Archive of SID

برنامه‌ریزی منابع آب در اراضی کشاورزی جنوب تهران[1]

۲- طراحی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر

مجید خیاط خلقی، مسعود شفیعی‌فر و محمد حسین نوری قیداری[2]

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

چکیده

جنوب تهران به دلیل موقعیت خاص خود دریافت کنندهٔ حجم قابل توجهی از آب‌های آلودهٔ سطحی شهر تهران است. به دلایل زیست محیطی، بخش چشمگیری از این آب در آینده از سیستم منابع آب این منطقه حذف خواهد شد. هدف از این مطالعه بررسی راهکارهای قابل اجرا جهت مدیریت مناسب اراضی کشاورزی جنوب تهران است. با در دست داشتن مقادیر آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، نیازهای کشاورزی، و سطح زیرکشت ابتدا دوازده گزینه مدیریتی طراحی شد. سپس هفت معیار: سطح زیر کشت، هزینهٔ اولیه اجرای سیستم آبیاری، درآمد تولیدات کشاورزی، تعداد چاه‌های جدید، افت سطح آب، اعتمادپذیری سیستم، و اشتغال‌زایی، در ارزیابی گزینه‌ها مد نظر قرار گرفت. پس از تهیهٔ جدول قضاوت شامل گزینه‌ها، معیارها، و مقادیر عددی اثرات هر گزینه بر معیار خاص، گزینهٔ برتر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انتخاب شد. نتایج نشان می‌دهد که با احداث ۳۰ حلقه چاه جدید، تغییر الگوی کشت، و استفاده از روش آبیاری تلفیقی سطحی و تحت فشار می‌توان ضمن استفادهٔ حداکثر از اراضی موجود برنامه مناسبی جهت مدیریت منابع آب و خاک این منطقه اجرا کرد.

واژه‌های کلیدی

آب سطحی آلوده، اراضی جنوب تهران، الگوی کشت، گزینه، مدیریت منابع آب و خاک، معیار چاه

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب مورد نیاز کشاورزی در جنوب تهران، از منابع آب‌های زیرزمینی و منابع آب‌های سطحی آلوده تأمین می‌شود. هدف از مطالعات برنامه‌ریزی منابع آب در جنوب تهران، ارائهٔ برنامه‌ای مناسب برای بهره‌برداری از منابع آب منطقه است به طوری که ضمن تأمین نیاز کشاورزی در صورت امکان در جهت توسعه و گسترش اراضی تحت کشاورزی نیز مؤثر باشد.

همان طوری که در مقالهٔ اول توضیح داده شد، منابع آب‌های سطحی تهران بزرگ به صورت سه سیستم دیده شد. آب سیستم سه، به دلیل نداشتن رودخانهٔ کوهستانی و اینکه منبع تأمین کنندهٔ آن فاضلاب‌های سطحی شهری است، با کیفیت نامناسب به جنوب تهران می‌رسد و در اراضی کشاورزی مصرف می‌شود. در سیمای آتی این منطقه، آب‌های سطحی آلوده به دلیل تأثیرات زیست محیطی، به جنوب غربی تهران هدایت و پس از تصفیه در اراضی همان منطقه استفاده می‌شود. با توجه به این مسئله، باید راهکارهایی جهت تأمین این مقدار آب اعمال کرد. با توجه به آنالیز آب‌های سطحی، زیرزمینی، نیاز کشاورزی که در مقاله اول ارائه شد، مدیریت منابع آب جنوب تهران در این مطالعه به صورت یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چند معیاره مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا بر اساس آن بتوان راهکاری جهت بهره‌برداری مناسب از آب و خاک منطقه پیشنهاد کرد. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از دههٔ ۱۹۸۰ به بعد کاربرد وسیعی در زمینه‌های مختلف مهندسی و مدیریت داشته‌اند. از آن جمله می‌توان کاربرد آن را در مهندسی (Goicoechea *et al.*, 1982)، طراحی شبکه مترو (Roy *et al.*, 1986)، مدیریت جامع آبخیز (Duckstein & Oplicoric, 1980)، برنامه‌ریزی سیستم جامع منابع آب (Benedini, 1988)، و مدیریت منابع آب (Stewart & Scott, 1995) نام برد. در بین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش تابع تجمعی ارزش[1] به دلیل توانایی آن دز انعطاف‌پذیری و ایجاد ارتباط با تصمیم‌گیرنده در مورد انتخاب گزینه‌ها، در مسائل تصمیم‌گیری کاربرد مؤثری دارد. تئوری این روش را که براساس مقایسهٔ عددی تابع ارزش هر گزینه است، برای اولین بار ژاکت لاگرز و سیسکاس (Jacquet-Lagreze & Siskos, 1982) به منظور اولویت‌بندی گزینه‌ها ارائه دادند. این روش تا چند سال فقط به عنوان یک تئوری و بدون کاربرد باقی مانده بود تا اینکه در سال ۱۹۸۷، ژاکت لاگرز و همکارانش (Jacquet Lagreze *et al.*, 1987) آن را در مسائل برنامه‌ریزی‌های چند منظوره به کار بردند و پیشنهاد کردند که در این گونه مسائل، استفاده از روش تابع تجمعی ارزش نسبت به برنامه‌ریزی بهینه‌سازی تک هدفه نتایج بهتری می‌دهد. خلقی (Kholghi, 1997) برای اولین بار از این روش برای مدیریت تلفیقی آب‌های سطحی و زیرزمینی استفاده کرد. معیارها عبارت بودند از مقدار بهره‌برداری از رودخانه و سفره آب زیرزمینی، آثار هر برداشت بر سطح آب آبخوان، و مسائل اجتماعی و اقتصادی هر گزینه. نتایج نشان داد که در تصمیم‌گیری سیستم طبیعت، نه تنها باید به مسائل مهندسی توجه کرد، بلکه در وزن‌بندی

1- Utility Additive Function

www.SID.ir

Archive of SID

معیارهای غیرعددی، در هر منطقه، باید دقت کافی به عمل آورد. تکاچ (Tkach, 2000) از روش‌های تصمیم‌گیری در سیستم اطلاعات جغرافیایی و انتخاب مناسب پراکنش مکانی استفاده کرد. خلقی (Kholghi, 2001) از این روش برای مدیریت برنامه‌ریزی سیستم‌های مختلف فاضلاب و تصفیهٔ آن استفاده کرد. وی نتیجه گرفت در صورتی که شخص مدیر، کارشناسی خبره باشد، نتایج اخذ شده و اولویت‌بندی‌های انتخابی به مراتب دارای ضمانت اجرایی بیشتری خواهد بود. خلقی (Kholghi, 2002) از روش تابع تجمعی ارزش برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های کوچک به منظور کنترل سازه‌ای سیلاب استفاده کرد. او نتیجه گرفت که وجود سیلاب شدید در هر زیرحوزه با در نظر گرفتن معیارهای مختلف، نمی‌تواند آن زیرحوزه را از نظر اجرای سدهای اصلاحی در اولویت قرار دهد.

مواد و روش‌ها

در مقالهٔ اول گفته شد که هدف این است که بتوان راهکاری پیشنهاد کرد تا نیاز به ۱۳۸ میلیون مترمکعب آب در سال برای آبیاری اراضی کشاورزی تأمین شود. در این راستا گزینه‌های زیر در نظر گرفته شد (طراحی این گزینه‌ها با تبادل نظر با افراد صاحب‌نظر و خبره در رشته‌های آبیاری، کشاورزی، و اقتصاد بوده است).

A_1- بدون تغییر الگوی کشت، روش آبیاری به صورت فعلی (با راندمان ٤٠ درصد) بدون برداشت جدید از سفره و کسری سالانهٔ ۱۳۸ میلیون مترمکعب آب با کاهش سطح زیرکشت معادل ۱۱۷۰۰ هکتار از اراضی جبران شود.

A_2- بدون تغییر الگوی کشت، روش آبیاری به صورت فعلی (با راندمان ٤٠ درصد)، کسری ۱۳۸ میلیون مترمکعب آب با حفر ۸۰ حلقه چاه با آبدهی ۵۰ لیتر در ثانیه، کل سطح زیر کشت ۲۰۰۰۰ هکتار.

در تعریف گزینهٔ بعدی فرض می‌شود که الگوی کشت تغییر نکند و روش آبیاری از سنتی به آبیاری سطحی با راندمان ۵۲ درصد تغییر کند. در این صورت نیاز آبی به ۹۰۵۷ مترمکعب در هکتار کاهش می‌یابد و برای زیر کشت آبی بردن ۲۰۰۰۰ هکتار اراضی، نیاز به ۱۸۱ میلیون مترمکعب آب است. با توجه به تأمین ۱۰۰ میلیون مترمکعب آب از چاه‌های موجود، ۸۱ میلیون مترمکعب آب مورد نیاز خواهد بود.

بنابراین گزینه:

A_3- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به آبیاری سطحی، بدون حفر چاه جدید و با پذیرش حذف ۹۰۰۰ هکتار از اراضی

A_4- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به سطحی، کل اراضی زیر کشت با حفر ۵۰ حلقه چاه جدید.

در مرحلهٔ بعدی گزینه‌یابی فرض می‌شود که الگوی کشت فعلی حفظ شود و سیستم آبیاری از سنتی به آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد تغییر کند. با این تغییر، نیاز آبی تا حد ٦٢٨١ مترمکعب در هکتار کاهش خواهد یافت و برای آبیاری ۲۰۰۰۰ هکتار نیاز به ۱۲۵ میلیون مترمکعب آب است. با توجه به تأمین ۱۰۰ میلیون مترمکعب آب از چاه‌های فعلی، فقط به ۲۵ میلیون مترمکعب آب

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر نیاز خواهد بود. در این حالت، گزینه‌های:

A_5- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد، بدون حفر چاه جدید، پذیرش کمبود ۲۵ میلیون مترمکعب آب، و حذف ٤۰۰۰ هکتار از اراضی.

A_6- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد، جبران کمبود ۲۵ میلیون مترمکعب آب با حفر ۲۰ حلقه چاه، هر یک با دبی ۵۰ لیتر در ثانیه.

در تعریف گزینه‌های بعدی در برنامه‌ریزی منابع آب جنوب تهران، فرض می‌شود در صورتی که الگوی کشت تغییر نکند ولی روش آبیاری به آبیاری تلفیقی (سطحی و بارانی) تبدیل شود، نیاز آبی برابر ۷۰۳ مترمکعب خواهد شد. برای کل ۲۰۰۰۰ هکتار اراضی، در مجموع ۱٤۱ میلیون مترمکعب آب موردنیاز خواهد بود که فقط ٤۱ میلیون مترمکعب آب مورد نیاز باید تأمین شود. در این صورت می‌توان دو گزینه زیر را فرض کرد:

A_7- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به آبیاری تلفیقی (سطحی و بارانی)، بدون برداشت جدید و حذف ٦۰۰۰ هکتار از اراضی.

A_8- بدون تغییر الگوی کشت، تغییر روش آبیاری از سنتی به آبیاری تلفیقی (سطحی و بارانی)، برداشت جدید ٤۱ میلیون مترمکعب آب از سفرهٔ زیرزمینی با حفر ۳۰ حلقه چاه و زیرکشت بردن کل ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی.

شش گزینهٔ بعدی با در نظر گرفتن تغییر الگوی کشت (طبق مرجع ۲) مقادیر نیاز آبی برای آبیاری سطحی و بارانی نیز تغییر خواهد کرد. در صورتی‌که آبیاری سطحی با راندمان ۵۲ درصد (در شرایط منطقه) در نظر گرفته شود، در هر هکتار نیاز آب در الگوی پیشنهادی ۸۳۸۱ مترمکعب خواهد بود که برای ۲۰۰۰۰ هکتار رقمی معادل ۱٦۸ میلیون مترمکعب لازم است. تأمین ۱۰۰ میلیون مترمکعب آب در شرایط فعلی از چاه‌های موجود، فقط ٦۸ میلیون مترمکعب آب اضافی لازم است تا کل اراضی زیر کشت برود.

با توجه به این مقدمه، ابتدا دو گزینهٔ اول از این سری به ترتیب زیر تعریف می‌شوند.

A_9- تغییر الگوی کشت، آبیاری سطحی با راندمان ۵۲ درصد بدون چاه جدید و حذف ۸۱۰۰ هکتار از اراضی.

A_{10}- تغییر الگوی کشت، آبیاری سطحی با راندمان ۵۲ درصد، جبران ٦۸ میلیون مترمکعب آب مورد نیاز برای جبران کمبود با حفر ٤۰ حلقه چاه جدید و استفاده از کل ۲۰۰۰۰ هکتار.

در مرحله بعد با تغییر الگوی کشت، فرض می‌شود که روش آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد اجرا شود. در این صورت دو گزینه به صورت زیر تعریف می‌شود، ضمن اینکه در این شرایط نیاز آبی ۵۸۱۰ مترمکعب در هکتار خواهد بود که برای ۲۰۰۰۰ هکتار، ۱۱٦ میلیون مترمکعب آب مورد نیاز خواهد بود و در این حالت فقط به ۱٦ میلیون مترمکعب آب نیاز است بنابراین:

A_{11}- تغییر الگوی کشت، آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد، بدون برداشت جدید از سفرهٔ آب زیرزمینی، جبران کمبود ۱٦ میلیون مترمکعب آب با حذف ٦۰۰ هکتار از اراضی.

A_{12}- تغییر الگوی کشت، آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد، تأمین آب برای ۲۰۰۰۰ هکتار زمین،

www.SID.ir

Archive of SID

حفر ۱۰ حلقه چاه جدید.

پس از تعریف گزینه‌ها، معیارهای زیر برای ارزیابی هر گزینه درنظر گرفته شد:

C_1 سطح زیر کشت

C_2 هزینهٔ اجرایی اولیهٔ سیستم‌های آبیاری

C_3 درآمد سالانهٔ کشاورزی

C_4 تعداد حلقه چاه جدید

C_5 افت سطح آب نسبت به بهره‌برداری جدید

C_6 اعتمادپذیری سیستم

C_7 اشتغال‌زایی

در این میان، چهار معیار: هزینهٔ اجرای سیستم‌های آبیاری، درآمد سالانه کشاورزی، محاسبات افت سطح آب سفره آب زیرزمینی در منطقه ناشی از حفر چاه، و برداشت جدید قابل محاسبه‌اند. در صورتی که معیارهای اعتمادپذیری و اشتغال‌زایی را نمی‌توان به آسان به صورت عدد بیان داشت.

اعتمادپذیری سیستم‌های آبیاری با تبادل نظر با کارشناسان خبرهٔ آبیاری (چه در مطالعه و چه در اجرا) و با در نظرگرفتن حداکثر اعتمادپذیری (۱۰۰)، برای آبیاری سنتی (وضعیت فعلی)، آبیاری سطحی، آبیاری بارانی و آبیاری تلفیقی (سطحی+ بارانی)، به ترتیب ارقام ۸۵، ۹۰، ۸۰، و ۸۵ انتخاب شد.

در مورد معیار اشتغال‌زایی نیز در صورتی که برای کشت کلیهٔ اراضی (۲۰۰۰۰ هکتار)، از طریق آبیاری سطحی، این معیار ۱۰۰ فرض شود، می‌توان برای هر ۱۰۰ هکتار کشت با آبیاری سطحی ۵ امتیاز، در آبیاری تلفیقی ٤/۷۵، و آبیاری بارانی ٤/۵ در نظر گرفت. بدین ترتیب با ۱۲ گزینه و ۷ معیار و محاسبات اثر هر گزینه بر هر معیار، جدولی به نام جدول قضاوت یا جدول تصمیم‌گیری نتیجه خواهد شد.

به طور کلی با وجود گزینه‌ها و معیارهای مختلف، روش‌های بهینه‌سازی که فقط یک تابع هدف را در نظر می‌گیرند قابلیت انتخاب گزینه برتر را ندارند. بلکه در چنین مواردی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می‌شود. به طور کلی این روش‌ها به سه نگرش زیر تقسیم می‌شوند:

۱- روش‌های توافقی که براساس فاصلهٔ بین نقطهٔ ایده‌آل و گزینهٔ مورد نظر تعریف شده است (Zeleny, 1982).

۲- روش‌هایی که به صورت حذفی عمل می‌کنند، به این ترتیب که گزینه‌ها دو به دو مقایسه و یکی حذف می‌شود و دیگری برای مرحلهٔ بعد باقی می‌ماند (Roy 1978 & 1985; Roy *et al.*, 1986).

۳- روش‌های مبتنی بر محاسبه تابع ارزش و اولویت‌بندی بر اساس بیشترین تابع ارزش (Keeney & Raiffa, 1976))، (Jacquet-Lagreze & Siskos, 1982)).

سه نگرش مذکور، هریک به نوبهٔ خود چندین روش دارند که در مسائل خاصی استفاده می‌شوند. ولی نگرش‌های اول و دوم، بدون در نظر گرفتن نقش تصمیم‌گیرنده به طور خودکار اولویت‌بندی می‌کنند. در صورتی که روش‌های نگرش سوم با دخالت شخص مدیر در جستجوی اولویت‌های برتر هستند. این مزیت و انعطاف‌پذیری، به خصوص وقتی در مسائل مربوط به طبیعت و اکوسیستم تصمیم‌گیری می‌شود می‌تواند ابزاری مؤثر و روشی مناسب برای اولویت‌بندی گزینه‌های تعریف شده در

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریت منابع آب در اراضی کشاورزی جنوب تهران باشد.

به طور کلی، در نگرش سوم دو روش وجود دارد. در هر دو روش، شخص تصمیم‌گیرنده مرتباً مورد سئوال واقع می‌شود که بین گزینه‌ها، کدام یک را ترجیح می‌دهد. در روش اول، گزینه‌ها را شخص تصمیم‌گیرنده به طور تصادفی و تابع دو جمله‌ای احتمالاتی انتخاب می‌کند. در صورتی که در روش دوم شخص تصمیم‌گیرنده در انتخاب اولیهٔ گزینه‌ها و حتی در مرتب‌کردن اولیه آنها، آن طور که به نظرش منطقی‌تر می‌آید، آزادی عمل بیشتری دارد. با توجه به این مزیت، در این مطالعه روش دوم استفاده می‌شود که روش تابع تجمعی ارزش است.

در روش اخیر، توابع ارزش به صورت زیر جمع بسته می‌شود:

$$u(g_i, g_L \dots g_n) = \sum_{i=1}^{n} u_i(g_i) \qquad (۱)$$

که در آن u، g، i، و n به ترتیب تابع ارزش، گزینه، معیار، و تعداد معیارهاست. در این روش، نمرهٔ ارزشیابی بین صفر تا یک تغییر می‌کند به طوری که در $G=[g_{i*}.g_i^*]$, $g_{i*}=0$ بدترین گزینه و $g_i^*=1$ بهترین گزینه است. جهت برآورد مقدار تابع جزئی ارزش از برنامه‌ریزی خطی چندتکه‌ای[1] استفاده می‌شود، به این صورت که اگر $g_i(a)$، مقدار عددی عکس‌العمل گزینه a روی معیار i مابین $g_{ij}, j+1, g_i$ باشد، تابع ارزش $u_i(g_i(a))$، ترکیب خطی $u_i(g_{ij})$ و $u_i(g_{i,j+1})$ است (شکل شمارهٔ ۳).

در روش تابع تجمعی ارزش با توجه به آنچه قبلاً گفته شد تصمیم‌گیرنده می‌تواند از بین گزینه‌های موجود، تعدادی را که به نظرش در اولویت قرار دارند، انتخاب و سپس این گزینه‌ها را با توجه به اهمیتی که دارند، اولویت‌بندی کند. در واقع، در این روش برخلاف سایر روش‌های تصمیم‌گیری، در مرحلهٔ اول روی گزینه‌هایی محاسبات انجام می‌شود که تصمیم‌گیرنده در ابتدا انتخاب کرده است. با داشتن گزینهٔ برتر اولیه، مقادیر توابع ارزش جزئی با بسط دادن تابع ارزش کل حاصل می‌شود. به این منظور از یک برنامه‌ریزی خطی برای بهینه‌سازی مدل زیر استفاده می‌شود:

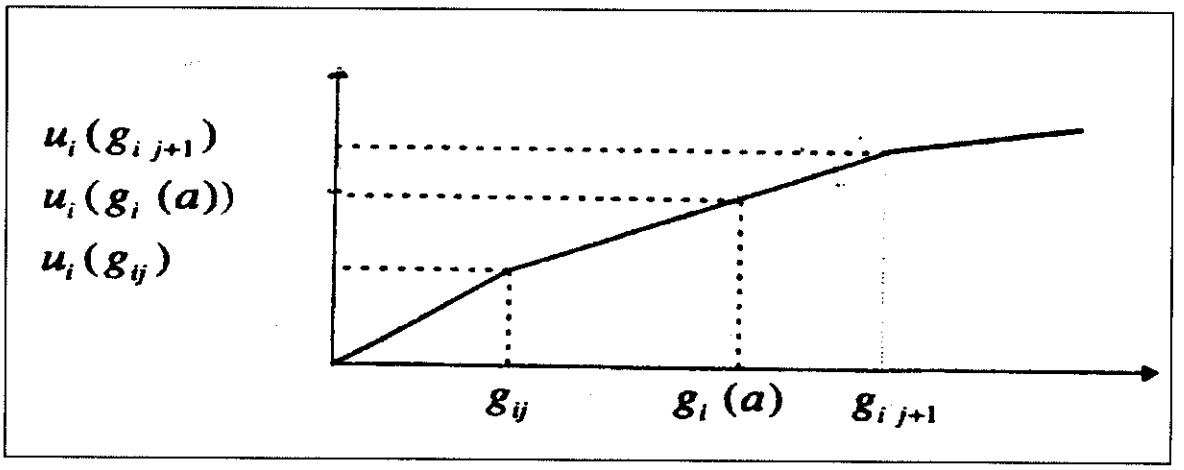
$$u(g(a)) = u_1(g_1(a)) + u_2(g_2(a) + \dots u_n(g_n(a)) \qquad (۲)$$

تابع هدف در این برنامه‌ریزی خطی، کمینه کردن بین گزینه‌های انتخابی اولیه (هدف) و تابع ارزش کل (جواب) است. گفتنی است در صورتی که گزینه‌هایی را که شخص در ابتدا در نظر می‌گیرد غیرمنطقی و در خارج از فضای تصمیم‌گیری قرار گرفته باشند، روش از خود بلافاصله حساسیت نشان خواهد داد و بدون توجه به گزینه‌های شخص، اولویت‌بندی می‌کند.

1- Piecewise Linear Programming

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱- توابع جزئی ارزش

نتایج و بحث

در بخش مواد و روش‌ها توضیح داده شد که با طراحی گزینه‌ها و معیارها، آثار هر گزینه بر هر معیار محاسبه و مقادیر هزینه‌های اجرایی اولیه و درآمد سالانه نیز برآورد گردید. تعداد چاه جدید و سطح زیرکشت که جزء متغیرهای تصمیم هستند در هرگزینه مشخص شد. مقادیر عددی معیار اعتمادپذیری و اشتغال‌زایی نیز طبق آنچه قبلاً گفته شد برای دوازده گزینه مورد نظر، برآورد گردید. افت متوسط سطح آب در آبخوان جنوب تهران با توجه به میزان برداشت‌های جدید و نیز در نظر گرفتن مدلی به دست آمد که در این زمینه تهیه شد. با توجه به محاسبات فوق، جدول قضاوت یا تصمیم‌گیری طبق جدول شمارهٔ ۱ نتیجه گردید.

بر اساس جدول شمارهٔ ۱ و روش تابع تجمعی ارزش و با استفاده از نرم‌افزار Prefcals (Jacquet-Lagreze, 1991) اولویت‌بندی گزینه‌ها در برنامه‌ریزی منابع آب جنوب تهران انجام شد که نتایج نهایی آن در جدول شمارهٔ ۲ ارائه می‌شود.

همانطوری که جدول شمارهٔ ۲ نشان می‌دهد تابع ارزش گزینه‌های مختلف از ۰/۴۳ در مورد گزینه A_1 (به عنوان بدترین گزینه) تا ۰/۹۵ در مورد گزینه A_8 (به عنوان بهترین گزینه) متغیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۱- جدول قضاوت یا تصمیم‌گیری

الگوی کشت	روش آبیاری	گزینه	معیار						
			سطح زیر کشت (هکتار)	هزینه اجرایی اولیه (میلیارد ریال)	درآمد سالانه (میلیارد ریال)	تعداد چاه جدید	افت سطح آب سفره (متر)	اعتمادپذیری	اشتغال زایی
حفظ الگوی کشت فعلی	آبیاری فعلی	A_1	۸۳۰۰	۰	۳۸/۶۵	۰	۰	۹۰	۴۱/۵
	با راندمان ۴۰ درصد	A_2	۲۰۰۰۰	۸	۹۳/۱۵	۸۰	۴	۸۵	۹۰
	آبیاری سطحی	A_3	۱۱۰۰۰	۶۳	۵۱/۲۳	۰	۰	۹۰	۵۵
	با راندمان ۵۲ درصد	A_4	۲۰۰۰۰	۱۴۵	۹۳/۱۵	۵۰	۲/۴	۹۰	۱۰۰
	آبیاری بارانی	A_5	۱۶۰۰۰	۲۴۰	۷۴/۵۲	۰	۰	۸۰	۷۲
	با راندمان ۷۵ درصد	A_6	۲۰۰۰۰	۳۰۱	۹۳/۱۵	۲۰	۰/۹۵	۸۰	۹۰
	آبیاری تلفیقی سطحی و بارانی	A_7	۱۴۰۰۰	۱۴۰	۶۵/۲۱	۰	۰	۸۵	۶۶/۵
		A_8	۲۰۰۰۰	۲۰۰	۹۳/۱۵	۳۰	۱/۴	۸۵	۹۵
تغییر الگوی کشت		A_9	۱۲۰۰۰	۸۴	۴۶/۵۴	۰	۰	۹۰	۶۰
	آبیاری سطحی	A_{10}	۲۰۰۰۰	۱۳۵	۷۷/۵۶	۴۰	۲	۹۰	۱۰۰
	با راندمان ۵۲ درصد	A_{11}	۱۷۰۰۰	۲۵۵	۶۵/۹۳	۰	۰	۸۰	۷۶/۵
	آبیاری بارانی با راندمان ۷۵ درصد	A_{12}	۲۰۰۰۰	۳۰۱	۷۷/۵۶	۱۰	۰/۴۷	۸۰	۹۰

جدول شمارهٔ ۲- اولویت‌بندی گزینه‌ها در برنامه‌ریزی منابع آب جنوب

گزینه	تابع ارزش	اولویت‌بندی
A_1	۰/۴۳	۱۲
A_2	۰/۴۸	۱۰
A_3	۰/۵۰	۹
A_4	۰/۸۱	۳
A_5	۰/۶۲	۶
A_6	۰/۸۷	۲
A_7	۰/۵۱	۸
A_8	۰/۹۵	۱
A_9	۰/۴۸	۱۰
A_{10}	۰/۶۸	۴
A_{11}	۰/۵۷	۷
A_{12}	۰/۶۳	۵

www.SID.ir

Archive of SID

در هر سه گزینهٔ اول A_4، A_6، A_8 استفاده از کل اراضی موجود (۲۰۰۰۰ هکتار) پیش‌بینی شده است. ضمن اینکه در برترین آنها (A_8)، با حفر ۳۰ حلقه چاه جدید و پذیرش افت سالانهٔ ۱/٤ متر سطح آب آبخوان در این ناحیه و استفاده از روش آبیاری تلفیقی (سطحی و بارانی) می‌توان کمبود آب انتقالی به جنوب غرب تهران را جبران کرد.

افت متوسط سطح آب معادل ۱/٤ متر در سال، برای آبخوان جنوب تهران با توجه به بالا بودن سطح آب و مشکلاتی که در این زمینه متوجه آن منطقه است، رقم متعادلی است که تا سال‌های بعد، حتی اگر این افت تداوم یابد، مشکل حادی را به وجود نخواهد آورد. در مورد بدترین اولویت، یعنی گزینه A_1 ، به رغم فقدان هزینهٔ اجرایی اولیه و اینکه نیازی به حفر چاه نیست و در نتیجه افت سطح آب آبخوان نیز مطرح نخواهد بود در رده آخر اولویت است زیرا فقط از ۸۳۰۰ هکتار از اراضی استفاده می‌شود و میزان اشتغال‌زایی نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در مورد برنامه‌ریزی منابع آب در اراضی کشاورزی جنوب تهران گفتیم که هدف در ابتدا نگاه سیستماتیک به موضوع است. در مقالهٔ اول با توجه به مراحل مختلف، سعی شد محاسبات لازم در مورد اطلاعات و آمار مورد نیاز در برنامه‌ریزی انجام یا گردآوری شود تا با داشتن مواد لازم بتوان به این تحلیل پرداخت.

در فرآیند انجام دادن این مطالعه که در حدود ۲ سال به طول انجامید، ضمن استفاده از دیدگاه‌های کارشناسان خبره در زمینه‌های مختلف آبیاری، اقتصاد کشاورزی، و عمران، با تجهیز اکیپ‌های مختلف هیدرومتری به اندازه‌گیری‌های مستقیم آب خروجی از تهران بزرگ و ورودی به سیستم اراضی کشاورزی جنوب تهران پرداخته شد. این اندازه‌گیری‌ها در جهت بررسی و تدقیق برآورد آبدهی رودخانه‌ها و به خصوص کانال‌ها و آبگذرهای جنوب تهران بود. پس از محاسبه و تهیهٔ داده‌های مورد نیاز در این مقاله چگونگی طراحی گزینه‌های مختلف مدیریتی ارائه و از یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، این گزینه‌ها اولویت‌بندی شد. در این گزینه‌ها پیشنهاد می‌شود که علاوه بر گزینه‌های در نظر گرفته شده در تحقیقات بعدی گزینه خاص کم آبیاری نیز لحاظ و اثرهای آن محاسبه شود. علاوه بر آن، در ادامهٔ این تحقیق می‌توان گزینه‌هایی را بر اساس نشریهٔ شماره ۳۳ فائو در بخش طراحی گزینه‌ها منظور کرد. اجرای گزینهٔ برتر این تحقیق منوط به همکاری سازمان‌های تصمیم‌گیرنده در مورد شهر تهران و به خصوص منابع آب آن است. در اجرای این تحقیق، سیمای آتی شهر تهران از نظر سازمان آب تهران و همچنین سازمان آب و فاضلاب تهران بررسی شده است ولی پیشنهاد اساسی قابل ارائه این است که نقش شهرداری تهران به عنوان یکی از تصمیم‌گیرنده‌های اصلی در مورد مدیریت شهر تهران نیز دیده شود. گرچه توافق کلیهٔ سازمان‌های ذیربط تهران با یکدیگر منوط به پذیرش طرح جامع تهران بزرگ و این موضوع است که مسئلهٔ مهاجرت و گسترش شهری تهران تا چه حد پیش‌بینی شده است اما این سئوال را می‌توان طرح کرد که آیا می‌توان سقفی را در این مورد ارائه و ضمانت اجرائی لازم را برآن اعمال کرد؟

www.SID.ir

Archive of SID

قدردانی

در اینجا لازم است از سازمان آب تهران، سازمان آب و فاضلاب تهران، وزارت نیرو، و مهندسین مشاور جاماب تشکر شود که اطلاعات لازم و همچنین اکیپ‌های هیدرومتری را برای اجرای این تحقیق در اختیار قرار دادند.

مراجع

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

2- Benedini, M. 1988. Developments and possibilities of optimization models. Agri. Manag. 13, 329-358.

3- Duckstein. L. and Opricovic, S. 1980. Multiobjective optimization in river basin development. Water Resour. Res. 16(1): 14-20.

4- Jacquet-Lagreze E. and Siskos, J. 1982. Assessing set of additive utility functions for multicriteria decision-making. The UTA Method. European J. of Operational Res. Vol. 10, 151-164.

5- Jacquet-Lagreze, E., Meziani, R. and Slowinski, R. 1987. MOLP with and interactive assessment of a piecewise linear utility function. European J. of Operational Res. 31, 350-357.

6- Jacquet-Lagreze, E. 1991. Prefcalc, Evaluation et decision multicriteres. Euro Decision.

7- Goicoechea, A., Hansen, D. R. and Duckstein, L. 1982. Multiobjective decision analysis with engineering and business application. John Wiley, New York.

8- Keeney, R. L., Raiffa, H. 1976. Decision with multiple objectives: Preferences an alue trade off. John Wiley, New York.

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

10- Kholghi, M. Kh. 2001. Multicriterion decision making tools for wastewater planning managements. J. of Agric. Sci. and Technol. 3(14): 281-286.

11- Kholghi, M. Kh. 2002. Application of MCDM methods in ranking of sub - basin in structural flood control. J. of Natural Resour. 55 (4):479-489. (In Farsi)

12- Roy, B. 1978. ELECTREIII: Algorithm de classement base sur une representation flue des preferences en presence de criteres multiples. Cahiers du CERO. 20(1): 3-24.

www.SID.ir

Archive of SID

13- Roy, B. 1985. Methodlogie multicriteres d aide a la decision, Paris: Economica.

14- Roy, B., Present, M. and Silhol, D. 1986. A programming method for determining which Paris metro stations should be renovated. European J. of Operational Res. 24, 318-334.

15- Stewart, T. L. and Scott, H. 1995. A Scenario-based framework for multicriterion decision analysis in water resources planning. Water Resour. Res. 31 (111): 2835-2843.

16- Tkach, R. J. 2000. A new approach to multi-criteria decision making in water resources. J. of Geographic Information and Decision Analysis. 1(1): 25-43.

17- Zeleny, M. 1982. Multiple criteria decision makin. Mc Graw-Hill, New York.

www.SID.ir

Archive of SID

Water Resources Planning in Agricultural Area of Southern Tehran
2- Alternatives Design and Selection

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

The south of Tehran receives annually a considerable volume of polluted surface water. Because of environmental aspects, this water is transferred to the west of Tehran. The objective of this study was to present the best alternative to replace this volume of water for agricultural activities in the southern Tehran. Hence twelve alternatives have been designed using the surface water, groundwater, crop water requirement and cultivable area data. To evaluate these alternatives seven criteria were considered consisted of irrigated area, capital costs, annual benefits, number of new wells, aquifer drawdown, system reliability and job creation. Firstly, all criteria for each alternative were quantified and then the pay off table constructed. In order to select an appropriate management scheme, the multi criterion decision making approach was applied. The results showed that through constructing thirty new wells, changing the crop pattern along with using a combination of surface and sprinkler irrigation systems, there was a possibility of getting maximum usage of available lands as well as applying a suitable management over the project.

Key words: Alternative, Criterion, Crop Pattern, Polluted Surface Water, South of Tehran Area, Water and soil management, Well

www.SID.ir