

## تدوین استراتژی و برنامه‌ریزی برای استفاده از ظرفیت‌های سازه آبی قنات در بافت شهری (مطالعه موردی: قنات سنگلج در تهران)

حسنعلی لقای<sup>۱</sup>، فریده عتابی<sup>۲</sup> و زهره فرجام بوئینی<sup>۳\*</sup>

### چکیده

قنات، سازه‌ای بومی برای استحصال آب‌های زیرزمینی است که از حدود ۳۰۰۰ سال پیش در ایران کاربرد داشته است. کلانشهر تهران بیش از ۶۰۰ رشته قنات دارد که قنات سنگلج، یکی از قدیمی‌ترین آنها است و در مرکز شهر واقع است. در این مقاله سعی بر آن است تا راهکارهایی جهت احیاء و باززنده‌سازی رشته قنات مذکور به عنوان الگویی در راستای مدیریت پایدار آب و استفاده از ظرفیت‌های قنات در بافت شهری ارائه شود. در این رابطه ابتدا به پایش و اندازه‌گیری کلیه متغیرهای کیفی آب پرداخته شده که نتایج، حاکی از آلوده بودن آب قنات سنگلج و وجود عوامل تهدیدکننده بسیار است. سپس با روش تحلیلی- کاربردی SWOT برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی‌ها انجام شده و با استفاده از روش QSPM، استراتژی‌ها، اولویت‌بندی شده‌اند. طرح احیاء نهایی قنات سنگلج براساس استراتژی با بالاترین اولویت اجرایی و در قالب ۲ راهبرد با هدف مدیریت پایدار منابع آب و بازیافت آن ارائه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** قنات، باززنده‌سازی، توسعه پایدار شهری و مدل SWOT

**ارجاع:** لقای ح. عتابی ف. و فرجام بوئینی ز. ۱۳۹۰. تدوین استراتژی و برنامه‌ریزی برای استفاده از ظرفیت‌های سازه آبی قنات در بافت شهری (مطالعه موردی: قنات سنگلج در تهران). مجله پژوهش آب ایران.

۱- دانشیار گروه مهندسی طراحی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- کارشناس ارشد مهندسی طراحی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

\* نویسنده مسئول: [Farjam.zohreh@gmail.com](mailto:Farjam.zohreh@gmail.com)

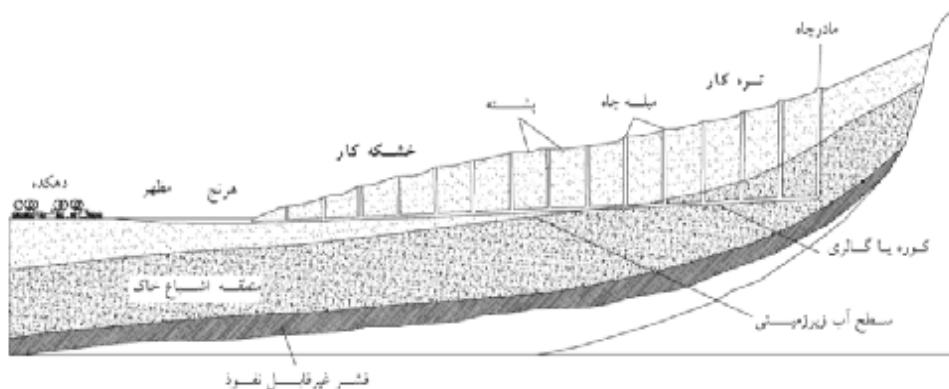
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۷/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۲۷

مقدمه

مناطق شیبدار به سوی دشت‌ها و مناطق کم شیب هدایت می‌کند. بخش‌های مختلف قنات در شکل ۱ نمایش داده شده است.

قنات سازه‌ای هیدرولیکی است که با استفاده از شیب و نیروی جاذبه زمین، آب‌های موجود در زیر زمین را از



شکل ۱- پروفیل قنات و بخش‌های تشکیل‌دهنده آن

تداوم حیات شهری و افزایش جمعیت در ایران مرهون نقش بسزای قنات در تأمین آب ساکنان بوده است؛ با ایجاد تکنولوژی‌های نوین نظیر حفر چاه از سویی و افزایش نیاز آبی از سوی دیگر، قنات کارآیی خود را خصوصاً در محیط‌های شهری از دست داده و به عنصری مهجور تبدیل شده‌اند. به عنوان مثال قنات شهر تهران تا ۵۰ سال گذشته مهمترین رکن تأمین آب موردنیاز ساکنین محسوب می‌شده است (ستاد محیط‌زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران، ۱۳۸۵). تعداد نسبتاً زیاد قنات شهر تهران (بیش از ۶۰۰ رشته)، پراکنش آنها در کلیه مناطق شهر و آبدار بودن بیش از نیمی از آنها با عدم رسیدگی و مرمت، بر لزوم توجه به آنها می‌افزاید. از سویی دیگر یکی از مهمترین مسائل پیش‌روی مدیران شهری در شهر تهران، کمبود آب جهت مصارف مختلف نظیر آبیاری فضای سبز، اجرای خدمات شهری و ... است و این امر با توجه به اقلیم گرم و خشک شهر و کاهش بارش در سال‌های اخیر شدت یافته است. به نظر می‌رسد قنات تهران از ظرفیت‌های بسیاری برای رفع نیازهای آبی شهر برخوردارند و با توجه به رویکرد جهانی در دستور کار ۲۱ برای استفاده از تکنولوژی‌های بومی به عنوان راهکاری نو در مدیریت منابع آب شهرها، ضروری است قنات به عنوان فناوری پاک، کم هزینه و پایدار مورد توجه قرار گیرد (طراواتی و ایافت، ۱۳۷۷).

قنات دارای ویژگی‌های ساختاری منحصر به فرد و پایداری است که خروج دائمی آب از کوره مهمترین عامل تمایز آن نسبت به سایر روش‌های استحصال آب است. این امر با توجه به شرایط اقلیمی و خشکسالی‌های مداوم کشور ایران، در گذشته تأثیر بسیاری در تداوم حیات شهری داشته است. از سوی دیگر عبور زیرزمینی آب از کوره قنات سبب کاهش تبخیر و در نتیجه کاهش هدررفت آب می‌شده است. از آنجایی که متوسط میزان بارش در ایران ۲۰۰ میلی‌متر در سال و پتانسیل تبخیر بسیار بالا است این ویژگی تأثیر بسیاری در حفظ عنصر گراندفر آب و پایداری شهرها داشته است (علیزاده، ۱۳۸۷). یکی دیگر از مهمترین ویژگی‌های قنات عدم آلوده‌سازی محیط زیست می‌باشد. در قنات برخلاف سایر سازه‌های استحصال آب نظیر چاه به هیچ نوع انرژی خارجی جهت استخراج آب لازم نیست و استخراج آب فقط برپایه نیروی ثقل و شیب کوره صورت می‌گیرد. میزان استحصال آب توسط قنات برخلاف چاه، براساس بالا یا پایین بودن سطح ایستابی تعیین می‌شود، بدین ترتیب سازه قنات با برداشت آب متناسب با میزان ذخایر آب زیرزمینی مانع از نوسان شدید سطح ایستابی و در نتیجه پیامدهای منفی ناشی از آن خواهد شد (سروقدمقدم و پاپلی یزدی، ۱۳۷۱).

دسته پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی انجام شده و نتایج آزمایش با استانداردهای آب موردنیاز برای کشاورزی در سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان بهداشت جهانی مقایسه شده است. در گام بعد نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای قنات سنگلج براساس روش SWOT بررسی شده است. اطلاعات لازم با مصاحبه با افراد متخصص و مجرب در امر قنات تهران و مسئولین این امر و بازدیدهای میدانی، تهیه و در قالب ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی (IFE) و ارزیابی عوامل خارجی (EFE) ارزیابی شده است. لازم به ذکر است عواملی که به طور مستقیم با قنات در ارتباط هستند، به عنوان عوامل داخلی و عواملی که تأثیر غیرمستقیم بر قنات دارند، به عنوان عوامل خارجی در نظر گرفته شده‌اند. بدین ترتیب چهار دسته راهبرد مبتنی بر ترکیب عوامل داخلی و خارجی تعیین شده و پس از آن موقعیت برداری قنات در بین ۴ ناحیه تهاجمی، محافظه کارانه، رقابتی و تدافعی تعیین گردیده و راهبردهای ناحیه تعیین شده براساس ماتریس QSPM اولویت‌بندی اجرایی و تعیین جذابیت شده‌اند. در نهایت براساس اولویت‌بندی و شرایط موجود، طرح احیاء قنات برای استفاده از فرصت‌های موجود ارائه شده است.

#### منطقه مورد مطالعه

قنات سنگلج با ۴۵۰۰ متر طول، یکی از قدیمی‌ترین قنات شهر تهران است که در گذشته نقش بسزایی در تأمین آب شرب موردنیاز ساکنین مرکز شهر، و کشاورزی باغات اطراف آن داشته است. مسیر عبوری کنونی این قنات در مناطق ۶، ۱۱ و ۱۲ شهرداری تهران می‌باشد و مظهر آن در پارک شهر (محل درخونگاه) در منطقه ۱۲ شهرداری تهران واقع است. عبور قنات سنگلج از مرکز شهر سبب تشدید تأثیر شهر و عوامل وابسته به آن بر وضعیت فعلی این قنات شده است. کوره فعلی به دلیل عدم مرمت و عدم رسیدگی به وضعیت آن و نیز وجود چاه‌های متعدد در حریم قنات، خشک است و به سبب نشت و نفوذ فاضلاب‌های خانگی به شدت آلوده است. (ستاد محیط‌زیست و توسعه پایدار

تاکنون تحقیقات متعددی بر روی سازه قنات در داخل و خارج از کشور انجام شده اما تقریباً در تمامی آنها نقش اقتصادی-اجتماعی قنات در محیط‌های روستایی بررسی و تأثیرات زیست‌محیطی آن نادیده گرفته شده و به کارکرد آن به عنوان راهکاری مدیریتی در مباحث مربوط به منابع آب زیرزمینی و زیرسطحی در شهرها توجه نشده است. (مهراوران، ۱۳۸۴؛ صادقی‌راد، ۱۳۸۴؛ غلام‌نژاد، ۱۳۸۳؛ نصیریان، ۱۳۸۵؛ انتظار، ۲۰۰۸؛ قازی و دنیش، ۲۰۰۷؛ دیکسون، ۱۹۹۹؛ پوتنام، ۱۹۹۳؛ گلیک، ۱۹۹۳؛ گلیک، ۲۰۰۱ و پلاتو، ۱۹۹۴)

مدل‌های SWOT و QSPM از شیوه‌های تحلیل استراتژی در مدیریت نوین می‌باشد که تاکنون در سازمان‌های متعددی به کار گرفته شده است (دیسون، ۲۰۰۴؛ طالعی، ۲۰۰۹؛ هیل و وست بروک، ۱۹۹۷؛ کورتیلا، ۲۰۰۰) با توجه به وجود فاکتورهای متعدد موثر در حیات سازه قنات در شهر تهران، به نظر می‌رسد که SWOT شیوه‌ای مناسب جهت تصمیم‌گیری در راستای حفظ، احیاء و مدیریت آن باشد. لذا در این مقاله به بررسی فن قنات در کلانشهر تهران با در نظر گرفتن کلیه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و با هدف استفاده از ظرفیت‌های آن به عنوان راهکاری نوین در مدیریت شهری پرداخته شده است. بدین منظور قنات سنگلج، یکی از قدیمی‌ترین قنات تهران که در مرکز شهر واقع شده به عنوان مورد مطالعاتی در نظر گرفته شده تا پس از بررسی وضع موجود، با استفاده از روش SWOT<sup>۱</sup> و ماتریس QSP<sup>۲</sup>، طرح‌های راهبردی برای باززنده‌سازی و احیاء آن ارائه شود.

#### مواد و روش‌ها

برای تعیین راهکارهای پایدار در احیاء و باززنده‌سازی قنات سنگلج ابتدا وضع موجود آن بررسی شده است. یکی از عوامل موثر در بررسی وضع موجود قنات، بررسی کیفی آب است، در این خصوص از آب این قنات در نقاط مختلف نمونه‌برداری و آزمایشات کیفی در سه

3 -Internal Factor Evaluation

4 -External Factor Evaluation

1- Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats

2- Quantitative Strategic Planning Matrix

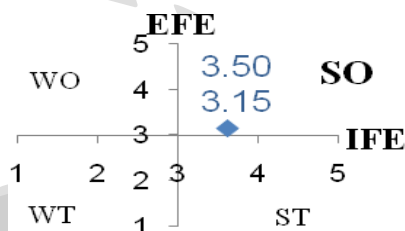
که اولین بوستان شهری تهران است و امکان استفاده از آن برای رفع نیاز آبی فضای سبز بوستان، اهمیت بسیاری دارد.

شهرداری تهران، (۱۳۸۵) مشخصات این قنات از مادرچاه تا مظهر در جدول ۱ و مسیر عبوری آن از مناطق مختلف شهر در شکل ۲ آورده شده است (مالکی، ۱۳۸۵). حفظ این قنات به دلیل نزدیکی به پارک شهر

جدول ۱- مشخصات رشته قنات سنگلج (مالکی، ۱۳۸۵)

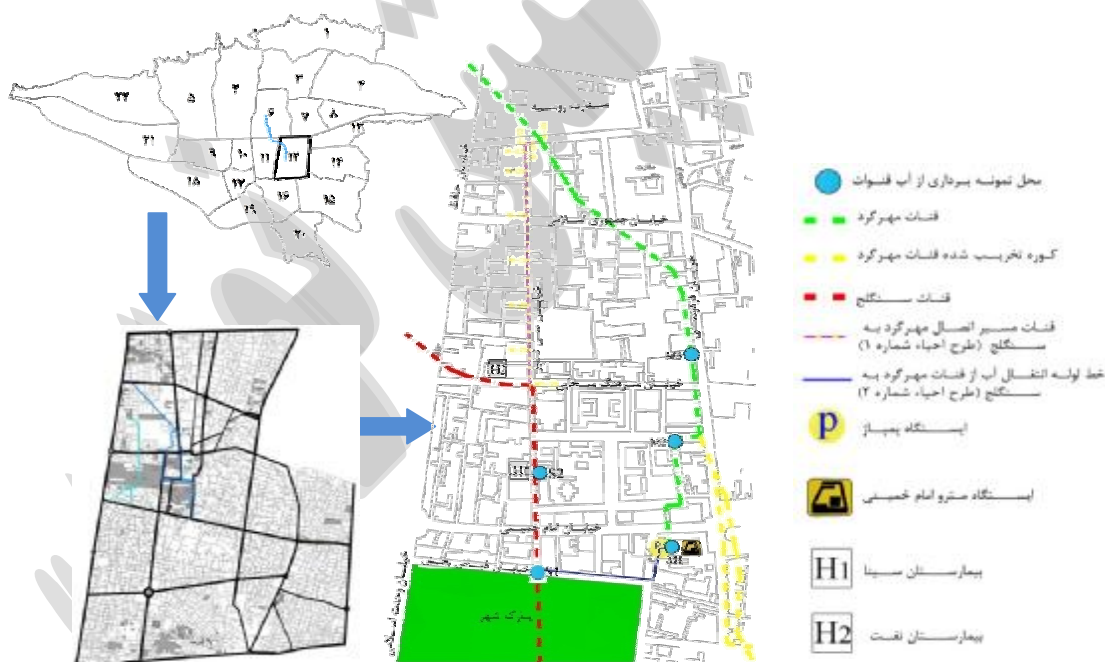
طول کوره	عمق مادرچاه	عمق میله‌ها	هرنج	مظهر	مالکیت
۴۵۰۰ متر	۷۵ متر	۶-۷۵ متر	مطابق آیین‌نامه قنات	جنوب پارک شهر	موقوفه

برای بررسی امکان استفاده از آب قنات سنگلج در ۲ نقطه اقدام به آزمایش کیفی و تعیین پارامترهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و میکروبی شد. محل ایستگاه‌ها در شکل ۳ و نتایج آزمایشات در جدول ۲ آورده شده است. این نتایج با استانداردهای آب موردنیاز برای کشاورزی در سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان بهداشت جهانی مقایسه شده که نتایج آن در جدول ۳ آمده است



شکل ۲- تعیین جایگاه قنات سنگلج براساس روش SWOT

### نتایج و بحث آنالیز کیفی آب



شکل ۳- مسیر قنات سنگلج و مهرگرد و طرح‌های احیای پیشنهادی

براساس روش ارائه شده توسط محرم نژاد (۱۳۸۵) تهیه شده و تمامی ارزیابی‌ها با توجه به نظر کارشناسان و متخصصین، مقنی‌ها و نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی صورت گرفته شد.

ارزیابی نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها به روش SWOT جهت ارزیابی عوامل استراتژیک داخلی (نقاط قوت و ضعف) و خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) قنات سنگلج از ماتریس‌های IFE و EFE استفاده شده است. ماتریس‌ها

جدول ۲- نتایج پارامترهای آزمایش شده قنوات سنگلج و مهرگرد

نمونه	S1	S2	M1	M2	M3	نمونه	S1	S2	M1	M2	M3
مهرگرد، خیابان فردوسی، روبروی بانک ملی	مهرگرد، هتل فردوسی	پارک آتشنشان	مهرگرد، داخل پارک آتشنشان	مهرگرد، هتل فردوسی	مهرگرد، خیابان فردوسی، روبروی بانک ملی	مهرگرد، خیابان فردوسی، روبروی بانک ملی	مهرگرد، هتل فردوسی	پارک آتشنشان	مهرگرد، داخل پارک آتشنشان	مهرگرد، هتل فردوسی	مهرگرد، خیابان فردوسی، روبروی بانک ملی
NO2	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۳	Ph	۷/۷۹	۷/۵۷	۷/۱۷	۷/۳۲	۷/۷
NH3	۸/۲	۱۰	۰/۴۴	۴/۵	۰/۳۸	TDS	۴۳۵	۴۷۸	۴۴۸	۴۱۲	۴۲۸
SO4	۱۸۳	۱۹۵	۱۶۰	۱۱۰	۱۱۸	EC	۸۷۰	۹۵۶	۸۹۷	۸۲۳	۸۵۶
PO4	۱۰/۴	۱۱/۵	۱۰/۶	۶/۸	۳/۷	Sal	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۴
F <sup>-</sup>	۱/۲	۱/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۸	Tur	۵۱	۲۲	۵۱/۵	۹	۱/۸
pb	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	رنگ	۱۶۲	۱۹۲	۱۲۰	۱۷۹	۱۷
cd	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	TSS	۴۵	۴۲	۵۲	۲۱	۲
Mn	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	سختی کل	۲۸۵	۲۷۰	۲۴۵	۲۱۰	۲۰۰
Co	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	سختی موقت	۱۰۰	۹۵	۸۰	۷۰	۷۵
Cr	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	سختی دائم	۱۸۵	۱۷۵	۱۶۵	۱۴۰	۱۲۵
Ni	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	Ca	۸۰/۳	۷۴	۶۱	۵۰	۴۹
Cu	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	Mg	۲۰/۳	۱۹	۱۷/۱	۱۵/۵	۱۵
Zn	۰/۲۷۴	۰/۴۹	۰/۴۳۴	۰/۳۶۷	<۰/۰۱	قلیائیت کل	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۲	۷۵	۸۵
Fe	۰/۲۷۴	۰/۳۹۸	۰/۳۷۳	۰/۳۰۴	<۰/۰۱	کلراید	۱۴۳	۱۳۵	۱۲۰	۹۵/۷	۹۰/۵
FC	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	۲۱۰	سیانید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵
TC	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	≥۲۴۰۰	۴۶۰	NO3	۰/۴	۹/۶	۳/۱	۵/۷	۲/۱
Bod5	۴۰	۲۹	۳۴	۱۳	۸	NO2	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۰۳
COD	۱۰۰	۷۲	۸۴	۳۰	۲۲						

مهمترین عامل محدودیت در استفاده از آب آن است. مهمترین علت آلودگی، نفوذ فاضلاب‌های خانگی از طریق چاه‌های جذبی به آب‌های زیرزمینی است. احداث شبکه فاضلاب تهران، گسترش آن به تمام مناطق شهر و استقبال و استفاده شهروندان از آن، مقوله‌ای است که به طور حتم نقش شایانی در رفع آلودگی آب‌های زیرزمینی ایفا خواهد نمود ولی به دلیل نبود اطلاعات کافی و عدم دسترسی به اطلاعات موجود، همچنین تأثیر بلند مدت آن، از پرداختن به آن در این تحقیق صرف نظر شده است.

در جداول ۴ و ۵ نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای قنات سنگلج ذکر شده است. همانگونه که در جداول مذکور ملاحظه می‌شود، این قنات به لحاظ ویژگی‌های تاریخی، فرهنگی و ملی بسیار مهم است و فرصت‌های بسیاری برای استفاده از آن هست. این درحالی است که نتایج حاصل از آزمایش کیفی آب قنات، حاکی از آلودگی شدید میکروبی همراه با آلودگی فیزیوشیمیایی آن است. بدین ترتیب مسأله آلودگی، مهمترین عامل تهدید کننده سلامت قنات سنگلج و

جدول ۳- مقایسه کیفی آب با استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران

سازمان حفاظت محیط زیست							WHO						
M3	M2	M1	S2	S1	مقدار مجاز	پارامتر	M3	M2	M1	S2	S1	مقدار مجاز	پارامتر
✓	✓	✓	✓	✓	۰/۰۵	کادمیم (mg/l)	✓	✓	×	×	×	۳	کلراید (meq/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۶	کلراید (meq/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۰/۲	مس (mg/l)
✓	✓	×	×	×	۰/۱	سیانور (mg/l)	-	-	-	-	-	۱	فلوراید (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۰/۰۵	کبالت (mg/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۵	آهن (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۱	کروم (mg/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۰/۲	منگنز (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۰/۲	مس (mg/l)	-	-	-	-	-	۰/۰۱	مولیبدن (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۳	آهن (mg/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۰/۲	نیکل (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۱۰۰	منیزیم (mg/l)	-	-	-	-	-	-	آمونیم (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۱	منگنز (mg/l)	-	-	-	-	-	-	نیتريت (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۲	نیکل (mg/l)	✓	×	✓	×	✓	۵	نیترات (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۱	سرب (mg/l)	-	-	-	-	-	-	فسفات (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۲	روی (mg/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۵	سرب (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۱۰۰	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	✓	✓	✓	✓	✓	۲	روی (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۲۰۰	COD (mg/l)	×	×	×	×	×	۰/۷	EC
✓	✓	✓	✓	✓	۱۰۰	TSS (mg/l)	✓	✓	✓	×	✓	۴۵۰	TDS (mg/l)
✓	✓	✓	✓	✓	۶-۸/۵	pH	✓	✓	✓	✓	✓	۳	SAR (mg/l)
✓	✓	×	✓	×	۵۰	کدورت (NTU)	✓	✓	✓	✓	✓	۶-۸/۵	pH
✓	×	×	×	×	۷۵	رنگ	×	×	×	×	×	۱۰۰۰	کلیفرم گوارشی (No/ml)
✓	×	×	×	×	۴۰۰	کلیفرم گوارشی (No/ml)	×	×	×	×	×	۱۰۰۰	کلیفرم کل (No/ml)
✓	×	×	×	×	۱۰۰۰	کلیفرم کل (No/ml)							

جدول ۴- نقاط قوت و ضعف‌های قنات سنگلج

نقاط قوت
S1 - ارزش تاریخی- فرهنگی و قدمت چندصد ساله قنات
S2 - مالکیت موقوفه‌ای قنات سنگلج
S3 - کوره آجرچینی شده و زیبای قنات سنگلج
S4 - افزایش آبدهی به دلیل جهت غربی- شرقی و سپس جهت
S5 - طولیل بودن قنات
S7 - قابل استفاده بودن آب قنات در بالادست
نقاط ضعف
W1 - خشک بودن کوره و چاه‌های قنات در بخش انتهایی.
W2 - آلودگی میکروبی شدید آب قنات
W3 - آلودگی فیزیکوشیمیایی آب قنات
W4 - نامشخص بودن مسیر قنات

در جدول ۶ نتایج حاصل از ارزیابی عوامل استراتژیک داخلی و خارجی ارائه شده است. براساس مجموع امتیاز وزن دار ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی و خارجی برای قنات سنگلج، اعداد ۳/۱۵ و ۳/۵۰ حاصل شده است. مقایسه این نتایج در نمودار تجزیه و تحلیل SWOT، نشان می‌دهد که قنات سنگلج دارای جایگاه SO یا تهاجمی است (شکل ۳). این به معنی برتری نقاط قوت قنات بر نقاط ضعف و فرصت‌ها بر عوامل تهدیدکننده است بنابراین استراتژی‌های ناحیه SO استراتژی‌های برتر است و باید توسط ماتریس QSPM اولویت‌بندی شود. استراتژی‌های ناحیه SO در جدول ۷ به نمایش درآمده است.

جدول ۵- فرصت‌ها و تهدیدهای قنات سنگلج

فرصت‌ها	تهدیدها
O1- امکان استفاده از آب قنات سنگلج جهت آبیاری فضای سبز	T1- برخورد تاج مترو با کوره قنات سنگلج
O2- امکان افزایش توریسم با طراحی تفرجگاهی قنات سنگلج	T2- اتصال آب قنات به کانال جمع‌آوری آب‌های سطحی
O3- وجود چندین هتل بین‌المللی در نزدیکی پارک شهر و امکان	T3- آلودگی میکروبی آب قنات در پایین دست به دلیل
O4- تسهیل دسترسی شهروندان جهت بازدید از قنات سنگلج در	T4- عدم وجود ارتباط مناسب کاری بین مسئولین قنات
O5- وجود فضای کافی و مناسب جهت تصفیه آب قنات در داخل	T5- عدم اجرای قوانین موجود در رابطه با حفظ و مدیریت
O6- تاکید کنوانسیون‌های بین‌المللی بر حفظ فن و دانش بومی	T6- وجود سه حلقه چاه در داخل بوستان پارک شهر که
O7- وجود منابع آبی بدون استفاده در نزدیکی قنات سنگلج	T7- استفاده بی رویه و غیر قانونی از آب قنات

جدول ۶- ماتریس ارزیابی عوامل استراتژیک داخلی (IFE) و خارجی (EFE) قنات سنگلج

عوامل استراتژیک داخلی			عوامل استراتژیک خارجی		
وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز وزن دار
	قوت‌ها		فرصت‌ها		
S1	۵	۰/۶۰	O1	۵	۰/۴۰
S2	۴	۰/۲۹	O2	۴	۰/۳۶
S3	۵	۰/۴۵	O3	۴	۰/۲۸
S4	۵	۰/۴۵	O4	۴	۰/۳۲
S5	۴	۰/۲۴	O5	۴	۰/۲۸
S6	۴	۰/۳۸	O6	۵	۰/۳۵
S7	۴	۰/۳۸	O7	۴	۰/۲۴
	ضعف‌ها		تهدیدها		
W1	۲	۰/۴۰	T1	۲	۰/۱۴
W2	۱	۰/۱۱	T2	۳	۰/۱۵
W3	۲	۰/۱۸	T3	۱	۰/۰۹
W4	۳	۰/۲۲	T4	۲	۰/۱۲
			T5	۲	۰/۱۶
			T6	۲	۰/۱۲
			T7	۲	۰/۱۴
جمع	۱	۳.۵۰	جمع	۱	۳/۱۵

جدول ۷- راهبردهای مبتنی بر نقاط قوت و فرصت (SO)

تدوین اقدامات لازم جهت احیاء و مرمت قنات در تمام طول مسیر جهت افزایش راندمان آبدهی	S3O1	ST1
معرفی قنات سنگلج به سبب ارزش تاریخی- فرهنگی‌اش به جوامع بین‌المللی و ثبت آن بعنوان اثر ملی در یونسکو	S2O2	ST2
بررسی و امکان‌سنجی تصفیه آب قنات در پارک شهر	S7O6	ST3
ارائه راهکارهایی جهت توسعه توریسم نظیر طراحی تفرجگاه یا موزه زیرزمینی	S2O4	ST4
آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی جهت شناساندن قنات سنگلج	S1O5	ST5
اخذ تدابیری جهت استفاده از منابع آبی بلااستفاده در کوره متروکه قنات در پایین دست	S2O7	ST6
خلق فضاهای خوش منظره با فراهم نمودن مخازن و استخرهای ذخیره آب	S5O3	ST7
سرمایه‌گذاری و درآمدزایی با ایجاد تفرجگاه بر روی قنات و اختصاص بخشی از درآمدهای آن در جهت احیای قنات	S6O3	ST8
بیمه نمودن قنات سنگلج جهت تسریع در امر احیاء	S7O2	ST9

نقاط ضعف براساس روش QSPM بررسی و امتیازدهی شد (جدول ۹).

همه ضرایب با توجه به شرایط موجود و براساس نظرسنجی انجام شده از کارشناسان مربوطه داده شده که نمونه پرسشنامه در جدول ۸ آورده شده است.

اولویت‌بندی و تعیین جذابیت استراتژی‌ها به روش QSPM یکی از روش‌ها و تکنیک‌های ارزیابی گزینه‌های مختلف استراتژی و مشخص کردن جذابیت نسبی آنها، ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) است. در تهیه این ماتریس نیز از روش ارائه شده توسط محرم نژاد (۱۳۸۵) استفاده شده است. استراتژی‌های SO مبتنی بر نقاط قوت و فرصت‌ها جهت کاهش تهدیدها و بهبود

**جدول ۸- پرسشنامه بررسی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای قنات در سطح شهر تهران**

این پرسشنامه با هدف تعیین و بررسی نقاط ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای قنات تهران تهیه گردیده است. در انتهای هر سوال فضای خالی در نظر گرفته شده است لذا در صورت وجود موارد دیگر همراه با تعیین میزان اهمیت، آنها را ذکر نمایید. در صورت موافق نبودن با هر یک از مولفه‌های مذکور، خانه‌های مربوط به آن مولفه را خالی بگذارید.					
تاریخ //					
نام و نام خانوادگی: سمت: میزان تحصیلات: مدت زمان فعالیت در زمینه قنات:					
۱- به عقیده شما تاثیر عوامل زیر در از دست دادن کارایی قنات تهران و فراموش گشتن آنها در جامعه به چه میزان است؟					
مؤلفه	بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
لودگی میکروبی آب قنات ناشی از فاضلاب‌های شهری					
گسترش بی‌رویه شهر تهران بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیط					
کم آبی و متروکه بودن برخی قنات					
تغییر الگوی مصرف آب شهروندان تهرانی					
عدم وجود اطلاعات مدون و جامع درباره قنات در تهران					
زیر زمین بودن قنات و عدم رویت همیشگی آن و کم اهمیت جلوه دادن آن					
نبود سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری و سوء استفاده از قنات					
برداشت بی‌رویه از آبخوانهای زیر زمینی و در نتیجه کاهش میزان آبدهی قنات					
خشکسالی بویژه در سالهای اخیر					
تجمع رسوبات در کوره قنات در اثر بی اهمیت شدن مدیریت قنات					
عدم تخصیص بودجه کافی جهت نگهداری قنات					
عدم درک ضرورت تربیت مقنی ماهر					
عدم آگاهی و شناخت مسئولین از اهمیت و نقش قنات در آینده					
سختی کار احیاء قنات					
عدم تناسب آبدهی برخی قنات با افکار عمومی					
۲- به نظر شما اهمیت دلایل زیر در بقای قنات شهر تهران با وجود گذشت چندین سده به چه میزان است؟					
مؤلفه	بسیار مهم	مهم	متوسط	کم اهمیت	بی اهمیت
تامین دائمی آب در طول سال توسط قنات					
هزینه کم مرمت و نگهداری از کوره و میله‌های قنات					
عدم نیاز به صرف انرژی بیرونی جهت استحصال آب از چاه‌های					
وجود ابنیه آبی تاریخی قدیمی در تهران					
تقدس و احترام به آب در فرهنگ ایرانی و اهمیت و قداست برخی قنات در نزد					



کمبود منابع آب شیرین دائمی و سطحی در تهران					
۳- به عقیده شما اهمیت مولفه‌های زیر زمینی بر لزوم حفظ و توسعه قنوت در شهر تهران به چه میزان است؟					
بی اهمیت	کم اهمیت	متوسط	مهم	بسیار مهم	مولفه‌ها
					تعداد زیاد قنوت در سطح شهر تهران
					حفظ ذخایر آبی زیرسطحی و زیر زمینی سطح شهر
					رزش تاریخی و قدمت قنوت در تهران و ایران
					تاکید کنوانسیون‌های بین‌المللی مبنی بر حفظ فن و دانش بومی
					تثبیت سطح ایستابی بدلیل ویژگی خودبالانس بودن استحصال آب توسط
					تامین آب موردنیاز زمین‌های کشاورزی و باغات به جای آبیاری با آبهای آلوده و
					اختراع ایرانیان و میراث فرهنگی جهانی
					مکان آبیاری بوستان‌های شهری به دلیل عبور قنوت از نزدیکی آنها
					استفاده از قنوت برای آبیاری فضای سبز باتوجه به پایین بودن سرانه فضای
					جلوگیری از آبیاری زمین‌های کشاورزی با آبهای سطحی آلوده و فاضلاب
					فزایش فرصت‌های شغلی با عملیات احیاء و نگهداری و مدیریت قنوت
					عدم آلودگی فیزیکوشیمیایی آب قنوت
					استفاده از آب آنها در شرایط بحرانی نظیر زلزله
۴- به نظر شما هریک از مولفه‌های زیر به چه میزان در حفظ و توسعه قنوت دارای اهمیت است؟					
بی اهمیت	کم اهمیت	متوسط	مهم	بسیار مهم	مولفه‌ها
					عوامل فنی
					استفاده از تکنولوژی و امکانات جدید در احداث و احیاء قنوت
					ذخیره‌سازی آب قنات در فصول کم مصرف
					کنترل ماهانه آبدهی قنات توسط کارشناسان
					کنترل میزان بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی منطقه توسط کارشناسان
					بازدیدهای دوره‌ای کارشناسان از قنوت
					لایروبی به موقع قنات و مدیریت جامع و ثابت
					تشویق به تشکیل اتحادیه مقنیان و نهادینه سازی مدیران قنات در ایران
					عوامل اجتماعی- فرهنگی
					تشویق به مشارکت کلیه بهره‌برداران آب به قنات
					تربیت مقنی آشنا با تجارت گذشتگان و دانش فنی جدید
					حفظ حریم قنات
					صلاح الگوی مصرف آب
					تربیت کارشناسان متخصص
					یجاد تسهیلات ویژه برای کارگران قنات و مقنیان
					یجاد اماکن تفریحی با استفاده از قنوت و آب آنها
					آموزش اهمیت آب در محیط زیست آینده کشور و جهان
					عوامل سیاسی- حقوقی
					نظارت دولت بر حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بخصوص در نزدیکی حریم
					ممانعت از بهره‌برداری از چاه‌هایی که در حریم قنوت حفر شده‌اند یا بدون پروانه

					نظارت مستمر بر کیفیت و کمیت ذخایر آبهای زیرزمینی
					تدوین قوانین موثر و قابل اجرا به منظور حل مشکلات مالکیت قنوات
					صلاح قوانین دولتی به منظور حمایت بیشتر از قنوات موجود
					واگذاری کلیه امور مربوط به قنوات به یک سازمان
					پیامه کردن قنوات بعنوان میراث فرهنگی، اجتماعی، محیطی و اقتصادی
					تهیه و تدوین طرح‌های درازمدت حفظ و نگهداری قنوات
					کمک به افزایش راندمان آبیاری از طریق گسترش سیستم‌های آبیاری مدرن -
					یجاد بانک اطلاعاتی در مورد قنوات
۵- با در نظر گرفتن شرایط کنونی قنوات موجود در منطقه، قابلیت کاربرد آنها را در موارد زیر تعیین نمایید. در صورت وجود موارد دیگر ذکر نمایید.					
					قابلیت کاربرد
					بسیار زیاد
					زیاد
					متوسط
					کم
					بدون کاربرد
					ستفاده شرب
					آبیاری بوستان‌های موجود در منطقه
					آبیاری باغات و زمین‌های کشاورزی منطقه
					ذخیره در مخازن یا استخرهای ویژه
					جمع‌آوری آبهای سطحی به ویژه در فصول پرباران
					شستشوی خیابان‌ها و جداول
					مجرای عبور فاضلاب
					طراحی آبنا و منظرسازی با آب
					افزایش توریسم در منطقه
					کارایی در موارد بروز شرایط بحرانی
- مهمترین ویژگی یا ویژگی‌های مثبت قنوات موجود در منطقه چیست؟					
- مهمترین تهدیدهایی که قنوات موجود در منطقه ایجاد می‌کنند چیست؟					
- به نظر شما چه راه‌حلهایی جهت کاهش اثرات منفی قنوات بر محیط زیست شهری وجود دارد؟					
- پیشنهادات خود را جهت بهبود عملکرد قنوات و رفع مشکلات مدیریت آنها ذکر نمایید.					
- راهکارهای پیشنهادی شما جهت استفاده بهینه از آب قنوات در تهران و منطقه چیست؟					

جدول ۹- ماتریس QSPM تهیه شده برای قنات سنگلج

ST9	ST8	ST7	ST6	ST5	ST4	ST3	ST2	ST1	امتیاز وزن دار	عوامل استراتژیک									
TAS	AS	TA2	AS	TAS	AS	TAS	AS	TA2	AS	TAS	AS								
۱/۸	۳	۱/۸	۳	۱/۲	۲	۱/۲	۲	۱/۸	۳	۲/۴	۴	۰/۶	۱	۲/۴	۴	۱/۲	۲	۰/۶	S1
۰/۴	۱	۰/۴	۱	۰/۴	۱	۰/۴	۱	۰/۴	۱	۰/۴	۱	۰/۹	۲	۰/۴	۱	۰/۹	۲	۰/۴	S4
۰/۹	۲	۱/۳	۳	۰/۴	۱	۰/۴	۱	۱/۳	۳	۱/۳	۳	۰/۴	۱	۱/۳	۳	۰/۴	۱	۰/۴	S3
۰/۷	۲	۰/۷	۲	۱/۱	۴	۱/۵	۴	۱/۱	۴	۰/۳	۱	۰/۳	۱	۰/۳	۱	۱/۱	۴	۰/۳	S7
۰/۳	۱	۰/۷	۲	۱/۵	۴	۰/۳	۱	۰/۷	۲	۱/۱	۴	۱/۱	۴	۰/۷	۲	۰/۷	۲	۰/۳	S6
۰/۸	۳	۱/۱	۴	۰/۵	۲	۰/۵	۲	۰/۲	۱	۰/۵	۲	۰/۵	۲	۱/۱	۴	۰/۸	۳	۰/۲	S2
۰/۲	۱	۰/۷	۲	۰/۴	۲	۰/۲	۱	۰/۴	۲	۰/۷	۲	۰/۷	۲	۰/۴	۲	۰/۷	۲	۰/۲	S5
۰/۴	۲	۰/۴	۲	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۴	۲	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۴	۲	۰/۲	W4

۰/۲	۱	۰/۴	۲	۰/۲	۱	۰/۸	۴	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۴	۲	۰/۲	۱	۰/۶	۳	۰/۲	W1
۰/۱	۱	۰/۳	۲	۰/۳	۲	۰/۷	۴	۰/۵	۳	۰/۱	۱	۰/۷	۴	۰/۳	۲	۰/۵	۳	۰/۱	W3
۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۳	۳	۰/۳	۳	۰/۱	۱	۰/۴	۴	۰/۲	۲	۰/۳	۳	۰/۱	W2
۱/۱	۳	۰/۷	۲	۰/۷	۲	۱/۱	۳	۱/۱	۳	۱/۱	۳	۱/۱	۳	۱/۱	۳	۱/۵	۴	۰/۳	O1
۱/۰	۳	۱/۰	۳	۰/۷	۲	۱/۰	۳	۱/۴۴	۴	۱/۰	۳	۰/۷	۲	۱/۴	۴	۱/۰	۳	۰/۳	O6
۰/۶	۲	۱/۳	۴	۰/۶	۲	۰/۶	۲	۱/۰۲	۳	۱/۳	۴	۰/۶	۲	۱/۳	۴	۰/۶	۲	۰/۳	O2
۰/۶	۲	۱/۲	۴	۰/۶	۲	۰/۶	۲	۱/۲	۴	۱/۲	۴	۰/۶	۲	۰/۹	۳	۰/۶	۲	۰/۳	O4
۰/۲	۱	۱/۱	۴	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۸	۳	۱/۱	۴	۰/۲	۱	۱/۱	۴	۰/۵	۲	۰/۲	O3
۰/۲	۱	۰/۵	۲	۰/۸	۳	۰/۸	۳	۰/۵	۲	۰/۵	۲	۱/۱	۴	۰/۲	۱	۰/۸	۳	۰/۲	O5
۰/۵	۲	۰/۷	۳	۰/۷	۳	۱/۰	۴	۰/۵	۲	۰/۷	۳	۱/۰	۴	۰/۲	۱	۰/۲	۱	۰/۲	O7
۰/۴	۳	۰/۳	۲	۰/۱	۱	۰/۴	۳	۰/۴	۳	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۳	۲	۰/۱	T1
۰/۱	۱	۰/۳	۲	۰/۶	۴	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۳	۲	۰/۴	۳	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۱	T2
۰/۴	۳	۰/۱	۱	۰/۶	۴	۰/۳	۲	۰/۴	۳	۰/۳	۲	۰/۳	۲	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۱	T5
۰/۴	۳	۰/۲	۲	۰/۱	۱	۰/۴	۳	۰/۴	۳	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۲۸	۲	۰/۱	T7
۰/۳	۳	۰/۳	۳	۰/۱	۱	۰/۱	۱	۰/۳	۳	۰/۲	۲	۰/۱	۱	۰/۲	۲	۰/۲	۲	۰/۱	T4
۰/۱	۱	۰/۳	۳	۰/۴	۴	۰/۴	۴	۰/۲	۲	۰/۲	۲	۰/۳	۳	۰/۲	۲	۰/۴	۴	۰/۱	T6
۰/۳	۴	۰/۰	۱	۰/۰	۱	۰/۲	۳	۰/۲	۳	۰/۰	۱	۰/۲	۳	۰/۰	۱	۰/۲	۳	۰/۰	T3
۱۳/۲۹		۱۷/۱۴		۱۳/۶۲		۱۴/۸۱		۱۶/۹۶		۱۶/۵۵		۱۴		۱۵/۷۴		۱۵/۴۵		ΣTAS	
۹		۱		۸		۶		۲		۳		۷		۴		۵		اولویت استراتژی‌ها	

وجود چاه‌های عمیق متعدد در حریم قنات سبب افت سطح ایستابی شده، لذا نوکنی و لایروبی قنات تأثیری در افزایش حجم آب تولیدی نخواهد داشت از این رو استفاده از منبع آبی دیگری نظیر آب قنات مجاور جهت باززنده سازی و آبدار نمودن کوره قنات سنگلج پیشنهاد می‌شود. قنات مهرگرد به موازات قنات سنگلج از خیابان فردوسی به سمت میدان امام خمینی عبور می‌کند و به دلیل تقاطع با مسیر عبوری خط ۲ متروی تهران در ایستگاه امام خمینی، کور می‌شود و آب آن به زهکش مترو متصل است و به هدر می‌رود (شکل ۳). این قنات نظیر قنات سنگلج به دلیل سابقه تاریخی و قدمت خود ارزشمند است. با توجه به این مطلب که متولی امر لایروبی و احیای اکثر قنات در تهران از جمله دو قنات مذکور، شهرداری تهران است، استفاده از آب قنات مهرگرد جهت باززنده‌سازی قنات سنگلج ممکن است. امکان‌سنجی استفاده از آب قنات مهرگرد جهت احیاء قنات سنگلج، مستلزم اجرای آزمایشات کیفی مشابه

مطابق جدول ۹ به هر عامل استراتژیک براساس میزان تاثیر آن در موفقیت استراتژی، امتیاز جذابیت (AS) داده شده و از حاصلضرب آن با امتیاز وزن‌دار، امتیاز جذابیت کل (TAS) حاصل می‌شود. امتیاز استراتژی‌ها براساس حاصلجمع اعداد داده شده در ستون TAS<sup>۱</sup> در جدول QSPM بدست می‌آید. همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود، راهبرد شماره ۸، «سرمایه‌گذاری و درآمدزایی با ایجاد تفرجگاه بر روی قنات و اختصاص بخشی از درآمدهای آن در جهت مرمت و احیای قنات سنگلج» بالاترین امتیاز را کسب کرده، لذا پیشنهادها همسو با این راهبرد باید استخراج شود. از آنجایی که خشک شدن کوره قنات عامل مهمی در ریزش و تخریب آن است، طرح پیشنهادی احیاء، بر مبنای آبدار نمودن مجدد کوره قنات سنگلج راهبرد مناسبی است که در ادامه ارائه می‌شود.

### بحث

1- Total Attractiveness Scores

تهران خواهد داشت. از آنجایی که میله‌چاه ایستگاه امام خمینی در عمقی پایین‌تر از میله‌های بالادست قرار دارد استحصال آب از عمق بیشتری از آبخوان زیرزمینی صورت گرفته و در نتیجه دبی افزایش و کیفیت آب بهبود می‌یابد. بدین ترتیب طرح راهبردی دوم به لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی ارزش اجرایی بیشتری دارد.

### نتیجه‌گیری

آب قنات سنگلج براساس نتایج حاصل از پایش کیفی صورت گرفته، آلودگی شدید فیزیکوشیمیایی و میکروبی دارد. نتایج روش تحلیلی-کاربردی SWOT حاکی از برتری فرصت‌ها و نقاط قوت قنات سنگلج نسبت به عوامل تهدیدکننده خارجی و نقاط ضعف آن است. براین اساس امکان استفاده از آب قنات برای آبیاری فضای سبز پارک شهر و وجود منابع آبی بلااستفاده در نزدیکی قنات سنگلج، برخی از مهمترین فرصت‌ها بوده و عدم اجرای قوانین مرتبط با قنات از سوی نهادهای ذیربط از مهمترین دلایل ایجاد عوامل تهدیدکننده‌ای نظیر برداشت بی‌رویه آب در بالادست و نفوذ فاضلاب‌ها به کوره قنات می‌باشد. نتایج مدل QSPM در اولویت‌بندی اجرایی استراتژی‌های تدوین شده در روش SWOT، حاکی از اولویت استراتژی «سرمایه‌گذاری و درآمدزایی با استفاده از ظرفیتهای قنات و اختصاص درآمد حاصله در حفظ آن» است. در نتیجه طرح احیاء پیشنهادی در راستای اجرایی نمودن نتایج حاصل از روش‌های SWOT و QSPM ارائه شده است. مهمترین معضل قنات سنگلج کم آبی و خشک بودن کوره است، لذا با آبدار کردن قنات باید آن را احیاء کرد. از جمله راهکارهای پایدار پیشنهادی برای آبدار کردن مجدد قنات و جلوگیری از تخریب و خشک شدن کوره قنات سنگلج، استفاده از آب قنات مهرگرد که در حال حاضر بلااستفاده است و به زهکش مترو متصل است. این امر سبب ایجاد فرصت‌هایی چون استفاده از آب قنات برای آبیاری فضای سبز پارک شهر و ایجاد فضاهای تفرجگاهی و گردشگری نظیر پایاب و آسیاب‌های آبی در مسیر قنات سنگلج در پارک شهر می‌شود. بنابراین با اتخاذ

برای آب قنات مهرگرد است، در این خصوص سه نمونه تهیه شده است. نتایج آزمایشات در جدول ۲ آمده است. طرح احیاء در راستای استفاده از آب قنات مهرگرد به عنوان فرصت جهت آبدار نمودن کوره قنات سنگلج، جلوگیری از هدررفت آب و در نتیجه پایداری در استفاده از ظرفیتهای منبع آبی قنات در محیط‌های شهری و در قالب ۲ گزینه پیشنهاد شده است. تمایز دو طرح در نحوه انحراف مسیر آب قنات مهرگرد است که در طرح اول، آب قنات مهرگرد توسط حفر کوره زیرزمینی از خیابان نوفل‌لوشاتو به سمت خیابان سی‌تیر به کوره قنات سنگلج وصل می‌گردد و در طرح دوم، آب قنات مهرگرد در ایستگاه مترو امام خمینی پمپاژ شده و از طریق خطوط انتقال در خیابان فیاض‌بخش به کوره قنات سنگلج متصل می‌شود.

در شکل ۳ دو طرح احیای پیشنهادی نمایش داده شده است. براساس برآورد صورت گرفته هزینه اجرایی طرح اول بالغ بر ۱ میلیارد ریال و هزینه مرمت و لایروبی سالانه آن حدود ۱۰۰ میلیون ریال خواهد شد در حالی که اجرای طرح دوم هزینه‌ای در حدود ۱۰۰ میلیون ریال دارد و هزینه‌های سالیانه تعمیرات، نگهداری و مصرف انرژی آن بالغ بر ۵۰ میلیون ریال است لذا به لحاظ اقتصادی اجرای طرح دوم به صرفه خواهد بود. اجرای هر دو طرح مستلزم تصفیه آب است.

از آنجایی که در طرح راهبردی اول آلودگی آب انتقالی از مهرگرد زیاد و ناشی از نفوذ فاضلاب‌های خانگی و بیمارستانی است، شرط پایداری طرح، اجرای قوانین مرتبط با قنات از سوی نهادهای ذیربط و جریمه متخطیان است در غیر اینصورت جریان آب در کوره قنات همراه با انتقال آلودگی از بالادست و افزایش هزینه تصفیه خواهد شد. این درحالی است که در طرح دوم، تصفیه به شکل کلرزی کافی و در نتیجه بسیار کم‌هزینه‌تر است. عبور مسیر قنات سنگلج از پارک شهر و وجود مخازن متعدد ذخیره آب در بوستان نیز فضای مناسبی را برای کلرزی فراهم می‌کند. استفاده از آب تصفیه شده تأثیر بسیاری در کاهش هزینه آبیاری و مشکل کم‌آبی پارک شهر به عنوان اولین بوستان شهری

انداختن سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران. دانشگاه شیراز.

۷- غلامنژاد ن. ۱۳۸۳. بررسی و مدلسازی تغییرات کیفی آب قنات. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان.

۸- نصیریان ن. ۱۳۸۵. واکاوی عوامل موثر بر توسعه پایدار نظام آبیاری مبتنی بر قنات در شهرستان های گرمسار و سمنان با تاکید بر نقش ترویج کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی. ترویج و آموزش کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات.

۹- مالکی ا. ۱۳۸۵. قنات تهران.

۱۰- محرم نژاد ن. ۱۳۸۵. مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست. ناشر مؤلف.

- 11- Intizar H. et al. 2008. Revitalizing a traditional dry land water supply system: The karez in Afghanistan, Iran, Pakistan and the Kingdom of Saudi Arabia. *Water International*. 33(3).
- 12- Qazi Muhammad U. And Daniish M. 2007. Transition from Karez to Tubewell Irrigation: Development, Modernization, and Social Capital in Balochistan, Pakistan. *World Development*. 35 (10): 1796-1813.
- 13- Homer- dixon T. 1999. Environment, scarcity, and violence, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- 14- Putnum R. 1993. Making Democracy work: Civic tradition in modern Italy. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- 15- Gleick P. H. 1993. Water and conflict, *International Security*. 18(1):79-112.
- 16- Gleick P. H. 2001. Global water; Threat and challenges facing the United States. *Issues for the new US administration*. *Environment*. 43(2):18-26.
- 17- Plateau J. 1994. Behind the market stage where real societies exist- Part i: The role of public and private order institutions. *Journal of development Studies*. 30 (3):533-577.

استراتژی های درست و ارائه طرح های راهبردی که به لحاظ اقتصادی و زیست محیطی توجیه پذیر هستند می توان قنات سنگلج را که نمونه بارزی از قنات مهجور در بافت های شهری در ایران است احیاء نمود و از ظرفیت های مناسب آن در جهت استفاده بهینه از منابع آبی، بهبود منظر شهری، حفظ محیط زیست طبیعی، ارزشگذاری به دانش بومی، جذب توریسم و رونق صنعت گردشگری بهره برد. این مسأله در مورد اکثر قنات در بافت های شهری در ایران صادق است و در مورد بقیه هم با تحقیقات و پژوهش هایی مشابه می توان به استراتژی ها و راهبردهایی مفید برای استفاده از ظرفیت های ارزشمند آنها دست یافت.

### سپاس گذاری

بدین وسیله از جناب آقای مهندس حبیب اله. فتاحی، کارشناس ارشد ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران به خاطر همکاری و همیاری صمیمانه در راه تهیه این مقاله تشکر و قدردانی می کنیم.

### منابع

- ۱- علیزاده ا. ۱۳۸۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۲- سروقدمقدم ا. و پاپلی یزدی م. ۱۳۷۱. قنات فنی برای دستیابی به آب. ترجمه. آستان قدس رضوی.
- ۳- ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران. گروه آب و فاضلاب. ۱۳۸۵. گزارش سیمای قنات شهر تهران.
- ۴- طراواتی ح. و ایافت ا. ۱۳۷۷. دستور کار ۲۱. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
- ۵- مهرآوران ف. ۱۳۸۴. بررسی اثرات توسعه بر کمیت و کیفیت آب قنات: مطالعه موردی قنات کوشک بی بی چه واقع در شمال شرق شهر شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی آبیاری و زهکشی. دانشگاه شیراز.
- ۶- صادقی راد م. ۱۳۸۴. کاربرد مدل MODFLOW در ارزیابی استفاده از سیستم قنات جهت پایین

- 20- Hill T. and Westbrook. R. 1997. SWOT analysis: it's time for a product recall. Long Range Plan 30:46-52.
- 21- Kurttila M. Pesonen M. Kangas J and Kajanus M. 2000. Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis – a hybrid method and its application to a forest certification case. For Policy Econ 1(1): 41-52.
- 18- Dyson R.G. 2004. Strategic Development and SWOT analysis at the University of Warwick. 152:631-640.
- 19- Taleai M. Mansourian A. and Sharifi A. 2009. Surveying general prospects and challenges of GIS implementation in Developing countries: a SWOT-AHP approach. Journal of Geographical Systems. 11(3).

