نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۳۶-۸۲۶

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 826-836

مدل پویای سیستم بهسازی شبکه آبیاری فومنات از دیدگاه شاخص‌های کفایت و عدالت

سمانه شعبانی[۱]، محمد جواد منعم[۲*]، علی باقری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۱

چکیده

سهم عمده‌ای از منابع آبی برای مصارف کشاورزی از طریق شبکه‌های آبیاری و زهکشی استفاده می‌شود. بررسی عملکرد شبکه‌های کشور نشان داده است که کارایی بسیاری از آن‌ها پایین می‌باشد. لذا توجه به مقوله بهسازی شبکه‌های آبیاری، جهت ارتقاء عملکرد آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. به‌دلیل پیچیدگی مسئله بهسازی شبکه‌های آبیاری و وجود تعاملات بین اجزای آن، نیاز به یک نگاه جامع و آینده‌نگر وجود دارد. یکی از ابزارهای مدیریتی برای این منظور، علم پویایی سیستم است. در این تحقیق وضعیت موجود شبکه آبیاری فومنات در قالب ساختار علی و معلولی شناسایی و مدل مفهومی و کمی حاکم بر بهسازی این شبکه از دیدگاه شاخص‌های فرآیندی، تعیین گردید. خروجی‌های مدل در قالب سیاست‌های مختلف بهسازی مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله حاکی از آن است که با ادامه روند فعلی در آینده، وضعیت شبکه از منظر مطلوبیت که مجموعه‌ای از شاخص‌های فرآیندی است، وخیم‌تر خواهد شد. در مقابل نشان داده شده است که در صورت اعمال سیاست‌های مختلف، سطح مطلوبیت شبکه به نسبت‌های مختلف افزایش می‌یابد. از بین سیاست‌های منفرد، سیاست سرمایه‌گذاری برای بهسازی فیزیکی و سیاست ثابت نگه‌داشتن سطح زیر کشت، به‌ترتیب در کوتاه‌مدت و بلند مدت بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش مطلوبیت شبکه داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: بهسازی، پویایی سیستم، شبکه آبیاری و زهکشی فومنات، عدالت، کفایت، مطلوبیت

مقدمه

شبکه‌های آبیاری و زهکشی نقش به‌سزایی در استفاده بهینه از منابع آبی در بخش کشاورزی دارند. بسیاری از کشورها تاکنون بیش‌تر به ساخت شبکه‌های آبیاری جدید توجه کرده‌اند، اما امروزه در کنار احداث تاسیسات جدید، لزوم بهسازی شبکه‌های آبیاری موجود بیش‌تر احساس می‌شود.

برای مشخص کردن عملکرد پروژه‌ها باید ابزاری جهت اندازه‌گیری موفقیت یا شکست پروژه در اختیار باشد. این ابزارها اصطلاحاً شاخص‌های اندازه‌گیری نامیده شده‌اند. این شاخص‌ها در تحقیقات مختلفی جهت بررسی عملکرد شبکه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند از جمله می‌توان به تعیین عملکرد شبکه آب در ترکیه (Korkmaz et al., 2009) و شبکه آب در اسپانیا (Urrestarazu et al., 2009) اشاره نمود.

علی‌رغم تحقیقات گسترده در زمینه بهسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، هنوز این شبکه‌ها از عملکرد بالایی برخوردار نیستند. یکی از این دلایل، جزئی نگری و نگرش مقطعی به آن‌ها است. به‌دلیل پیچیدگی مسائل شبکه‌های آبیاری و وجود تعاملات بین اجزای آن، نیاز به یک نگاه جامع، سیستمی و آینده‌نگر وجود دارد. در این راستا استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها[۴] می‌تواند ابزاری مؤثر تلقی شود.

کاربردهای این رویکرد در زمینه‌های مختلف رو به گسترش است. از جمله کاربرد پویایی سیستم‌ها در زمینه آب می‌توان به تحقیقات زیر اشاره نمود: مدیریت کم‌آبی (Fletcher., 1998)، تبیین مدل بهره‌برداری از منابع آب در شبکه آبیاری (Khan., 2004)، واعظ تهرانی و همکاران (۱۳۸۹) مدلی برای بهسازی شبکه‌های آبیاری با رویکرد پویایی سیستم‌ها از دیدگاه شاخص‌های کفایت، راندمان، عدالت و پایداری برای شبکه آبیاری قزوین در نظر گرفتند. حاتم (۱۳۹۰) مدلی برای بهسازی شبکه‌های آبیاری با رویکرد پویایی سیستم‌ها از دیدگاه راندمان برای شبکه آبیاری قزوین ارائه نمود.

بررسی سوابق نشان‌دهنده لزوم توسعه کاربرد این رویکرد در شبکه‌های متنوع آبیاری و زهکشی از دیدگاه‌های مختلف می‌باشد. از

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه مهندسی سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس
۳- استادیار گروه مهندسی منابع آب دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: (Email: monem_mj@modares.ac.ir

4- The System Dynamics approach (SD)

Archive of SID
www.SID.ir

طرفی با توجه به تفاوت ویژگی‌های شبکه‌های آبیاری، گسترش کاربرد این رویکرد در شبکه‌های دیگر علاوه بر تعمیق درک مفهوم پویایی سیستم‌ها در شبکه‌های آبیاری امکان توصیه سیاست‌های مختلف بهسازی متناسب با شرایط خاص هر شبکه را فراهم می‌نماید. در این راستا، شبکه آبیاری و زهکشی فومنات به‌دلیل شرایط خاص اقلیم منطقه‌ای که در آن واقع است و هم‌چنین تک محصولی بودن این شبکه، مورد نظر این تحقیق قرار گرفته است.

در این تحقیق به‌منظور شناخت بهتر شبکه آبیاری وزهکشی فومنات و دستیابی به راه‌حل‌های مؤثر برای بهبود عملکرد و مطلوبیت آن، الگوهای حاکم بر مشکل اصلی شبکه که همان کاهش میزان مطلوبیت می‌باشند، شناسایی و به دنبال آن، مکانیزم‌های موجود در شبکه مشخص شده‌اند. با مورد نظر قرار دادن الگوها و مکانیزم‌ها، ساختار علی و معلولی و مدل مفهومی و کمی حاکم بر شبکه آبیاری فومنات تعیین شدند. در نهایت با آزمون سیاست‌های مرتبط، اثر بخشی سیاست‌ها در بهسازی شبکه آبیاری مشخص گردید.

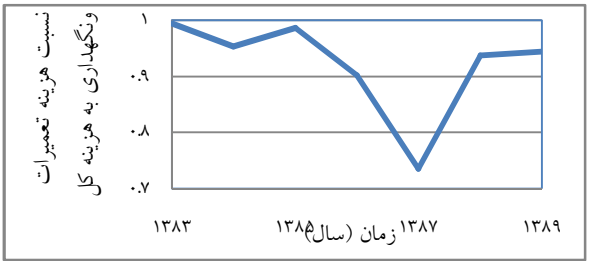
مواد و روش‌ها

رویکرد پویایی سیستم‌ها

روش پویایی سیستم‌ها بر درک چگونگی اندرکنش فرآیندهای فیزیکی، جریان اطلاعات و سیاست‌های مدیریتی تمرکز می‌کند. اساس روش تحلیل پویایی سیستم بر پایه فرضیه فرآیندهای بازخوردی می‌باشد. فرآیندهای بازخوردی به‌صورت حلقه‌های علت و معلولی بیان می‌شوند. مجموعه‌ای از این حلقه‌ها، الگوهای رفتاری را شکل می‌دهند. ترکیب الگوهای رفتاری به‌صورت جامع، ساختار بهسازی سیستم مورد نظر را تشریح می‌کنند. با کسب اطلاعات کمی از سیستم و بررسی تغییرات آن‌ها، معادلات حاکم بر رفتار اجزاء سیستم استخراج و مدل کمی سیستم توسعه داده می‌شود. پس از صحت‌سنجی مدل می‌توان سیاست‌های مختلف بهسازی را مورد آزمون قرار داد. مراحل مختلف مدل‌سازی با رویکرد پویایی سیستم‌ها به‌صورت زیر است: ۱- تعریف مسئله، ۲- تعیین مرز سیستم، ۳-تبیین فرضیه‌های دینامیکی، ۴- توسعه مدل شبیه‌سازی، ۵- صحت‌سنجی مدل، ۶- اجرای مدل و آزمون گزینه‌ها(Stave., 2003).

شبکه آبیاری و زهکشی فومنات

ناحیه فومنات یکی از بخش‌های سه گانه شبکه آبیاری سفیدرود است. مسئولیت بهره‌برداری از این شبکه بر عهده "شرکت بهره-برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی گیلان" می‌باشد. با توجه به اهمیت بهسازی فیزیکی در بهبود عملکرد و مطلوبیت شبکه، هر ساله اعتبارات مشخصی به این بخش اختصاص داده می‌شود. شکل ۱ درصد نسبت هزینه عملیات بهره‌برداری و نگهداری و لایروبی به کل هزینه‌ها را نشان می‌دهد. علی‌رغم صرف این اعتبارات، به‌دلیل قدمت شبکه و عدم انجام صحیح عملیات بهسازی، هم‌چنان مشکلاتی از منظر تأمین و توزیع آب، سر راه شرکت بهره‌برداری وجود دارد.



شکل ۱- نسبت هزینه‌های سالانه عملیات بهره‌برداری و نگهداری و لایروبی به هزینه کل شبکه آبیاری فومنات

مدل بهسازی شبکه آبیاری فومنات با رویکرد پویایی سیستم‌ها

تعریف مسئله

تعریف مسئله عبارتست از بیان دغدغه‌ای که از بررسی روند تغییرات متغیر مرجع (متغیری که در سیستم رفتاری نامطلوب از آن مشاهده می‌شود) نتیجه می‌گردد. در مسئله بهسازی شبکه آبیاری فومنات، مجموع مشکلات موجود سبب کاهش مطلوبیت در شبکه گردیده است.

در این تحقیق مطلوبیت (U) به‌صورت ترکیبی از شاخص کفایت(A) و عدالت(E) در نظر گرفته شده و در رابطه ۱ و ۲ نشان داده شده است. شاخص کفایت به‌صورت نسبت حجم آب تحویلی به حجم آب مورد نیاز تعریف شده است، هم‌چنین ضریب تغییرات مکانی شاخص کفایت (CV_{W_S}) براساس تعریف مولدن و گیتز (1990) به عنوان معیاری از عدالت معرفی می‌شود. مطلوبیت شبکه آبیاری فومنات طی ۶ سال محاسبه و میزان تغییرات آن در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مطلوبیت شبکه در طول زمان در حال کاهش است و در طی شش سال از حدود ۰/۴ به ۰/۳ کاهش یافته است و توجه جدی جهت توقف این روند و بهبود آن ضروری است.

$$U = (A \times E) \quad (۱)$$

$$E = (1 - CV_{W_S}) \quad (۲)$$

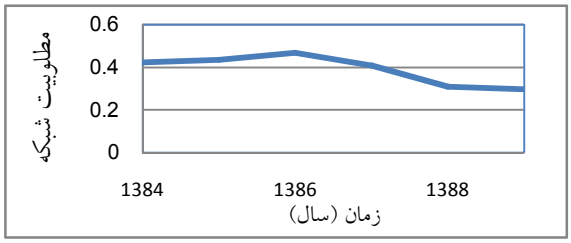
تعیین مرز سیستم

این مرحله شامل معرفی متغیرهای تأثیرگذار بر روی سیستم و تأثیرپذیر از سیستم مورد مطالعه است که متغیرهای درون‌زا نامیده می‌شوند. در این مسئله این متغیرها عبارتند از: بهسازی فیزیکی شبکه، تقاضای آب و متغیرهای اقتصادی. در مقابل، متغیرهایی وجود دارند که تنها روی سیستم تأثیر می‌گذارند، اما از آن تأثیر نمی‌پذیرند که به آن‌ها متغیرهای برون‌زا می‌گویند از جمله این متغیرها در این تحقیق می‌توان به شاخص پرسنلی، قیمت محصول و غیره اشاره

Archive of SID

www.SID.ir

نمود.

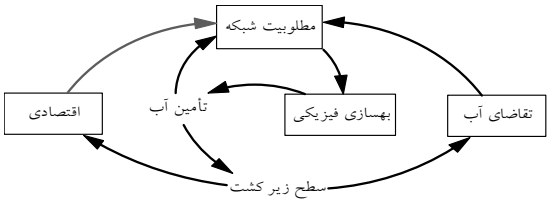


شکل۲- تغییرات مطلوبیت شبکه در طی زمان

تبیین فرضیه‌های دینامیکی

پس از تعیین متغیرهای تأثیرگذار، باید نحوه‌ی تأثیرگذاری این متغیرها به‌گونه‌ای بیان شوند تا بتوانند توضیح مناسبی در رابطه با چگونگی شکل‌گیری رفتار متغیر مرجع، ارائه نمایند. برای تعیین نحوه‌ی اثرگذاری مکانیزم‌های تأثیرگذار روی مطلوبیت شبکه آبیاری فومنات، مدل مفهومی کلی حاکم بر شبکه به‌صورت شکل ۳ ارائه گردیده است. این مدل نشان می‌دهد که مطلوبیت شبکه متأثر از وضعیت اقتصادی، تقاضا و تأمین آب در شبکه است. وضعیت اقتصادی و تقاضای آب متأثر از سطح زیر کشت می‌باشند. در مقابل مطلوبیت بر فعالیت‌های بهسازی مؤثر بوده که خود از طریق تأمین آب و سطح زیر کشت به‌طور غیر مستقیم بر مطلوبیت اثرگذار خواهد بود.

پس از بیان مدل کلی مفهومی لازم است ساختارهای حاکم بر سیستم شناسایی شوند. این ساختارها درک درستی از رفتار سیستم داده و علت بوجود آمدن مشکلات را روشن می‌نمایند. با بررسی‌های انجام شده سه ساختار فعال در منطقه مورد شناسایی قرار گرفت که عبارتند از: "انتقال بار مسئولیت"[1]، "راه‌حل‌های منجربه شکست"[2] و "محدودیت رشد"[3].در ادامه به تشریح مصداق این ساختارها در شبکه آبیاری فومنات می‌پردازیم

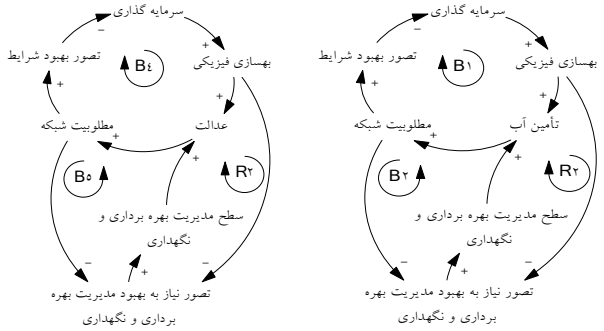


شکل ۳- مدل مفهومی حاکم بر بهسازی شبکه آبیاری فومنات

1- Shifting the Burden
2- Fixes that Fail
3- Limits to growth

الف- ساختار انتقال بار مسئولیت

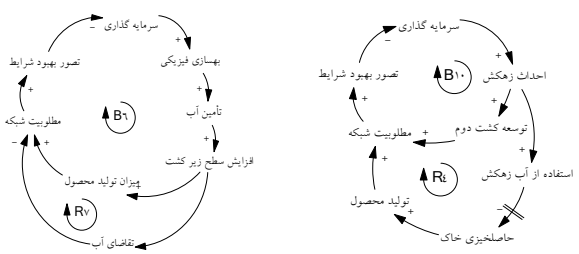
این ساختار در شکل ۴ نشان داده شده است. مطابق این الگو، زمانی که عملکرد و مطلوبیت سیستم پایین باشد اقداماتی در بخش بهسازی صورت می‌گیرد و به‌صورت موقت مشکل حل می‌شود (حلقه B_1 و B_4). در نتیجه این تصور به‌وجود می‌آید که نیاز چندانی به بهبود مدیریت بهره‌برداری و نگهداری وجود ندارد و بدین ترتیب سطح این مدیریت کاهش می‌یابد (حلقه R_2). در نتیجه بعد از مدتی دوباره مشکل بروز می‌کند و مطلوبیت شبکه کاهش می‌یابد. مسئله توجه به بهسازی فیزیکی و غافل شدن از بهسازی مدیریتی از جمله مشکلاتی است که در شبکه آبیاری قزوین نیز مورد شناسایی قرار گرفته است (حاتم، ۱۳۹۰).



شکل ٤- ساختار انتقال بار مسئولیت در شبکه آبیاری فومنات

ب- ساختار راه‌حل‌های منجربه شکست

دو نمونه از این الگو در شکل ۵ نشان داده شده است. به‌عنوان مثال در نمونه اول، با افزایش سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی به مسئله احداث زهکش توجه می‌شود. ولی این مسئله می‌تواند در مواقع کم‌آبی مشکل‌ساز شود و به‌دلیل نبود آب کافی، کشاورزان از آب زهکش‌ها استفاده نمایند که آلودگی خاک و کاهش حاصل‌خیزی آن‌را به دنبال خواهد داشت (حلقه R_4). در حال حاضر، این پدیده، حاصل‌خیزی زمین‌های تحت پوشش شبکه آبیاری سفیدرود را به‌طور جدی تهدید می‌کند (شرکت مهندسی مشاور پندام، ۱۳۸۳). به دنبال کاهش حاصل‌خیزی خاک، تولید محصول و مطلوبیت شبکه کاهش می‌یابد و این همان الگوی رفتاری "راه‌حل‌های منجربه شکست" می‌باشد.



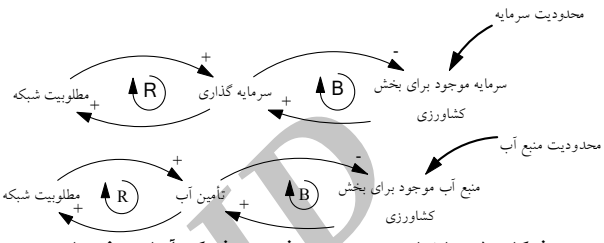
شکل ۵- ساختار راه‌حل‌های منجربه شکست در شبکه آبیاری فومنات

Archive of SID

www.SID.ir

ج- ساختار محدودیت رشد

در سیستم مورد مطالعه دو محدودیت رفتار آن‌را تحت کنترل دارند و از رشد حلقه‌های تقویتی جلوگیری می‌کنند، این دو محدودیت عبارتند از: محدودیت منبع آب و محدودیت سرمایه‌گذاری در بخش بهسازی و نوسازی شبکه که در شکل ۶ نشان داده شده‌اند. مطابق انتظار و هم‌چنین نتایج تحقیقات واعظ تهرانی و همکاران(۱۳۸۹)، این دو محدودیت بر اکثر شبکه‌های آبیاری تأثیرگذار می‌باشند.



شکل ٦- ساختار محدودیت رشد در شبکه آبیاری فومنات

با مورد نظر قرار دادن مدل مفهومی و ساختارهای شناخته شده در شبکه آبیاری فومنات، می‌توان ساختار علی و معلولی حاکم بر شبکه را تعیین نمود که در شکل ۷ نشان داده شده است. به‌دلیل رعایت اختصار، توضیح این ساختار و حلقه‌های موجود بیان نمی‌شود، تشریح کامل این ساختار را می‌توان در پایان‌نامه شعبانی (۱۳۹۱) مشاهده نمود. در ادامه تنها به بیان رابطه بین متغیرهایی پرداخته خواهد شد که اطلاعات کمی مربوط به آن‌ها وجود دارد و قادر به کمی کردن آن‌ها بوده‌ایم. ساختار علی و معلولی شبکه فومنات از ترکیب سه زیر سیستم که تحت عنوان مکانیزم‌های حاکم شناخته می‌شوند، به‌دست آمده است. این مکانیزم‌ها عبارتند از: مکانیزم بهسازی فیزیکی، مکانیزم اقتصادی و مکانیزم تقاضای آب، که هر یک به‌طور مختصر تشریح می‌شوند.

مکانیزم بهسازی فیزیکی شبکه آبیاری فومنات

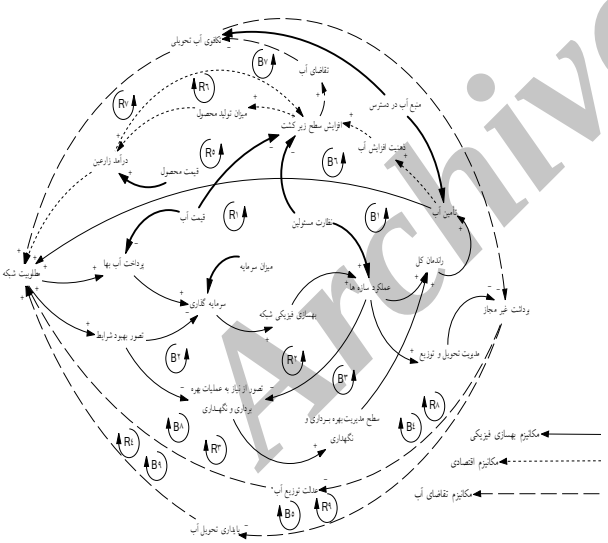
با توجه به قدمت شبکه آبیاری فومنات و فرسودگی سازه‌های موجود، مقوله بهسازی فیزیکی در این شبکه حائز اهمیت است. هم‌چنین عدم توجه به بهسازی مدیریتی بر شدت مشکلات افزوده است. در نتیجه توجه جدی به بخش بهسازی فیزیکی و مدیریتی و سرمایه‌گذاری جهت انجام اقدامات اساسی، احساس می‌شود. که به موجب آن مکانیزم بهسازی فیزیکی به‌عنوان یکی از مکانیزم‌های حاکم بر شبکه تعیین شده است.

مکانیزم اقتصادی شبکه آبیاری فومنات

محصول اصلی تولیدی کشاورزان گیلانی برنج می‌باشد و فروش این محصول به‌عنوان منبع اصلی درآمدی کشاورزان محسوب می‌شود. بنابراین از یک‌سو اتکاء وضعیت اقتصادی کشاورزان گیلانی به فروش محصول برنج و از سوی دیگر قیمت متغیر این محصول در طول سال‌های مختلف و حتی در ماه‌های مختلف یک سال، اقتصاد این منطقه را بی‌ثبات نموده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هر عاملی هر چند کوچک، که بر قیمت و میزان محصول تولیدی و نهایتاً میزان درآمد سالانه کشاورزان، تأثیر گذارد، می‌تواند بر نحوه تعامل ایشان نسبت به تصمیمات مرتبط با شبکه مؤثر باشد. لذا جنبه اقتصادی به‌عنوان یکی از مکانیزم‌های فعال در بهسازی شبکه مورد بررسی قرار گرفته است.

مکانیزم تقاضای آب شبکه آبیاری فومنات

با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر در گیلان (مخصوصاً خشک‌سالی، سال ۱۳۸۷)، و کاهش منابع در دسترس جهت تأمین آب مورد نیاز کشاورزان، مسئله میزان تقاضای آب در بخش کشاورزی، اهمیت ویژه‌ای یافته است و به موجب آن، از یک سو، مسئولین اقدام به ترویج استفاده از ارقامی با نیاز آبی کم‌تر نموده‌اند و از طرف دیگر، کشاورزان به واسطه عدم اطمینان از تأمین آب مورد نیاز اراضی خود، اقدام به تغییر الگوی کشت و یا تغییر کاربری اراضی نموده‌اند. پیرو موارد ذکر شده، مکانیزم تقاضای آب به‌عنوان یکی از مکانیزم‌ها فعال شناسایی شده است.



شکل ۷- ساختار علی و معلولی بهسازی شبکه آبیاری فومنات

توسعه مدل شبیه‌سازی

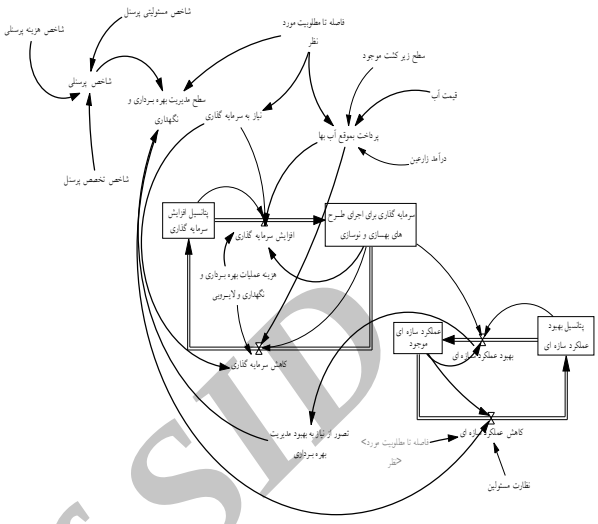
پس از توسعه ساختار مدل، لازم است رابطه ریاضی بین متغیرها تعریف شود و مدل کمی توسعه یابد. برای این امر از نرم‌افزار Vensim استفاده شده است. این نرم‌افزار شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی سیستم را انجام داده و امکان آزمون گزینه‌های مختلف را فراهم

Archive of SID

www.SID.ir

می‌آورد. در ادامه به بیان روابط ریاضی بین متغیرها می‌پردازیم.

مدل زیرسیستم بهسازی فیزیکی شبکه آبیاری فومنات در محیط Vensimبه صورت شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸- مدل زیرسیستم بهسازی فیزیکی شبکه آبیاری فومنات

همان‌طور که در مدل نیز مشاهده می‌شود، افزایش سرمایه‌گذاری جهت اجرای طرح‌های بهسازی و نوسازی شبکه ($I_{(I_{R\&I})}$) به عواملی چون: سرمایه‌گذاری برای اجرای طرح‌های بهسازی و نوسازی ($I_{R\&I}$)، تفاوت نسبت هزینه عملیات بهره‌برداری و نگهداری و لایروبی به هزینه کل هر سال نسبت به سال مبنا (سال ۱۳۸۴) ($C_{D\&M}$)، پرداخت به‌موقع آب‌بها (P_{P_W}) و نیاز به سرمایه‌گذاری ($N_{I_{R\&I}}$)، بستگی دارد. و رابطه آن به صورت رابطه ۳ نشان داده می‌شود.

$$I_{(I_{R\&I})} = I_{R\&I}\left[0.5(C_{D\&M}) + 0.2(P_{P_W}) + 0.3(N_{I_{R\&I}})\right] \quad (۳)$$

سرمایه‌گذاری جهت اجرای طرح‌های بهسازی و نوسازی در هر سال($I_{R\&I}$) برابر با مجموع میزان سرمایه‌گذاری در سال مبنا ($I_{(R\&I)0}$) و مقدار اختلاف افزایش($I(I_{(R\&I)t})_t$) و کاهش سرمایه‌گذاری($R(I_{(R\&I)t})_t$) در هر سال می‌باشد و از رابطه۴ محاسبه می‌شود.

$$I_{R\&I} = I_{(I_{R\&I})0} + \sum_{t=84}^{89}(I_{(I_{R\&I})t} - R_{(I_{R\&I})t}) \quad (۴)$$

عواملی که در مدل به‌عنوان پارامترهای مؤثر بر پرداخت به‌موقع آب‌بها (P_{P_W})شناخته شده‌اند عبارتند از: درآمد سالانه کشاورزان(I_F)، قیمت آب(P_W، ریال بر هکتار)، سطح زیر کشت موجود (A_C، هکتار) و فاصله تا مطلوبیت مورد نظر (D_U)، که از رابطه ۵ محاسبه می‌شود.

$$P_{P_W} = 0.5\left(\frac{I_F}{A_C \times P_W}\right) + \frac{0.5}{D_U} \quad (۵)$$

پارامتر نیاز به سرمایه‌گذاری($N_{I_{R\&I}}$) با ضریبی به میزان فاصله تا مطلوبیت مورد نظر(D_U) ارتباط داده شد و به‌صورت رابطه ۶ بیان می‌شود.

$$N_{I_{R\&I}} = 0.8(D_U) \quad (۶)$$

بهبود عملکرد فیزیکی سازه‌ها(I_P) تابعی ازمیزان سرمایه‌گذاری جهت اجرای طرح‌های بهسازی و نوسازی($I_{R\&I}$) و هم‌چنین میزان عملکرد موجود در همان سال(S_P) می‌باشد و به صورت معادله ۷ محاسبه می‌شود.

$$I_P = S_P \times I_{R\&i} \quad (۷)$$

کاهش عملکرد سازه‌ها(R_P) تابع عوامل مختلفی مانند: عملکرد فیزیکی سازه‌ها(S_P)،سطح مدیریت بهره‌برداری و نگهداری($M_{O\&M}$)، نظارت مسئولین(S_A) و فاصله تا مطلوبیت مورد نظر(D_U) می‌باشد و از رابطه ۸ محاسبه می‌شود.

$$R_P = S_P\left(\frac{0.3}{S_A} + \frac{0.35}{M_{O\&M}} + 0.35D_U\right) \quad (۸)$$

مقدار عملکرد فیزیکی سازه‌ها(S_P) برابر است با مجموع عملکرد سازه‌ها در سال مبنا(S_{P_0}) و مقدار اختلاف بهبود(I_P) و کاهش عملکرد سازه‌ها(R_{Pt}) در هر سال، و از رابطه ۹ به‌دست می‌آید.

$$S_P = S_{P_0} + \sum_{t=85}^{89}(I_{Pt} - R_{Pt}) \quad (۹)$$

تصور از نیاز به بهبود مدیریت بهره‌برداری و نگهداری(I_M)، تابعی از میزان بهبود عملکرد فیزیکی سازه‌ها(I_P) است و به‌صورت رابطه ۱۰ معرفی شده است.

$$I_M = 1 - I_P \quad (۱۰)$$

سطح مدیریت بهره‌برداری و نگهداری($M_{O\&M}$)، تابعی از شاخص پرسنل(P_e)، فاصله تا مطلوبیت مورد نظر(D_U) و تصور از نیاز به بهبود مدیریت بهره‌برداری (I_M) می‌باشد، که به صورت متوسط آن‌ها و طبق رابطه ۱۱ بیان می‌شود.

$$M_{O\&M} = \frac{P_e + D_U + I_M}{3} \quad (۱۱)$$

شاخص پرسنلی (Pe) خود تابعی از تخصص پرسنل ،($Pe1$) مسئولیت آن‌ها ($Pe2$)و هزینه پرسنلی ($Pe3$) بوده که از روابط ۱۲ تا ۱۴ به‌دست می‌آید (منعم و قدوسی، ۱۳۸۵).

$$P_{e1} = \frac{27P_1 + 25P_2 + 20P_3 + 15P_4 + 13P_5}{100} \quad (۱۲)$$

که در آن، $P1$: شمار پرسنل کارشناس ارشد، $P2$: شمار پرسنل کارشناس، $P3$: شمار پرسنل کاردان، $P4$: شمار پرسنل دیپلم و $P5$: شمار پرسنل زیر دیپلم

$$P_{e2} = \frac{75P_6 + 25P_7}{100} \quad (۱۳)$$

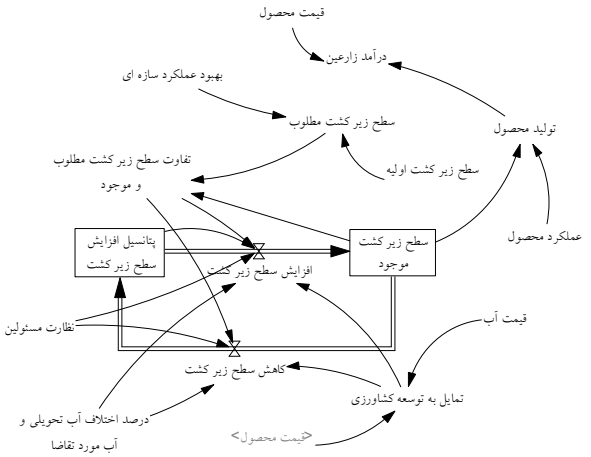
که در آن، $P6$: شمار پرسنل اداری، $P7$: شمار پرسنل اجرایی

$$P_e = 0.5P_{e1} + 0.32P_{e2} + 0.12P_{e3} \quad (۱۴)$$

مدل زیرسیستم اقتصادی شبکه آبیاری فومنات به‌صورت شکل ۹ نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹- مدل زیر سیستم اقتصادی شبکه آبیاری فومنات

مقدار سطح زیر کشت موجود (A_C) در سال‌های مختلف از مجموع سطح زیر کشت در سال مبنا (سال ۱۳۸۴) (A_{C0}) و اختلاف افزایش (I_{A_C}) و کاهش سطح زیر کشت (R_{A_C}) در سال‌های متوالی، مطابق رابطه ۱۵ به‌دست می‌آید.

$$A_C = A_{C0} + \sum_{t=84}^{89} (I_{A_{Ct}} - R_{A_{Ct}}) \quad (۱۵)$$

عوامل شناخته شده در سیستم شبکه آبیاری فومنات، که بر افزایش سطح زیر کشت(I_{A_C}) تأثیرگذار می‌باشند، عبارتند از: درصد تقاضای آب($P_{D_{D\&S}}$)، اختلاف سطح زیر کشت موجود و مطلوب(D_{A_C})، تمایل به توسعه کشاورزی(W_{E_A}) و نظارت مسئولین(S_A). رابطه بین عوامل فوق به‌صورت رابطه ۱۶ نشان داده شده است. هم‌چنین پتانسیل افزایش سطح زیر کشت نیز بر این پارامتر تأثیرگذار است و به صورت شرط در مدل لحاظ شده است. بدین شکل که اگر مقدار پتانسیل عملکرد صفر شود، دیگر افزایشی در سطح زیر کشت نداریم و این بدین معنی است که از تمام پتانسیل‌های موجود جهت توسعه سطح زیر کشت استفاده نموده‌ایم. براساس مطالعات منطقه، حداکثر وسعت اراضی منطقه که می‌توانند تحت کشت قرار گیرند برابر با ۴۵۰۰۰ هکتار می‌باشد.

$$I_{A_C} = \frac{0.4(P_{D_{D\&S}}) + 0.4(D_{A_C}) + 0.2(W_{E_A})}{S_A} \quad (۱۶)$$

رابطه کاهش سطح زیر کشت (R_{A_C}) نیز به صورت رابطه ۱۷ بیان می‌شود.

$$R_{A_C} = \frac{0.4(P_{D_{D\&S}}) + 0.4(D_{A_C}) + \frac{0.2}{W_{E_A}}}{S_A} \quad (۱۷)$$

در روابط ۱۶ و ۱۷، مقادیر به‌صورت مشرط وارد شده‌اند. رابطه ۱۸ نمونه‌ای از شروط مورد نظر را نشان می‌دهد.

$$IF \quad (D_{A_C} = A_C - O_{A_C}) \rangle 0 \quad Then \quad R_{A_C} = \left| A_C - O_{A_C} \right|$$
$$and \quad I_{A_C} = 0 \quad Else \quad I_{A_C} = \left| A_C - O_{A_C} \right|$$
$$and \quad R_{A_C} = 0 \quad (۱۸)$$

که در آن، D_{A_C} :اختلاف سطح زیر کشت موجود و مطلوب (هکتار)،A_C: سطح زیر کشت موجود (هکتار) وO_{A_C}:سطح زیر کشت مطلوب می باشد.

سطح زیر کشت مطلوب (O_{A_C})، متناسب با بهبود عملکرد فیزیکی سازه‌ها(I_P) و سطح زیر کشت موجود در سال مبنا(A_{C0}) می‌باشد. در این تحقیق سال ۱۳۸۴ به‌عنوان سال مبنا در نظر گرفته شده و میزان سطح زیر کشت این سال، ۳۱۰۰۰ هکتار می‌باشد، سطح زیر کشت مطلوب به‌صورت رابطه ۱۹ بیان شده است.

$$O_{A_C} = A_{C0}(1 + I_P) \quad (۱۹)$$

اختلاف سطح زیر کشت موجود و مطلوب نیز از رابطه ۲۰ محاسبه می‌شود.

$$D_{A_C} = A_C - O_{A_C}) \quad (۲۰)$$

تمایل به توسعه کشاورزی(W_{E_A}) به قیمت محصول تولیدی (PC، ریال در کیلوگرم)، قیمت آب مصرفی کشاورزی(PW، ریال در هکتار) و عملکرد محصول(O_C، کیلوگرم در هکتار)، بستگی دارد و به صورت رابطه ۲۱ بیان شده است.

$$W_{E_A} = \frac{P_C}{P_W} \times O_C \quad (۲۱)$$

درصد تقاضای آب نیز به صورت رابطه ۲۲ ارائه می‌شود.

$$P_{D_{D\&S}} = \frac{D_{D\&S}}{W_D} \quad (۲۲)$$

که در آن، :$P_{D_{D\&S}}$ درصد تقاضای آب، $D_{D\&S}$:اختلاف آب مورد تقاضا و آب تحویلی (میلیون متر مکعب) و WD آب مورد تقاضا (میلیون متر مکعب)

میزان تولید محصول(برنج) (P، کیلوگرم)، از حاصل‌ضرب دو عامل سطح زیر کشت(A_C) و میزان عملکرد محصول(O_C، کیلوگرم در هکتار)، به‌دست می‌آید و به‌صورت رابطه ۲۳ نشان داده شده است.

$$P = A_C \times O_C \quad (۲۳)$$

همان‌طور که ذکر شد، منبع درآمد اکثر کشاورزان گیلانی، فروش محصول برنج می‌باشد. بنابراین میزان متوسط درآمد زارعین از رابطه ۲۴ به‌دست می‌آید.

$$I_F = P \times P_C \quad (۲۴)$$

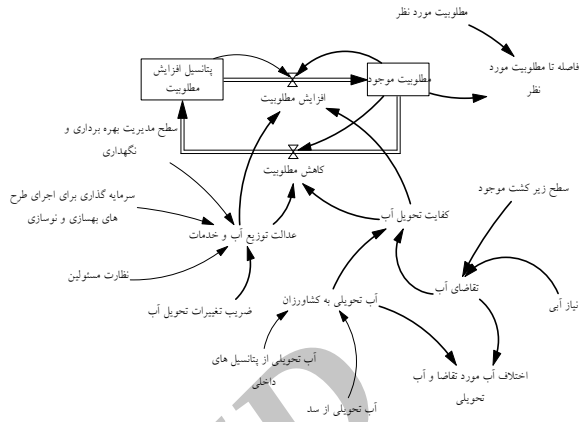
که در آن،I_F: درآمد زارعین، P: میزان محصول تولیدی (کیلوگرم) و P_C: قیمت محصول (ریال در کیلوگرم)

مدل زیرسیستم تقاضای آب شبکه آبیاری فومنات به صورت شکل ۱۰ نشان داده شده است. مقدار مطلوبیت موجود شبکه(U) در سال‌های مختلف، از مجموع میزان مطلوبیت در سال مبنا (سال ۱۳۸۴) (U_0)، و اختلاف افزایش(I_{U_t}) و کاهش مطلوبیت شبکه (R_{U_t}) در سال‌های متوالی، مطابق رابطه ۲۵ به‌دست می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

$$U = U_0 + \sum_{i=84}^{89}(I_{I_t} - R_{U_t}) \quad (۲۵)$$



شکل ۱۰- مدل زیر سیستم تقاضای آب شبکه آبیاری فومنات

میزان افزایش مطلوبیت در شبکه(I_U)، تابعی از مطلوبیت موجود (U) و میزان شاخص کفایت تحویل آب(A) و عدالت توزیع آب و خدمات در شبکه(E) می‌باشند و مطابق رابطه ۲۶ بیان می‌شود. این دو پارامتر به مانند دیگر پارامترهای نرخ موجود در مدل، به‌صورت جملات شرطی در نظر گرفته شده‌اند. بدین ترتیب که اگر میزان کفایت از مقدار عددی آن در سال مبنا کم‌تر بود به اندازه تفاوت این دو مقدار، سبب کاهش مطلوبیت می‌شود و افزایش مطلوبیت برابر صفر خواهد بود و بالعکس. شرطی مانند شرط فوق در مورد عدالت نیز لحاظ شده است.

$$I_U = U(0.6A \times 0.4E) \quad (۲۶)$$

میزان کاهش مطلوبیت(R_U) از رابطه‌ای مشابه رابطه ۲۶ محاسبه می‌شود.

فاصله تا مطلوبیت مورد نظر(D_U) از رابطه ۲۷ به‌دست می‌آید. در این رابطه مقدار مطلوبیت مورد نظر، ۱ در نظر گرفته شده است، که بیان‌گر حداکثر مطلوبیت می‌باشد. با توجه به مقدار مطلوبیت سال ۱۳۸۴ که برابر با ۰/۸۴ بود، این مقدار برای مطلوبیت مورد نظر، مناسب است.

$$D_U = O_U - U \quad (۲۷)$$

که در آن، O_U: مطلوبیت مورد نظر، U: مطلوبیت موجود شاخص کفایت تحویل آب(A)، به میزان حجم آب تحویلی(W_S) و حجم آب مورد نیاز(W_D)، بستگی دارد و از رابطه ۲۸ محاسبه می‌شود.

$$A = \frac{W_S}{W_D} \quad (۲۸)$$

منبع تأمین آب مورد نیاز کشاورزان در شبکه، سد سفیدرود و پتانسیل‌های داخلی است و به صورت رابطه ۲۹ نشان داده شده است.

$$W_S = D_W + I_{P_W} \quad (۲۹)$$

که در آن، W_S: آب تحویلی (میلیون متر مکعب)، D_W: آب تحویلی از سد (میلیون متر مکعب) و I_{P_W}: آب تحویلی از پتانسیل داخلی (میلیون متر مکعب)

مقدار آب مورد تقاضا(W_D)، به سطح زیر کشت(A_C) و نیاز آبی گیاه برنج(C_{W_N}،میلیون متر مکعب بر هکتار) بستگی دارد. مقدار نیاز آبی برنج مطابق با اطلاعات حاصل از شرکت بهره‌برداری برای سال-های نرمال برابر با ۱۰۰۰۰ متر مکعب در هکتار، برای ترسالی‌ها، ۸۵۰۰ و در خشک‌سالی‌ها برابر ۱۲۵۰۰ متر مکعب در هکتار در نظر گرفته می‌شود. که در بین سال‌های مورد بررسی به‌جز سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷، دیگر سال‌ها به‌عنوان سال نرمال منظور شده‌اند. سال ۱۳۸۶ جزء ترسال و سال ۱۳۸۷ جزء سال خشک، محسوب می‌شوند. رابطه ۳۰ نحوه محاسبه میزان تقاضای آب را نشان می‌دهد.

$$W_D = C_{W_N} \times A_C \quad (۳۰)$$

اختلاف آب مورد تقاضا (W_D) و آب تحویلی (W_S) به‌صورت رابطه ۳۱ نشان داده می‌شود.

$$D_{D\&S} = W_D - W_S \quad (۳۱)$$

که در آن، $D_{D\&S}$: اختلاف آب مورد تقاضا و آب تحویلی (میلیون متر مکعب)

عدالت توزیع آب و خدمات(E) به‌عواملی چون سرمایه گذاری برای اجرای طرح‌های بهسازی و نوسازی($I_{R\&I}$)، سطح مدیریت بهره‌برداری و نگهداری ($M_{O\&M}$) و ضریب تغییرات مکانی شاخص کفایت(CV_{W_S})، بستگی دارد. این رابطه به‌صورت معادله ۳۲ نشان داده شده است.

$$E = S_A\left[0.2(I_{R\&I}) + 0.2(M_{O\&M}) + 0.6(1 - CV_{W_S})\right] \quad (۳۲)$$

صحت سنجی مدل

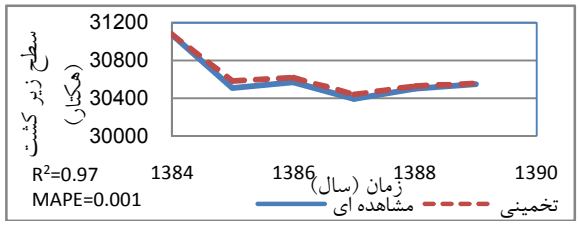
برای اطمینان از عملکرد صحیح مدل، صحت آن توسط آزمون تکرار رفتار و آزمون شرایط حدی آزمایش شد. که نتایج آن به شرح زیر است.

آزمون تکرار رفتار

این آزمون معلوم می‌کند روند داده‌های تولید شده توسط مدل با داده‌های تاریخی چقدر مطابقت دارند. آزمون تکرار رفتار روی متغیرهای مختلف مدل انجام شده است که نتیجه یکی از آن‌ها در ادامه ارائه می‌گردد. در این آزمون متغیر سطح زیر کشت مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه آن در شکل ۱۱ نشان داده شده است. با توجه به آزمون، ملاحظه می‌شود تطابق قابل قبولی بین مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی وجود دارد.

Archive of SID

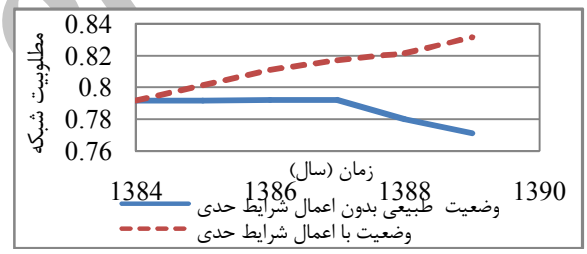
www.SID.ir



شکل ۱۱- داده‌های مشاهده‌ای و تخمینی سطح زیر کشت در شبکه آبیاری فومنات

آزمون شرایط حدی

هدف اصلی از انجام این آزمون، کنترل مقادیر خروجی از مدل تحت شرایط حدی می‌باشد. این آزمون نیز روی متغیرهای مختلفی انجام شده که جهت اختصار، آزمون انجام شده بر مطلوبیت شبکه ارائه می‌شود. جهت مشاهده تأثیر شاخص‌های کفایت و عدالت بر مطلوبیت شبکه، عوامل مؤثر بر آن‌ها را تغییر می‌دهیم. با تغییر پارامترهای مؤثر بر کفایت و عدالت و افزایش آن‌ها، انتظار می‌رود که مطلوبیت شبکه ارتقاء یابد. و این مسأله در شکل ۱۲ نشان داده شده است و همان‌طور که مشاهده می‌شود مطابق با انتظار، مطلوبیت افزایش یافته است.



شکل ۱۲- روند تغییرات مطلوبیت شبکه تحت اثر افزایش شاخص‌های کفایت و عدالت

نتایج هر دو آزمون حاکی از صحت روند مدل تهیه شده می‌باشد.

نتایج و بحث

اجرای مدل و آزمون گزینه‌ها

هدف از توسعه مدل فراهم کردن محیط تصمیم‌سازی برای مدیران ذیربط و تهیه ابزاری برای تحلیل سیاست‌های مختلف توسط مدیران می‌باشد. مدل مورد نظر با استفاده از داده‌های موجود (۱۳۸۴-۱۳۸۹)، برای سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۸ شبیه‌سازی شده است. پس از شبیه‌سازی لازم است با اعمال سیاست‌های مختلف، میزان تأثیرگذاری هر سیاست تعیین شود تا بتوان سیاست برتر را تعیین نمود. در ادامه، سیاست‌های انتخابی تشریح و میزان اثرگذاری آن‌ها مورد بحث قرار خواهد گرفت.

سیاست‌های اتخاذ شده در مدل و ارزیابی آن‌ها

به‌منظور بهسازی شبکه دو دسته سیاست در نظر گرفته شده‌اند:

۱-سیاست‌های مربوط به رویکرد فعلی مدیران در جهت بهبود مطلوبیت شبکه که عبارتند از:

سیاست سرمایه‌گذاری در جهت بهسازی فیزیکی شبکه و سیاست بهسازی مدیریتی شبکه. این دو سیاست به‌منظور بررسی و مقایسه اثربخشی بهسازی فیزیکی و مدیریتی در شبکه انتخاب شده‌اند.

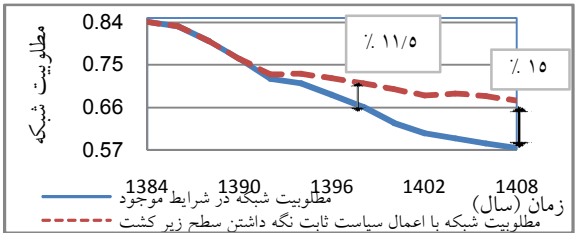
۲- سیاست‌های تأثیرگذار بر ساختارهای شناخته شده شبکه. این دسته از سیاست‌ها آن‌هایی هستند که می‌توانند با تأثیرگذاری بر ساختارهای شناخته شده شبکه آبیاری فومنات، از اثرات منفی آن‌ها در بهبود مطلوبیت کاسته و یا آن ساختار را به طور کلی متوقف نمایند و عبارتند از :

سیاست ثابت نگه‌داشتن سطح زیر کشت؛ این سیاست جهت برهم‌زدن رفتار شکل گرفته در الگوی "راه‌حل‌های منجر به شکست" اتخاذ شده است، و سیاست سرمایه‌گذاری برای بهسازی فیزیکی و مدیریتی شبکه به‌طور همزمان، که جهت جلوگیری از ایجاد الگوی "انتقال بار مسئولیت"، مورد بررسی قرار گرفته است.

لازم به ذکر است که پس از گذشت مدت زمانی، از میزان اثربخشی برخی سیاست‌ها کاسته می‌شود و این به‌دلیل فعال شدن برخی از الگوهای شناخته شده می‌باشد. به‌عبارتی برخی از الگوها پس از طی مدتی که به آن "زمان تأخیر" اطلاق می‌شود اثرات خود را نشان می‌دهند. جهت نشان دادن این تأخیرات در اعلام نتایج از دو محدوده کوتاه‌مدت و بلندمدت استفاده شده است. فاصله کوتاه‌مدت از زمان شروع سیاست تا زمانی است که روند تأثیرگذاری سیاست مربوطه بر متغیر مرجع تغییر می‌کند. این تغییر در روند اعمال سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای بهسازی فیزیکی و مدیریتی در بین سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ قابل مشاهده است.

الف- ارزیابی سیاست ثابت نگه‌داشتن سطح زیر کشت

تأثیر این سیاست در شکل ۱۳ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود این سیاست به ترتیب در کوتاه‌مدت و بلند مدت سبب افزایش ۱۱/۵ و ۱۵درصدی میزان مطلوبیت شبکه می‌شود.



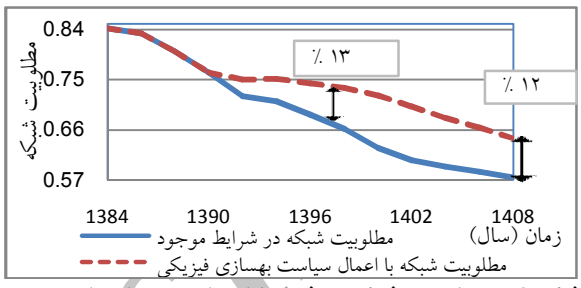
شکل ۱۳- مطلوبیت شبکه در شرایط اعمال وعدم اعمال سیاست ثابت نگه‌داشتن سطح زیر کشت

Archive of SID

www.SID.ir

ب- ارزیابی سیاست سرمایه‌گذاری برای بهسازی فیزیکی شبکه آبیاری

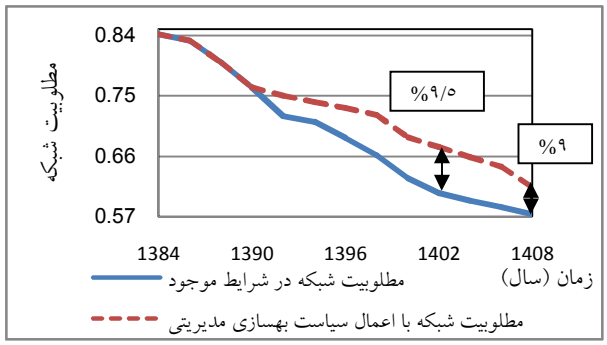
نتیجه اعمال این سیاست در شکل ۱۴ نشان داده شده است. این سیاست سبب افزایش ۱۳ درصدی در کوتاه‌مدت و افزایش ۱۲ درصدی در بلند مدت در میزان مطلوبیت شبکه می‌شود. به‌دلیل فعال شدن ساختار "انتقال بار مسئولیت"، مقدار افزایش مطلوبیت در بلندمدت کم‌تر از میزان افزایش آن در کوتاه‌مدت بوده است.



شکل ۱۴- مطلوبیت شبکه در شرایط اعمال و عدم اعمال سیاست بهسازی فیزیکی

ج- ارزیابی سیاست بهسازی مدیریتی

نتایج اعمال این سیاست در شکل ۱۵ نشان داده شده است. این سیاست در کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌ترتیب سبب افزایش ۹/۵ و ۹ درصدی میزان مطلوبیت شبکه می‌شود. دلیل کاهش مقدار افزایش مطلوبیت در بلند مدت، فعال شدن ساختار "انتقال بار مسئولیت"، بوده است.



شکل ۱۵- مطلوبیت شبکه در شرایط اعمال و عدم اعمال سیاست بهسازی مدیریتی

چ- ارزیابی سیاست سرمایه‌گذاری برای بهسازی فیزیکی و مدیریتی شبکه به‌طور همزمان

نتایج این سیاست در شکل ۱۶ نشان داده شده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت با اجرای همزمان دو سیاست بهسازی فیزیکی و مدیریتی، از تشکیل ساختار انتقال بار مسئولیت جلوگیری خواهد شد و گذشت زمان تغییری در روند سیاست موجود نخواهد گذاشت.

شکل۱۶. مطلوبیت شبکه در شرایط اعمال و عدم اعمال سیاست بهسازی فیزیکی و مدیریتی شبکه به‌طور همزمان

همان‌طور که مشاهده می‌شود این سیاست سبب افزایش ۱۶/۵ درصدی میزان مطلوبیت شبکه در کوتاه‌مدت و افزایش ۲۱ درصدی در بلندمدت می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق سیستم شبکه آبیاری منطقه فومنات استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت که تمرکز آن بر ارتقاء شاخص‌های کفایت تحویل آب و عدالت توزیع آب و خدمات، جهت افزایش مطلوبیت موجود در شبکه از نگاه سیستمیک می‌باشد که در نتیجه اقدامات و سیاست‌های اتخاذ شده، تغییر می‌کنند. نتیجه‌گیری حاصل از این تحقیق را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

- ارتقاء عملکرد و مطلوبیت حاکم بر شبکه‌های آبیاری، مستلزم توجه به تعامل مجموعه عوامل تأثیرگذار، الگوهای حاکم بر پدیده و تغییرات رفتارها در طی زمان می‌باشد.
- با توجه به پیچیدگی مسائل شبکه‌ها و هم‌چنین تعدد عوامل مؤثر بر عملکرد آن‌ها، می‌توان با استفاده از نگرش سیستمیک، این مسائل را به صورت همه جانبه و آینده‌نگر تحلیل نمود.
- با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها می‌توان، با شناخت بهتر مسائل موجود و هم‌چنین مکانیزم‌های تأثیرگذار بر بهسازی شبکه‌های آبیاری و دینامیک‌های فعال در شبکه، رفتار واقعی سیستم را درک نمود و تصمیم‌های بهتری برای ارتقاء مطلوبیت شبکه اتخاذ نمود.
- در صورت ادامه وضع موجود در شبکه آبیاری فومنات و بدون اقدامات اصلاحی، پس از چند سال ملاحظه می‌شود که میزان مطلوبیت کاهش خواهد یافت. در صورت اعمال سیاست‌های بهبود، روند کاهشی مطلوبیت، کم‌تر می‌شود.
- سیاست‌های سرمایه‌گذاری جهت بهسازی فیزیکی، بهسازی مدیریتی، ثابت نگه‌داشتن سطح زیر کشت و ترکیب همزمان سیاست‌های بهسازی فیزیکی و مدیریتی از جمله سیاست‌هایی بودند که جهت بهسازی شبکه مورد بررسی قرار گرفتند. بیش‌ترین تأثیر-

Archive of SID

www.SID.ir

پذیری مطلوبیت از تک سیاست‌های اعمال شده، در کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌ترتیب ناشی از سیاست سرمایه‌گذاری جهت بهسازی فیزیکی شبکه و سیاست ثابت نگه‌داشتن سطح زیر می‌باشد.

– دینامیک‌هایی که در منطقه شناسایی شده‌اند عبارتند از: ساختار انتقال بار مسئولیت، راه‌حل‌های منجر به شکست و محدودیت رشد. با توجه به دینامیک‌های فعال در منطقه، این نتیجه حاصل شد که پس از گذشت مدتی حدوداً ۱۲ سال از زمان اعمال برخی سیاست‌ها، از میزان اثر بخشی آن‌ها کاسته خواهد شد. سیاست‌های افزایش سرمایه‌گذاری جهت بهسازی فیزیکی و مدیریتی در منطقه به‌دلیل فعال کردن ساختار انتقال بار مسئولیت از این جمله هستند. جهت حل این مسئله سیاست اعمال همزمان بهسازی فیزیکی و مدیریتی شبکه مورد آزمون قرار گرفت و نشان داد، اعمال همزمان این دو سیاست نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها به‌طور جداگانه نتیجه بهتری خواهد داشت و فاصله زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، موجب تغییر روند بهبود مطلوبیت نخواهد شد.

– نتایج نشان داد که طراحی سیستمیک انجام شده علاوه بر مدل‌سازی دینامیک‌های حاکم بر بهسازی شبکه‌های آبیاری، قادر است به‌عنوان یک سیستم تصمیم‌یار، امکان ارزیابی سناریوها و سیاست‌های مختلف را با دقت و سرعت بالایی فراهم نماید..

منابع

حاتم،ا. ۱۳۹۰. استفاده از رویکرد دینامیک سیستم‌ها در نوسازی شبکه‌های آبیاری با کمی کردن توابع آن از دیدگاه راندمان (مطالعه موردی شبکه آبیاری قزوین). پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

شرکت مهندسی مشاور پندام. ۱۳۸۳. مطالعات مدیریتی مدیریت تحویل و توزیع آب در شبکه. ج ۲۴. گزارشات مطالعه بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان، شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان، وزارت نیرو.

شعبانی،س. ۱۳۹۱. بهسازی شبکه‌های آبیاری از دیدگاه شاخص‌های فرآیندی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها (مطالعه موردی شبکه آبیاری فومنات). پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

منعم،م.ج.، قدوسی،ح و عمادی،ع. ۱۳۸۵. کمی کردن عملکرد بهره-برداری کانال‌های آبیاری در شرایط تغییر نیاز با استفاده از مدل هیدرودینامیک تحلیل جریان غیرماندگار. پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ج ۶، ش ۳، ص ۱۷-۲۹، پاییز ۱۳۸۵.

واعظ تهرانی،م.، منعم،م.ج و باقری،ع. ۱۳۸۹. توسعه مدل نوسازی شبکه‌های آبیاری با رویکرد دینامیک سیستم‌ها- مطالعه موردی شبکه‌های آبیاری قزوین، نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، تهران، آبان ۱۳۸۹.

Fletcher, E.J. 1998. The Use of System Dynamics as a Decision Support Tool for The Management of Surface Water Resources. Procceding of the first international conference on New Information Technology for Decision-Making in Civil Engineering, University of Quebec, Montreal, Canada, 909-920.

Khan,S. 2004. Irrigation Development, Rational Allocation of Water Resources and Food Security in CHINA. Chinese National Committee on Irrigation and Drainage.

Korkmaz,N., Avci,M., Unal,H.B., Asik,S and Gunduz,M. 2009. Evaluation of the Water Delivery Performance of the Menemen Left Bank Irrigation System Using Variables Measured On-Site. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineering Irrigation and Drainage Engineering. 135: 5. 633-642

Molden,D.J., Gates,T.K. 1990. Performance Measures for Evaluation of Irrigation-Water Delivery System. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineering. 116: 6. 804-822.

Stave,K.A. 2003. A system dynamics model to facilitate public understanding of water management options in Las Vegas, Nevada. International Journal of Environmental Management. 67:303-313

Urrestarazu,L.P., Diaz,J.A.R., Poyato,E.C and Luque,R.L. 2009. Quality of Service in Irrigation Distribution Networks: Case of Palos de la Frontera Irrigation District, Spain. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineering. 130: 6. 755-762.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 8, Winter. 2015, p. 826-836

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد۸، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۸۳۶-۸۲۶

System Dynamic Model For Foomanat Irrigation Network Improvement from Adequacy and Equity point of view

S. Shabani[1], M. J. Monem[2]*, A. Bagheri[3]

Recived: Mar. 15, 2014 Accepted: Nov. 12, 2014

Abstract

Major share of water resources are used for agricultural purposes. Irrigation networks, have important role in optimal use of water resources. Due to several factors many of the irrigation networks in Iran, are performing below expectations. Therefore performance improvement of irrigation networks and their rehabilitation is necessary. Due to the complexity of the problems of irrigation networks and the interactions between components, irrigation performance improvement, requires a comprehensive and prospective approach. One of the management tools for this purpose is dynamics system.

In this research, Causal loop diagrams for Foomanat irrigation network are determined and conceptual model is developed. Afterward the quantitative model is developed and several rehabilitation policies are analyzed.

The results suggest that if current processes are continue, the utility of irrigation network will decrease. It is shown that various policies can improve the network utility in different ratios. Among the individual policies the policies of investment for physical improvements and limiting the expansion of cultivated area have greater impact on network utility improvement in short-term and long-term respectively.

Keywords: Adequacy, equity, Foomanat Irrigation network, Rehabilitation, System dynamics, Utility

Archive of SID

1- M. Sc. Graduate, Department of Water Structure Engineering, Tarbiat Modares University
2- Associate Professor, Department of Water Structure Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran.
3- Assistant Professor, Department of Water Resources Engineering, Tarbiat Modares University
(*-Corresponding Author Email: Monem_mj@modares.ac.ir)

www.SID.ir