برنامه‌ریزی منابع آب در اراضی کشاورزی جنوب تهران[۱]

۱- آنالیز سیستم‌ها

مجید خیاط خلقی، محمد حسین نوری قیداری و مسعود شفیعی فر[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۱/۲۱

چکیده

دشت تهران از دامنه‌های جنوبی البرز تا دشت‌های ورامین و شهریار گسترش یافته است. آب آبیاری در اراضی کشاورزی بخش جنوبی این دشت از منابع زیرزمینی و همچنین آب‌های آلوده سطحی تأمین می‌شود. به منظور حفاظت محیط زیست و ممانعت از آثار سوء آبیاری با آب آلوده، پیش‌بینی شده است که آب‌های سطحی ورودی به این ناحیه به اراضی جنوب غربی تهران هدایت و پس از تصفیه شدن در اراضی همان ناحیه استفاده شود. به منظور جایگزینی حقابهٔ کشاورزان از آب‌های سطحی ورودی به جنوب تهران، باید راهکارهایی در نظر گرفت. هدف از این تحقیق، در گام اول نگرش سیستماتیک به منابع آب تهران بزرگ و سپس ارائهٔ برنامه مناسب بهره‌برداری از منابع آب منطقه است. در ابتدا، کلیهٔ رودخانه‌ها و آبگذرهای تهران به صورت سه سیستم در نظر گرفته شد و در مرحلهٔ بعد حجم ماهانه و سالانه هریک از سیستم‌ها محاسبه گردید. به منظور آگاهی از وضعیت سفره آب زیرزمینی، محاسبات برآورد بیلان آبخوان تهران انجام شد. با توجه به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین نیازهای کشاورزی منطقه، نتیجه گرفته می‌شود که افزایش بهره‌برداری از آب زیرزمینی و همچنین تغییر الگوی کشت و روش آبیاری می‌تواند آب مورد نیاز کشاورزی را درصورت حذف آب‌های آلوده تأمین کند.

واژه‌های کلیدی

آب‌های سطحی آلوده، اراضی کشاورزی جنوب تهران، برنامه‌ریزی منابع آب، تغییر الگوی کشت و روش آبیاری، نگرش سیستماتیک

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- به ترتیب دانشیار دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۱۱۱۹، پیام نگار: kholghi@ut.ac.ir، کارشناسی ارشد منابع آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران و دانشجوی دکتری منابع آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مقدمه

دشت تهران از دامنه‌های جنوبی البرز تا دشت‌های ورامین و شهریار گسترش یافته است. رودخانه‌هایی که از کوه‌های شمالی تهران به سمت جنوب جریان دارند، پس از عبور از شهر تهران و دریافت بخش اعظمی از فاضلاب شهری و صنعتی، به اراضی کشاورزی جنوب تهران وارد و از آب آنها به رغم کیفیت بسیار نامطلوبی که دارد جهت آبیاری اراضی استفاده می‌شود.

نیاز آب کشاورزی در جنوب تهران از منابع آب‌های زیرزمینی و منابع سطحی آلوده تأمین می‌شود. هدف از این مطالعه، ارائهٔ برنامهٔ مناسب بهره‌برداری از منابع آب منطقه است به طوری که ضمن تأمین نیازهای کشاورزی اراضی جنوب تهران، در صورت امکان در گسترش اراضی تحت کشاورزی نیز مؤثر باشد.

برنامه‌ریزی منابع آب در واقع برقرار کردن ارتباطی مناسب بین منابع آب موجود و نیازهاست. در حال حاضر به دلیل افزایش جمعیت، محدودیت منابع آب، و وقوع دوره‌های خشکسالی، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در مقیاس کلان با استفاده از ابزار جدید می‌تواند در مقیاس مدیریتی کلان مؤثر واقع شود.

مبحث نگرش سیستماتیک به منابع آب و طرح‌های جامع آب به خصوص درشرایط واقعی به طور جدی از سال ۱۹۸۰ میلادی به بعد در دنیا مورد توجه قرار گرفت. لاکس و همکاران (Loucks *et al*., 1981) در کتاب خود چگونگی شناخت مسائل، فرمولیزه کردن آنها، و استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی و تصمیم‌گیری را ارائه کردند و بر لزوم استفاده از مدل‌ها و روابط ریاضی بر مهار طبیعت تأکید کردند. گودمن (Goodman, 1984) نیز در کتاب خود مبانی برنامه‌ریزی منابع آب را مرحله به مرحله مورد توجه قرار داده است و به خصوص به چگونگی وارد شدن مسائل اقتصادی در سیستم‌های منابع آب پرداخته است. افزایش جمعیت جهان، افزایش و تنوع نیازهای مختلف آبی، و چگونگی برخورد با این‌گونه مسائل با توجه به محدودیت منابع آب از جمله مواردی است که گودمن آنها را به تفصیل توضیح داده است. هارینگتون وگیدلی (Harrington & Gidley, 1985) در ارزیابی مجموعه‌ای از طرح‌های آبی به این نتیجه رسیدند که در شرایط واقعی، بهینه‌سازی و منظور کردن فقط و فقط یک تابع هدف نمی‌تواند در مدیریت پیچیدهٔ منابع آب در مقیاس بزرگ کارآیی داشته باشد و پیشنهاد کردند که باید با طراحی گزینه‌های مختلف بهترین آنها را با استفاده از روش‌های ریاضی انتخاب کرد. هیمز و همکاران (Haimes *et al*., 1987) در فرآیند سیستماتیک در برنامه‌ریزی پروژه‌های منابع آب پیشنهاد کردند که با طرح مجموعه‌ای از سوال‌های بنیادی سعی شود با راه‌اندازی گروه‌های مختلف کارشناسی به تک تک آنها پاسخ فنی داده شود. در اکثر مواقع، پاسخ‌ها منوط به ایجاد مدل شبیه‌سازی یا تلفیق آن با مدل بهینه‌سازی است. این محققان با ذکر مثال‌های واقعی از بعضی از کشورها چگونگی اجرای روش خود را نشان دادند. هارتمن (Hartman, 1987) در توسعهٔ منابع آب و چگونگی ارزیابی آن، توجه به شاخص‌های اقلیمی، اقتصادی، بیولوژیکی،

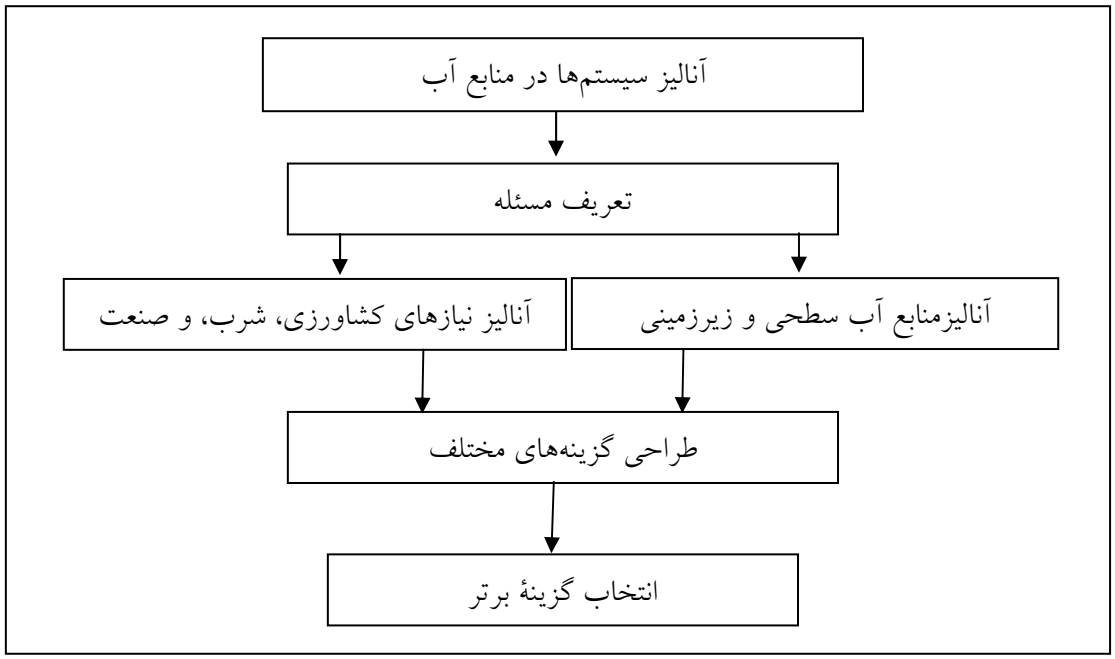
زیرسیستم‌های آبی، اقتصادی- اجتماعی و ... را با استفاده از روش فاصلهٔ توافقی برای انتخاب گزینه بهتر پیشنهاد کردند. سیمونوویچ (Simonovic, 1989) کاربرد سیستم‌های منابع آب را در فرمولیزه کردن یک طرح جامع آب تشریح کرد. او با ارائهٔ یک مطالعهٔ موردی در یوگسلاوی، برای مدل بهره‌برداری از سد مخزنی از روش شبیه‌سازی و بهینه‌سازی استفاده کرد. ضمن اینکه با طراحی گزینه‌های مختلف و با استفاده از روش برنامه‌ریزی Compromise، گزینهٔ برتر را انتخاب کرد. خلقی (Kholghi, 1997) با استفاده از اصل آنالیز سیستم‌ها، در استفاده تلفیقی از آب‌های سطحی و زیرزمینی، استفاده توأم از شبیه‌سازی، بهینه‌سازی و تصمیم‌گیری را پیشنهاد کرد. او ابتدا گزینه‌های مختلف را در بهره‌برداری از سیستم رودخانه- آبخوان طرح و بعد با استفاده از مدل ریاضی آب‌های زیرزمینی و سطحی و همچنین روش تابع ارزش گزینه برتر را انتخاب کرد. سراگلدین (Serageldin, 1998) با مقالهٔ کلیدی خود نحوهٔ نگرش به منابع آب در قرن ۲۱ را تجزیه و تحلیل کرده و مسئلهٔ افزایش نیازها و محدودیت منابع آب را به صورت طرح سئوالاتی و با گزینه‌های حل ارائه داده است. استفاده از آب تصفیه شده و پیش‌بینی ریاضی افزایش نیازها، کاهش مصرف آب در کشورهای پرمصرف از جمله راهکارهای پیشنهادی اوست.

مواد و روش‌ها

به طور کلی در آنالیز سیستم‌ها در منابع آب پس از شناخت مسئله، چهار مرحلهٔ زیر انجام می‌شود.

- آنالیز منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی
- آنالیز نیازهای کشاورزی، شرب، و صنعت
- طراحی گزینه‌های مختلف براساس پتانسیل‌های موجود
- مقایسهٔ گزینه‌ها و انتخاب گزینهٔ برتر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری

برای شناخت مسئله و اجرای مراحل ۱ و ۲ فوق باید مطالعات گسترده و طولانی مدت با تجهیز اکیپ‌های مختلف صحرایی انجام شود. با استفاده از نتایج حاصل از آن و با شناخت پتانسیل‌های موجود می‌توان گزینه‌های مختلفی را طرح کرد. هر یک از گزینه‌ها با معیارهای در نظر گرفته شده برای برنامه‌ریزی منابع آب در منطقهٔ مورد نظر ارزیابی و در نهایت منجر به تهیهٔ جدولی به نام «جدول قضاوت» می‌شود. در مرحلهٔ چهارم با در دست داشتن این جدول و انتخاب روش مناسب جهت اولویت‌بندی، گزینه برتر انتخاب و معرفی می‌شود. چهار مرحلهٔ مذکور، در شکل شمارهٔ ۱ نشان داده شده است.



شکل شمارهٔ ۱- مراحل آنالیز سیستم‌ها در منابع آب

آنالیز منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در طی این تحقیق با توجه به شکل فوق و آنالیز کشاورزی و الگوی کشت با توجه به گزارش‌های موجود (Anon, 2001) و تبادل نظر با کارشناسان کشاورزی صورت گرفت. با توجه به نگرش سیستماتیک، ابتدا رودخانه‌ها و نهرها منتهی به جنوب تهران به صورت سه سیستم زیر ارزیابی شد.

سیستم ۱: شامل رودخانه‌های کوهستانی و نهرهای منتهی به جنوب شرقی و شرق تهران و شامل رودخانه‌های دربند، گلابدره، ولنجک، دارآباد، سوهانک و سرخه حصار است. این رودخانه‌ها و مسیل‌ها به سمت جنوب شرقی ادامه می‌یابند و در سر راه خود فاضلاب‌های سطحی بخشی از شهر تهران و همچنین فاضلاب‌های صنعتی منطقه جنوب شرقی تهران را دریافت می‌کنند و مجموعاً به نام آب شمیرانات و در ادامه به نام سرخه‌حصار وارد اراضی کشاورزی جنوب تهران می‌شوند.

سیستم ۲: شامل رودخانه‌های کوهستانی و نهرهای منتهی به جنوب غربی تهران و شامل رودخانه‌های درکه، فرحزاد، حصارک، و کن است. این رودخانه‌ها ضمن جمع‌آوری آب‌های سطحی و بخشی از فاضلاب‌ها به رودخانه کن جاری می‌شود و رودخانهٔ کن نیز در ادامهٔ مسیر خود بخش وسیعی از غرب و جنوب غربی تهران را از نظر فاضلاب شهری و صنعتی تحت پوشش خود قرار می‌دهد. رودخانهٔ کن در محل سد انحرافی مرجان‌آباد به اراضی کشاورزی جنوب تهران وارد می‌شود.

سیستم ۳: فاقد رودخانه‌های کوهستانی است و فقط فاضلاب‌های سطحی شهری و صنعتی بخش بزرگی از مرکز و جنوب تهران را شامل می‌شود. نهر اصلی این سیستم فیروزآباد است که در محل جوانمرد قصاب به اراضی کشاورزی وارد و از آن استفاده

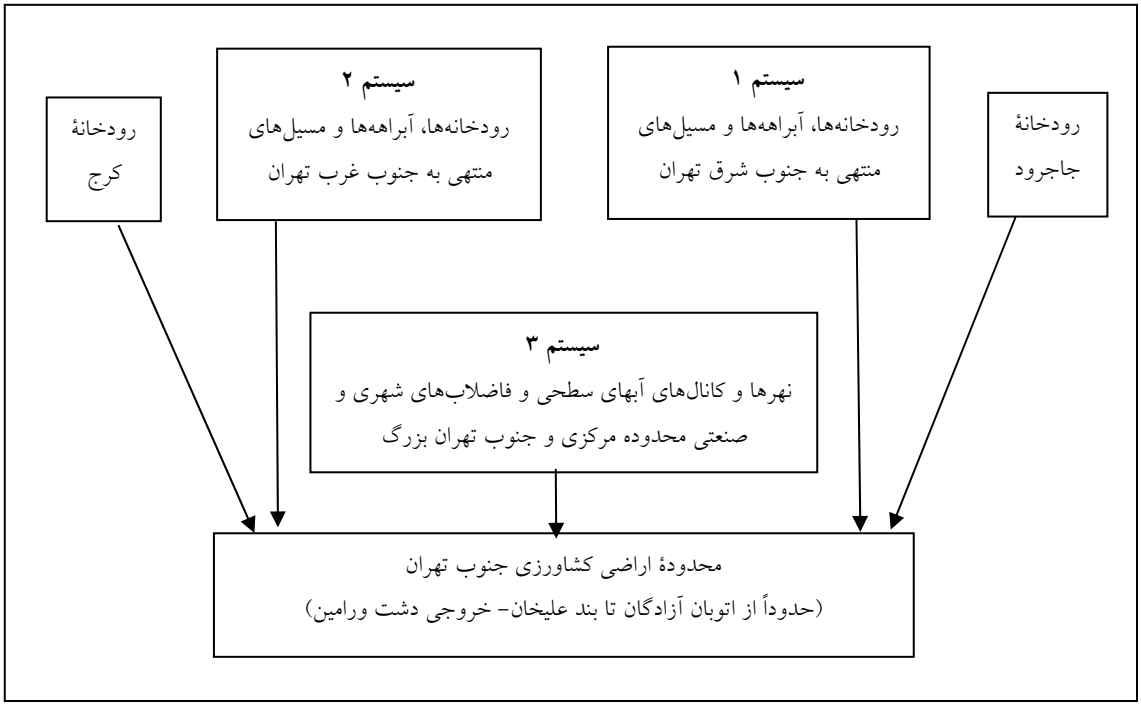
می‌شود. در این سیستم علاوه بر این نهر، کانال بهشتی و یاخچی‌آباد و همچنین بهجت‌آباد، بخش‌هایی از فاضلاب جنوب تهران را تحت پوشش خود قرار می‌دهند.

علاوه بر سه سیستم فوق، رودخانهٔ کرج از شمال غرب و رودخانهٔ جاجرود از شمال شرق وارد اراضی جنوب تهران می‌شود. شکل شمارهٔ ۲ سیستم‌های منابع آبهای سطحی تهران بزرگ را نشان می‌دهد.

با توجه به این تقسیم‌بندی، آمار موجود رودخانه‌ها و آبگذرهای تهران در دوره آماری ۷۹-۱۳۵۱ (۲۸ سال) گردآوری و تجزیه تحلیل آماری شد. در مواقع لازم، به خصوص در سیستم ۳، به طور نقطه‌ای اندازه‌گیری‌هایی به طور مستقیم نیز انجام شد تا آمار موجود کنترل شود.

در زمینه آب‌های زیرزمینی، آمار و اطلاعات مورد نیاز از قبیل تعداد چاه‌های بهره‌برداری و مشاهده‌ای، ضرائب هیدرودینامیک سفره، و کلیهٔ اطلاعات لازم جهت تهیهٔ بیلان آب زیرزمینی برای سال ۷۹-۱۳۷۸ گردآوری شد.

در زمینهٔ آنالیز کشاورزی، همان طوری که قبلاً گفته شد، از نتایج حاصل از بررسی نیاز آبی و الگوی کشت و آنالیز اقتصادی آن و همچنین تغییر مناسب کشت باتوجه به شرایط منطقه، از گزارش‌های موجود (Anon, 2001) استفاده شد.



شکل شمارهٔ ۲- فلوچارت سیستم آب‌های سطحی تهران بزرگ

نتایج و بحث

- آب‌های سطحی

به طور کلی میانگین آورد سالانهٔ کلیهٔ رودخانه‌ها، نهرها، و مسیل‌ها به اراضی جنوب تهران، برابر ٤٢٨ میلیون مترمکعب است. از این مقدار، ١٦٤/٣ میلیون مترمکعب متعلق به سیستم ١ (آب شمیرانات)، ٩٥/٧ میلیون مترمکعب متعلق به سیستم ٢ (رودخانه کن) است. سیستم ٣، که بخش اعظم آب‌های سطحی و فاضلاب شهری و صنعتی شهر تهران را در مرکز و در جنوب جمع‌آوری می‌کند، با حدود ١٧٠ میلیون مترمکعب، بیشترین سهم را در میزان ورودی به جنوب تهران دارد.

حجم آب باقیمانده از کلیهٔ سیستم‌ها و همچنین رودخانه‌های کرج و جاجرود پس از اراضی کشاورزی و در محل بندعلیخان به طور متوسط ١٦٧/٢ میلیون مترمکعب در سال است. رودخانه‌های جاجرود و کرج در محدوده اراضی کشاورزی جنوب تهران به دلیل مصرف و آبگیری در بالادست، عملاً نقشی در منابع آبی جنوب تهران (٤٢٨ میلیون مترمکعب ورودی به اراضی کشاورزی) ندارند، لذا می‌توان نتیجه گرفت که هر ساله به طور متوسط حدود ٢٦٠ میلیون مترمکعب از آب‌های سطحی تهران بزرگ که به اراضی کشاورزی می‌رسد، در همان اراضی مصرف می‌شود. جدول شمارهٔ ١ حجم آبدهی متوسط رودخانه‌ها و آبگذرها را در ٣ سیستم آب سطحی تهران بزرگ نشان می‌دهد.

- آب‌های زیرزمینی

تجزیه و تحلیل آب‌های زیرزمینی تهران بزرگ در این محدوده اجرا شده است: از شمال به ارتفاعات شمیرانات و دامنهٔ جنوبی البرز و در امتداد شرقی- غربی تا تپه‌های لویزان و رودخانهٔ کن، از شرق به ارتفاعات شرقی و رودخانه سرخه حصار و کوه‌های بی‌بی شهربانو، از غرب به رودخانهٔ کن و از جنوب به ابتدای شبکهٔ آبیاری ورامین و دامنهٔ شمالی ارتفاعات کهریزک. در واقع، ناحیهٔ مورد مطالعه بخش‌هایی از دشت‌های تهران، ورامین، و شهریار است. با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناختی، آبخوان دشت تهران به دو بخش تفکیک شده است. یکی آبخوان فرعی یا موضعی که در نواحی شمالی دشت (شمیران تا شمال خیابان شهید بهشتی یا عباس آباد) گسترش دارد، این منطقه شامل تپه‌های عباس‌آباد، شمیران و دزاشیب، محمودیه، و الهیه است و فرونشست‌های اوین، تجریش، و نیاوران از آن جمله‌اند. دیگری آبخوان اصلی در امتداد شرقی- غربی ازجنوب تپه‌های عباس‌آباد تا منتهی‌الیه بخش جنوبی دشت (محدودهٔ کهریزک) و بخش‌هایی از آبخوان ورامین را شامل می‌شود. از لحاظ جغرافیایی، محدودهٔ این سفره از این قرار است: از شمال دامنهٔ جنوبی تپه‌های عباس‌آباد و درامتداد شرقی- غربی تا تپه‌های لویزان و رودخانهٔ کن، و از جنوب حد شمالی دشت ورامین و دامنهٔ شمالی ارتفاعات کهریزک، از شرق ارتفاعات شرقی و رودخانهٔ سرخه‌حصار و کوه‌های بی‌بی‌شهربانو، و از غرب رودخانه کن. این ناحیه در یک ناودیس نامتقارن شکل گرفته است که محور آن را می‌توان در امتداد شرقی- غربی خیابان انقلاب دانست، ضخامت این ناحیه در این محور به حداکثر می‌رسد.

جدول شمارهٔ ۱- حجم آبدهی متوسط رودخانه و آبراهه‌های جنوب تهران در ابتدای ورودی اراضی کشاورزی (حدوداً اتوبان آزادگان) و همچنین در انتهای اراضی کشاورزی (میلیون مترمکعب)

جریان ورودی

سیستم	رودخانه یا نهر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
سیستم۱	آب شمیرانات	۱۱/۲۵	۱۲/۸	۱۵/۲۵	۱٤/۵۹	۱۵/۳	۱۷/۵۲	۱۸/٤۳	۱۸/۲	۱۲/۹	۱۰/۵۳	۹/۲۱	۸/٦	۱٦٤/۳٤
سیستم۲	مسیل کن	۱/۸٦	۳/۲۰	٤/۲۳	٦/۲۲	۹/۷۵	۱۲/۸۲	۲۸/۲۹	۲۲/۹	۲/۹۹	۱/۱٦	۱/۲٤	۱/۰٤	۹۵/۷
سیستم۳	نهر فیروزآباد	۱۱/۰۳	۱۲/۷٤	۱۳/٤۹	۱۱/۸٦	۱۲/٤۳	۱۳/۵٤	۱۲/۱۸	۱۱/۰۳	۸/۸۱	۱۲/۵۳	۹/۱	۸/۱۹	۱۳٦/۹۳
سیستم۳	مجموع کانال بهشتی و یاخچی‌آباد	۲/۷۹	۲/۲۸	۲/٦۹	۲/۸۲	۳/۹٦	۳/۳٦	٤/۸۷	۱/۲۰	۰/٤۳	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۲٤	۲۵/۵
سیستم۳	نهر بهجت آباد	۰/٦۹	۰/۵۷	۰/٦۷	۰/۷۰	۰/۹۹	۱۸٤	۱/۲۱	۰/۳	۰/۱	۰/۰۹	۱۳	۰/۰٦	٦/۳۵
	مجموع ورودی‌ها	۲۷/٦۲	۳۱/۵۹	۳٦/۳۳	۳٦/۱۹	٤۲/۱٦	٤۸/۰۸	٦٤/۹۸	۵۳/٦۳	۲۵/۲۳	۲٤/٦۸	۲۰/۲۱	۱۸/۱۳	٤۲۸/۸٦

جریان خروجی

سیستم۱	آب شمیرانات یا سرخه‌حصاردر محل طالب‌آباد	۷	۹/۱۱	۱۰/۵٤	۱۳/٦	۱٤/۸٦	۱۷/٤۳	۱۷/۱٦	۱٤/۰۵	۸/۳۵	٤/۸۵	٤/۲	٤/٦۵	۱۲۵/۸
سیستم۳	نهر فیروزآباد در نظرآباد	٤/۲	۵/۸۷	۸/۵	۱۰/۳	۱۰/۸	۱۱/۱۱	۸/۸۱	٦/۲۷	٤/۵۲	۳/۹۹	۳/۳۲	۳/٤۸	۸۱/۲
	سیستم‌های تهران و جاجرود در شریف‌آباد	۸/۷۵	۲۳/٦۹	۲۳/٦۹	۲٦/۲۳	۲۸/۹	۳۰/٦٤	۳۹/۷۹	۲۵/۷٦	۵/۷۸	۲/۲۷	۱/۱۵	۱/٦۸	۲۱۱/٦
	سیستم‌های تهران، جاجرود و کرج در بند علیخان	٦/۹٤	۱۸/۷	۱۸/۷	۲۰/۷۲	۲۲/۸٤	۲٤/۲۱	۳۱/٤٤	۲۰/۳۵	٤/۵۸	۱/۷۹	۰/۹۱	۱/۳٤	۱٦۷/۲

در محدودهٔ مورد مطالعه، از آمار سطح آب ۳۰ حلقه چاه مشاهده‌ای جهت بررسی نوسان سطح ایستابی به منظور آنالیز استفاده شده است. به طور کلی حداکثر عمق سطح آب در مهر ماه و حداقل آن در اردیبهشت است. حداقل سطح برخورد آب در منطقهٔ مطالعاتی که ٤٢٣ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد، ۱/۷متر و حداکثر آن ۱٤۷متر است. جهت اصلی جریان آب زیرزمینی در دشت مورد مطالعه از شمال به جنوب است. شیب هیدرولیکی بخش‌های شمالی و ورودی دشت نسبتاً زیاد است؛ در نواحی خروجی و جنوبی، به دلیل بهره‌برداری از سفره و کاهش جریان زیرزمینی، شیب کمتر می‌شود. به طور کلی تغییرات شیب هیدرولیکی از ۱/۹در هزار در جنوب تا بیست در هزار در نواحی شمالی در نوسان است. در سال ۷۹– ۷۸ بالا آمدن سطح آب سفره در دورهٔ مرطوب ۰/۳۱ متر و پایین رفتن آن در دورهٔ خشک معادل ۱ متر می‌باشد. سطح آب در طول یک دورهٔ هفت‌ساله (۷۹ –۱۳۷۳)، در مجموع ٤/۷۱ متر افت داشته است. به طور کلی سطح آب در این سال‌ها روند نزولی داشته و بیانگر افزایش برداشت و کاهش تغذیهٔ آبخوان اصلی است. مقدار ضریب قابلیت انتقال آب سفره در بخش‌های شمالی و حواشی ارتفاعات در حدود ۵۰ متر مربع در روز است و به تدریج در وسط دشت با افزایش ضخامت آبرفت به حدود ۳۰۰ متر مربع در روز نیز می‌رسد که در حد فاصل رودخانه کن و پارک شهر واقع می‌شود.

بیلان سفره در سال ۷۹–۱۳۷۸ محاسبه شده است که خلاصهٔ آن در جدول شمارهٔ ۲ ارائه می‌شود.

جدول شمارهٔ ۲- بیلان سفرهٔ آب زیرزمینی تهران بزرگ

جریان ورودی	مقدار (میلیون مترمکعب)	جریان خروجی	مقدار (میلیون مترمکعب)
جریان ورودی آب زیرزمینی	۸۰/۹۳	جریان خروجی از آب زیرزمینی	۷۹/۰۱
تغذیه از بارندگی در سطح دشت	۱۵/۰۷	تخلیه از طریق چاه‌های شرب	۱۳۸/۲۸
تغذیه از رودخانه کن	۲۹/۰۱	تخلیه از طریق چاه‌های کشاورزی	۱۷۲/۱۷
تغذیه از مسیل‌ها و نهرهای فاضلاب	٦۰/٤٤	تخلیه از طریق چاه‌های صنعتی	٤۹/۸۷
تغذیه از شبکه شهر و چاه‌های شرب	۳۸۵/۲٤	تخلیه از طریق چاه‌های زهکشی	۵۸/٦۵
تغذیه از چاه‌های مصارف صنعتی	۱٤/۹٦	تخلیه از طریق چاه‌های فضای سبز	۵٤/٦۱
تغذیه از چاه‌های کشاورزی	۳٤/٤۳	تخلیه از طریق قنوات	۱۳۹/۳۸
تغذیه از چاه‌های فضای سبز	۱۰/۸٦		
تغذیه از قنوات	۳٤/۸۵		
جمع	٦٦۵/۷۹		٦۹۱/۹۷

با توجه به جدول فوق، مشاهده می‌شود که سالانه حدود ۲۶/۱۸ میلیون مترمکعب کسری مخزن وجود دارد. آنچه که در مطالعات آب‌های زیرزمینی تهران حائز اهمیت است، نامتعادل بودن روند تغییرات سطح آب به خصوص در نواحی شمال شرق (تهرانپارس) و غرب دشت (محدودهٔ مهرآباد جنوبی) به دلیل شرایط خاص تغذیه یا بهره‌برداری از آبخوان است.

مصرف بالای آب شرب در سطح شهر تهران که بخش اعظم آن از خارج از دشت به تهران منتقل می‌شود و برگشت آن به سفرهٔ آب زیرزمینی از طریق چاه‌های جذبی موجب شده است که در نواحی جنوبی و مرکزی شهر، به دلیل دانه ریزتر شدن آبخوان مشکلات خاصی به وجود آید. از طرف دیگر، با توجه به اجرای طرح‌های مختلف، به خصوص جمع‌آوری‌های سطحی و شبکهٔ فاضلاب، مقدار تغذیهٔ آبخوان کاهش می‌یابد و در نتیجه، نسبت به وضع فعلی، افت بیشتر در آبخوان پیش‌بینی می‌شود.

- آنالیز کشاورزی

بیشترین نیاز آبی در محدوده طرح، نیاز بخش کشاورزی است. منابع آبی مربوط به سیستم ۳ (نهرهای فیروزآباد، بهشتی، یاخچی‌آباد، و بهجت آباد) به دلیل آلودگی زیاد آن و گسترش آلودگی در اراضی زراعی جنوب تهران و آورد رودخانه کن در فصول غیر زراعی مطابق با ترسیم سیمای آتی منابع آب به ناحیه جنوب غرب منتقل خواهد شد. در ناحیهٔ جنوب تهران، واقع در محدوده شبکهٔ آبراهه‌های سیستم ۳ حدود ۲۰۰۰۰ هکتار اراضی تحت کشت آبی است که با تلفیقی از آب‌های سطحی و زیرزمینی آبیاری می‌شود.

جزئیات تجزیه و تحلیل نیاز آبی کشاورزی، نوع محصولات، الگوی کشت فعلی پیشنهادی، و آنالیز اقتصادی در منابع ارائه شده است. در اینجا صرفاً به منظور تکمیل داده‌های مورد نیاز جهت طراحی گزینه‌ها، خلاصه‌ای از محاسبات و همچنین نتایج آن به صورت جدول ارائه می‌شود.

در جدول شمارهٔ ۳ الگوی کشت موجود و آب مورد نیاز خالص محصولات و نیاز آبی آنها در شرایط فعلی و کاربرد روش‌های آبیاری سطحی، بارانی، و تلفیق سطحی و بارانی ارائه شده است. با توجه به این جدول، نیاز آبی یک هکتار از ترکیب کشت موجود در شرایط کنونی ۱۱۷۷۵ مترمکعب است و درصورت به کارگیری روش‌های آبیاری سطحی، بارانی، و تلفیقی به ترتیب به ۹۰۵۷، ٦۲۸۱ و ۷۰۳٦ مترمکعب در هکتار کاهش خواهد یافت. با توجه به محدودیت منابع آبی، در جدول شمارهٔ ٤ الگوی کشت پیشنهادی و نیاز آبیاری آن برای روش‌های آبیاری سطحی و بارانی آمده است. مطابق جدول، نیاز آبی الگوی کشت پیشنهادی فوق برای روش‌های آبیاری سطحی و بارانی برابر با ۸۳۸۱ و ۵۸۱۰ مترمکعب در هکتار است. همچنان که جدول شمارهٔ ۵ نشان می‌دهد، طبق برآوردها ارزش خالص محصولات و درآمد خالص یک هکتار زمین در الگوی کشت برابر با ٤٦۵۷۵۰۰ ریال است. گفتنی است که درآمد خالص یک هکتار زمین در الگوی کشت پیشنهادی در صورت اجرای طرح برابر با ۳۸۷۸۰۰۰ ریال خواهد بود. نتایج محاسبات، در جدول شمارهٔ ٦ آمده است.

جدول شمارهٔ ۳- الگوی کشت و نیاز آبیاری (متر مکعب در هکتار) با روش آبیاری فعلی و پیشنهادی

نوع محصول	نسبت سطح زیر کشت (درصد)	آب مورنیاز خالص	آب موردنیاز آبیاری با راندمان ۴۰ درصد فعلی	آب موردنیاز آبیاری با راندمان ۵۲ درصد آبیاری سطحی	آب موردنیاز آبیاری با روش بارانی با راندمان ۷۵ درصد	آب موردنیاز آبیاری با تلفیق آبیاری سطحی و بارانی
گندم	۳۴/۶۰	۴۳۵۴/۰	۳۰۱۳	۲۳۱۷	۱۶۰۷	۱۶۰۷
جو	۲۳/۷۳	۴۱۰۰/۰	۱۹۴۵	۱۴۹۶	۱۰۳۷	۱۰۳۷
حبوبات	۰/۱۱	۶۸۳۰/۰	۱۵	۱۲	۸	۸
پنبه	۵/۰۵	۹۰۴۸/۰	۹۱۲	۷۰۲	۴۸۷	۴۸۷
چقندرقند	۰/۵۹	۹۶۸۶/۰	۱۱۵	۸۸	۶۱	۶۱
یونجه	۵/۰۳	۱۱۶۱۲/۰	۱۱۶۷	۸۹۸	۶۲۳	۶۲۳
ذرت‌دانه‌ای	۰/۶۶	۷۷۲۲/۰	۱۰۳	۷۹	۵۵	۵۵
ذرت‌علوفه‌ای	۱۲/۱۶	۵۳۵۴/۰	۱۳۰۲	۱۰۰۲	۶۹۵	۶۹۵
سیب‌زمینی	۰/۲۴	۸۴۲/۲	۴۰	۳۱	۲۱	۳۱
گوجه‌فرنگی	۲/۷۷	۷۹۸/۹	۴۴۳	۳۴۰	۲۳۶	۳۴۰
محصولات جالیزی	۲/۵۹	۸۷۶۰/۰	۴۵۵	۳۵۰	۲۴۳	۳۵۰
انواع سبزی	۶/۹۷	۸۷۶۰/۰	۱۲۲۰	۹۳۸	۶۵۱	۹۳۸
انگور	۲/۶۰	۷۶۸۶/۰	۴۰۰	۳۰۸	۲۱۳	۳۰۸
باغ‌های میوه	۲/۹۰	۱۱۱۰۹/۰	۶۴۵	۴۹۶	۳۴۴	۴۹۶
جمع	۱۰۰		۱۱۷۷۵	۹۰۵۷	۶۲۸۱	۷۰۳۶

جدول شمارهٔ ۴- الگوی کشت و نیاز آبی (متر مکعب در هکتار) در وضعیت پیشنهادی بعد از اجرای پروژه

نوع محصول	نسبت سطح زیر کشت (درصد)	آب موردنیاز خالص ترکیب کشت پیشنهادی	آب مورد نیاز آبیاری با ترکیب پیشنهادی با راندمان ۵۲ درصد سطحی	آب موردنیاز آبیاری با ترکیب کشت پیشنهادی راندمان ۷۵ درصد بارانی
گندم	۳۹/۵۷	۱۳۷۸	۲۶۵۰	۱۸۳۷
جو	۲۷/۱۵	۸۹۱	۱۷۱۳	۱۱۸۸
حبوبات	۰/۷۰	۳۸	۷۳	۵۱
پنبه	۵/۷۸	۴۱۸	۸۰۴	۵۵۷
چغندرقند	۰/۶۷	۵۲	۱۰۰	۶۹
یونجه	۵/۰۳	۴۶۷	۸۹	۶۲۳
ذرت دانه‌ای	۰/۹۴	۵۸	۱۱۲	۷۷
ذرت علوفه‌ای	۱۴/۱۰	۶۰۴	۱۱۶۲	۸۰۵
انگور	۳/۱۶	۱۹۴	۳۷۳	۲۵۹
باغ‌های میوه	۲/۹۵	۲۵۸	۴۹۶	۳۳۴
جمع	۱۰۰	۴۳۵۸	۸۳۸۱	۵۸۱۰

جدول شمارهٔ ۵- الگوی کشت و ارزش خالص در وضعیت آینده درحالت بدون تغییر الگوی کشت (ریال)

نوع کشت	درصد زیرکشت	ارزش خالص در هکتار	درآمد در الگوی موجود
گندم	۳٤/٦۰	۳۸۰۸۰۰۰	۱۳۱۷۵۰۰
جو	۲۳/۷۳	۲۷۱۲۰۰۰	٦٤۳٦۰۰
حبوبات	۰/۱۱	۳۳۵۰۰۰۰	۳۷۰۰
پنبه	۵/۰۵	۵۸۸۰۰۰۰	۲۹۷۰۰۰
چغندرقند	۰/۵۹	٦۳۷۸۰۰۰	۳۷٦۰۰
یونجه	۵/۰۳	٤۷۷٦۰۰۰	۲٤۰۲۰۰
ذرت دانه‌ای	۰/٦٦	٤۰۰۰۰۰۰	۲٦٤۰۰
ذرت علوفه‌ای	۱۲/۱٦	۳۰۰۱۰۰۰	۳٦۲۰۰۰
سیب زمینی	۰/۲٤	۹۳۸۵۰۰۰	۲۲۵۰۰
گوجه‌فرنگی	۲/۷۷	۸۹۷۱۰۰۰	۲٤۸۵۰۰
انواع سبزی	٦/۹۷	۱۰۲٤۷۰۰۰	۷۱٤۲۰۰
گیاهان جالیزی	۲/۵۹	۹۷٤۳۰۰۰	۲۵۲۳۰۰
انگور	۲/٦۰	٦٤۰۹۰۰۰	۱٦٦٦۰۰
باغ‌های میوه	۲/۹۰	۱۱۲۲۰۰۰۰	۳۲۵٤۰۰
جمع	۱۰۰		٤٦۵۷۵۰۰

جدول شمارهٔ ۶- الگوی کشت پیشنهادی و درآمد خالص در وضعیت آینده و با تغییر الگوی کشت

نوع کشت	درصد زیرکشت	ارزش خالص در هکتار	درآمد در الگوی پیشنهادی
گندم	۳۹/۵۷	۳۸۰۸۰۰۰	۱۵۰٦۸۲۵
جو	۲۷/۱۵	۲۷۱۲۰۰۰	۷۳٦۳۰۸
حبوبات	۰/۷۰	۳۳۵۰۰۰۰	۲۳٤۵۰
پنبه	۵/۷۸	۵۸۸۰۰۰۰	۳۳۹۸٦٤
چغندرقند	۰/٦۷	٦۳۷۸۰۰۰	٤۲۷۳۳
یونجه	۵/۰۳	٤۷۷٦۰۰۰	۲٤۰۲۳۳
ذرت دانه‌ای	۰/۹٤	٤۰۰۰۰۰۰	۳۷٦۰۰
ذرت علوفه‌ای	۱٤/۱۰	۳۰۰۱۰۰۰	٤۲۳۱٤۱
انگور	۳/۱٦	٦٤۰۹۰۰۰	۲۰۲۵۲٤
باغ‌های میوه	۲/۹۰	۱۱۲۲۰۰۰۰	۳۲۵۳۸۰
جمع	۱۰۰		۳۸۷۸۰۵۸

نتیجه‌گیری

با توجه به وضعیت فعلی اراضی کشاورزی جنوب تهران، برای برنامه‌ریزی منابع آب در این منطقه، مسئله از دیدگاه سیستماتیک مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات آب‌های سطحی و زیرزمینی انجام گرفت تا اطلاعات کافی به دست آید. از نتایج محاسبات کشاورزی در جنوب تهران نیز استفاده شد. با جمع‌بندی مطالعات بخش‌های مختلف که در مرحلهٔ بعد و در طراحی گزینه‌ها به آنها نیاز خواهد بود و با توجه به سیمای آیندهٔ منابع آب در تهران بزرگ می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:

- از منابع آب حاصل از رودخانه‌ها و مسیل‌هایی که از شمال تهران به جنوب شرق منتهی می‌شوند (سیستم یک یا نهر سرخه حصار)، به دلیل موقعیت منابع آبی و خاکی منطقه و محدودیت‌های انتقال آب و پس از تصفیهٔ طبیعی در همان منطقه استفاده خواهد شد.
- منابع آبی حاصل از سیستم ۳ شامل نهرهای فیروزآباد، یاخچی‌آباد، بهشتی، و بهجت آباد به دلیل آلودگی زیاد که به آلودگی خاک و به ویژه آلوده شدن محصولات کشاورزی و در نتیجه انتشار آلودگی و ایجاد زیان‌های زیست محیطی می‌انجامد، جمع‌آوری و با استفاده از موقعیت کانال نواب به سمت جنوب غرب هدایت می‌شوند تا پس از تصفیهٔ طبیعی به مصرف کشاورزی دشت فشافویه (جنوب اراضی شبکه رباط کریم) برسد. بخشی از این منابع آبی (در فصول غیر زراعی) جهت ذخیره‌سازی به پشت سد فشافویه هدایت خواهد شد.
- منابع آب حاصل از رودخانه‌ها و مسیل‌هایی که از شمال تهران به جنوب غرب منتهی می‌شوند (سیستم ۲ یا رودخانه کن) نیز بخشی از منابع آب انتقال یافته به سمت جنوب غرب را تشکیل می‌دهند (در فصول غیر زراعی). این منابع آبی در راستای تحقق اهداف توسعه در ناحیهٔ جنوب غرب تهران در محل اتصال کانال نواب با رودخانهٔ کن به منابع آبی بخش جنوب غرب تهران بزرگ می‌پیوندد و از آن استفاده می‌شود. با توجه به این موضوع، سئوال این است که اگر به دلایل زیست محیطی کلیهٔ آب‌های سیستم ۳ جهت تصفیه به جنوب غرب تهران هدایت شود، به چه نحوی می‌توان نیاز سالانهٔ ۱۳۸ میلیون متر مکعبی آب را برای اراضی کشاورزی جبران کرد؟

با توجه به وضعیت آب زیرزمینی و به خصوص بالا بودن سطح آن در جنوب تهران و از طرف دیگر الگوی کشت و روش آبیاری فعلی، افزایش بهره‌برداری از آبخوان تهران و تعیین الگوی کشت و روش آبیاری می‌تواند مورد بحث قرار گیرد. از این رو، در مقالهٔ دوم، با طرح گزینه و انتخاب معیارهای مناسب، با استفاده از یکی از روش‌های تصمیم‌گیری، راهکار مناسب جهت برنامه‌ریزی منابع آب جنوب تهران ارائه خواهد شد.

قدردانی

در اینجا لازم است از سازمان آب تهران، سازمان آب و فاضلاب تهران، وزارت نیرو، و شرکت جامـاب کـه اطلاعـات لازم و همچنین اکیپ‌های هیدرومتری را برای اجرای این تحقیق در اختیار قراردادند، قدردانی شود.

مراجع

1- Anon. 2001. Agricultural economic reports. Jamab Consultant Engineering (In: Farsi).

2- Goodman, A. 1984. Principals of water resources planning. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, 563p.

3- Kholghi, M. Kh. 1997. Gestion conjointe des eaux de surface et souterraine. Approaches par simulation, optimization et aide a la decision. PhD Thesis. University of Poitiers. France, 92p.

4- Haimes, Y., Kindler, J. and Plate, E. J. 1987. The process of water resources. Project planning: A system approach. UNESCO, 196p.

5- Harrington, J. and Gidley, J. 1985. The variability of alternative decision in a water resources planning problem. Water Resour. Res. 21 (2): 1931-1840.

6- Hartman, L. 1987. Methodological guidelines for the integrated environmental evaluation of water resources development. UNESCO, 152p.

7- Loucks, D. P., Stedinger, J. R. and Haith, D. A. 1981. Water resources planning and analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. New Jersey, 563p.

8- Serageldin, I. 1998. Water in the 21st century. Water Policy J. 1(1): 123-137.

9- Simonovic, S. 1989. Application of water resources systems concepts to the formulation of a water master plan. Water Inter. 14, 37-50.

Water Resources Planning in Agricultural Area of Southern Tehran
1- System Analysis

M. Khayat Kholghi, M. H. Nouri Gheidari and M. Shafee far

The agricultural area of the southern Tehran is irrigated by groundwater that polluted surface water. To protect this region from environmental pollution, the future water policy in Great Tehran is to transfer the polluted surface water to the west of Tehran and reuse it in that area after treatment. To provide water right for local farmers, however, a suitable plan should be considered. The objective of this study was to present a systematic approach for water resources management of the southern Tehran. In this regard, the surface water system divided to three interrelated subsystems. The monthly and annually water yield of each subsystem and also the groundwater balance have been estimated. The results show that with increasing the groundwater withdrawal and changing the crop pattern, it is possible to supply the agricultural water demands.

Key words: Agricultural Area, Crop Pattern Change, Polluted Surface Water, Southern Tehran, Systematic Approach, Water Resources Management