به نام خدا

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران مرکزی
دانشکده فنی و مهندسی ، گروه عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)
گرایش : آب

عنوان:

مدیریت بهره‌برداری بهینه کمّی و کیفی از مخازن سدها، کاربرد نظریه بازی‌ها

استاد راهنما:
دکتر سید احسان شیرنگی

استاد مشاور:
دکتر عباس منصوری

پژوهشگر:
فهیمه بقائی شیره‌جینی

تابستان ۱۳۹۰

Islamic Azad University

Centeral Tehran Branch
Faculty of Science and Engineering-Dempartment of Civil

"M.Sc" Thesis
On Water

Subject:

Management of Optimal Reservoirs Operation considering the Water Quality and Quantity Issues, using the game theory

Advisor:

Dr. Seyed Ehsan Shirangi

Reader:

Dr. Abbas Mansoori

By:

Fahimeh Baghaie Shirehjini

Summer ۲۰۱۱

شکر خدای که هر چه طلب کردم از خدای
بر منتهای مطلب خود کامران شدم

با سپاس فراوان از زحمات بی‌دریغ و دلسوزانه استاد بزرگوار جناب آقای **دکتر سید احسان شیرنگی** که با استادی و حوصله و تبحر خاص خود در تمامی مراحل این پایان‌نامه، اینجانب را از راهنمایی‌های ارزنده‌شان بهره‌مند ساخته‌اند. از استاد ارجمند جناب آقای **دکتر عباس منصوری** که مرا مشمول الطاف استادانه خود نموده‌اند و در مشاوره این پایان‌نامه عنایت کامل را داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از استاد بزرگوار جناب آقای **محمدرضا بازرگان لاری** که داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشته‌اند کمال تشکر را دارم و برای همه این بزرگواران از درگاه خداوند متعال توفیق روزافزون خواهانم.
از آقای مهندس احسان پورمند که در مسائل علمی با بنده همفکری می‌نمودند سپاسگذارم. همچنین از همسر و خانواده عزیزم که با حمایت‌های دلسوزانه‌شان اینجانب را در تمامی مقاطع تحصیلی یاری کرده و فراز و نشیب زندگی را برایم هموار ساخته‌اند تقدیر و تشکر نموده و از درگاه ایزد یکتا برای این عزیزان آرزوی سلامتی و بهروزی دارم.

تقدیم به :

پدر بزرگوار و مادر مهربانم که همواره
مشوق من درپیشرفت تحصیلي ام بوده اند.

و

همسر مهربانم که تمام اوقات صرف شده
برای این اثر متعلق به ایشان بوده است.

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول: کلیات و اهداف ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ اهمیّت موضوع تحقیقاتی در ایران ۳

۱-۳ کاربرد تحلیل سیستم‌ها در برنامه‌ریزی کمّی و کیفی سیستم‌های منابع آب ٦

۱-٤ گام‌هاي برنامه‌ريزي كمّي و كيفي سيستم‌هاي منابع آب ۷

۱-٥ نظریه بازی‌ها ۸

۱-٥-۱ بازی‌های چانه‌زنی ۹

۱-٦ اهداف پایان‌نامه ۱۰

۱-۷ پرسش‌های تحقیق ۱۱

۱-۸ روش تحقیق ۱٤

۱-۹ مطالعه موردی ۱٥

۱-۱۰ نوآوري‌ها و دستاوردهاي پايان‌نامه ۱٥

۱-۱۱ پیشینه مطالعات انجام شده ۱٦

۱-۱۲ ساختار فصل‌های مختلف پایان‌نامه ۲۱

فصل دوم: ساختار مدل‌های تدوین شده ۲۳

۲-۱ مقدمه ۲٤

۲-۲ ساختار مدل‌های تلفیق شده ۲۵
۲-۲-۱ الگوریتم ژنتیک با طول کروموزوم‌های متغیر (VLGA) ۲۶
۲-۲-۲ ساختار مدل ساده شده ۳۱
۲-۳ ساختار مدل‌های حل اختلاف ۳۳
۲-۳-۱ مدل حل اختلاف Nash ۳۷
۲-۳-۲ چانه‌زنی گروهی ٤٥
۲-۳-۲-۱ مدل چانه‌زنی گروهی Chae ٤۷
۲-۳-۳ مدل چانه‌زنی Rubinstein ٥۱
۲-۳-٤ تعیین نقاط تعادل با استراتژی خالص با استفاده از بازی‌های ماتریسی دو جانبه ٥٦
۲-۳-٤-۱ تعریف مسأله ٥۷
۲-٤ ساختار مدل هوشمند SVM ٥۹
۲-٤-۱ کلاس‌بندی دو کلاسی (باینری) ٦٤
۲-٤-۱-۱ کلاس‌بندی خطی ٦٤
۲-٤-۱-۲ کلاس‌بندی غیرخطی ٦۸
۲-٤-۲ کلاس‌بندی چندکلاسی ۷۱
۲-٤-۲-۱ کلاس‌بندی یکی در برابر بقیه ۷۱
۲-٤-۲-۲ کلاس‌بندی زوج-زوج (یکی در برابر یکی) ۷۲
۲-٥ جمع‌بندی ۷۳

فصل سوم: بهره‌مرداری کمّی و کیفی سد ۱٥ خرداد ایران ۷٤

۳-۱ مطالعه موردی سد ۱۵ خرداد ایران ۷۵
۳-۱-۱- مشخصات هیدرولوژیکي سامانه رودخانه‌اي قمرود ۷۶
۳-۱-۲- نیازهاي شرب و کشاورزي پایین‌دست ۷۸
۳-۱-۳- کیفیت منابع آب محدوده طرح ۷۹
۳-۲- کاربرد مدل ساده شده در بهره‌برداري بهینه کمّي و کیفي از سد ۱۵ خرداد ۸۳
۳-۲-۱- منحني تبادل بین کیفیت آب تخصیص یافته و درصد عدم تأمین نیاز پایین‌دست ۸۹
۳-۳- مدل‌های حل اختلاف در بهره‌برداري بهینه کمّي و کیفي از سد ۱۵ خرداد ۹۱
۳-۳-۱- کاربرد مدل حل اختلاف Rubinstein در بهره‌برداری بهینه کمّی و کیفی سد ۱۵ خرداد ایران ۹۲
۳-۳-۲- بررسی کارایی بازی‌های ماتریسی در بهره‌برداری بهینه کمّی و کیفی از سد ۱۵ خرداد ایران ۹۷
۳-۳-۳- کاربرد چانه‌زنی گروهی در بهره‌برداري بهینه کمّي و کیفي از سد ۱۵ خرداد ۱۰۰
۳-٤- تدوین قوانین بهره‌برداري سد ۱۵ خرداد ۱۱۸
۳-۵ جمع‌بندی ۱۲۰

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۲۱
٤-۱ خلاصه ۱۲۲
٤-۲ نتیجه‌گیری ۱۲۳
٤-۳ پیشنهادات ۱۲٤

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

۲-۱ جدول توابع کرنل در ماشین‌های بردار پشتیبان ۷۰

۳-۱ جدول مشخصات عمومی مخزن سد پانزده خرداد ۷۶

۳-۲ جدول مشخصات هیدرولوژي حوضه ۷۸

۳-۳ جدول مقادیر پیشنهادي مشاور براي تخصیص متوسط سالانه به نیازها از محل سد ۱۵ خرداد و مقادیر تخصیص سال ۷۵ . . . . . ۸۰

۳-٤ جدول مجموع نیاز آبي موجود در پایین دست سد ۱۵ خرداد (میلیون متر مکعب) ۸۱

۳-۵ جدول میانگین تبخیر ماهانه تبخیر از تشتک تبخیر در ایستگاه دودهک در مجاورت سد و مقادیر برآورد شده براي ضریب تشتک. ۸۱

۳-٦ جدول زمان اجرای مدل ساده شده ۸۹

۳-۷ جدول متوسط درصد عدم تأمین نیاز در طول ۳۰ سال (۱۹۹۷-۱۹٦۷) بازای آستانه‌های مختلف کیفیت آب خروجی ۹۰

۳-۸ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت بخش کشاورزی ۹۵

۳-۹ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت بخش شرب . . ۹۵

۳-۱۰جدول نتایج بخش کشاورزی در مقابل استراتژی‌های بخش شرب ۹۹

۳-۱۱ جدول نتایج بخش شرب در مقابل استراتژی‌های بخش کشاورزی. . . ۱۰۰

۳-۱۲ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت تصمیم‌گیرنده اول از بخش کشاورزی ۱۰۷
۳-۱۳ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت تصمیم‌گیرنده دوم از بخش کشاورزی. ۱۰۷
۳-۱٤ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت تصمیم‌گیرنده اول از بخش شرب ۱۰۸
۳-۱٥ جدول نقاط تلاقی منحنی تبادل با منحنی‌های هم‌مطلوبیت تصمیم‌گیرنده دوم از بخش شرب. ۱۰۸
۳-۱٦ جدول مطلوبیت تصمیم‌گیرنده اول از بخش محیط‌زیست روی نقاط مختلف منحنی تبادل ۱۰۹
۳-۱۷ جدول مطلوبیت تصمیم‌گیرنده دوم از بخش محیط‌زیست روی نقاط مختلف منحنی تبادل ۱۰۹
۳-۱۸ جدول مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان اول از هر بخش ۱۱۱
۳-۱۹ جدول مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان دوم از هر بخش ۱۱۲
۳-۲۰ جدول بخشی از محاسبات مربوط به رابطه (۳-۱۷) و بیشینه‌سازی مطلوبیت تصمیم‌گیرندگان ۱۱۷

فهرست شكل‌ها

عنوان صفحه

۱-۱ شكل ساختار مدل پيشنهادي در مديريت بهرهبرداري كمّي-كيفي از مخازن سدها با كاربرد نظريه بازي‌ها ۱۳
۱-۲ شكل ساختار فصول پايان‌نامه ۲۲
۲-۱ شكل نمايي از كروموزوم انتخاب شده براي مدل الگوريتم ژنتيک بهينه‌سازي بهرهبرداري كمّي و كيفي از مخازن. ۲۷
۲-۲ شكل بيانگر توابع مطلوبيت خطی بازيكنان. ۳۸
۲-۳ شكل بيانگر توابع مطلوبيت غيرخطی بازيكنان. ۳۸
۲-٤ شكل حالت‌هاي مختلف مجموعه U : (a) يک مجموعه محدود غير بسته، (b) يک مجموعه غير محدود بسته، (c) مجموعه محدود و بسته. ٤۱
۲-٥ شكل نمايي از حل مسأله چانه‌زني به روش Nash ٤۲
۲-٦ شكل حالت‌هاي مختلف مجموعه U: (a) يک مجموعه متقارن غير محدب، (b) يک مجموعه متقارن، بسته، محدود و محدب، (c) يک مجموعه متقارن، غيربسته و محدب. ٤۳
۲-۷ شكل نمايي از فرايند چانه‌زني در مدل چانه‌زني Rubinstein. ٥٥
۲-۸ شكل دسته‌بندي ماشين‌هاي بردار پشتيبان به صورت مقادير تصميم قطعي. ٦٤
۲-۹ شكل نمونه‌هايي از خطوط جداساز در فضاي دوبعدي (شكل سمت راست خط جداساز با حاشيه بزرگ شكل سمت چپ خط جداساز با حاشيه كوچک ٦٥
۲-۱۰ شكل بردارهاي پشتيبان ٦٦
۲-۱۱ شكل مقايسه بين جداسازي با حاشيه نرم وسخت بر روي يك سري داده ثابت. ٦۸
۲-۱۲ شكل جداسازي غيرخطي براي داده‌هاي همپوشان. ٦۹
۳-۱ شكل شبكه آبراهه‌اي رودخانه قمرود ۷۷
۳-۲ شكل نمايي از كروموزوم انتخاب شده براي مدل الگوريتم ژنتيک بهينه‌سازي بهرهبرداري كمّي – كيفي از سد ۱٥ خرداد ۸٦

۳-۳ شکل نمايي از کروموزوم انتخاب شده براي مدل ساده شده سالانه بهره‌برداري کمّي – کيفي از مخزن سد ۱۵ خرداد دوم از بخش شرب. ۸۷
۳-٤ شکل مقايسه بين کيفيت آب متوسط خروجي از مخزن سد ۱۵ خرداد بر اساس نتايج مدل پيشنهادي و مدل VLGAQ ۸۸
۳-۵ شکل منحنی تبادل بين کيفيت آب خروجی و درصد عدم تأمين نياز بهينه در طول ۳۰ سال (۱۹۹۷-۱۹٦۸) برای سد ۱۵ خرداد. ۹۱
۳-٦ شکل منحنی مطلوبيت بخش کشاورزی. ۹۳
۳-۷ شکل منحنی مطلوبيت بخش شرب. ۹۳
۳-۸ شکل منحنی تبادل بين درصد عدم تأمين نياز و متوسط کيفيت خروجی و تعيين پارامترهای l_1 , l_2 . . . . . ۹٤
۳-۹ شکل منحنی تابع مطلوبيت بخش کشاورزی ۹٦
۳-۱۰ شکل منحنی تابع مطلوبيت بخش شرب ۹٦
۳-۱۱ شکل منحنی مطلوبيت تصميم‌گيرنده اول از بخش کشاورزی. ۱۰۵
۳-۱۲ شکل منحنی مطلوبيت تصميم‌گيرنده دوم از بخش کشاورزی ۱۰۵
۳-۱۳ شکل منحنی مطلوبيت تصميم‌گيرنده اول از بخش شرب ۱۰٦
۳-۱٤ شکل منحنی مطلوبيت تصميم‌گيرنده دوم از بخش شرب. ۱۰٦
۳-۱۵ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده اول از بخش کشاورزی . . ۱۱۳
۳-۱٦ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده اول از بخش محيطزيست. . . ۱۱۳
۳-۱۷ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده اول از بخش شرب ۱۱٤
۳-۱۸ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده دوم از بخش کشاورزی ۱۱٤
۳-۱۹ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده دوم از بخش محيطزيست . . ۱۱۵
۳-۲۰ شکل منحنی تابع مطلوبيت تصميم‌گيرنده دوم از بخش شرب ۱۱۵
۳-۲۱ شکل آزمايش مدل SVM برای تدوين قوانين بهره‌برداری در زمان واقعی از دريچه پايينی ۱۱۹
۳-۲۲ شکل درصد خطاهای نسبی در آزمايش مدل SVM برای تدوين قوانين بهره‌برداری در زمان واقعی از دريچه پايينی ۱۱۹

چکیده

مدل‌هاي رفع‌اختلاف در مديريت كمّي و كيفي از مخازن سدها كه در آن تصميم‌گيرندگان و تأثيرپذيران متعدد با اهداف و مطلوبيت‌هاي متفاوتي وجود دارند از اهميّت ويژه‌اي برخوردار مي‌باشند. در اين پايان‌نامه با استفاده از منحنی تبادل به‌دست آمده توسط Shirangi et al. (۲۰۰۸) به منظور در نظر گرفتن تعارضات ممكن در بين تصميم‌گيرندگان و تاثيرپذيران سيستم از تئوري چانه‌زني پوياي Rubinstein استفاده شده است. تئوري Rubinstein به صورت مرحله‌ای بوده و امکان در نظر گرفتن عجله افراد برای رسیدن به توافق از امتیازات آن محسوب می‌شود. همچنین مدل چانه‌زنی گروهی Chae معرفی شده است که در آن امکان حضور گروهي از تصميم‌گيرندگان با تعداد اعضاء نامحدود و مطلوبيت‌هاي متفاوت وجود دارد. براي در نظر گرفتن عدم قطعيت موجود در توابع مطلوبيت از هر بخش گروهي از افراد متخصص و صاحبنظر انتخاب شده و توابع مطلوبيت آن‌ها در مدل‌های رفع اختلاف در نظر گرفته مي‌شود. براي بررسي كارايي مدل‌های پيشنهاد شده در تدوين قوانين بهره‌برداري كمّي و كيفي از مخازن سدها، از اطلاعات مربوط به سد ۱۵ خرداد كه يكي از مهمترين سدهاي داراي مشكلات قابل توجه كيفي در كشور مي‌باشد، استفاده شده است. نتايج نشان‌دهنده كارايي مناسب مدل‌های رفع اختلاف در بهره‌برداری بهینه کمی و کیفی از سد ۱۵ خرداد می‌باشد.

در اين پايان‌نامه همچنين كارايي مدل هوشمند ماشين‌های بردار پشتيبان (SVM) در تدوين قوانين بهره‌برداری بهينه كمّی و كيفی از مخازن سدها در زمان واقعی مورد بررسی قرار گرفت، نتايج نشان می‌دهد كه مدل SVM به طور موفقيت آميزی قادر به تدوين قوانين بهره‌برداری در زمان واقعی می‌باشد.

كلمات كليدی: مدل‌های رفع اختلاف، بهره‌برداري بهينه كمی-كيفی، منحنی تبادل، تئوری Rubinstein، چانه‌زنی گروهی Chae، مدل هوشمند SVM

فصل اول

کلیات و اهداف

فصل اول
كليات و اهداف

۱-۱- مقدمه

در چند دهه اخير، به علت رشد سريع جمعيت، نيازهاي آبي و به تبع آن بار آلودگي ورودي به منابع آب افزايش يافته است. افزايش تقاضاي آب، بالا رفتن سطح زندگي، گسترش آلودگي منابع آب در اثر توسعه فعاليت‌هاي كشاورزي، شهري و صنعتي موجب ايجاد وضع نامساعدي در بسياري از مناطق جهان شده است. رشد و توسعه در عين حال كه رفاه و بهداشت عمومي را بهبود بخشيده، تخريب محيطزيست را نيز در پي داشته است. افزايش قابل توجه بار آلودگي و تنوع آلاينده‌هاي مختلف شهري، كشاورزي و صنعتي و نيز محدوديت منابع آب تجديدپذير از طرفي و افزايش مصرف آب از سوي ديگر باعث شده است تا بهره‌برداري بهينه و پايدار از منابع آب موجود و برنامه‌ريزي براي شرايط توسعه مورد توجه تصميم‌گيرندگان، كارشناسان و محققان قرار گيرد. از جنبه‌هاي ديگري كه در بهره‌برداري كمّي و كيفي از سيستم‌هاي منابع آب نمود بيشتري دارد وجود تصميم‌گيرندگان و به تبع آن مطلوبيت‌هاي متعدد مي‌باشد كه اغلب منجر به بروز اختلافات نظرها و تنش‌هاي قابل توجه در سطح مديريت و تصميم‌گيري سيستم‌هاي منابع آب و محيط زيست مي‌شود. بنابراين برنامه‌ريزي كمّي و كيفي سيستم‌هاي منابع آب به طور خلاصه مسأله‌اي متشكل از اهداف متضاد و پيچيده و داراي متغيرهاي تصميم‌گيري قابل توجه مي‌باشد كه براي تأمين نتايج مطلوب، استفاده از امكانات رايانه‌اي و جديدترين نوآوري‌هاي موجود در زمينه تحليل سيستم‌ها، مدل‌هاي بهينه‌سازي و شبيه‌سازي ضروري مي‌باشد. نظريه بازي‌ها علمي است كه به مطالعه تصميم‌گيري افراد در شرايط تعامل با ديگران مي‌پردازد و با كمك آن مهارت‌هايي آموخته مي‌شود كه به تصميم‌گيرنده كمك مي‌كند تا در شرايط تعاملي خود با ديگر تصميم‌گيرندگان، تجربه و تخصص خود را ارتقاء بخشد. در بهره‌برداري از مخازن سدها، بخش‌ها و سازمان‌هاي مختلفي مانند وزارت نيرو، سازمان حفاظت محيطزيست، وزارت كشاورزي، و يا بخش‌هاي خصوصي دخالت دارند كه اهداف و مطلوبيت‌هاي آنها در بسياري از مواقع در تضاد با يكديگر مي‌باشند. از آن‌جايي كه تعاملات اين تصميم‌گيرندگان به صورت بلند مدّت و تكراري است و مطلوبيت هر فرد يا سازمان تصميم‌گيرنده، نه تنها متأثر از تلاش و تصميم خود اوست بلكه تحت تأثير تلاش و تصميم طرف ديگر نيز مي‌باشد لذا استفاده از نظريه بازي‌ها در جهت رفع اختلاف و انتخاب يك استراتژي مناسب براي فرد يا سازمان مذكور مي‌تواند بسيار مفيد باشد. به علت اهميّت موضوع، در اين پايان نامه سعي مي‌شود يك مدل جديد رفع اختلاف با توجه به مطلوبيت نظر تصميم‌گيرندگان و تأثيرپذيران در بهره‌برداري بهينه كمّي و كيفي از مخازن سدها ارائه شود كه گامي در جهت توسعه مدل‌هاي قبل محسوب مي‌گردد.(۱)

۱-۲- اهميّت موضوع تحقيقاتي در ايران

آب علاوه بر تأمين نيازهاي توسعه، نقش اصلي را در حيات موجودات زنده ايفا مي‌كند و تغييرات كمّـي و كيفـي آن اكوسيستم‌ها را دچـار اخـلال مي‌نمايـد. رودخانـه‌ها، مخـازن سـدها، درياچـه‌ها و تالاب‌ها نمونه‌هايي از اكوسيستم‌هاي آبي هستند كه براي ادامه حيات معقول خود نيـاز بـه تداوم آب با كيفيت و كميّت مناسب دارند. از اين رو در دو دهه اخير توجه به محيطزيست طبيعي بيشتر شده است و در تمـامي كشـورها از جملـه ايـران مـديريت كيفـي منـابع آب بـه عنـوان يكـي از بخش‌هـاي اصلي مديريت سيستم‌هاي منابع آب مورد توجه قرار گرفته است.

اگرچـه امـروزه در محافل و بيانيـه‌هاي زيسـت‌محيطي بحث‌هـايي چـون پيشـگيري از آلودگي‌هـا بـه جـاي پـالايش آنهـا مطـرح اسـت و در بسـياري از كشـورهاي پيشـرفته پروژه‌هـاي متعـدد احيـاي رودخانه‌ها و مخازن با موفقيت بـه پايـان رسيده است ولـي در بسياري از كشورها از جملـه ايران بسياري از منابع و اكوسيستم‌هاي آبي از مشكلات شديد زيست محيطـي رنـج مي‌برنـد كـه مخـازن و رودخانه از مهمترين آن‌ها محسوب مي‌شوند.
در ايران براي اولين بار در سال ۱۳۲۸ موضوع دفع فاضلاب در قوه مقننه مطرح شد و سپس در سال ۱۳٤٥ و به دنبال آن در سال ۱۳٤۷ به موجب قانون آب و ملي شدن آن مقرراتي وضع شد و اولين آيين‌نامه اجرايي جلوگيري از آلودگي آب در سال ۱۳٥۰ تصويب شد. پس از انقلاب نيز بـه موجب اصل پنجاهم قانون اساسي آلودگي محيطزيست ممنوع اعلام شد. پس از تصويب قانون توزيع عادلانه آب در سال ۱۳٦۱ جلوگيري از آلودگي آب بـه سازمان محيطزيست محول شد كـه به موجب مواد ٤٦ و ٤۷ قانون مذكور آلوده ساختن آب ممنوع مي‌باشد و آيين‌نامـه‌اي نيز در اين زمينه در سال ۱۳٦۳ به تصويب رسيد و آيين‌نامـه نهـايي جلوگيري از آلودگي آب در سـال ۱۳۷۲ از تصويب هيأت دولت گذشت. همچنين در راهبردهاي بلند مدت توسعه منابع آب كشور كـه در سال ۱۳۸۳ به تصويب رئيس جمهور و هيأت دولت رسيده است حفاظت و مديريت كيفي منـابع آب مورد تأكيد قرار گرفته است.
اگرچـه بـراي وضـع قـوانين زيسـت‌محيطي تلاش‌هـايي صـورت گرفتـه اسـت ولـي نارسـايي‌هاي پيرامون مديريت منابع آب و محيطزيست كشور، برخـي خلاءهاي قانوني و عدم ضمانت اجرايـي كافي قوانين موجود باعث شده است تا رودخانه‌هايي كه در مجاورت مراكز يا شهرك‌هاي صنعتي، شهرها و يا اراضي بزرگ كشاورزي قرار دارند با بحران‌هاي زيست‌محيطي مواجـه باشند كـه بـه عنـوان مثـال مي‌تـوان بـه بخش‌هـايي از رودخانـه‌هاي كـارون، زاينـده‌رود و ارس اشـاره كـرد. خشكسـالي‌هاي سـال‌هاي اخير نيـز وضـعيت نـامطلوب كيفيت آب ايـن رودخانـه‌ها را تشـديد نمـود. به‌طوري كه در مواردي چون زاينده رود، با وجود مخزن بالادست، در ماه‌هايي از سال جريان حداقل زيست‌محيطي نيز رها نگرديده و رودخانه كاملاً خشك شد.
مخازن سدها نيز جزء منابع آبي و اكوسيستم‌هاي مهم كشور محسوب مي‌شوند كه درصد زيادي از نيازهاي آبي كشور را تأمين مي‌كنند ولي اين منـابع نيز از مشكلات زيست محيطـي رنـج مي‌برنـد. شرايط اقليمي كشور و در نتيجه تبخير زياد و لايه‌بندي مخـازن، وجود آلاينده‌هاي ورودي، عدم

توجه به جنبه‌هاي زيست‌محيطي در طراحي و بهره‌برداري از آنها را مي‌توان به عنوان عوامل اصلي در اين زمينه قلمداد نمود. مشكلات كيفي در تمامي مخازن سدهاي كشور به يك شدت وجود ندارد ولي وضعيت بحراني در سدهاي مهمي چون ۱۵ خرداد، استقلال ميناب و لتيان، نياز به يك نگرش جامع در مديريت و بهره‌برداري كمّي ـ كيفي از مخازن را الزامي مي‌سازد.
در حال حاضر اگرچه اكثر سدهاي كشور بدون توجه به جنبه‌هاي زيست‌محيطي طراحي و ساخته شده‌اند ولي در بهره‌برداري از آنها نيز كيفيت آب خروجي، نحوه لايه‌بندي و كيفيت آب داخل مخزن، مورد توجه قرار نمي‌گيرد. در اغلب مدل‌ها و سيستم‌هاي پشتيباني در تصميم‌گيري تهيه شده براي سدهاي كشور نيز نياز زيست‌محيطي به عنوان يك مقدار ثابت منظور شده است و اثرات كميت و كيفيت جريان خروجي كه وضعيت زيست‌محيطي رودخانه پايين دست و هزينه‌هاي تصفيه مورد نياز را تحت تأثير قرار دهد، مورد توجه قرار نداشته‌اند.
در حال حاضر پايش كيفي آب مخازن و رودخانه‌ها توسط سازمان محيطزيست، وزارت نيرو و وزارت جهاد كشاورزي و در مواردي وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشكي انجام مي‌گيرد در حالي كه وزارت نيرو متصدي اصلي بهره‌برداري از منابع آبي كشور است. از جنبه ديگر كيفيت آب مصرفي براي بحث‌هاي كشاورزي و صنعتي از اهميّت ويژه‌اي برخوردار است و اين بخش‌ها علاقه‌مند هستند فاضلاب يا زهاب خود را با حداقل درصد تصفيه به سيستم‌هاي منابع آب تخليه نمايند. از آنجا كه كيفيت آب در رودخانه پايين‌دست مخزن و ظرفيت خودپالايي آن تابعي از نحوه بهره‌برداري از مخزن مي‌باشد، بنابراين لازم است در بهره‌برداري از سيستم‌هاي منابع آب به خصوص مخازن سدها، مطلوبيت كليه تصميم‌گيرندگان و تأثيرپذيرندگان مد نظر قرار گيرد. در حال حاضر عدم هماهنگي لازم بين سازمان‌هاي مسئول و حتي معاونت‌ها و بخش‌هاي مختلف وزارت نيرو، ضعف قانوني و مالي سازمان حفاظت محيطزيست، ضمانت اجرايي ناكافي قوانين موجود و عدم اعتقاد به لزوم يك نگرش جامع و سيستمي در بين مديران و تصميم‌گيرندگان سازمان‌هاي مختلف از دلائل اصلي ضعف مديريت كيفي منابع آب كشور محسوب مي‌گردند.

۱-۳- كاربرد تحليل سيستم‌ها در برنامه‌ريزي كمّي و كيفي سيستم‌هاي منابع آب

هر ساختاري متشكل از اجزاي داراي تعامل كه براي هر ورودي معين به آن يك خروجي حاصل خواهد شد، سيستم ناميده مي‌شود. مهم‌ترين خاصيت هر سيستم وابستگي متقابل عناصر آن به يكديگر و تشكيل يك ساختار واحد براي انجام يك وظيفه خاص است. هر سيستم منابع آب متشكل از اجزاي فيزيكي، شيميايي، بيولوژيكي، فرهنگي، اجتماعي و اقتصادي و در برگيرنده ارتباطات بين آن‌ها مي‌باشد. جهت مدل‌سازي، لازم است سيستم مؤلفه‌ها و اجزاء آن تفكيك شده و مشخصات و ارتباطات بين اجزا تعيين گردد، اين فرايند تجزيه و تحليل سيستم ناميده مي‌شود. مدل‌سازي رياضي يكي از متداول‌ترين ابزار تحليل سيستم‌ها مي‌باشد.
در مسائل تصميم‌گيري به منظور رسيدن به اهداف مورد نظر مي‌توان مسئله را به صورت يك مدل رياضي تبديل نمود و از روش‌هاي بهينه‌سازي موجود بهره جست. تبديل يك مسئله تصميم‌گيري به يك مدل رياضي، مدل‌سازي ناميده مي‌شود. اين مدل‌ها را مي‌توان به دو دسته

مدل‌هاي بهينه‌سازي و شبيه‌سازي دسته‌بندي كرد. در مدل‌هاي شبيه‌سازي كه كاربرد ويژه‌اي در برنامه‌ريزي كيفي منابع آب دارند، يک سيستم واقعي با يک مدل رياضي يا فيزيكي معادل نمايش داده مي‌شود. به بيان ديگر يک مدل شبيه‌سازي رفتار سيستم را تحت شرايط معيني بازسازي كرده و عكس‌العمل سيستم را در برابر ورودي‌هاي مشخص ارزيابي مي‌كند. اشكال عمده مدل‌هاي شبيه‌سازي در اين است كه مستقيماً قادر به ارائه جواب‌ها يا سياست‌هاي بهينه نمي‌باشند. همچنين مدل‌هاي شبيه‌سازي دقيق (چون مدل‌هاي شبيه‌سازي سه بعدي كيفيت آب)معمولاً نياز به زمان محاسبات قابل توجهي دارند.

در مدل‌هاي بهينه‌سازي، ضمن رفع مشكل فوق، مسأله بهره‌برداري كمّي و كيفي از سيستم‌هاي منابع آب در قالب مجموعه‌اي از روابط رياضي خطي و غيرخطي و يک يا چند تابع هدف در راستاي دستيابي به اهداف مورد نظر بيان مي‌گردد. اين مدل‌ها با محدوديت‌هاي محاسباتي و پيچيدگي بيشتر روبرو بوده و با افزايش ابعاد مسأله مشكلات محاسباتي آن‌ها به‌شدت افزايش مي‌يابد. وجود برخي عدم قطعيت‌هاي مهم سبب مي‌شود كه هر يک از روش‌هاي فوق ذكر شده نيز به دو دسته قطعي و غيرقطعي تقسيم شوند. در روش‌هاي غيرقطعي، عدم‌قطعيت يا عدم‌صراحت‌هاي موجود در پارامترها و متغيرهاي سيستم در مدل‌سازي و روش حل در نظر گرفته مي‌شوند. وجود مؤلفه‌هاي غيرقطعي باعث پيچيده‌تر شدن تحليل سيستم مورد نظر مي‌گردد. به همين دليل در بسياري از مطالعات برنامه‌ريزي كمّي و كيفي منابع آب سعي مي‌شود تا از طريق جايگزيني يک سيستم غيرقطعي با معادل قطعي آن با اعمال برخي فرضيات ساده‌كننده، از پيچيدگي‌هاي موجود كاسته شود.

۱-٤- گام‌هاي برنامه‌ريزي كمّي و كيفي سيستم‌هاي منابع آب

حفاظت كمّي و كيفي منابع آب و توسعه آن نيازمند يك مديريت جامع منطقه‌اي و بين المللي است. مشكلات كمّي و به تبع آن وضعيت كيفي و نيز آسيب‌پذيري مناطق مختلف جهان نسبت به كمبود آب يكسان نيست. بنابراين برخوردهاي سيستمي متفاوتي در سطح مناطق و يك نگرش مديريتي يكپارچه ضروري به نظر مي‌رسد. لازمه برخورد سيستمي و مديريت يكپارچه منابع آب، آشنايي به اصول برنامه‌ريزي مي‌باشد.

گام‌هاي مختلف فرايند برنامه‌ريزي كمّي و كيفي منابع آب به صورت زير مي‌باشند :

- گام اوّل: اهداف و محدوديت‌هاي كمّي و كيفي شناسايي مي‌شوند. جمع‌آوري و پردازش اطلاعات بخش مهمي از اين فرايند را تشكيل مي‌دهند و شامل مراحل زير مي‌باشد:

- تعيين خصوصيات هواشناسي، هيدرولوژيكي، هيدروليكي و زيست محيطي منطقه‌اي كه عرضه و تقاضاي آب در آن مورد مطالعه قرار مي‌گيرد.
- بررسي شرايط اقتصادي، فرهنگي و سياسي منطقه
- بررسي مشخصات فيزيكي رودخانه‌ها، مخازن و امكانات موجود در سيستم
- بررسي قوانين، حق‌آبه‌ها و ارتباطات اداري- سازماني موجود

- پردازش اطلاعات، تجزيه و تحليل عدم قطعيت‌ها و پيش‌بيني شرايط آتي

- گام دوّم: مدل‌هاي شبيه‌سازي و بهينه‌سازي براي يافتن گزينه‌هاي مناسب، مورد استفاده قرار مي‌گيرد. تعيين پارامترهاي داراي عدم قطعيت و محاسبه احتمال شكست (ريسك) براي هر گزينه در اين بخش انجام مي‌گيرد.
- گام سوّم: روش‌هاي حل اختلاف و تصميم‌گيري چند معياره براي مقايسه گزينه‌هاي موجود و انتخاب گزينه‌هاي برتر مورد استفاده قرار مي‌گيرد. انتخاب گزينه نهايي در بسياري از موارد به شرايط و محدوديت‌هاي سياسي، ارتباطات سازماني و نحوه توزيع اعتبارات مالي بستگي دارد و ممكن است گزينه‌هاي انتخاب شده در اين مرحله غير قابل قبول تشخيص داده شده و مراحل قبلي براي تعيين گزينه‌هاي جديد تكرار شوند.
- گام چهارم: پس از انتخاب و تصويب گزينه نهايي، اجرا و بهره‌برداري از طرح انجام مي‌گيرد.
- گام پنجم: مرحله پاياني در برنامه‌ريزي و مديريت كمّي و كيفي منابع آب، نظارت و ارزشيابي سيستم مي‌باشد. نظارت و ارزشيابي به منظور بررسي دستيابي به اهداف مورد نظر و اثر بخشي طرح‌ها انجام مي‌گيرد و از اطلاعات حاصل از اين مرحله در بازنگري طرح، تدوين و يا به هنگام‌سازي سياست‌هاي بهره‌برداري استفاده مي‌گردد.(كارآموز ،كراچيان ،١٣٨٦ ،٣-٢)

١-٥- نظريه بازي‌ها

در دنياي واقعي هر فردي در تصميم‌گيري‌هاي خود با واكنش ديگران مواجه است. پي‌آمد موقعيت‌هايي كه فرد در آن قرار مي‌گيرد از يك طرف بستگي به تصميمات او و از طرف ديگر بستگي به تصميمات ديگران دارد. از اين رو افراد در زندگي واقعي خود همواره با حالاتي مواجه‌اند كه مي‌توانند با ديگران هم سويي يا تضاد داشته باشند. اين ويژگي‌ها عامل مهمي براي توجه صاحب‌نظران به نظريه بازي‌ها بوده است.

تصوّر عمومي از بازي به معني تفريح و سرگرمي است كه اين تعبير با آنچه در نظريه بازي‌ها مطرح مي‌شود تفاوت اساسي دارد. در نظريه بازي، يك بازي مجموعه از قواعد، ترتيبات و مناسباتي است كه براي تمام بازيكنان شناخته شده است. به بيان ديگر يك بازي مجموعه‌اي از قواعد شناخته شده براي تمام بازيكنان است كه معين مي‌كند هر يك از آنها چه انتخاب‌هايي مي‌توانند داشته باشند و هر انتخابي، چه پي آمدي را به دنبال دارد. اغلب بازي‌ها داراي چند ويژگي مشترك هستند. نخست اينكه بازي‌ها قواعدي دارند كه عملكرد بازيكنان طبق آن شكل مي‌گيرد و اين قواعد، پي‌آمد هر تصميمي را به آن تصميم مربوط مي‌سازد. ديگر اينكه هر بازي داراي تعدادي تصميم‌گيرنده عقلايي است كه به طور جدّي در تلاش و رقابت براي كسب بهترين نتيجه مي‌باشند. به طور كلي نظريه بازي، مجموعه‌اي از ابزارهاي تحليلي براي فهم پديده‌هايي است كه بر هم اثر متقابل دارند.

به عبارتي، نظريه بازي‌ها با استفاده از تئوري‌هاي خود به ما اين امكان را مي‌دهد كه به تحليل آنچه پيشتر روي داده است و پيش‌بيني آنچه روي خواهد داد بپردازيم و همچنين توصيه‌هايي براي دست‌يابي به پيامد بهتر هر رويداد ارائه مي‌دهد.

۱-۵-۱- بازي‌هاي چانه‌زني

چانه‌زني يكي از واقعيّت‌هاي روزانه زندگي هر فرد در جامعه است. از ديدگاه تئوري، چانه‌زني روشي براي حل و فصل تعارض‌ها و مناقشه‌ها بين افراد، كشورها، گروه‌ها و ... مي‌باشد. در چانه‌زني بر سر يك مسأله، دو طرف يا بيشتر با هم مذاكره مي‌كنند تا به يك نتيجه، توافق و راه‌حل برسند و آنگاه بر سر آن رفتار كنند. در چانه‌زني بر سر يك مسأله هر طرف در صدد است كه به نتيجه مطلوب و دلخواه خود برسد و براي رسيدن به اين نتيجه بايد استراتژي و تدبير عمل خود را به كار گيرد. ايده‌هاي اصلي كه فرد بايد از آنها تبعيت كند تا او را در چانه‌زني ياري دهد در نظريه بازي‌ها مورد تجزيه و تحليل قرار مي‌گيرد. در فرايند چانه‌زني طرفين از طريق رد و بدل كردن پيشنهادهاي خود آن را ادامه مي‌دهند و به همين دليل مبحث چانه‌زني، يكي از مباحث مهم در نظريه بازي‌هاست. از آنجايي كه در بهره‌برداري از مخازن سدها، بخش‌ها و سازمان‌هاي مختلفي با اهداف و مطلوبيت‌هاي مختلف و در بسياري از مواقع در تضاد با يكديگر وجود دارند، لذا استفاده از نظريه بازي‌ها در جهت رفع اختلاف و انتخاب يك استراتژي مناسب براي فرد يا سازمان مذكور مي‌تواند بسيار مفيد باشد.

۱-۶- اهداف پايان‌نامه

برنامه‌ريزي براى بهره‌برداري از مخازن سدها تابع عوامل و محدوديت‌هاي متعددي است. در برنامه‌ريزي كمّي و كيفي لازم است محدوديت‌هاي مختلف فيزيكي، هيدرولوژيكي و كيفي و همچنين اختلاف بين مطلوبيت‌ها و ديدگاه‌هاي سازمان‌هاي تصميم‌گيرنده درنظر گرفته شوند.
تدوين يك مدل جامع بهره‌برداري بهينه كمّي و كيفي از مخازن سدها با تمركز بر مسأله رفع اختلاف و با توجه به مطلوبيت نظر گروهي از تصميم‌گيرندگان و تأثيرپذيران و نيز بررسي كارايي مدل شبيه‌سازي هوشمند ماشين‌هاي بردار پشتيبان (SVM[1]) در تعيين قوانين و سياست‌هاي بهينه بهره‌برداري در زمان واقعي از مخازن سدها كه تصميم‌گيران و ذي‌نفعان متفاوت و اغلب با اهداف متضاد دارند، هدف اصلي پايان‌نامه مي‌باشد. شكل شماره ۱-۱ ساختار مدل پيشنهادي در مديريت بهره‌برداري كمّي – كيفي از مخازن سدها را با توجه به مساله رفع اختلاف نشان مي‌دهد. اين شكل بيانگر نيازهاي اطلاعاتي، اجزاء و مسير ساختار مدل پيشنهادي رفع اختلاف است. بطور كلي مي‌توان ساختار اين مدل را در دو بخش بررسي نمود كه يك بخش آن شامل تدوين مدل‌هاي شبيه‌سازي و همچنين بهينه‌سازي بهره‌برداري كمّي ـ كيفي از مخزن و

[1] Support Vector Machins