ی مورد نظر می‌کند. براین اساس تعیین و ارزیابی معیارهای پایداری در یک منطقه که با این سه عامل اساسی و تاثیرات آن درگیر است می‌تواند منجر به ارزیابی رفتار حوضه از منظر پایداری شود. بر این اساس تعیین معیارهای مناسب سنجش پایداری می‌تواند امری تاثیرگذار در فرآیند توسعه در یک منطقه باشد. گستردگی و پیچیدگی این مفهوم در تمامی سطوح برنامه‌ریزی و توسعه و پایش پایداری توسعه قابل

ملاحظه است. به عنوان مثال در بخش نوع نگاه و رویکرد به موضوع سنجش و ارزیابی پایداری، به طور مشخص دو مکتب فکری را می‌توان در تحقیقات محققین پایداری پیگیری نمود که در این تحقیق به طور کامل به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

۲-۲ پیاده سازی مفهوم توسعه پایدار:

در ابتدا باید بین دو مفهوم «رشد» و «توسعه» تمایز قایل شد. رشد، مفهومی کمی است در حالی که توسعه، مفهومی کیفی است. به عنوان مثال رشد اقتصادی به تعبیر ساده عبارت است از افزایش تولید (کشور) در یک سال خاص در مقایسه با مقدار آن در سال پایه. در سطح اقتصاد کلان، افزایش تولید ناخالص ملی (GNP) یا تولید ناخالص داخلی (GDP) در سال موردنظر به نسبت مقدار آن در یک سال پایه، رشد اقتصادی محسوب می‌شود که باید برای دستیابی به عدد رشد واقعی، تغییر قیمت‌ها (تورم) و استهلاک تجهیزات و کالاهای سرمایه‌ای را نیز از آن حذف نمود. در مقابل توسعه اقتصادی عبارت است از رشد همراه با افزایش ظرفیت‌های تولیدی اعم از ظرفیت‌های فیزیکی، انسانی و اجتماعی. در توسعه اقتصادی، علاوه بر رشد کمی در تولید، منطقه شاهد تحول در نهادهای اجتماعی، تغییر نگرش‌ها، افزایش مستمر در توان بهره برداری از منابع موجود و نوآوری در سطوح کلان خواهد بود. و از آنجا که در وابستگی مستقیم با انسان است، امری فراگیر در جامعه، بی حد و مرز و اساساً کیفی تعریف می‌شود.

پس از مشخص شدن تعریف توسعه، مفهوم «پایداری» باید مورد بحث قرار گیرد. پایداری یک مفهوم دینامیک است که توانایی انطباق^۱ در یک سیستم را جهت ظرفیت‌سازی در مواجهه با فرصت‌ها و تهدیدها پدید می‌آورد.

با وجود ارائه تعاریف مناسب از دو عبارت «توسعه» و «پایدار»، به دلیل عدم وجود مفهوم یگانه‌ای از توسعه پایدار، در حال حاضر نمی‌توان تعریف واحدی و مورد اتقایی آرایبی در این زمینه مطرح نمود. اما به طور کلی در تمامی متون «توسعه-ای را پایدار تلقی می‌کنند که بتواند احتیاجات نسل حاضر را بدون فدا کردن توانایی نسلهای آینده برآورده سازد» [۲]. لذا شاید بهتر باشد این مفهوم را «چشم انداز در حال پیدایش» تصور کنیم تا مفهومی دقیقاً تعریف شده و بر این اساس مفهوم جدید توسعه پایدار پویا و کلی‌نگر خواهد بود و همه ابعاد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و دیگر نیازهای بشری را دربر خواهد گرفت. بر این مبنا توسعه پایدار دیگر یک موقعیت ثابت نخواهد بود و به فرآیندی پیوسته که شامل مفاهیمی چون دگرگونی، انطباق و سازگاری باشد، اطلاق خواهد شد [۵]. با استفاده از این تعاریف پایه، اکنون می‌توان به بررسی امکان پیاده‌سازی مفهوم توسعه پایدار و تبیین استراتژی‌ها و معیارهای پایش توسعه پایدار در یک حوضه آبریز و به طور کلی در یک منطقه پرداخت.

از آنجا که توسعه در هر منطقه در رابطه‌ی ارگانیک با استراتژی‌های توسعه‌ی آن منطقه قرار دارد، لذا استراتژی‌های توسعه‌ی پایدار در یک منطقه مجموعه راهبردهایی خواهد بود که با استفاده از آنها، منطقه توانایی رسیدن به توسعه‌ای پایدار

^۱. Adaptation

را بدست آورد. برای رسیدن به استراتژی‌های پایدار ابتدا بایست «متغیرها و پارامترهای کلیدی» منطقه را که می‌تواند در این زمینه نقش اساسی بازی می‌کند را شناسایی و مورد بازتعریف دقیق و مبتنی بر تعاریف پایه‌ی پایداری قرار داد. سپس می‌توان از آنها جهت ایجاد «طرح و چارت همه‌جانبه^۱» از سیستم پیچیده‌ی یک منطقه و حوضه استفاده نمود. به عنوان مثال، نحوه‌ی گزینش استراتژی مناسب در برخورد با فعالیت‌های مهم اقتصادی یک حوضه‌ی آبریز (شامل بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات) پایه‌ی اساسی استراتژی کلان توسعه‌ی حوضه را در قالب عنوان جامع‌تری به نام «استراتژی رشد متعادل/ نامتعادل»^۲ در یک حوضه مشخص می‌کند. اما به واسطه‌ی سمت‌گیری حوضه به سوی الگوهای توسعه‌ی پایدار، علاوه بر پارامترهایی که به رشد اقتصادی حوضه مربوط و آن را فعال می‌کنند، لزوم وارد نمودن پارامترهای اجتماعی-زیست محیطی در چارت همه‌جانبه یک سیستم (که در غالب برنامه‌ریزی‌های کنونی منظور نمی‌شوند) امری بدیهی می‌نماید. بنابراین در خصوص سیستم حوضه آبریز، موضوع تلفیق مبانی فکری مهندسی منابع آب و همچنین روابط درهم‌تنیده‌ی اجتماعی و اکوسیستم‌های موجود در آن در قالب پایداری منابع آب در سطح حوضه آبریز امری ضروری است.

۲-۱-۲ پایداری منابع آب در سطح حوضه‌ی آبریز

سیستم منابع آب حوضه‌ی آبریز به واسطه‌ی طبیعت پیچیده‌ی اجزا و دینامیک اندرکنش‌های آنها به عنوان یک سیستم زنده و کاملاً پویا مطرح است. توسعه‌ی یک حوضه و منطقه، فرآیندی سیستمیک و البته مبتنی بر استراتژی‌های اتخاذی از جانب مدیران آن منطقه است. شکل شکل ۱-۲ مراحل توسعه‌ی یک حوضه‌ی آب-مینا، نحوه‌ی توسعه‌ی یک حوضه و ارتباط آن با منابع آب موجود در آن حوضه را نشان می‌دهد. در یک حوضه ابتدا و بدون توجه به در نظر گرفتن بسیاری از قیود مختلف اجتماعی و زیست محیطی، رویکرد مدیریت در حوضه رویکردی «آب محور» است؛ بدین معنی که در برنامه-ریزی‌های کلان حوضه از آب به عنوان محور توسعه و زیربنای رشد منطقه یاد می‌شود. پس از عبور از این مرحله و وابسته شدن هرچه بیشتر اقتصاد و به تبع توسعه‌ی منطقه به آب، آب در دیدگاه مدیران به عنوان «کلید توسعه» حوضه مطرح و تامین هرچه بیشتر آن برای ادامه‌ی روند رو به رشد توسعه در حوضه کلیدی و حیاتی تلقی می‌شود. در واقع در این دو مرحله، آب از محوریت خارج نشده و تنها نوع وابستگی به آن در سطوح مدیریتی تغییر کرده است. اما با گذر از این برهه‌ی زمانی، حوضه وارد تنش‌های آبی شدید گشته و دیگر نمی‌توان از آب به عنوان محوری برای توسعه‌ی منطقه یاد کرد. این دوره از حیات حوضه را می‌توان مرحله‌ی «محدودیت توسعه» حوضه با تکیه بر منابع آب نام‌گذاری نمود. در این مرحله، دیگر توسعه‌ی حوضه با تکیه بر منابع موجود حوضه امکان‌پذیر نمی‌باشد و بایستی استراتژی‌هایی جهت خارج کردن حوضه از خطر بسته شدن حوضه^۳ توسط مدیران اتخاذ گردد. در این جا است که انتخاب سنگ‌بنای فلسفی مستحکم در گزینش نوع

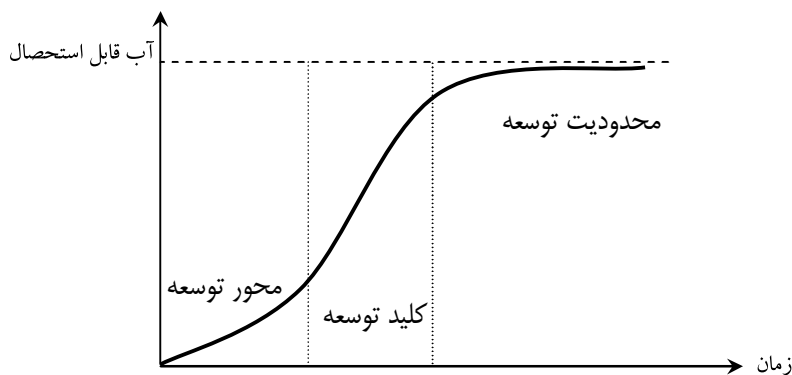
^۱ Overall Chart (Outline)

^۲ استراتژی رشد متعادل: راهبردی است که محور آن باور به وابستگی و اندرکنش متقابل بین بخش‌ها در ایجاد بازاری برای یکدیگر نباشد است (Sink, Source) که در پایان منجر به از بین رفتن کمبود تقاضا در سطح حوضه می‌گردد.

استراتژی رشد نامتعادل: رفتار اصلی این راهبرد، اولویت دادن بخشی در گروه‌های اقتصادی و به عنوان بخش پیشتاز و تمرکز سرمایه در آن است.

^۳ Basin's Closure

نگرش به مدیریت حوضه (انتخاب پارادایم‌های توسعه) خود را نشان می‌دهد. این مدیریت می‌تواند با تزریق منابع جدید (انتقال آب بین حوضه‌ای) محدودیت را کاهش داده و حوضه را از تنش به طور موقت خارج نماید و هم می‌تواند با تغییر محوریت توسعه حوضه که پیش از این تنها بر اساس موجودیت آب بود، راه دیگری برای خارج نمودن حوضه از بسته شدن حوضه در دراز مدت ببیند.



شکل ۱-۲ مراحل توسعه‌ی یک حوضه‌ی آب-مبنا

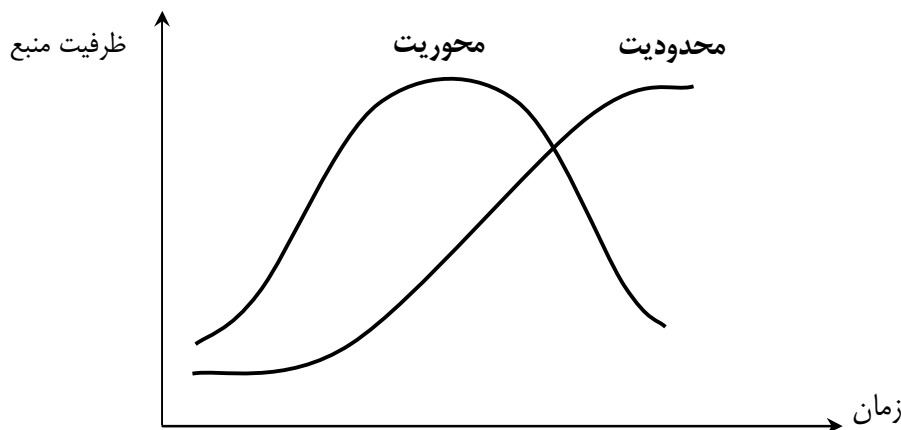
اینکه «فاصله‌ی زمانی گذر از یک مرحله به مرحله‌ی دیگر چه اندازه است؟»، در مورد حوضه‌های مختلف، در چگونگی پاسخ به سوالات بنیادی مانند اینکه ساختارهای تاریخی به‌جامانده از گذشته چه باشند و چگونه عمل کنند و نیز ساختارهای طراحی شده‌ی جدید تا چه حد سازگاری و توانمندی داشته باشند وابستگی اساسی دارد. اگرچه در این بین اثر متغیرهای خارجی نیز می‌تواند بر طی هر یک از مراحل گذار کاملاً تاثیرگذار باشد. با توجه به گفته‌های بالا اینکه یک حوضه در کجای فرآیند توسعه‌ی خود قرار دارد را می‌توان از ردیابی دو ویژگی توسعه‌ی یک حوضه بر مبنای آب دریافت: «محوریت» و «محدودیت»

• تعریف مفاهیم محوریت و محدودیت:

در حوضه‌های آبریز، پیش از آنکه توسعه در آن رنگ جدی به خود بگیرد، آب به تنهایی به عنوان محور توسعه تلقی نمی‌گردد بلکه از آن به عنوان منبعی جهت ادامه‌ی حیات حوضه یاد می‌شود^۱. اما با توجه به رویکرد جوامع به توسعه در عصر حاضر، حوضه‌ها از منابع سرشار خود (آب) به عنوان محوری جهت توسعه و تقویت زیرساخت‌های اقتصادی خود استفاده می‌کنند. ویژگی این دوره، پیشرفت‌های گوناگون تکنولوژیکی و عدم وجود هرگونه محدودیت برداشت از منابع است. با ادامه‌ی روند رو به رشد منطقه در برداشت، حوضه به سطحی از محدودیت منابع می‌رسد که ادامه‌ی مسیر توسعه با گزاره‌های

^۱ به عنوان مثال ایرانیان قدیم با توجه به محدودیت منابع آب، از آب محدود خود تنها به عنوان منبعی جهت حیات و رفع نیازهای اولیه خود استفاده می‌کردند و توسعه‌ی اقتصادی جامعه‌ی خود کاملاً عین شده با ترازیت و بازرگانی در دوران کهن قرار داده بودند. وجود جاده‌ی ابریشم و رونق آن در ایران گذشته موبد این واقعیت است.

فکری و عملیاتی که آن را به این حد از توسعه رسانده، دیگر امکان پذیر نمی باشد؛ در واقع حوضه وارد فاز محدودیت منابع شده است.



شکل ۲-۲ رفتار ویژگی های توسعه ای حوضه ی آب- مینا در طول زمان

از آنجا که زمان بندی عبور سیستم از مراحل فرآیند توسعه ای "آب - مینا" در شکل ها و گفته های بالا، پایه ی زمانی دقیقی ندارد نیاز به تدقیق این روند توسط شاخص های متنوع در مورد چگونگی گذران سیستم در بین مراحل توسعه ای آب مینا به جد احساس می شود. بنابراین با تولید و پایش شاخص هایی که نماینده ی عملکرد و فرآیند گذار سیستم می باشند، می توان به درکی جامع و همه جانبه از روندهای موجود در حوضه بدست آورد.

۲-۲-۲ بازتعریف توسعه ای پایدار در یک حوضه آبریز

اکنون پس از توضیحات کامل ذیل بخش ۲-۲-۱ می توان دوباره به ابتدا بازگشت و با بازتعریف مجدد مفاهیم پایه، به این سوال پاسخ گفت که «در چه صورت استراتژی های توسعه در یک سیستم پیچیده همچون یک حوضه ی آبریز می تواند پایدار باشد؟». با وجود اینکه پاسخ به طور ضمنی در این بخش مطرح شده اما به طور کلی سیستمی اساسا پایدار است که پس از پایش موقعیت و جایگاه خود در ابتدایی ترین حالات در شکل ۱-۱ توسط شاخص ها و معیارهای مناسب طراحی شده در گام نخست، به تدوین استراتژی های توسعه در منطقه بپردازد. به دیگر سخن، تبیین دقیق وضعیت موجود یک حوضه ی آبریز و نوع رابطه ی آن با پتانسیل های منابع آبی آن حوضه، تعیین کننده ی پایداری و یا ناپایداری استراتژی های اتخاذی در آن منطقه خواهد بود. به عنوان مثال در یک منطقه کمتر توسعه یافته، با افزایش ظرفیت زیرساختها، از آب می توان به عنوان محرک توسعه در آن منطقه استفاده کرد. در مقابل و در مناطقی که از تمامی پتانسیل منابع آبی آن استفاده شده است، آب به عنوان یک محدودیت در امر توسعه قلمداد می شود و عملا برای حفظ رشد اقتصادی آن مناطق باید الگوی توسعه بر پایه فعالیت هایی تعریف شود که وابستگی کمتری به آب داشته باشند. به عبارت دیگر در این گونه مناطق و به ویژه حوضه های آبریز، اگر مسیر توسعه خواهان احتراز از نگرانی در خصوص بسته شدن و پیامدهای پرهزینه ی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن باشد، باید ریل عوض کرده و با واقع نگری نسبت به وضعیت منطقه مبتنی بر شکل، سعی بر تدوین استراتژی های آینده حوضه نماید.

۳-۲-۲ برنامه‌ریزی و مدیریت در سطح حوضه آبریز

جهت بحث در خصوص فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت در مقیاس حوضه‌ی آبریز، در ابتدا لازم است دو اصطلاح رایج در این خصوص را تعریف کرده و بر اساس آن به انواع سطوح و ابزارهای برنامه‌ریزی و مدیریت حوضه آبریز پرداخت.

• مدیریت جامع^۱:

مفهوم جامع در حقیقت کامل و بدون نقص است و اساساً زمانی بکار می‌رود که تمامی اجزا سیستم مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. بر این اساس، مدیریت جامع مترادف یک مدیریت فراگیر و همه‌سو نگر است. بنابراین لازمی دستیابی به چنین مدیریتی بررسی اجزا سیستم و کلیه ارتباطات حاکم بر آن است. در مدیریت جامع ارزش و اعتبار تک تک اجزا و روابط یکسان است [۶]. در این رویکرد، "مدیریت درصدد تهیه یک دایره‌المعارف از سیستم است" [۷]. بنابراین هویت اجزا مدنظر قرار می‌گیرد. در این نگرش، مطالعه همه جانبه و کامل سیستم با صرف هزینه، زمان و انرژی فراوان همراه است. پیچیدگی سیستم در میان انبوهی از داده‌های زمانی و مکانی، افق دیدی روشن و همگرا را در اختیار مدیر قرار نمی‌دهد. بنابراین درک، کنترل و مدیریت سیستم بسیار مشکل بوده و حقایق و مکانیزم‌های فعال در سیستم را در میان انبوهی از داده‌ها مغفول می‌ماند. بنابراین برنامه و طرح تدوین شده برای مدیریت سیستم، در این رویکرد، از اعتبار یک رویکرد استراتژیک خارج و به یک رویکرد تاریخی تبدیل می‌کند.

• مدیریت بهم‌پیوسته^۲:

اساس رویکرد بهم‌پیوستگی فلسفه کل‌نگری^۳ است. در خصوص این تفکر در بخش ۲-۳ توضیح بیشتر داده خواهد شد. اما به طور خلاصه این فلسفه بر هویت و هستی سیستم استوار است و مدیریت مبتنی بر این فلسفه‌ی نگرش از دامنه و ژرفای دید بیشتری در مواجهه با حقایق برخوردار است. در این رویکرد، همه اجزا از جایگاه یکسانی برخوردار نبوده و و اساساً در این نوع مدیریت تأکید بیشتر بر متغیرها و روابط کلیدی تأثیرگذار بر سیستم است. هدف‌دار بودن، عدم نگرش استاتیک به روابط و متغیرها مهم‌ترین ویژگی این نوع مدیریت است. بنابراین جهت نیل به مدیریت بهم‌پیوسته در سطح یک حوضه آبریز، به واسطه‌ی زیربنای کلی‌نگر این مدیریت، باید بیش از آنکه به اجزا توجه شود، رویکرد استراتژیک سیستم مدنظر قرار گیرد. تحقیقاتی که در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت بهم‌پیوسته رودخانه‌ها و حوضه‌های آبریز انجام می‌شود، غالباً در حوزه مدیریت جامع (نه بهم‌پیوسته) می‌گنجد. این مساله ناشی از عدم تمایز بین این دو مفهوم بنیادین در ذهن تصمیم‌سازان می‌باشد [۸]. همان‌گونه که در تعریف مدیریت‌ها نیز گفته شد، جهت رسیدن به مدیریتی بهم‌پیوسته، سیستم نیازمند برنامه‌ریزی استراتژیک است تا فرآیند مدیریتی در راستای هماهنگی قابلیت‌های سیستم با فرصت‌های موجود شکل گیرد. باید توجه داشت که فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک زمانی با ارزش خواهد بود که به تصمیم‌گیرندگان اصلی در سیستم

¹Comprehensive Management

²Integarted Management

³Holism

در تفکر استراتژیک و پیاده‌سازی آن کمک کند. از مزایای این نوع برنامه ریزی می‌توان به امکان پیش‌آگاهی از وقوع مشکلات احتمالی، قابلیت تشخیص تغییرات و فراهم نمودن شرایط عکس‌العمل در برابر آن‌ها، امکان‌سازی ایجاد بستری مناسب جهت دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده و اتخاذ تصمیمی مناسب، تنویر افکار مدیران از وضعیت موجود و آینده-ی سیستم، ترویج تفکر آینده‌نگری و نهایتاً ارائه‌ی دیدی هدفمند از مسائل مدیریتی در قبال سیستم اشاره داشت.

اما آنچه هم‌اکنون در حیطه‌ی برنامه‌ریزی بهم‌پیوسته حوضه‌های آبریز انجام می‌شود غالباً در تهیه و تدوین مدل‌های شبیه‌ساز تخصیص آب در حوضه آبریز منحصر شده و اساساً رویکردی استراتژیک به «فرآیند پایداری» در حوضه ندارند [۹-۱۳]. جدول ۱-۲، مدل‌های رایج در زمینه‌ی شبیه‌سازی منابع آب جهت برنامه‌ریزی در حوضه آبریز را با ذکر مشخصات هر یک نشان می‌دهد. اما بنابر آنچه پیشتر نیز گفته شد، هیچ یک از این مدل‌ها اساساً رویکردی استراتژیک به «فرآیند پایداری» در حوضه را دنبال نمی‌کنند.

جدول ۱-۲ معرفی و مقایسه خصوصیات مدل‌های شبیه‌سازی برنامه‌ریزی منابع آب حوضه آبریز [۸]

WBalMo	MODSIM	MIKE BASIN	WEAP	RIBASIM	سطح ۳	سطح ۲	سطح ۱
خیر	خیر	بله	بله	بله	فرآیندهای سطحی	مدل‌سازی	مدل‌سازی سیستم‌های منابع طبیعی و سازهای مرتبط با آن
خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	فرآیندهای زیرسطحی	هیدرولوژیکی	
خیر	بله	بله	بله	بله	اندرکنش سفره و رودخانه	حوضه	
خیر	بله	بله	خیر	بله	روندپای جریانی		
معین و احتمالی	معین	معین	معین	معین و احتمالی	معین/احتمالی	نوع مدل	
پیوسته زمانی	پیوسته زمانی	پیوسته زمانی	پیوسته زمانی	پیوسته زمانی	تک واقعه/پیوسته زمانی	هیدرولوژیکی	
نیمه گسترش یافته	نیمه گسترش یافته	نیمه گسترش یافته	نیمه گسترش یافته	نیمه گسترش یافته	تجمع شده/گسترش یافته	حوضه	
نیمه نظری	نیمه نظری	نیمه نظری	نیمه نظری	نیمه نظری	نظری/تجربی		
بله-پیچیده	بله-ساده	بله-ساده	بله-ساده	بله-پیچیده	مخازن سطحی		
خیر	خیر	بله-جریان و مخازن	بله-جریان	بله-جریان و مخازن	کیفیت آب		
خیر	خیر	خیر	بله-ساده	بله-ساده	تخمین تقاضای صنعتی و شرب	مدل‌سازی	
خیر	خیر	خیر	بله-پیچیده	بله-پیچیده	تخمین تقاضای کشاورزی	توابع اجتماعی	
خیر	بله	بله	بله	بله	تخمین تولید برق آبی	و اقتصادی	
بهینه‌سازی-اولویت دهی	بهینه‌سازی-شبکه جریان	بهینه‌سازی-اولویت دهی	بهینه‌سازی-اولویت دهی	بهینه‌سازی-اولویت دهی	روش تخصیص منابع به مصارف		
بله	خیر	بله	خیر	بله	تحلیل GIS	امکانات جانبی	
خیر	بله	خیر	خیر	خیر	ابزار واسنجی		
خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	ابزار تحلیل حساسیت		
خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	ابزار تحلیل عدم قطعیت		
خیر	خیر	خیر	بله	خیر	تحلیل مالی		