University of Tehran Press

Journal of Water and Irrigation Management **Online ISSN: 2382-9931**

Homepage: https://jwim.ut.ac.ir/

Evaluation of the Pathology of Using the Aqueduct for the Potential of Water Supply With the Fishbone Theory Approach

Mona MasoudiAshtiani[1] | Ahmad Sharafati[2]✉ | Hamid Kardan Moghaddam[3]

1. Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: mona.masoudi@srbiau.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: asharafati@srbiau.ac.ir
3. Water Research Institute, Ministry of Energy, Tehran. E-mail: h.kardan@wri.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: December 20, 2022
Received in revised form: February 04, 2023
Accepted: April 03, 2023
Published online: April 14, 2023

Keywords:
Conservative Strategy,
Fishbone,
Qanat,
Risk,
SWOT Matrix.

ABSTRACT

Qanats were created in the system of providing water resources since the initial formation of cities, but with the expansion of urbanization, the development of the city and the increase in the population, providing water resources in other ways was included in the plan of the trustees. Today, due to the lack of water and the need to use this sustainable water supply system, numerous risks have been created and can expand canals in cities. It is necessary to provide protection strategies after determining the vulnerability of canals. The concept of risk is considered as a method and technique in expressing the emergence and presentation of risks. There are different approaches to present this concept, one of these techniques is using the fishbone method. On the other hand, determining risk without knowing the conceptual dimensions is meaningless, so the purpose of this study is to use a combination of brainstorming, SWOT and fishbone decision-making methods to analyze the main causes of accidents and risks associated with canals, to deal with the details categorizing them and turning threats into opportunities. After holding brainstorming sessions to identify the damage caused to the canals, the SWOT matrix based on weaknesses, strengths, opportunities and threats was completed and the root causes were analyzed using the fishbone method. The results of the SWOT method showed that the proposed strategies should be defined as conservative strategies in terms of strength from the perspective of internal factors with a score of 2.57 and threats from the perspective of external factors with a score of 2.49. On the other hand, the results of aqueduct exploitation risks are divided into two categories: potential aqueduct risks and effective external risks, and the results indicate the high importance of technological risks with an average score of 7.85, which is why conservative strategies based on risk conditions were defined. The results and strategies presented in this study can provide appropriate management approaches from the perspective of physical protection of aqueducts, urban and rural settlement, underground water management, economic-social, environmental, legal, education and technology, such as defining the apparent sanctum and basin of aqueducts, preparing a map. Comprehensive of the canals of the country and allocation of credit based on the number, importance and sensitivity of the canals and the regulation of safety and protection guidelines for the canals and approving it through the Ministry of Interior and the Parliament to provide the trustees with the optimal use of this water source.

Cite this article: MasoudiAshtiani, M., Sharafati, A., & Kardan Moghaddam, H. (2023). Evaluation of the Pathology of Using the Aqueduct for the Potential of Water Supply With the Fishbone Theory Approach. *Journal of Water and Irrigation Management*, 13 (1), 239-257. DOI: https://doi.org/10.22059/jwim.2023.352703.1039

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jwim.2023.352703.1039

انتشارات دانشگاه تهران

مدیریت آب و آبیاری

Homepage: https://jwim.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۹۹۳۱-۲۳۸۲

ارزیابی آسیب‌شناسی بهره‌برداری از قنات به‌منظور پتانسیل تأمین آب با رویکرد تئوری استخوان ماهی

منا مسعودی آشتیانی[۱] | احمد شرافتی[۲]✉ | حمید کاردان مقدم[۳]

۱. گروه مدیریت ساخت و آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: mona.masoudi@srbiau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مدیریت ساخت و آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: asharafati@srbiau.ac.ir

۳. مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو. رایانامه: h.kardan@wri.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵

کلیدواژه‌ها:
استخوان ماهی،
قنات،
راهبرد محافظه‌کارانه،
ریسک،
ماتریس SWOT.

چکیده

قنات در نظام تأمین آب از زمان شکل‌گیری اولیه شهرها ایجاد شده اما با گسترش شهرنشینی، توسعه شهر و افزایش جمعیت تأمین منابع آب به روش‌های دیگر در برنامه متولیان قرار گرفت. امروزه با توجه به کمبود آب و لزوم بهره‌گیری از این نظام تأمین آب پایدار، هم‌چنین مخاطرات متعدد ایجادشده و قابل گسترش قنوات در شهرها، ضروری است راهبردهای حفاظتی پس از تعیین آسیب‌پذیری قنوات ارائه شود. مفهوم ریسک به‌عنوان یک روش و تکنیک در بیان مدیریت ظهور و ارائه‌دهنده خطرات تلقی می‌شود. رویکردهای مختلفی برای ارائه این مفهوم وجود دارد که یکی از این تکنیک‌ها استفاده از روش استخوان ماهی است. از طرفی نیز تعیین ریسک بدون شناخت ابعاد مفهومی بی‌معنی است، لذا هدف از این مطالعه استفاده ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری طوفان فکری، SWOT و استخوان ماهی جهت تجزیه و تحلیل علل اصلی حوادث و ریسک‌های مترتب به قنوات، پرداختن به جزئیات، دسته‌بندی آن‌ها و تبدیل تهدیدها به فرصت‌هاست. پس از برگزاری جلسات طوفان فکری برای شناسایی آسیب‌های وارد بر قنوات ماتریس SWOT مبتنی بر نقاط ضعف، قوت، فرصت و تهدید تکمیل شده و با استفاده از روش استخوان ماهی ترسیم علل ریشه‌ای تحلیل شد. نتایج روش SWOT نشان داد که راهبردهای پیشنهادی می‌باید در وضعیت قوت از منظر عوامل داخلی با امتیاز ۲/۵۷ و تهدید از منظر عوامل خارجی با امتیاز ۲/۴۹ به‌صورت راهبردهای محافظه‌کارانه تعریف شود. از طرفی نیز نتایج ریسک‌های بهره‌برداری از قنات به دو دسته خطرات بالقوه قنات‌داری و خطرات بیرونی تأثیرگذار تقسیم‌بندی شده و نتایج حاکی از بالابودن اهمیت ریسک‌های تکنولوژیک با میانگین امتیاز ۷/۸۵ بوده که بر این اساس راهبردهای محافظه‌کارانه مبتنی بر شرایط ریسک تعریف شد. نتایج و راهبردهای ارائه‌شده در این مطالعه می‌تواند رویکردهای مدیریتی مناسبی را از منظر حفاظت فیزیکی قنات، اسکان شهری و روستایی، مدیریت آب زیرزمینی، اقتصادی- اجتماعی، محیط‌زیست، حقوقی، آموزش و فناوری، هم‌چون مشخص‌نمودن حریم ظاهری و حوضه‌ای قنوات، تهیه نقشه جامع قنوات کشور و تخصیص اعتبار براساس تعداد، اهمیت و حساسیت قنوات و تنظیم دستورالعمل ایمنی و حفاظتی مختص قنوات و مصوب‌نمودن آن از طریق وزارتخانه زیربط و مجلس در اختیار متولیان جهت بهره‌برداری بهینه از این منبع آب قرار دهد.

استناد: مسعودی آشتیانی، م.، شرافتی، ا. و کاردان مقدم، ح (۱۴۰۲). ارزیابی آسیب‌شناسی بهره‌برداری از قنات به‌منظور پتانسیل تأمین آب با رویکرد تئوری استخوان ماهی. *نشریه مدیریت آب و آبیاری*، ۱۳ (۱)، ۲۳۹-۲۵۷. DOI: https://doi.org/10.22059/jwim.2023.352703.1039

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

یکی از رویکردهای قدیمی و سنتی بهره‌برداری از منابع آب در شرایط کم‌آبی، استفاده از قنات و تکنولوژی آن است (Abbasnejad *et al*., 2016). قنوات به‌عنوان بخشی از چرخه سیستماتیک هیدرولوژی و طبیعی منابع آب مطرح بوده و حفظ، پایداری و بهره‌برداری مناسب از آن‌ها مستلزم بازشناسی و رعایت مدیریت جامع در تمام مراحل تغذیه، مرمت، بهسازی و بهره‌برداری است (Saatsaz, 2020). این سیستم آبی نقش مهمی در توسعه فعالیت‌های اقتصادی و محیطزیست داشته و برای حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی بسیار ضروری است. هم‌اکنون با توجه به کمبود آب و لزوم بهره‌گیری از این نظام تأمین آب پایدار، هم‌چنین مخاطرات متعدد ایجادشده و قابل‌گسترش قنوات در شهرها که نیازمند هماهنگی‌های بین سازمانی بوده و مورد غفلت واقع شده و نشان از ضعف مدیریت بهره‌برداری از قنوات را دارد، به‌طوری‌که با حذف مدیریت سنتی، حفظ و نگهداری قنات‌ها، هیچ‌گونه راه‌کار مشخصی برای جایگزینی آن اندیشیده نشده است و برنامه‌های توسعه شهرها بدون در نظرگرفتن حریم آن‌ها اجرا شده و پیامد این شرایط بایر و متروکه‌شدن بسیاری از رشته قنوات فعال و وضعیت ناپایدارتر حفظ و نگهداری آن‌ها و عدم توجه به حریم کمی و کیفی آن‌هاست که از یک‌سو سبب آسیب‌پذیری آن‌ها از سویی دیگر ریسک‌های مترتب از قنوات به شهر و شهروندان آن شده است. مدیریت در بهره‌برداری از منابع آب امروزه با توجه به تنش‌های ناشی از رشد جمعیت و اقلیم بسیار ضروری بوده و از دیدگاه سازمان ملل پس از شکست جمعیت به‌عنوان دومین مسئله اصلی جهان شناخته می‌شود (Bozorg-Haddad *et al*., 2020). لذا نقش مدیریت و ارکان دربرگیرنده آن بسیار حساس است. هم‌چنین Moghadam *et al*. (2022) اشاره کردند مدیریت منابع آب با توجه به نقش و تأثیرگذاری عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، محیطزیست و غیره به‌عنوان یک سیستم پیچیده و درهم‌تنیده معرفی می‌شود. از طرفی نیز بررسی سوابق تاریخی در بهره‌برداری از منابع آب نشان می‌دهد که در مناطق خشک تکنولوژی قنات به‌عنوان یک منبع پایدار برای استفاده و شکل‌گیری جوامع بشری بوده است. به‌طورکلی می‌توان قنات را به‌عنوان یکی از راه‌کارهای بهره‌برداری از منابع آب‌زیرزمینی به‌عنوان شاهرگ زیستی و اقتصادی قرون متوالی ایران شناخت. میراث جهانی قنات ایرانی در زیست‌بوم و حفاظت از منابع طبیعی ایران به‌عنوان یک داد وستد فرهنگی و طبیعی میان انسان و طبیعت از گذشته‌های دور مطرح بوده است (Maghrebi *et al*., 2022).

برای نمونه، ساخت قنات یک شاهکار مهندسی است، ساختاری که در ازای سه هزارسال، هم‌چنان کارایی خود را حفظ کرده است. در کنار این شاهکار مهندسی ارزشمند، نظام‌های دیگری چون نظام کشاورزی مبتنی بر آب قنات نیز فرصت مناسبی را برای بروز مشارکت و هم‌سویی جوامع محلی برای دست‌یابی به الگوهای اقتصادی و توسعه پایدار فراهم می‌آورد و این نظام افزون بر حفظ امنیت غذایی، چشم‌اندازهای برجسته از لحاظ دانش بومی و گونه گونی زیستی را در بر دارد. قنات ایرانی، شامل یازده قنات ثبت‌شده کشور است که هر یک از آن‌ها به نوعی بیانگر جنبه‌های گوناگون فناوری و خلاقیت‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی در دوره‌های مختلف تاریخی ایران است. پایداری و ماندگاری بسیاری از شهرهای مرکزی و حاشیه کویر ایران در ازای تاریخ این سرزمین، وابسته به این سازه بسیار ارزشمند ایرانی است که به‌عنوان آفرینشی سترگ در تاریخ صنعت آب جهان، شهرت یافته است. ارزشمندی قنات از یک‌طرف و تغییرات مختلف در نوع و نحوه بهره‌برداری از منابع آب باعث شده تا امروزه مشکلات بهره‌برداری و خطرپذیری قنوات افزایش یابد. این افزایش خطرپذیری نیاز به شناخت، بررسی و ارزیابی پتانسیل‌های ایجاد ریسک (خطرپذیری) و احتمال وقوع هریک از آن‌ها با توجه به جنبه‌های گوناگون دانش مدیریت سنتی این نظام است.

در جهت احیا و ترویج گوشه‌هایی از این گنجینه ارزشمند فرهنگی، به‌منظور ارائه چارچوبی برای آسیب‌شناسی و ارزیابی اثرات تخریبی طرح‌های متعدد شهری بر قنوات با هدف حفظ پایداری این سیستم و برون‌رفت از مشکلات پیش‌رو، لازم است برنامه‌ریزی مدونی با توجه به پهنه‌بندی ریسک قنوات در سطح کشور، صورت پذیرد. چراکه تاکنون مطالعه‌ای درباره آسیب‌پذیری قنوات و دسته‌بندی‌های مرتبط با ریسک بهره‌برداری انجام نشده است. در این راستا مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی ریسک و جنبه‌های آن موردبررسی قرار گرفته است. Siami *et al*. (2019) مخاطرات قنات‌ها در مدیریت بحران شهری نیشابور را موردبررسی قرار دادند. در این مطالعه حریم قنوات با روش میدانی- تحلیلی و با استفاده از مطالعات اسنادی موردبررسی قرار گرفت که با بهره‌گیری از مدل فرایند تحلیلی سلسله مراتبی AHP و نرم‌افزار GIS و به‌کارگیری شاخص‌های مختلف و ارزش‌گذاری معیارهای مرتبط با فرونشست زمین به بررسی مناطق در معرض خطر در شهر نیشابور پرداخته شد. در پایان نیز راه‌کارها و سیاست-هایی به‌منظور پیشگیری، برنامه‌ریزی مناسب و چگونگی مدیریت بحران در صورت بروز خطر ارائه شد.

استفاده از روش‌های ترکیبی در جهت دست‌یابی به نتایج مناسب جهت تحلیل بسیار کارایی داشته است. مطالعات Tongyuan (2018) به ترکیب دو روش SWOT و استخوان ماهی برای ارزیابی ریسک جامع موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. بر این اساس بحث ریسک در بهره‌برداری از قنوات همواره به‌دلیل ساختار آن دارای اهمیت است که این موضوع از دیدگاه بهره‌برداری یک منبع آبی پایدار موردبررسی و تحلیل قرار نگرفته است. این مطالعه با استفاده از روش طوفان فکری، تئوری استخوان ماهی و ماتریس آسیب‌پذیری SWOT برای تحلیل ریسک قنوات مورداستفاده قرار گرفته است. بر این اساس با شناسایی نظام جامع ذی‌نفعان قنوات و ارائه جلسات طوفان فکری، نمودار استخوان ماهی با جمع‌بندی نظرات ترسیم و در نهایت با تدوین موقعیت جایگاهی در ماتریس خطرات، راهبردهای عملی جهت بهره‌برداری از قنوات تعریف می‌شود. نتایج این مطالعه می‌تواند برنامه مناسبی را در جهت برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از قنوات به‌عنوان یک منبع پایدار در اختیار متولیان آب قرار دهد (Moghadam *et al*., 2022; Tongyuan, 2018).

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. روش تحقیق

به‌منظور شناسایی و بررسی ابعاد و جنبه‌های متفاوت مسئله قنات و قنات‌داری با رویکرد بهره‌برداری پایدار به‌عنوان یک منبع آبی از رویکرد آسیب‌شناسی استفاده شد. به‌منظور دست‌یابی به نتایج مناسب از دیدگاه‌های مختلف، نسبت به برگزاری جلسات متعدد طوفان فکری[۱] با حضور خبرگان اقدام گردید. براساس نتایج به‌دست‌آمده از ماتریس SWOT[۲] استفاده شد تا ارزیابی از نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای موجود در بهره‌برداری طبقه‌بندی گردد. سپس به‌منظور تبیین شفاف‌تر موضوع از نظر بنیادی و شناسایی ریسک‌های مرتبط با قنوات در قالب پرسشنامه‌ای مبتنی بر مصاحبه‌های انجام گرفته تنظیم و در اختیار عده بیش‌تری از متخصصین این حوزه قرار گرفت. در نهایت نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از روش تئوری استخوان ماهی[۳] تحلیل و ارائه شد. شکل (۱) فلوچارت مراحل پژوهش نمایش داده شده است.

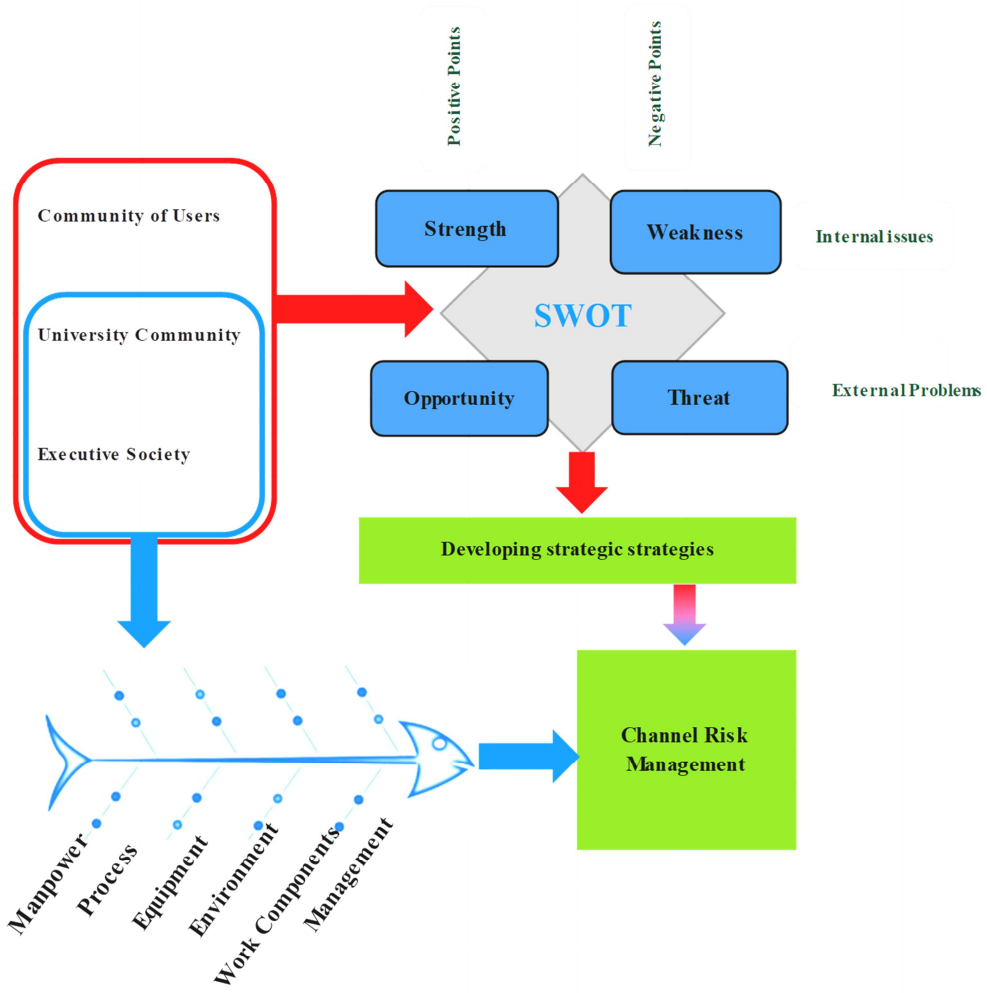

Figure 1. Research of research

۲. ۲. قنات و پراکندگی قنوات

حفاری‌ها و اسناد مکتوب به‌دست‌آمده، نشان می‌دهد که صنعت قنات، دیرینه‌ترین فناوری ایرانیان باستان است. به‌عبارتی دیگر، ایران زادگاه قنات بوده و ایرانیان با دانش کافی در زمینه معماری، زمین‌شناسی و آبشناسی و ... هزاران سال پیش قنات‌ها را حفاری و ایجاد می‌کردند. در حال حاضر قنات‌های فراوانی در این سرزمین وجود دارد که از سایر نقاط جهان بیش‌تر است و برخی متروک شده، تعدادی نیمه‌متروک و شماری نیز هنوز فعال هستند. اما، از لحاظ تاریخی مشکل می‌توان گفت که قنات‌ها چه زمان و در کدام منطقه ایران ابداع شدند. تمدن پنج‌هزار ساله شهرسوخته، تمدن هگمتانه و وجود قنات در این شهر، دلیل روشنی بر ساخت قنات در دوره ماقبل هخامنشی است. این فن دست‌یابی به آب زیرزمینی، توسط کشاورزان در داخل فلات ایران رواج پیدا کرد و از آنجا به سایر نقاط جهان گسترش یافت (Behnia, 1988).

معتقد است؛ نقش قنات در آبیاری زمین‌های مزروعی و تأمین آب آشامیدنی در گذشته و حال آن‌چنان مؤثر بوده که به یک پنجم کشورهای جهان منتقل شد. هم‌چنین بیش‌ترین تعداد قنات در کشورهای آسیایی وجود داشته و مهم‌ترین علت آن تشابه آب‌وهوایی و کوشش ایرانیان در گسترش سازه آبی مذکور به دیگر نقاط به علل گوناگون بوده است. نتایج

پژوهش Khorsandi and Maleki (2014) نشان داد گسترش قنات در کشورهای آسیایی در دو مرحله جداگانه قابل تقسیم است؛ مرحله اول، از دوران هخامنشیان تا ساسانیان که استفاده از قنات درحدود ۵۲۵ ق.م توسط ایرانیان به عمان و شبه‌جزیره عربستان منتقل شد و حدود ۵۰۰ ق.م توسط لشکرکشی‌های ایرانیان این فن در مصر رواج یافت. در مرحله بعدی، توسعه قنات در دوران اسلامی صورت گرفت نتایج پژوهش Haeri (2007) حاکی از ان است که مسلمانان سامانه احداث قنات را همراه با سایر وجوه فرهنگ و تمدن خود، نه‌تنها در سرزمین‌های مفتوحه خویش وسعت دادند، بلکه آن را به اروپا برده و حدود ۷۵۰م از آنجا به اسپانیا و حدود سال ۱۵۲۰م به آمریکا به‌ویژه ناحیه "لس‌آنجلس" فعلی و در سال ۱۵۴۰م به ناحیه "پیکا" در شیلی منتقل کرده‌اند و در سال ۱۷۸۰م یعنی حدود ۲۰۰ سال قبل، این سامانه به چین شرقی یعنی ناحیه تورک‌نشین "تورفان" رسیده است. گزارش Naemaei (1979) در بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که در بخش مرکزی نیمکره شمالی تمرکز و پراکنش قنوات در سطح جهان وجود دارد که در شکل (۲) به‌صورت شماتیک نمایش داده شده است.

Figure 2. Distribution and Concentration of Qanats in the World

هم‌چنین بررسی‌ها در کشور ایران مؤید آن است که در مکان‌هایی که از آب رودخانـه و چشمه برای آبیاری استفاده می‌شده، قنات وجود نداشته است. به همین سبب، در مناطقی مانند خوزستان، قسمتی از شمال‌غربی ایران، برخی نقاط کوهـستانی غرب کشور، فارس، شمال خراسان و مازندران، به‌ندرت قنات‌هایی دیده شده است. مطالعات Qomi (1982) حاکی از آن است که در بعضی منابع سده‌های نخستین اسلامی، از قنات‌هایی نام برده شده که در عصر ساسانی در قم ساخته شده، اما در دورهٔ اسلامی جز مخروبه‌ای از آن‌ها به جا نمانده بود، چنان‌که نوشته‌اند اعراب کوفی ساکن قم، در این شهر، خود بیش از بیست قنـات جدید ساخته‌اند. Ibne asir (1986) نیز می‌گوید هنگامی‌که اعراب کرمان را فتح کردند، قنات‌هایی در آنجا موجود بود. به گفتـهٔ Istkhari (1989, 1994)، «سیرگان آب‌های کهریز دارد. در روستاها آب از چاه بردارند. در قائن نیز آب از کاریز خورده و در طبس آب کاریز دارند» (Maleki, 2005; Haeri, 2007; Naemaei, 1979; Ghomi, 1982; Ebne asir, 1986; Khorsandi & Astkhari, 1989, 1994; Behnia, 1988).

در مطالعات Olfati (1955) مؤلف فارسنامه نیز از قنات‌های ابرقوه در کورهٔ استخر، شق رودبال، شق میشانان، جهرم، شیراز و کازرون، سخن رانده است. در مطالعات Naemaei (1979) چنین آمده است که حمدالله مستوفی هم استفاده از آب کهریز را در نواحی زیر تأیید می‌کند؛ اصفهان، قزوین، سلطانیه، زنجان، ساوه، آوه، ساوجبلاغ، کاشان، جربادقان، فراهان، اسدآباد، یزد، اهر، بلوک بیات، عـراق عرب، شیراز، ابرقوه و قمشه در کورهٔ استخر، جهرم در کورهٔ

دارابجرد، کازرون در کورهٔ شاپور، طبس، قائن، جناباد، نیشابور، اسفراین، بیهـق، جوین، بـادغیس، جام و جرجان در خراسان.

سرانجام این بحث را از یافته‌ها Bastani Parisi (1984) با سخن یکی از آگاهان پرورش یافتهٔ مکتب کویر پایـان مـی‌بخشیم که گفته است: «... اما ایرانی و شرقی همهٔ نبوغ و هوش خـود را طـی هـزاران سال صرف این کرد که چگونه از خاک و از دل زمین یک قطره آب بیرون آورد. این‌که می‌گویم کار ما زیر زمین است و کار آن‌ها [غربی‌ها] روی زمین، هرگز اغراق نیست. به حساب یک نفر فرنگی، که چندان بی راه هم نیست، حدود ۳۵۰۰۰ کیلومتر قنـات در زیر زمین حفر کرده‌ایم- و شاید بیش از مترو پاریس و لندن خاک‌برداری کرده‌ایم. فکر کنید چقدر کار شده است. همهٔ اسم‌های این قنوات آن قدر قدیم و دیرینه است که از عهد فرس باستان و هخامنشی پیش‌تر می‌رود- قنات گنج‌علی خان- و مادر چاه آن ۱۴۵ متر عمق دارد. در گناباد یک قنات بی سر و بن هست که می‌گفتند در قدیم سوار با اسب از داخل آن می‌گذشته است. می‌دانید یعنی چه؟ این بـرای آن نبوده که آن قدر خاک بردارند که سوار بگذرد؛ برای عبور یک جوی آب چنین خـاک‌برداری لازم نیست. مقصود این است که این قنات در طی هزاران سال، صدها بار ته‌زنی و تنقیه‌شده و هر بار که زه پایین نشسته، یک قشر خاک و گل تازه‌ای از آن برداشته‌اند و لایروبی کرده‌اند و طبعاً ممر و مسیر آن به‌تدریج آن قدر گشاد و موسع شده که یک روز سوار با اسبش توانسته در آن عبور کند؛ لابد در مواقع فرار از برابر قومی مثل مغول، تیمور و غز و ازبک و امثال آن. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین قنوات ایران در استان‌های خراسان رضوی، خراسان جنوبی، یزد، کرمان، مرکزی و اصفهان قرار دارند (Olfati, 1955; Naemaei, 1979; Bastani Parisi, 1984).

۲. ۳. تئوری استخوان ماهی

تفکر و تصمیم‌گیری گروهی، ابزار مناسبی برای کاهش خطاهای احتمالی در تصمیم گیری و ارتقای کارایی سازمان‌ها، استفاده از ابزارهای تصمیم‌گیری علمی مانند طوفان مغزی، نمودار استخوان ماهی و روش‌های AHP است. نتایج تحقیقات Alvani (2006) نشان می‌دهد که این ابزارها می‌توانند به اولویت‌بندی اقدامات به‌طور قابل‌توجهی کمک کنند و می‌تواند در افزایش ارزش آن اقدامات مؤثر باشد. بررسی‌های Askarian (2022) حاکی از آن است که در ادبیات تخصصی روش‌ها و تکنیک‌های زیادی در مدیریت ظهور و بروز خطرات وجود دارد که یکی از آن‌ها تکنیک استخوان ماهی است. جهت تجزیه و تحلیل علل بروز خطر و ریسک آن و پرداختن به جزئیات و ردیابی آن‌ها در موضوعات متفاوت، از روش استخوان ماهی استفاده می‌شود. از طرفی Moeng (2022) بیان می‌کند در مسائل پیچیده و مستعد بروز حوادث به‌منظور پیشگیری، از مدل استخوان ماهی برای تعیین عوامل اصلی استفاده شده است. هم‌چنین Yazdani (2012) به‌عنوان رویکردی مناسب در تصمیم‌گیری‌های گروهی استفاده از نمودار استخوان ماهی (یا علت و معلول)، روابط علت و معلولی بین پدیده‌های مشکل‌ساز را آشکار می‌نماید و در نهایت با استفاده از تحلیل فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تعیین اولویت برای راه حل‌های ممکن، تصمیمی کارآمد گرفته و انجام می‌شود و نتایج پژوهش‌های Sadjadi and Aryanezhad (2007) حاکی از آن است که نمودارهای استخوان ماهی دلایل وقوع مسائل را به طور واضح مشخص می‌کنند (Askarian, 2022; Moeng, 2022; Yazdani, 2012; Sadjadi and Aryanezhad, 2007; Alvani, 2006).

در این روش مشکل بر روی استخوان اصلی و علل مشکل به‌ترتیب در چهار شاخه اصلی آن نشان داده شده است. اعضای تیم رویکرد خود را برای رفع مشکل ارائه می‌دهند و اولویت اول با مهم‌ترین آن‌هاست. تئوری استخوان ماهی و

نمودار شماتیک آن اولین نمودار علت و معلولی است که توسط پروفسور کائورو ایشیکاوا از دانشگاه توکیو ابداع شد. از جمله کاربردهای این روش به موارد ذیل می‌توان اشاره کرد:

- زمانی‌که علل بروز مشکل واضح نیست این نمودار ابزار مفیدی برای شناسایی علل بالقوه است.
- ابزاری است که با استفاده از آن به‌راحتی می‌توان ارتباط بین عوامل موردمطالعه در یک فرایند را مشاهده کرد.
- این تکنیک در تسهیل جلسات طوفان فکری، بسیار کاربردی است.

به‌طورکلی مزایای این روش به‌طور خلاصه به شرح ذیل قابل بیان است:

- کمک به درک سریع و هوشمندانه‌تر مسئله؛
- از تکنیک‌های حل مسئله به روش خلاقانه؛
- فراهم‌نمودن امکان شناسایی اولویت‌بندی منطقی در حل مسئله؛
- بررسی تمامی اجزای مسئله پیش از تصمیم‌گیری؛
- حل مسئله به‌روش کل نگر؛
- درصورتی‌که تیغ‌های ماهی را به دقت جدا نکنیم، ممکن است در مرتبه نخست مشکل‌ساز نشود، اما در مراتب بعدی به‌یقین دچار چالش خواهیم شد.

در این پژوهش باتوجه به کاربردهای این تئوری به‌صورت خلاقانه و براساس جامعه آماری ریسک‌های مرتبط با قنوات دسته‌بندی‌شده و در قالب خطرات بالقوه قنات‌داری و خطرات بیرونی تأثیرگذار بر قنات‌ها، تقسیم‌بندی می‌شود.

۲. ۴. ماتریس SWOT

همان‌گونه که Dincer (2004) در پژوهش‌های خود اشاره می‌کند، چارچوب آسیب‌شناسی قنوات براساس ماتریس SWOT مخفف چهار کلمه انگلیسی با معادل فارسی قوت، ضعف، فرصت و تهدید است. رویکردها و تکنیک‌های بسیاری را می‌توان برای تحلیل محیط‌های درونی و بیرونی سازمان و موارد استراتژیک و در نتیجه تدوین استراتژی به‌کار برد. از رایج‌ترین روش‌های ترسیم وضع موجود سازمان‌ها که لازمهٔ هرگونه برنامه‌ریزی برای آینده است، استفاده از روش تحلیل SWOT یا به تعبیر پیشنهادکنندهٔ اصلی آن روش جدول TOWS، برای تعیین و تحلیل قوت‌ها، ضعف‌ها، تهدیدها و فرصت‌های سازمان است. هم‌چنین Nadimi (2001) بیان می‌کند که برنامه راهبردی در واقع جبران ضعف های درونـــی و مقابله با تهدیدهای بیرونی را از طریق به‌کارگیری قوت‌های درونی و فرصت‌های بیرونی هدف قرار می‌دهد. و نتایج پژوهشی که توسط Kotler (1988) صورت پذیرفت، نشان داد که این جدول یک ابزار حمایت مدیریت برای تصمیم‌گیری است و عموماً برای تحلیل نظام‌مند محیط‌های درونی- بیرونی سازمان به‌منظور رسیدن به رویکردی نظام‌مند و نیز حمایت از موقعیت‌های تصمیم به‌کاربرده می‌شو د و نیز Nadimi (2001) دلیل انتخاب این مدل را سادگی و انعطاف‌پذیری آن در پاسخگویی به مقیاس‌های مختلف، از تصمیم‌گیری‌های فردی تا مثال راهبرد توسعه صنعتی یک کشور بیان می‌کند. شاید همین ویژگی، توجیه‌کننده گستردگی کاربرد و فراگیرشدن آن باشد. کارایی این مدل توسط وایریش، برای تحلیل وضعیت و برنامه‌ریزی راهبردی در مقیاس‌های گوناگونی از مقیاس یک شرکت تولیدی تا مقیاس یک کشور، با توفیق به آزمون گذاشته شد. Johnson *et al*. (1989) در مطالعه‌ای SWOT را به‌عنوان ابزاری که در مراحل اولیه تصمیم‌گیری‌ها استفاده می‌شود، معرفی کردند و Ahmadi (2007) روش تجزیه و تحلیل SWOT را مدل تحلیلی مختصر و مفیدی تعریف کرد که به شکل نظام‌یافته هر یک از عوامل قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها

را شناسایی کرده و استراتژی‌های متناسب به موقعیت کنونی حرفه موردبررسی را منعکس می‌سازد. این مدل مبتنی بر رویکرد خط‌مشی‌ها روارد طراحی گردیده است. نتایج مطالعات Srivastava *et al*. (2005) حاکی از آن است که قلمرو جدول SWOT، وسیع و گسترده است و در واقع یک چارچوب مفهومی برای تحلیل‌های سیستمی محسوب می‌شود که امکان بررسی عوامل؛ مقایسه‌ها، تنگناها و تهدیدها، جنبه‌های آسیب‌زننده، فرصت‌ها، تقاضاها و موقعیت‌های محیط بیرونی را همراه با نقاط قوت و ضعف راهبرد به‌وجود می‌آورد. در این تکنیک امکانات و کمبودها، مسائل و مشکلات کمی و کیفی در سطوح خرد و کلان در یک چارچوب مفهومی، ابتدا در محیط درونی و بیرونی بررسی و سپس به گزاره‌هایی تحت عناوین قوت و ضعف، فرصت و تهدید طبقه‌بندی می‌شوند. نقاط ضعف و قوت عوامل داخلی هستند که شهر تا حدی بر آن‌ها کنترل و یا تأثیر دارد. در مقابل فرصت‌ها و تهدیدها مسائل خارجی هستند که شهر بر آن‌ها کنترلی ندارد. تکنیک SWOT به متخصصین این امکان را می‌دهد تا عوامل را به عوامل درونی (قوت‌ها و ضعف‌ها) و عوامل بیرونی (تهدیدها و فرصت‌ها) در رابطه با یک تصمیم مشخص طبقه‌بندی کنند و آن‌ها را به مقایسه فرصت‌ها و تهدیدها باقوت‌ها و ضعف‌ها قادر می‌سازد. پژوهش‌گر پس از تکمیل داده‌های جدول SWOT، در مرحله بعدی یعنی تدوین راهبردها، ابتدا از حاصل تعامل دو به دو میان عوامل چهارگانه قوت، ضعف، فرصت و تهدید در دو ضلع جدول SWOT، چهار دسته راهبرد را پیشنهاد می‌دهد. جدول (۱) ماتریس SWOT را نمایش می‌دهد (Kotler, 1988; Nadimi, 2001; Johnson *et al*., 1989; Ahmadi, 2007; Srivastava *et al*., 2005; Shrestha *et al*., 2004).

Table 1. SWOT Matrix and its Strategies

Strategic Factors		Internal Environment	
		Strength S	Weakness W
External Environment	Opportunity O	SO Offensive Strategies	WO Conservative Strategies
	Threat T	ST Competitive Strategies	WT Defensive Strategies

براساس مطالعات Golkar (2001) در این جدول راهبردهای تهاجمی (SO) از برخورد قوت‌های درونی با فرصت‌های بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده حداکثری از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری نقاط قوت دارند. راهبردهای انطباقی (WO) از برخورد ضعف‌های درونی با فرصت‌های بیرونی حاصل می‌شوند و در راستای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای که در فرصت‌های محیطی نهفته است، برای جبران نقاط ضعف موجود تدوین می‌شود. راهبردهای اقتضایی (ST) از برخورد قوت‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده از نقاط قوت برای ممانعت از مواجه‌شدن با تهدیدها دارد. راهبردهای تدافعی (WT) از برخورد ضعف‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف است.

طبق نظر AliAhmadi (2007) به‌طورکلی مدل SWOT در حالت معمولی متشکل از یک جدول دو بعدی است که هر یک از چهار نواحی آن نشانگر یک دسته استراتژی است و همان‌گونه که Golkar (2001) می‌گوید هرکدام از راهبردهای چهارگانه فوق به‌صورت کنش‌گر یا واکنشی در جهت رشد سیستم گام برمی‌دارند. به‌عنوان مثال، در راهبردهای WO اگر از یک فرصت برای نابودی یک ضعف استفاده شود، راهبرد انطباقی کنش‌گر و در صورتی‌که از ضعف خود برای بهره‌وری بیش‌تر از فرصت‌ها کاسته شود، راهبرد انطباقی واکنشی اتخاذ شده است. هرچند این روش برای تدوین راهبرد مؤسسات خصوصی برای بقا و رشد در محیط رقابتی تدوین شده است. نتایج پژوهش Ahmadi (2009) نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل فوق تنها، موقعیت استراتژیک را در یک مقطع زمانی مشخص، روشن

می‌سازد. لذا به‌منظور دنبال‌نمودن روند زمانی، با توجه به این موضوع که شرایط محیطی (داخلی و خارجی) پویا بوده و دائما در حال تغییر و دگرگونی هستند، لازم است روند تحولات موردبررسی قرارگرفته و در مقاطع مختلف زمانی، استراتژی‌ها را استخراج نمود. دنبال‌نمودن این روند کمک می‌کند تا بتوان حالت‌های مختلفی را که در آینده ممکن است رخ دهند؛ بررسی و پیش‌بینی نمود. Golkar (2001) راهبردها را چنین تعریف می‌کند:

راهبردهای تهاجمی (SO): ایـــن راهبردها از برخورد قوت‌های درونی با فرصت‌های بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده حداکثری از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری نقاط قوت دارند.

راهبردهای محافظه‌کارانه (WO): این راهبردها از برخورد ضعف‌های درونی با فرصت‌های بیرونی حاصل می‌شوند و در راستای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای که در فرصت‌های محیطی نهفته است، برای جبران نقاط ضعف موجود تدوین می‌شود.

راهبردهای رقابتی (ST): این راهبردها از برخورد قوت‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده از نقاط قوت برای ممانعت از مواجه‌شدن با تهدیدها دارد.

راهبردهای تدافعی (WT): این راهبردها از برخورد ضعف‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و برای به حداقل‌رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف است. AliAhmadi (2007) چنین بیان می‌کند که به‌طورکلی مدل SWOT در حالت معمولی متشکل از یک جدول دوبعدی است که هر یک از چهار نواحی آن نشانگر یک دسته استراتژی است. نتایج پژوهش Golkar (2001) حاکی از آن است که هرکدام از راهبردهای چهارگانه فوق به‌صورت کنش‌گر یا واکنشی در جهت رشد سیستم گام برمی‌دارند. به‌عنوان مثال در راهبردهای WO اگر از یک فرصت برای نابودی یک ضعف استفاده شود، راهبرد انطباقی کنش‌گر و در صورتی‌که از ضعف خود برای بهره‌وری بیش‌تر از فرصت‌ها کاسته شود، راهبرد انطباقی واکنشی اتخاذ شده است. هرچند این روش برای تدوین راهبرد مؤسسات خصوصی برای بقا و رشد در محیط رقابتی تدوین شده است. AliAhmadi (2007) در این مورد اشاره می‌کند که تجزیه و تحلیل فوق تنها، موقعیتِ استراتژیک را در یک مقطع زمانی مشخص، روشن می‌سازد. لذا به‌منظور دنبال‌نمودن روند زمانی، با توجه به این موضوع که شرایط محیطی (داخلی و خارجی) پویـــا بوده و دائما در حال تغییر و دگرگونی می‌باشد، لازم اســـت روند تحوالت موردبررسی قرارگرفته و در مقاطعِ مختلف زمانی، استراتژی‌ها را استخراج نمود. دنبال‌نمودن این روند کمک می‌کند تا بتوان حالت‌های مختلفی را که در آینده ممکن است رخ دهند را بررسی و پیش‌بینی نمود (Golkar, 2001; AliAhmadi, 2007).

۲. ۵. انتخاب جامعه آماری

Moorhead and Griffin (2008) طوفان فکری را یکی از تکنیک‌های تعیین رویکردهای مناسب بر اساس تفکر گروهی تعریف می‌کند که به تدریج در دهه ۱۹۵۰ مورداستفاده قرار گرفت. این روش هر نظریه‌ای را تأیید می‌کند، حتی اگر مخاطره‌آمیز باشد. کیفیت ایده‌ها در مراحل بعدی ارزیابی می‌شود و هیچ انتقادی جایز نیست. اعضا حاضر می‌شوند و نظرات خود را بیان می‌کنند. نظرات در مورد برخی به اعضا نشان داده می‌شود. Ali Ahmadi (2007) طوفان فکری را به‌عنوان روشی معرفی می‌کند که اعضا را وادار به ارائه نظرات خود در مدت زمان کوتاه می‌کند و بر موانع بین واحدها و سلسله مراتب سازمان مسلط می‌شود (Griffin and Moorhead, 2008; Fathian and Mahdavi pour, 2008; AliAhmadi, 2007). ازآنجاکه همکاری و هماهنگی‌های سازمان‌ها، جهت بررسی وضعیت قنوات سطح کشور و تهیه نظام‌نامه جامع مدیریت قنوات متناسب با وضعیت کنونی شهرها، ضروری است، جهت تکمیل پرسشنامه‌ها ذی‌نفعان، ذی‌مدخلان و بهره‌برداران قنوات شناسایی شده و پرسشنامه‌ها توسط ایشان تکمیل گردید.

- واحدهای مختلف شهرداری؛
- وزارت نیرو شامل شرکت مدیریت منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای؛
- مرکز بین‌المللی قنات و سازه‌های تاریخی آبی؛
- سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور؛
- سازمان نظام مهندسی و ساختمان استان تهران؛
- وزارت جهاد کشاورزی؛
- NGOها و سازمان‌های مردم نهاد در حوزه حفاظت از آب و محیط‌زیست؛
- جامعه مقنیان و متجربین قنات‌ها؛
- متخصصین مرتبط با آب و کشاورزی؛
- سازمان حفاظت محیط زیست کشور.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. تجزیه و تحلیل، معرفی ریسک‌های مرتبط با قنوات

تجزیه و تحلیل و ارائه راهبرد براساس مدل SWOT انجام گرفت. این مدل تحلیل سیستماتیکی را برای شناسایی عوامل و انتخاب استراتژی که بهترین تطابق میان آن‌ها را ایجاد می‌نماید، ارائه می‌دهد. این ماتریس حاصل بررسی استراتژیک عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت و تهدید) می‌باشد. ضریب اهمیت (ستون سوم جدول) از تقسیم‌نمودن میزان اهمیت هر عامل بر مجموع کل نمرات نقاط ماتریس به دست آمده است. این ضریب بین صفر تا یک متغیر است. در ستون چهارم رتبه هر عامل بین یک تا چهار متغیر بوده که نمره یک مشخص‌کننده ضعف اساسی عامل موردبحث، نمره دو مشخص‌کننده ضعف کم عامل موردنظر، نمره سه مشخص‌کننده نقطه قوت عامل موردبحث و نمره چهار نشان‌دهنده نقطه قوت بسیار بالای عامل موردبحث است. نمره نهایی نیز حاصل‌جمع نمرات به‌دست‌آمده از ستون پنجم است. این عدد نمی‌تواند از چهار بیش‌تر و از یک کم‌تر باشد. در جدول (۲) تحلیل ماتریس عوامل داخلی و در جدول (۳) تحلیل ماتریس عوامل خارجی بیان شده است.

همان‌گونه که در جدول (۲) قابل مشاهده است، نقاط قوت در ۱۰ عامل اساسی قابل تقسیم است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تأثیرگذاری و تأثیرپذیری قنوات بر زندگی اجتماعی مردم، آبدهی نسبتاً منظم آن‌ها در طول سال و تجارب اندوخته بلندمدت مشارکت مردم در بهره‌برداری از قنوات در کشور ما، کشورهای آسیایی و اروپایی اشاره کرد و از نقاط دارای اهمیت در بیان نُه دسته کلی از نقاط ضعف قنوات می‌توان به امکان ورود آلاینده‌های صنعتی و شهری و عدم وجود متولی و بهره‌برداران و ذی‌نفعان ذی‌صلاح و مجرب بوده که می‌تواند به علت ازدیاد نظام خرده مالکی و عدم همگرایی با یکدیگر در نگهداری و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها باشد؛ نام برد. همان‌گونه که مشخص است، نمره نهایی وضعیت بهره‌برداری از قنات ۲/۵۷ محاسبه شده است و چون این مقدار بیش‌تر از ۲/۵ است، وضعیت بهره‌برداری از قنات بر محور عوامل داخلی در منطقه نقاط قوت قرار می‌گیرد.

همان‌گونه که در جدول (۳) می‌توان مشاهده نمود، فرصت‌های بهره‌برداری از قنوات در ۱۴ دسته کلی قابل توجه بوده که از شاخص‌ترین آن‌ها می‌توان به تأمین آب شرب انسان‌ها و دام و مصارف کشت‌وکار، پتانسیل گردشگری آن‌ها، تغذیه مصنوعی لایه‌های آبدار زیر زمینی- قنوات علاوه بر کاربرد اقتصادی برای انسان، به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های دقیق تخلیه آب‌های زیرزمینی، خودنمایی قنوات به‌عنوان یک اثر فرهنگی- هنری به‌منظور تبیین و گسترش فرهنگ تسامح،

مدارا و صلح جویی، پیوند ناگسستنی با مسائل مذهبی و اعتقادی مردم و بازآفرینی سخت‌کوشی و تلاش مردمان نواحی خشک و نیمه‌خشک و ترویج فرهنگ کار و تلاش گروهی، اشاره کرد.

Table 2. Strengths and Weaknesses in Using Qanats

Factor Type	Factors	Importance Factor	Rank Factor	Final Score
Strengths	No cost and availability of water from Qanats.	0.049	2.4	0.12
	The water in the Qanats is permanent, and it is not cut off in case of emergencies and the need for agriculture in water-sensitive times.	0.048	1.8	0.09
	The underground water resources are exhausted by the Qanats and are used for a long time.	0.054	3.2	0.17
	The useful life of the Qanats is very long if it is properly maintained and maintained.	0.053	3.1	0.16
	Watering of the Qanats is relatively regular throughout the year.	0.056	2.9	0.16
	No change in underground water quality during operation.	0.049	2.1	0.10
	The high economic efficiency of the aqueduct includes continuous and long watering, no need for spare parts and fuel, low cost, and the possibility of energy production in Qanats with slope breakers.	0.048	3.6	0.17
	The role of the positive effects of Qanats drainage.	0.054	1.9	0.10
	The accumulated long-term experiences of people's participation in the exploitation of Qanats in our country, Asian and European countries.	0.056	2.2	0.12
	The influence of the Qanats on the social life of the people.	0.057	2.4	0.14
Weaknesses	The sensitivity of Qanats water to changes in drought and drought	0.055	1.6	0.09
	It is not possible to dig Qanats in flat lands and lands that do not have enough slope, as well as in very loose and sandy lands.	0.049	2.2	0.11
	Non-usual exploitation of Qanat water by qanat owners.	0.052	3.4	0.18
	The possibility of entering industrial and urban pollutants.	0.058	1.7	0.10
	Failure to pay attention to allocating funds to the maintenance and sustainability of Qanats.	0.053	2.3	0.12
	For the Qanats, an official document was previously given to the owners. With the new document registration law, it is not possible to issue an official document to the heirs.	0.046	2.8	0.13
	Qanat water flows permanently and cannot be controlled.	0.048	2.9	0.14
	The absence of competent and experienced trustees, operators and beneficiaries can be due to the increase of small ownership and the lack of convergence with each other in their maintenance and optimal use.	0.057	3.4	0.19
	Lack of structural support of the authorities for the Qanats and investment in it.	0.049	3.5	0.17
Final Score				2.57

Table 3. Opportunities and Threats of Using Qanats

Factor Type	Factors	Importance Factor	Rank Factor	Final Score
Opportunity	Tourism potential of Qanat.	0.034	3.1	0.105
	Drainage of surface waters.	0.026	1.7	0.044
	Qanat system as a factor to prevent urban flooding.	0.025	1.9	0.048
	Provision of drinking water for humans and animals and agricultural use.	0.031	3.4	0.105
	Creating environmental opportunities of Qanats in the sustainable development of arid and semi-arid areas.	0.027	2.4	0.065
	Artificial feeding of underground water layers - Qanats, in addition to economic use for humans, are considered as precise regulators of underground water discharge.	0.028	2.6	0.073
	Fish farming	0.023	1.4	0.032
	Operation of water mills with Qanats.	0.022	2.1	0.046
	Creating social and cultural opportunities such as the culture of conversation and discussion among the people living in the Qanat basin and creating a spirit of cooperation and alignment among the people.	0.024	2.3	0.055
	Creation of common ways over time in the form of custom and tradition.	0.022	2.4	0.053
	Self-representation as a cultural-artistic work, spreading the culture of tolerance, tolerance and peacefulness.	0.029	2.4	0.070
	Playing a role in mythmaking.	0.023	2.8	0.064
	Having an unbreakable link with the religious and belief issues of the people.	0.025	2.9	0.073
	Representing the hard work and efforts of the people of arid and semi-arid areas and promoting the culture of work and group effort.	0.024	2.7	0.065

Continued table 3. Opportunities and Threats of Using Qanats

Factor Type	Factors	Importance Factor	Rank Factor	Final Score
Threat	Lack of guidelines or approved regulations regarding the safety and stability of the Qanat from the government or program organization.	0.023	2.6	0.060
	Lack of training of specialized and young personnel in digging, maintaining and operating Qanats.	0.032	1.5	0.048
	Non-implementation of watershed operations upstream of Qanats.	0.034	3.7	0.126
	Absence of Qanat management unit in the country's water structure and appropriate inter-departmental coordination with specific job descriptions.	0.035	2.4	0.084
	The continuous drop of the underground water level in the plain containing the Qanat.	0.032	3.3	0.106
	Absence of specific support strategies for people's organizations created to revive Qanats.	0.033	2.5	0.083
	Violation of the hydraulic boundary of Qanats by drilling unauthorized wells.	0.029	2.6	0.075
	Digging deep and semi-deep wells and placing them in the shadow of Qanats and lack of innovation in order to increase their water level.	0.028	2.4	0.067
	The loss of many good and favorable traditions of the past in matters related to Qanats and the decrease of sympathy and public participation.	0.024	2.6	0.062
	Lack of attention of the government sector in investing more than before, to start and rebuild the Qanats.	0.025	1.9	0.048
	The removal of water pipes from the Qanats maintenance cycle.	0.023	1.9	0.044
	Failure to update the repair of Qanats in a new and low-risk way.	0.029	2.9	0.084
	Absence of association of the authors and related insurance.	0.027	2.1	0.057
	Difficulty of work and lack of desire of young people for this job, failure to transfer the experiences of past or present moqani to the new generation in a scientific and practical way, and the use of people other than skilled moqani in the restoration of Qanats.	0.023	2.2	0.051
	Lack of a comprehensive map of Qanats and prioritization of importance and sensitivities for revival and restoration.	0.028	2.8	0.078
	Shifting generations and changing technology and environmental hazards of used materials.	0.029	2.5	0.073
	Possible (active and potential) lowering of the water level.	0.03	2.5	0.075
	Due to the passage of the aqueduct furnace under the cities and villages, there is a high possibility of contamination of the water of the Qanats aqueducts. This pollution is increasing with the development of the cities.	0.029	2.3	0.067
	Lack of proper equipment of the Qanats and lack of use of necessary and resistant materials and coatings in the bars and furnaces, which has caused the aqueducts to fall and reduce the flow of water.	0.031	2.4	0.074
	Failure to make necessary arrangements to prevent floods from entering the Qanats.	0.03	2.9	0.087
	All development plans that may directly or indirectly intersect with the Qanats.	0.032	2.4	0.077
	Lack of proper policy for the revival of Qanats.	0.03	2.5	0.075
Final Score				2.49

هم‌چنین تهدیداتی که مترتب به قنوات است در ۲۲ دسته تقسیم‌بندی شد که از شاخص‌ترین موارد دارای اهمیت آن‌ها می‌توان از عدم وجود واحد مدیریت قنوات در ساختار آب کشور و هماهنگی‌های بین بخشی مناسب با شرح وظایف مشخص، کلیه طرح‌های توسعه‌ای که ممکن است به شکل مستقیم یا غیرمستقیم با قنات تلاقی داشته باشند، عدم وجود راهبردهای حمایتی مشخص از تشکل‌های مردمی ایجاد شده جهت احیای قنوات، عدم تربیت نیروی متخصص و جوان در حفر، عبور کوره قنات از زیر شهرها و روستاها که مسبب ایجاد ریسک زیادی در آلودگی آب قنات‌ها شده واین آلودگی با توسعه شهرها رو به فزونی گذاشته، هم‌چنین تجاوز به حریم هیدرولیکی قنوات با حفر چاه‌های غیرمجاز، عدم به‌روزرسانی مرمت قنوات با روش‌های نو و کم‌خطر، عدم تجهیز مناسب قنات‌ها و عدم استفاده از مصالح و پوشش‌های لازم و مقاوم در میله‌ها و کوره که باعث ریزش و کاهش آبدهی قنات‌ها شده و ... نام برد. با توجه به نتایج، در این ارزیابی نمره نهایی عوامل خارجی مؤثر بر نظام بهره‌برداری از قنات ۲/۴۹ است که در وضعیت نرمال بین تهدید و فرصت قرار داشته و بیش‌تر بر محور عوامل خارجی، در منطقه تهدید (T) می‌توان راهبرد تعریف کرد. بر این اساس نتایج نهایی بررسی

ماتریس عوامل داخلی و خارجی نشان می‌دهد که جایگاه نظام بهره‌برداری از قنات بر روی ماتریس SWOT، در منطقه ST (منطقه قوت و تهدید) قرار می‌گیرد (شکل ۳). بنابراین با توجه به تئوری روش تحلیل SWOT، از بین راهبردهای تعریف‌شده در این ماتریس، راهبرد رقابتی برای تثبیت و تغییر وضعیت فعلی نظام بهره‌برداری از قنات انتخاب می‌شود.

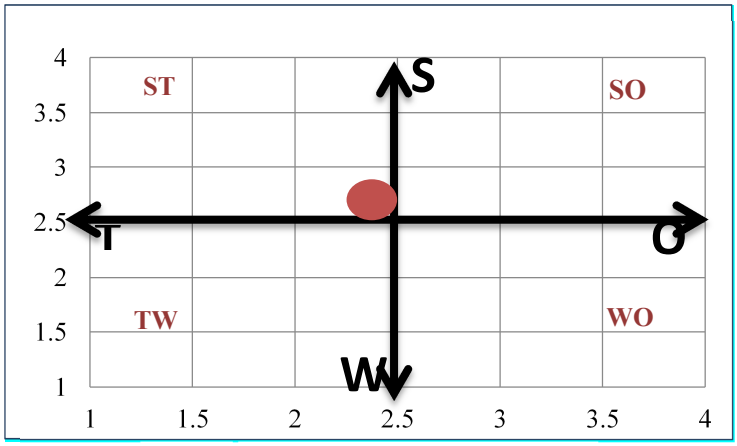

Figure 3. The final matrix of SWOT analysis

۳. ۲. تحلیل ریسک با روش استخوان ماهی

به‌منظور تحلیل ریسک به روش استخوان ماهی در ابتدا همان‌گونه که در جدول (۴) قابل مشاهده است، پتانسیل‌های ایجادکننده ریسک که با روش طوفان فکری و مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی شناسایی شده بود، در قالب پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت (امتیاز بین صفر تا ۱۰) در اختیار ۶۶ نفر از خبرگان دانشگاهی و اجرایی قرار گرفت. سپس با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها رتبه‌بندی و اولویت هریک از شاخص‌ها تعیین شده و در نهایت نمودار استخوان ماهی جهت تبیین ریسک‌های مرتب با قنات و قناتداری همان‌گونه که در شکل (۳) قابل مشاهده است، ترسیم شد.

همان‌گونه که در جدول (۴) قابل مشاهده است، ریسک‌های مرتبط با قنوات در هشت دسته و ۳۷ زیرشاخص طبقه‌بندی شده و با توجه به نظر خبرگان با توزیع پرسشنامه بین ۶۶ نفر از متخصصین (جامعه دانشگاهی با تخصص مرتبط) و مقنیان و مجریان آگاه امتیازدهی و رتبه‌بندی براساس شاخص ۱۰ قرار گرفت. بر این اساس خطرات بیرونی تأثیرگذار و ریسک‌های تکنولوژیک با رتبه نخست با میانگین اهمیت ۷/۸۵ و به‌ترتیب ریسک‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی از جمله عدم شناسایی و معرفی قنوات به‌عنوان میراث فرهنگی و معنوی شهری، ملی و جهانی با امتیاز ۷/۷، ریسک‌های مدیریتی هم‌چون فقدان مدیریت یکپارچه قنوات و عدم تعیین نظام بهره‌برداری و نگهداری، عدم توجه به رویکردهای نوین حفظ و احیای قنوات، در اولویت قرارنداشتن تأمین آب شهر و عدم وجود نظام بهره‌برداری از آب قنوات با امتیاز ۷/۳۸، ریسک‌های حقوقی از جمله شفاف‌نبودن قانون توزیع عادلانه آب، عدم تعیین حریم قنوات موارد مربوط به حقوق ارتفاعی، فقدان مالک فعال یا عدم حضور فیزیکی آن، مشخص‌نبودن قوانین مربوط به جلوگیری از ساخت‌وساز، عدم تبیین شرح وظایف سازمانی و بین‌بخشی و مشخص‌نبودن دقیق مکان‌ها و میزان برداشت سالیانه امتیاز ۷/۳۵، خطرات درونی و بالقوه تأثیرگذار مانند عدم حفظ ساختار قنوات، عدم لایروبی، عدم مرمت و بهسازی غیراصولی و غیرقابل بهره‌برداری‌شدن باتوجه به مصارف مختلف با امتیاز ۷/۲۵ در رتبه پنجم و مابقی زیرشاخص‌های مرتبط با خطرات بیرونی تأثیرگذار به‌ترتیب ریسک‌های مرتبط با ایمنی و امنیت نظیر تغییر کاربری اراضی شهری فوقانی قنات‌ها متناسب با طرح جامع و توسعه شهر، عدم تدوین ضوابط و دستورالعمل‌های شهرسازی و فنی ساخت‌وساز در محدوده قنوات، فقدان نمودار بافت و جنس خاک حریم قنوات و اثر زلزله با توجه به قرارگیری تهران در

پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد با امتیاز ۷/۱، ریسک‌های غیرقابل بهره‌برداری‌شدن هم‌چون حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در مسیر قنوات، عدم رعایت فاصله مناسب و حریم قنات، آلودگی آبخوان تغذیه‌کننده قنات، عدم ایجاد تمهیدات لازم جهت جلوگیری از ورود سیلاب به داخل قنات‌ها، تخلیه زباله و نخاله‌های ساختمانی در میله چاه‌های قنوات و از بین‌بردن آن‌ها، تأثیر مکان قرارگیری مادرچاه و حریم آن از منابع ایجاد آلودگی، عبور تأسیسات شهری از داخل قنات (مانند شبکه گاز، فاضلاب و...)، فرونشست زمین، گودبرداری‌های ناشی از ساختمان‌سازی و بلند مرتبه‌سازی، نفوذ فاضلاب شهری، بیمارستانی و صنعتی به کوره قنات، عبور مترو و توسعه فنی شهر و زیرساخت‌های آن مانند پایه‌های شمع‌های پل‌های شهری با میانگین مجموع امتیاز هفت و کم‌ترین میزان خطرات ریسک‌های اقتصادی و مالی مانند عدم تخصیص بودجه متناسب برای امور مرتبط با قنات، عدم به‌صرفه‌بودن نگهداری قنات و احداث آن باتوجه به شرایط کنونی (نوکنی، احیا و بازسازی) و تأثیر نوع مصرف قنات (فضای سبز، دارویی، کشاورزی، شرب، صنعتی و ...) با امتیاز ۶/۹ طبقه‌بندی شد. نکته دارای اهمیت این است که خطرات مرتبط با تمامی ریسک‌های شناسایی‌شده بیش از ۵۰ درصد و حدودا بالغ بر ۷۰ درصد بوده و لذا توجه به آن‌ها بسیار ضروری است. بر این اساس ریسک‌های قنوات در قالب منحنی استخوان ماهی به‌صورت شکل (۴) ارائه شد.

Table 4. Prioritization of risk-creating potentials in Qanats according to experts' opinion

Index	Subindex	Average Score	Priority
Potential risks of Qanats	Failure to preserve the structure of Qanats.	7.7	5
	No dredging.	7.6	
	Failure to repair and improve unprincipled.	7.2	
	Unusable due to different uses.	6.5	
Unexploitable Risks	Land subsidence.	6.6	7
	Failure to observe the proper distance and privacy of the Qanat.	7.9	
	The passage of urban facilities through the Qanat (such as: gas network, sewage, etc.)	6.7	
	Infiltration of urban, hospital and industrial wastewater into the Qanat furnace.	6.6	
	Pollution of the aquifer feeding the Qanat.	7.5	
	Covering the bars of the Qanat wells.	7	
	Failure to make the necessary arrangements to prevent floods from entering the Qanats.	7.3	
	Digging deep and semi-deep wells along the Qanats.	8.7	
	Dumping garbage and construction debris in the wells of Qanats and destroying them.	7	
	The effect of the location of the well and its privacy from sources of pollution.	6.7	
	Technical development of the city and its infrastructure, such as: pile foundations of urban bridges.	6	
	Excavations caused by construction and high-rise construction.	6.6	
	Metro crossing.	6.6	
Management Risks	Lack of integrated management of Qanats and lack of determination of operation and maintenance system.	7.6	3
	Lack of attention to new approaches to preserve and revive Qanats.	7.6	
	The priority is not to provide water to the city through Qanats.	7.2	
	Absence of Qanat water exploitation system.	7.1	
Legal Risks	Failure to explain the description of organizational and interdepartmental duties.	7.2	4
	Failure to determine the privacy of canals in matters related to height rights.	7.5	
	Lack of transparency of the fair distribution of water law.	7.6	
	Not knowing the exact locations and amount of annual harvest.	6.9	
	The lack of clarity about the rules related to preventing construction.	7.4	
	Lack of active owner or lack of physical presence.	7.5	
Safety and Security Risks	Changing the urban land use of the upper Qanats in accordance with the comprehensive plan and development of the city.	7.7	6
	The absence of a diagram of the soil texture and type of the Qanats.	6.6	
	Failure to develop urban planning and technical guidelines for construction in the area of Qanats.	7.5	
	Earthquake effect due to the location of Tehran in the area with very high relative risk.	6.5	
Social-Cultural-Political Risks	Failure to identify and introduce canals as urban, national and global cultural and spiritual heritage.	7.7	2
Economic and Financial Risks	The effect of the type of Qanat consumption (green space, medicinal, agricultural, drinking, industrial, etc.)	6.3	8
	Lack of appropriate budg*et al*location for the affairs related to the Qanat.	7.7	
	The lack of cost-effectiveness of maintaining the aqueduct and its construction according to the current conditions (renovation, restoration and reconstruction of the Qanat.	6.7	
Technological Risks	Failure to transfer and update the knowledge of construction and maintenance of Qanats.	8	1
	Failure to use new technologies.	7.7	

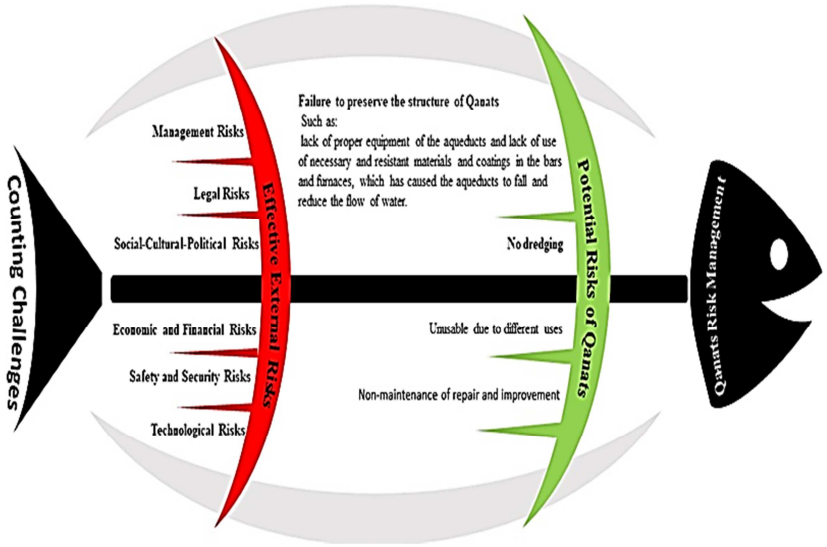

Figure 4. The schematic form of expressing the risks of canals using the fishbone theory (source: authors)

۳. ۳. تدوین راهبردهای کاهش ریسک بهره‌برداری از قنات

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل SWOT و انتخاب راهبردهای رقابتی، این راهبردها از برخورد قوت‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده از نقاط قوت برای ممانعت از مواجه‌شدن با تهدیدها را دارد. حال آن‌که همان‌گونه اشاره شد از مهم‌ترین نقاط قوت می‌توان به تأثیرگذاری و تأثیرپذیری قنوات بر زندگی اجتماعی مردم، آبدهی نسبتاً منظم آن‌ها در طول سال و تجارب اندوخته بلندمدت مشارکت مردم در بهره‌برداری از قنوات در کشورما، کشورهای آسیایی و اروپایی اشاره کرد و از جمله تهدیدات مترتب به قنوات می‌توان از عدم وجود واحد مدیریت قنوات در ساختار آب کشور و هماهنگی‌های بین بخشی مناسب با شرح وظایف مشخص، کلیه طرح‌های توسعه‌ای که ممکن است به شکل مستقیم یا غیرمستقیم با قنات تلاقی داشته باشند، عبور کوره قنات از زیر شهرها و روستاها که مسبب ایجاد ریسک زیادی در آلودگی آب قنات‌ها شده واین آلودگی با توسعه شهرها رو به فزونی گذاشته، هم‌چنین تجاوز به حریم هیدرولیکی قنوات با حفر چاه‌های غیرمجاز، عدم به‌روزرسانی مرمت قنوات با روش‌های نو و کم‌خطر، عدم وجود راهبردهای حمایتی مشخص از تشکل‌های مردمی ایجادشده جهت احیای قنوات، عدم تربیت نیروی متخصص و جوان در حفر، نگهداری و بهره‌برداری از قنوات، افت مستمر سطح آب زیرزمینی در دشت دربرگیرنده قنات، جابجایی نسل‌ها و تغییر تکنولوژی و خطرات زیست‌محیطی مصالح به‌کاررفته، عدم تجهیز مناسب قنات‌ها و عدم استفاده از مصالح و پوشش‌های لازم و مقاوم در میله‌ها و کوره که باعث ریزش و کاهش آبدهی قنات‌ها شده، ازبین‌رفتن بسیاری از سنت‌های خوب و پسندیده گذشته در امور مربوط به قنات‌ها و کم‌شدن همدلی و مشارکت مردمی، فقدان دستورالعمل و یا آیین‌نامه مصوب در خصوص ضوابط ایمنی و پایداری قنات از دولت یا سازمان برنامه، صعوبت کار و عدم تمایل جوانان به این شغل، عدم انتقال تجارب مقنی‌های گذشته یا فعلی به نسل جدید به‌صورت علمی و عملی و استفاده از افراد غیر از مقنی‌های ماهر در مرمت قنوات و ... نام برد، لذا از مهم‌ترین راهبردهای رقابتی پیشنهادی می‌توان به بازنمایی و بازآفرینی نظام‌نامه مدیریت مشارکتی برای کاهش آسیب‌پذیری قنوات و ایجاد نظام‌های آموزشی منتورینگ و کوچینگ به‌منظور پرورش مقنیان جوان و متخصص در این حوزه، اشاره نمود و در نهایت با ترکیب نتایج حاصل از روش استخوان ماهی راهبردهای ذیل جهت کاهش ریسک‌های مرتبط با قنوات شناسایی و ارائه گردید.

– لزوم بهره‌مندی از تکنولوژی مدرن و تلفیق دانش بومی و سنتی استحصال آب با شیوه‌های نوین.
– تشریک مساعی و روح تعاون و همکاری میان دولت و بهره‌برداران.
– آشنا نمودن کشاورزان به اهمیت قنوات.
– جلوگیری از حفر بی‌رویه چاههای عمیق و نیمه‌عمیق در حریم و حوزه آبریز قنوات.
– تشکیل و راه‌اندازی اداره مستقل قنوات با چارت سازمانی مشخص با توجه به شعار قنات شاهرگ حیاتی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشوراست.
– ایجاد تعامل بین ادارات مختلف و مرتبط با کار قنوات جهت حمایت از مقنیان و دست‌اندرکاران امر قنات.
– برگزاری دوره‌های مداوم آموزش مقنی‌گری و تبادل تجربیات مقنیان توسط سازمان‌های مرتبط.
– تنظیم دستورالعمل ایمنی و حفاظتی مختص قنوات و مصوب‌نمودن آن از طریق وزارتخانه ذیربط و مجلس.
– به‌روزرسانی ابزارآلات، مصالح و روش‌های مرمت قنوات.
– ایجاد تشکل مقنی‌گری، حمایت و برقراری بیمه، سنوات و درنظرگرفتن سختی کار این حرفه معادل با معدن‌کاران و بازنشتگی ۲۰ سال.
– مشخص‌نمودن حریم ظاهری و حوضه‌ای قنوات که بیش‌ترین آمار اختلافات بین کشاورزان را شامل می‌شود.
– برگزاری همایش‌های سالانه و برگزیدن مقنیان، ناظرین، مشاورین نمونه و تمجید از پیشکسوتان امر قنوات.
– برگرداندن میراب‌ها و سالارآب‌ها به جهت نگهداری قنوات و تعریف نظام بهره‌برداری.
– راه‌اندازی رشته قنات در دانشگاه‌ها.
– تهیه نقشه جامع قنوات کشور و تخصیص اعتبار براساس تعداد، اهمیت و حساسیت قنوات.

۴. نتیجه‌گیری

قنات در محیط‌های مسکونی ایران به‌ویژه روستاها نقش متعادل‌کننده زیستی را برعهده داشته و وجود قنات‌ها در میزان نزولات جوی، آب‌های جاری و میزان کشت، تعادل ایجاد می‌کند. بررسی مطالعات و متون ارائه‌شده نشان می‌دهد که با حذف قنات این تعادل را مخدوش کرده و باعث متروک و خالی از جمعیت شدن روستاها می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی و شناسایی مشکلات و ریسک‌های بهره‌برداری قنات موردبررسی قرار گرفته است. بر این اساس با استفاده از روش SWOT، مجموعه‌ای از نقاط ضعف و قوت به‌عنوان عوامل داخلی بهره‌برداری و فرصت و تهدید به‌عنوان عوامل خارجی موردتحلیل قرار گرفت. در نهایت نتایج ماتریس ارائه‌شده نشان داد که عوامل داخلی در وضعیت قوت و امتیاز ۲/۵۷ قرار داشته و با توجه به امتیاز ۲/۴۹ عوامل خارجی، راهبردهای محافظه‌کارانه می‌باید برای احیای مدنظر قرار گیرد. از طرفی نیز ریسک‌های بهره‌برداری از قنات با رویکرد استخوان ماهی تحلیل شد که نتایج نشان داد که ریسک‌های تکنولوژیک به‌عنوان مهم‌ترین ریسک با امتیاز ۷/۸۵ و ریسک های اقتصادی و مالی با امتیاز ۶/۹ کم‌ترین میزان ریسک را شامل می‌شود. براساس نتایج دو روش SWOT و استخوان ماهی، راهبردهای نظام بهره‌برداری قنات ارائه و تدوین شد که این راهبردها از منظر حفاظت فیزیکی قنات، اسکان شهری و روستایی، مدیریت آب زیرزمینی، اقتصادی– اجتماعی، محیطزیست، حقوقی، آموزش و فناوری ارائه شد. راهبردهای ارائه‌شده می‌باید به‌منظور احیای قنات به‌عنوان یک میراث مهم در کشور مدنظر متولیان آب در شرایط کم‌آبی کشور قرار گیرد.

۵. پی‌نوشت‌ها

1. Brain Storming
2. SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, and threats
3. Fishbone

۶. عارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Abbasnejad, A., Abbasnejad, B., Derakhshani, R., & Hemmati Sarapardeh, A. (2016). Qanat is not a hazard, Rebuttal to Qanat hazard in Iranian urban areas: explanation and remedies. Environ Earth Sci., 75, 1306.

Ali Ahmadi, A., Fethullahi, M., & Tajuddin, I. (2018) A comprehensive approach to strategic management. Tehran: Knowledge Production. (In Persian)

Ali Ahmadi, A. (2007). A comprehensive review of strategic management, 5th edition, Tolid-e-Danesh.(In Persian).

Abbasnejad, A., Abbasnejad, B., Derakhshani, R., & Hemmati Sarapardeh, A. (2016). Qanat hazard in Iranian urban areas: explanation and remedies. Environmental Earth Sciences, 75, 1-14.

Askarian, A., Mirza Ebrahim Tehrani, M., Sadatipour, S. M. T., Jozi, S. A., & Marandi, R. (2022). Evaluation of the Pause of Production and the Parameters Affecting it in the Gas Refinery Using Fishbone and SCAT Combined Method, ohhp, 5(4), 319-334. URL: http: ohhp.ssu.ac.ir.article-1-308-en.html. (In Persian)

Bastani Parisi, M. E. (1984). Hamasa Koir, Tehran, Amir Kabir. (In Persian)

Behnia, A. K. (1988) Aqueduct construction and canal construction. Tehran University Press. (In Persian).

Bozorg-Haddad, O., Zolghadr-Asli, B., Sarzaeim, P., Aboutalebi, M., Chu, X., & Loáiciga, H. A. (2020). Evaluation of water shortage crisis in the Middle East and possible remedies. Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua, 69(1), 85-98.

Maghrebi, M., Noori, R., Sadegh, M., Sarvarzadeh, F., Akbarzadeh, A.E., Karandish, F., Barati, R., & Taherpour, H. (2022). Anthropogenic decline of ancient, sustainable water systems: qanats. Groundwater.

Fathian, M., & Mahdavi Pour, S.H. (2008). Principles and management of information technology, 7th edition, Iran University of Science & Technology Publications.

Golkar, K., & Safa, M. (2001). Adaptation of SWOT technique in urban design, 41, 44-65. (In Persian)

Haeri, M. (2007). Qanat in Iran, Tehran, Cultural Research Office. (In Persian)

Ibn, A. (1986). News of Iran from Kamil, Parisi ancient translation, Tehran, Dunyai Kitab. (In Persian)

Istakhari, A. I. I. (1994). Masalik and Malik, translated by Mohammad bin Asad bin Abdallah Testari, with the efforts of Iraj Afshar, endowment of Dr. Mahmoud Afshar. (In Persian)

Maleki, A., & Khorsandi, A. (2014). Aqueducts in Iran: A Case Study of Tehran City Aqueducts, Tehran, Urban Planning and Processing Company. (In Persian)

Moeng, M.S., & Luvhengo,T.E. (2022). Analysis of Surgical Mortalities Using the Fishbone Model for Quality Improvement in Surgical Disciplines. World J Surg46, 1006–1014.https: doi.org.10.1007.s00268-021-06414-8

Johnson, G., Shcoles, K., & Sexty, R.W. (1989). Exploring management strategic.Ontario: prentice- Hall.

Kotler, P. (1988), Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control, 6th edition, Prentice-Hall International Edition

Kreitner, R., & Angelo, K. (2005). Management of organizational behavior, Translated by A. Farhangi and H. Safarzadeh, 1stedition, Pooyesh.

Moorhead, G., & Griffin, R. (2008). Organizational behavior, Translated by S.M. Alvani and G. Memarzadeh, 13th edition, Morvarid.

Moghaddam, H.K., Javadi, S., Randhir, T.O., & Kavehkar, N. (2022) A Multi-Indicator, Non-Cooperative Game Model to Resolve Conflicts for Aquifer Restoration. Water Resources Management, 36(14), 5521-5543.

Moghadam, H. M., Karami, G. H., & Bagheri, R. (2022). Hydrogeology and chemo-isotopic characteristics of the deepest qanat in the World, Qasabeh Qanat, East of Iran. International Journal of Hydrology Science and Technology, 13(2), 236-254.

Nadimi, H. (2001). Strategic planning of architecture schools, why and how?, Safa Magazine, 41 (12), 141-126. (In Persian)

Naemani, F. (1979). Development of Feudalism in Iran, Tehran, Kharazmi, 1 vol. (In Persian)

Qomi. (1982). History of Qom, translated by Hassan bin Ali bin Hassan Abdul Malik Qomi, edited by Seyyed Jalaluddin Tehrani, Hassan bin Muhammad bin Hassan, Tehran, Tos. (In Persian)

Saatsaz, M. (2020). A historical investigation on water resources management in Iran. Environment, Development and Sustainability, 22,1749-1785.

Samsar Yazdi *et al*. (2013). Presenting a framework for evaluating the destructive effects of development plans on the aqueduct, International Conference on Traditional Knowledge of Water Resources Management. (In Persian)

Siyami, G., Golmohammadi, M., & Talebi, A. (2019). Assessing the risks of aqueducts in urban crisis management (Case Study of Neishabour City). Application of Geography information system and remote sensing in planning, 9(4), 83-97. (In Persian)

Srivastava, P. K., Mohanty, C. S., Pushpangadan, P., & Singh, A. (2005). Stakeholder- based SWOT analysis for successful municipal solid waste management in Lucknow. Waste Management, 25(5), 531-537.

Tongyuan, L., Chao, W., & Lixiang, D. (2018). Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank. Journal of Cleaner Production, 174, Pages 296-304, ISSN 0959-6526, https: doi.org.10.1016.j.jclepro.2017.10.334.

Yazdani, A. A., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2012). Integration of the fish bone diagram, brainstorming, and AHP method for problem solving and decision making-a case study. Int J Adv Manuf Technol, 63, 651-657. https: doi.org.10.1007.s00170-012-3916-7