Archive of SID

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه با استفاده از روش یکپارچه‌سازی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی

حسین محمدی: استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
کاظم نصیری کاشانی*: دانشجوی دکترای مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران، kazem.nasiri.kashani@srbiau.ac.ir
سحر ملکی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
هما رستمی: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۶

چکیده

خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه عوارض جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست منطقه خواهد داشت. در این پژوهش با توجه به ضرورت مسئله، پس از مطالعه و شناسایی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه، مدلی مفهومی با ساختار شبکه‌ای ارائه می‌شود که به دلیل وابستگی عوامل مدل مفهومی به یکدیگر، برای بررسی میزان اثرگذاری و اثرپذیری و تعیین ضرایب اهمیت نسبی و رتبه‌بندی آن‌ها از روش یکپارچه‌سازی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی استفاده می‌گردد. نتایج حاکی از آن است که در سطح معیارهای اصلی «بعد مدیریتی» دارای بیشترین شدت اثرگذاری و بیشترین ضریب اهمیت نسبی است. همچنین در بخش زیرمعیارها «عدم تدوین برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن» از لحاظ شدت اثرگذاری رتبه‌ی نخست و «عدم اعتقاد مدیران، به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت» بیشترین ضریب اهمیت نسبی را به خود اختصاص داده است. با توجه به نتایج حاصله لازم است نگرش مدیران اجرایی تغییر یابد و از توجه صرف به منافع اقتصادی به سمت حفظ محیط‌زیست و تلاش برای نگهداشت آن، گرایش یابد.

واژه‌های کلیدی: *بحران، تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی براساس دیمتل، محیط‌زیست، مدیریت*

Identify and Prioritize he Factors Affecting on the Drying of Urmia Lake with Integrated Fuzzy DEMATEL & Analytic Network Process (F.D.ANP)

Hossein Mohammadi[1], Kazem Nasiri Kashani[2*], Sahar Maleki[3], Homa Rostami[4]

Abstract

Drying of Lake of Urmia will have irrecoverable effects on the environment of the region. In this study, with due attention to the requirements of the problem, first we identify the parameters affecting the drying of Urmia Lake, then we propose a conceptual model of network structure. As the parameters of the conceptual model are interdependent, we use an integrated DEMATEL and Fuzzy Analytic Network Process technique in order to assess the impacts and impressionability of those parameters as well as relative importance weights and ranking thereof. The results indicated that among main criteria, "management aspect" had the greatest impact and the maximum importance weight. Also among sub-criteria, "lack of strategic plan about the preservation of lake in the past years and updating it" ranked as first in terms of intensity of impacts. Moreover, "Lack of attention to the environment among managers and focusing on short-term goals" acquired the maximum importance weight. According to the results, it seems necessary for the managers to switch from mere economical attitude, towards environmental protective and preservative attitude.

Keywords: *Disaster, Environment, F.D.ANP, Management, MCDM*

1. Professor in Natural Geography, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran.
2. Ph.D Student in industrial managemrnt, Young Researchers and Elites club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Email: kazem.nasiri.kashani@srbiau.ac.ir
3. Ph.D. Student in Climatology, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran.
4. Ph.D. Student in Climatology, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

قرار گرفتن ایران در نقطه‌ی تلاقی آسیا، آفریقا و اروپا و تنوع اقلیمی، موجب تنوع زیستی غنی ایران شده که در سال‌های اخیر آسیب‌های زیادی دیده است. لذا بررسی آثار و علل تخریب زیست‌بوم‌های طبیعی، فرسایش خاک و کاهش سطح آب رودها و دریاچه‌ها که حاصل توسعه‌ی روزافزون شهرنشینی، آلودگی‌های صنعتی، پسماندها، جنگل‌زدایی، بیابان‌زایی و ... است، ضروری به نظر می‌رسد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد، دریاچه‌ی ارومیه طی ۱۳ سال گذشته بیش از ۶ متر کاهش سطح داشته است. اختصاص ۹۰ درصد منابع آبی منطقه به بخش کشاورزی، اجرای برنامه‌های رشد و توسعه‌ی منطقه‌ای بدون توجه به بنیان‌های جغرافیایی، بهره‌برداری زیاد از آب رودخانه‌ها برای آب‌رسانی به شهرها و روستاها، رشد سریع جمعیت منطقه، ضعف مدیریت منابع آب و نیز عدم سازگاری الگوهای کشت با وضعیت منابع آب، تبخیر زیاد در پی گرم شدن هوا و برداشت غیرمجاز از آب‌های زیرزمینی در پی حفر چاه از دلایل خشک شدن این دریاچه است. بروز خشکی دریاچه‌ی ارومیه نمودی از عدم وجود برنامه‌ریزی، امکان‌سنجی و آینده‌نگری در انجام پروژه‌های عمرانی در این منطقه بوده است [۱]. امروزه با تداوم و تشدید روند گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در بسیاری از نواحی دنیا دریاچه‌های متعددی خشک شده و یا درصد زیادی از حجم آبشان را از دست داده‌اند که ازجمله می‌توان به دریاچه‌های چاد، آرال و بسیاری از دریاچه‌های امریکا و آسیای مرکزی اشاره نمود. پژوهشگران در زمینه‌ی بررسی علل خشک یا کم آب شدن دریاچه‌ها در برخی از آن‌ها عوامل طبیعی و در برخی دیگر علل انسانی را مؤثر دانسته‌اند. در زمینه‌ی علل خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه نیز، مطالعات انجام‌شده نتایج متفاوتی داشته است. به گونه‌ای که برخی نتایج، مهم‌ترین علل خشک شدن دریاچه را کاهش بارندگی و بروز خشکسالی‌های متعدد و برخی دیگر برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های سطحی و زیرزمینی و عوامل انسانی را دخیل دانسته‌اند. با توجه به اینکه دریاچه‌ی ارومیه جزو دریاچه‌های شور است و پس از خشک شدن، گسترش نمک و ذرات بسیار ریز آن بر روی زمین‌های کشاورزی و باغات، آسیب‌های اقتصادی بسیاری را به دنبال دارد و همچنین می‌تواند منبعی برای پخش ریزگردها به اطراف خود باشد، لازم است که علل اصلی بروز چنین حوادثی بررسی شود و با شناخت کافی و برنامه‌ریزی دقیق از تکرار آن جلوگیری به عمل آید. لذا در این پژوهش با ارائه‌ی یک مدل مفهومی جامع، تمامی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه با استفاده از نظرات خبرگان و مطالعات پیشین بررسی شده است و با کمک $F.D.ANP$[1] ضرایب اهمیت نسبی عوامل با توجه به وابستگی درونی معیارها و اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها تعیین می‌شود.

مطالعه‌ی نوسانات تراز آب دریاچه‌ها، به‌منظور حفاظت آن‌ها از لحاظ ماهیت و موقعیت این مجموعه‌های آبی - به‌منزله‌ی یک میراث طبیعی در سال‌های اخیر بین کشورها در سطح ملی و منطقه‌ای جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. از این‌رو اولین گام در شناخت و بررسی نوسان‌های سطح آب دریاچه‌ها، شناخت تئوری‌های موجود در زمینه‌ی علت تغییرپذیری سطح آب دریاچه‌ها است. در این رابطه تئوری‌های متعددی از قبیل رسوب‌گذاری دریاچه، جابه‌جایی ژئوتکتونیکی، شاخص‌های ژئومورفولوژیک، آثار تغییر اقلیم و غیره مطرح هستند [۲].

نظم‌فر، فتحی و خلیجی (۱۳۹۳)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان دادند که ۳۵۰ هزار هکتار از مساحت آبی دریاچه و ۱۹۰۰۰ هکتار از پوشش گیاهی منطقه کاهش یافته و به همان میزان بر مقدار ماسه‌زارهای نمکی افزوده شده است [۳]. فتحیان، مرید و ارشد (۱۳۹۲)، به بررسی دلایل احتمالی خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه با برآورد روند در سری زمانی متغیرهای آب و هواشناسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شرق این حوزه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. بدین منظور از روش‌های آماری پارامتری تحلیل روند و اطلاعات ۱۸ ایستگاه هواشناسی و آب‌سنجی واقع در منطقه استفاده کردند. نتایج بخش اول، روند معنی‌دار افزایشی دما را در کل منطقه نشان داد که در مورد بارندگی این‌چنین نبود. همچنین نتایج، روند کاهشی را برای دبی به‌ویژه در ایستگاه‌های پایین‌دست تأیید کردند. بررسی رابطه‌ی تغییرات جریان رودخانه‌ها با تغییرات همزمان دما و بارش و یک‌بار با تغییرات همزمان دما، بارش و سطح اراضی آبی، نشان داد که بیشترین همبستگی تغییرات دبی با تغییرات سطح کشت آبی و سپس با دما است و در هیچ مورد با تغییرات بارش همبستگی معنی‌داری وجود نداشته است [۴]. رعنا کوشکی (۲۰۱۳)، پس از تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، مورفولوژیکی، داده‌های آماری (بارش، دما، سطح آب دریاچه، بیلان آب ورودی حوزه و ...) و عوامل انسانی (کشاورزی، احداث سد، بزرگراه و ...) بر روی تغییرات سطح دریاچه‌ی ارومیه نتیجه‌گیری نمود که بین کلیه‌ی عوامل مذکور، خشکسالی بیشترین تأثیر را داشته و پس از آن سازه‌هایی همچون بزرگراه و سد در کاهش سطح آب دریاچه‌ی ارومیه مؤثر بوده‌اند [۵]. ایمانفر و محبی (۲۰۰۷)، مهم‌ترین عامل مؤثر در خشکی دریاچه‌ی ارومیه را افزایش دما و میزان تبخیر و پس از آن فعالیت‌های انسانی (احداث سد، کشاورزی، برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و ...) معرفی نموده‌اند [۶]. حسین‌پور، فاخری‌فرد و نقیلی (۲۰۱۰)، با استفاده از تصاویر لندست به بررسی نوسان‌های سطح آب دریاچه‌ی ارومیه پرداخته و بر این عقیده‌اند که از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ روند کاهشی آب شدت یافته و وسعت دریاچه از ۵۸۰۰ به ۴۰۱۷ کیلومتر مربع رسیده است. آن‌ها تغییرات اقلیمی، احداث سد و استفاده‌ی بی‌حد از آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی و صنعت و مصارف خانگی را مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در خشکی دریاچه دانسته‌اند [۷]. سیما و تجریشی (۲۰۱۴)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌ی مادیس، میزان تبخیر از سطح دریاچه‌ی ارومیه را برآورد نمودند. بر اساس نتایج حاصل، مجموع ارتفاع و حجم تبخیر (طی آوریل تا اکتبر ۲۰۱۰) به ترتیب معادل ۱۱۳۶ میلی‌متر و ۳/۸ میلیارد مترمکعب است. آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که حتی در صورت تأمین نیاز آبی دریاچه در شرایط نرمال، معادل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه [نویسندگان]

کد	معیار	کد	زیرمعیار مدل مفهومی	شماره‌ی منابع زیرمعیارها
C1	اقلیمی	C11	کاهش باران	۹،۸،۳۲،۱،۷،۶،۵
		C12	کاهش سهم برف	۹،۸،۵،۱
		C13	افزایش دما	۹،۸،۶،۴،۵،۱
		C14	افزایش تبخیر	۶،۳۳،۵،۱
C2	انسانی	C21	حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش از حد مجاز از آب چاه‌ها	۹،۸،۳۳،۷،۵،۱
		C22	افزایش سطح زیر کشت	۹،۸،۳۳،۱۰،۷،۵،۴،۱
		C23	کشت محصولات با نیاز آبی بالا	۹،۸،۱۰،۷،۱،۵
		C24	افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های همجوار	۹،۵،۸،۳۳،۷
C3	تکنولوژی	C31	احداث سدها	۳۳،۹،۸،۱۰،۷،۶،۱،۵
		C32	احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق	۳۳،۲۶،۹،۸،۶،۱،۵
		C33	احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب	۳۳،۲۶،۹،۸،۱،۵
		C34	عدم وجود الگوی آبیاری مناسب	۳۳،۱۱،۹،۸،۷،۵،۱،۴
C4	مدیریتی	C41	آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها	۹،۱۱،۳۲،۶،۳۴،۱،۵
		C42	عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت	۹،۱۱،۶،۳۲،۳۴،۱،۵
		C43	عدم تدوین و یا به‌روزرسانی برنامه استراتژیک در حوزه‌ی نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته	۳۴،۵،۸
		C44	عدم یک برنامه‌ی مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه	۵،۳۴،۸

۳/۱ میلیارد مترمکعب روند کاهشی تراز دریاچه تداوم خواهد داشت. طبق گزارش منتشرشده توسط UNEP [۲] (۲۰۱۲)، احداث سدها، تقسیم آب‌های سطحی، کاهش مقدار بارش و افزایش میانگین دما و درنتیجه فشار بیش‌ازحد بر سفره‌های آب زیرزمینی برای مصارف شهری و کشاورزی در حوزه مهم‌ترین دلایل خشکی آب دریاچه شمرده شده‌اند [۸، ۹].

عباسی، عزیزی، کریمی و نظیف (۱۳۹۳)، در مطالعاتی پیرامون علل نوسانات تراز آب دریاچه‌ی ارومیه دو دیدگاه متضاد را مطرح می‌کنند. دیدگاه اول که متخصصان زیست‌محیطی و زمین‌شناسان بیشتر بر آن پافشاری دارند بیانگر استقلال روند کاهش ارتفاع سطح آب از متغیرهای آب‌وهوایی است و افزایش دما و کاهش بارندگی تنها سبب تشدید روند خشک شدن دریاچه می‌گردد. ازاین‌رو بهبود شرایط دریاچه در صورت کاهش دما و افزایش بارندگی غیرمنطقی به نظر می‌رسد. دیدگاه دوم را بیشتر متخصصان منابع آب مطرح می‌کنند که دلیل اصلی خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه را کاهش ۱۷ درصدی میزان بارندگی نسبت به سال‌های اخیر ذکر کرده‌اند [۱۰].

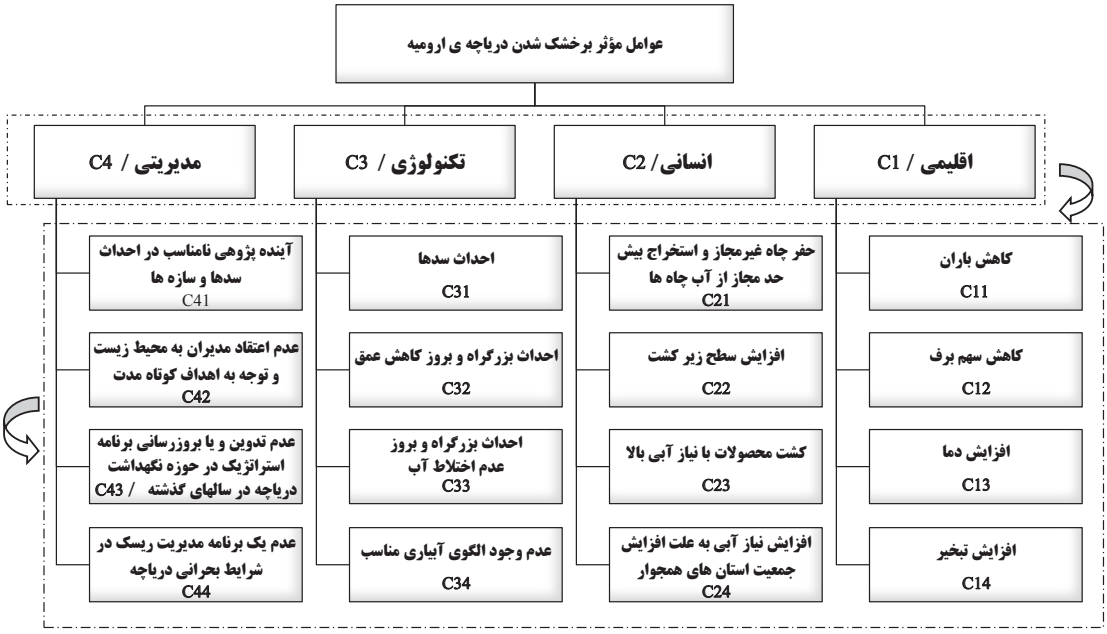
حسن‌زاده و ضرغامی (۲۰۱۲)، در بررسی مدل‌سازی اثرات نسبی فاکتورهای مختلف روی کاهش سطح آب دریاچه‌ی ارومیه نشان می‌دهند که ۶۵ درصد تغییرات به دلیل کاهش جریان ورودی است که ناشی از انحراف جریان‌های بالادست برای مصارف کشاورزی بوده است. احداث سدها ۲۵ درصد و کاهش بارش، ۱۰ درصد مؤثر بوده است [۱۱]. علوی‌پناه، خدایی و بیگلو (۱۳۸۴)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تأثیر میان‌گذر شهید کلانتری بر تغییرات کیفی آب دریاچه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه‌ی پروفیل بازتاب‌های طیفی، اختلاف قابل توجهی را در توزیع پارامترهای کیفی آب در دو سوی میان‌گذر نشان دادند که آن را ناشی از عدم ارتباط هیدرولیکی کامل میان دو سوی میان‌گذر می‌دانند [۱۲]. صاحب‌نظران بر این باورند که ارتباط تنگاتنگی میان چرخه‌ی هیدرولوژی و سیستم اقلیمی وجود دارد و نوسانات تراز دریاچه‌ها را می‌توان به‌واسطه‌ی این عوامل تجزیه و تحلیل کرد [۱۳].

کبدی، تراوی، المایهو و مارک (۲۰۰۶)، در پژوهشی به تحلیل حساسیت تراز دریاچه‌ی تانا در اتیوپی نسبت به تغییر اقلیم پرداختند. نتایج این بررسی که با مدل‌سازی معادلات بیلان آبی دریاچه و بررسی تغییرات داده‌های بارش و تبخیر انجام شد، نشان داد که در شرایط هیدرولوژیکی کنونی، تراز دریاچه حساسیت کمتری نسبت به متغیرهای اقلیمی نشان می‌دهد و این تغییرات بیشتر متأثر از افزایش بهره‌برداری از منابع آب حوضه‌ی رود تانا است که با ساخت سد در ناحیه‌ی پایاب رودخانه در سال ۱۹۶۶ برای تأمین آب بخش کشاورزی و نیروگاه‌های برق آبی انجام شد [۱۴]. آلدن، مورش و شرگا (۲۰۰۳)، در بررسی اثر تغییر اقلیم بر تراز آب دریاچه‌های بزرگ (دریاچه‌های پنج‌گانه) امریکا، کاهش ۴۰ میلی‌متری بارش، افزایش ۰،۷ درجه سانتی‌گرادی دما و افزایش۵۰ درصدی تبخیر را از علل تغییرات تراز آب دریاچه‌ها عنوان کردند [۱۵].

لذا با توجه به وجود تناقض در نتایج حاصل از تحقیقات پیشین در این زمینه، لزوم مطالعات جامع و همه‌جانبه در زمینه‌ی شناسایی و تعیین ضریب اهمیت نسبی عوامل مؤثر بر کاهش سطح آب دریاچه‌ی ارومیه برای شناسایی راهکارهای اجرایی کارا و بازدارنده، ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا تمامی عوامل مورد تأکید در پژوهش‌های پیشین مرتبط با خشک شدن دریاچه‌ها به‌ویژه ارومیه بررسی‌شده و مدل مفهومی جامعی با قابلیت ارزیابی ارائه می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر۱: مدل گرافیکی با ساختار شبکه‌ای پژوهش، عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

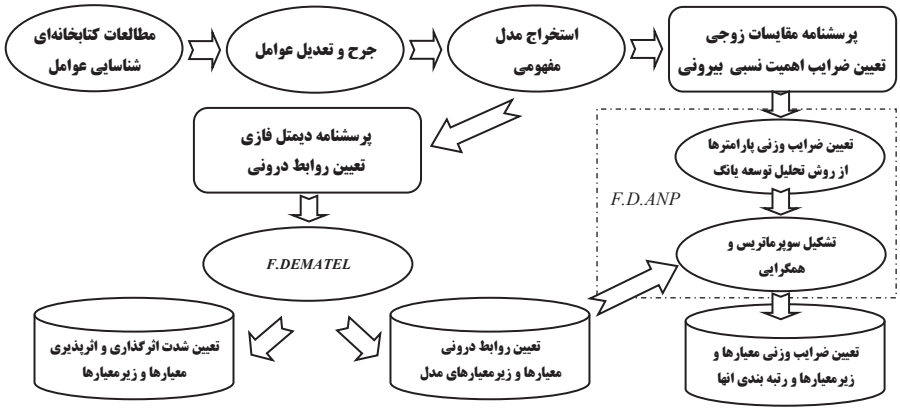
روش پژوهش

روش‌شناسی در حقیقت نقشه‌ی عمل و اجرای کار است. اتخاذ هرگونه تصمیمی در مورد روش‌شناسی بستگی به هدف مطالعه، طبیعت مسئله‌ی تحت بررسی و روش‌های مناسب دارد، که حدود و جهت مطالعه را نیز مشخص می‌کند [۱۶]. پژوهش حاضر ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر گردآوری داده‌ها و نحوه‌ی اجرا، توصیفی- تحلیلی و پیمایشی است و در زمره‌ی مطالعات موردی نیز جای می‌گیرد. برای تعیین روابط میان عوامل مؤثر بر خشکسالی دریاچه‌ی ارومیه و اولویت‌بندی آن‌ها از روش یکپارچه‌سازی تکنیک دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی ($F.D.ANP$)استفاده شده است. طبق تعریف اوما سکاران (۱۳۹۵) جامعه‌ی آماری به کل گروهی از افراد، وقایع یا چیزهایی اشاره دارد که محقق می‌خواهد به تحقیق در رابطه با آن‌ها بپردازد. لذا جامعه‌ی آماری در پژوهش حاضر، مجموع خبرگانی است که بر مسئله‌ی پژوهش، تسلط کافی دارند و محقق درصدد است با تکیه بر آن‌ها عوامل مؤثر بر خشکسالی دریاچه‌ها به‌ویژه ارومیه را شناسایی و اولویت‌بندی نماید. همچنین پژوهش حاضر، تحقیقی بر پایه‌ی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و خبره‌محور است و ریزا و وازیلیس (۱۹۹۸)، معتقدند که تعداد خبرگان در چنین پژوهش‌هایی برای مطالعات مبتنی بر مقایسه‌ی زوجی نباید زیاد باشد و در کل ۵ الی ۱۵ نفر را پیشنهاد می‌کنند [۱۷]. همچنین ساتی (۲۰۰۲) نیز تعداد ده نفر از خبرگان را کافی می‌داند [۱۸]. اوما سکاران (۱۳۹۵) روش نمونه‌برداری را به دو بخش، احتمالی و غیراحتمالی (در دسترس، هدف‌دار) تقسیم کرده است که با توجه به ماهیت خبره محور بودن پژوهش حاضر، از روش قضاوتی که زیرمجموعه‌ی نمونه‌برداری هدف‌دار است، استفاده شده است. نمونه‌برداری هدف‌دار به‌ویژه قضاوتی، مستلزم انتخاب آزمودنی‌هایی است که بهترین شرایط را برای اطلاعات مورد نیاز دارند و موقعی به کار گرفته می‌شود که طبقه‌ای از افراد، اطلاعات مورد نظر را در اختیار دارند. در چنین شرایطی هر گونه نمونه‌برداری احتمالی در یک برش عرضی از افراد، بی‌هدف و غیرمفید است. این روش تنها روش نمونه‌برداری است که در پژوهش‌های بر پایه‌ی تصمیم‌گیری چندمعیاره و خبره‌محور مورد پذیرش است. اما نکته‌ی مهم در این روش نمونه‌برداری، تعریف شروط خبرگی برای انتخاب خبرگان از جامعه‌ی آماری است. در این پژوهش شروط خبرگی بر اساس معیار تحصیلات، سوابق مدیریتی، تخصص پژوهشی و عملی مرتبط با موضوع مورد مطالعه است. لذا در این پژوهش ۱۰ نفر از خبرگان سازمان زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، شریف و ستاد احیای دریاچه‌ی ارومیه مشارکت داشتند که تمامی آن‌ها از دانش و تجربه‌ی کافی نسبت به دلایل خشکسالی دریاچه‌ها به‌ویژه ارومیه، برخوردار و دارای تحصیلات بالای دانشگاهی و سوابق بالای مدیریتی بودند.

اوماسکاران (۱۳۹۵) روایی ابزار اندازه‌گیری را در سه گروه گسترده، روایی «محتوا»، «وابسته به معیار» و «سازه» دسته‌بندی می‌کند که با توجه به نوع پژوهش قابل بهره‌برداری است. روایی محتوا نشان می‌دهد که ابزار تهیه شده به تعداد کافی پرسش‌های مناسب برای اندازه‌گیری مفهوم مورد سنجش را در بردارد و ابعاد و عناصر یک مفهوم تا چه حد تحت پوشش دقیق قرار گرفته است. لذا برای حصول به این هدف، در تدوین و طراحی مدل مفهومی، در ابتدا برای شناسایی تمامی ابعاد و عناصر مؤثر بر«کاهش سطح آب دریاچه‌ی ارومیه» مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان انجام شد. در راستای مطالعات کتابخانه‌ای تمامی مدل‌های ارائه‌شده پیرامون موضوع پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و تمامی عوامل مورد تأکید در آن‌ها شناسایی و از طریق جلسات هم‌اندیشی خبرگان، عوامل و پارامترهای اولیه‌ی مدل، جرح و تعدیل شد. در این جلسات عواملی که دارای ماهیت یکسان بودند شناسایی، انتخاب و سایر موارد مشابه حذف گردید و عواملی که

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۲: فرایند پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

جدول ۲: طیف ۵ گزینه‌ای عبارات کلامی اثرپذیری [۱۹]

عبارات کلامی	بدون تأثیر	تأثیر کم	تأثیر متوسط	تأثیر زیاد	تأثیر خیلی زیاد
اعداد فازی مثلثی متناظر	(۰،۰،۰/۲۵)	(۰،۰/۲۵،۰/۵)	(۰/۲۵،۰/۵،۰/۷۵)	(۰/۵،۰/۷۵،۱)	(۰/۷۵،۱،۱)

قابلیت ادغام داشتند با یکدیگر ترکیب و سایر عوامل متفاوت ثبت شد. در ادامه پرسش‌نامه‌ها بر اساس مبانی نظری تکنیک تحلیل شبکه‌ای فازی و دیمتل به صورت استاندارد طراحی شد. از آنجایی که هر یک از عناصر و سؤالات پرسش‌نامه از معیارها و زیرمعیارهای مدل مفهومی نشأت گرفته می‌شود، کافی است مدل مفهومی ارائه شده طبق تعریف روایی محتوایی، ابعاد و عناصر مؤثر بر«کاهش سطح آب دریاچه‌ی ارومیه» را به طور کامل تحت پوشش قرار داده باشد که با توجه به فرایند تدوین مدل پژوهش، ابزار اندازه‌گیری از روایی محتوایی لازم برخوردار است، هر چند که از روش والتز و باسل نیز روایی محتوایی مورد تأیید قرار گرفت. همچنین برای افزایش روایی سعی شد از عبارات آشنا که ابهام را به حداقل برساند و حضور تیم پژوهشگر در فرایند پاسخ‌دهی، استفاده شود.

پایایی پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی در فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی از طریق شاخص ناسازگاری مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای تعیین نرخ ناسازگاری پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی با توجه به فازی بودن متغیرهای کلامی، از روش «گوگوس و بوچر» استفاده شده است که تمامی نتایج حاکی از آن است که نرخ ناسازگاری میانی و جانبی ماتریس‌های تجمیع شده‌ی نظرات خبرگان کمتر از ۰،۱ است و پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی از پایایی برخوردارند. در خصوص پایایی تکنیک دیمتل، چون این تکنیک ناپارامتری است، بنابراین نیاز به محاسبه و آزمون‌های آماری ندارد.

فرایند دیمتل فازی

این روش برای شناسایی و بررسی رابطه‌ی متقابل بین معیارها و ساخت نگاشت روابط شبکه است و بر پایه‌ی نظرات خبرگان است که دربرگیرنده‌ی عبارات کلامی مبهم و دو پهلویی است که به‌منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام، بهتر است این عبارات به اعداد فازی تبدیل شوند. برای حل این مشکل لین و وو (۲۰۰۸)، مدلی را ارائه کردند که از روش دیمتل در محیط فازی بهره می‌گیرد [۱۹].

گام اول: محاسبه‌ی میانگین حسابی مقایسات زوجی حاصل از نظرات خبرگان. در این رابطه p بیانگر تعداد خبرگان و $\tilde{x}^i$ ها ماتریس مقایسه‌ی زوجی خبره‌ی i است و $\tilde{D}$ عدد فازی مثلثی است.

رابطه‌ی ۱:
$$\tilde{D} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \ldots \oplus \tilde{x}^p}{p}$$

رابطه‌ی ۲:
$$\tilde{D} = \left[\tilde{d}_{ij}\right] n \times n \quad when \quad \tilde{d}_{ij} = \left(d_{ij}^l, d_{ij}^m, d_{ij}^r\right)$$

گام دوم: نرمالایز نمودن ماتریس حاصل از میانگین نظرات خبرگان

رابطه‌ی ۳:
$$\tilde{N} = \tilde{D} / u \quad \tilde{N} = \left[\tilde{e}_{ij}\right] n \times n \quad , \quad \tilde{e}_{ij} = \left(e_{ij}^l, e_{ij}^m, e_{ij}^r\right)$$

رابطه‌ی ۴:
$$u = max_{i,j} \left\{ max_i \sum_{j=1}^{n} d_{ij}, max_j \sum_{i=1}^{n} d_{ij} \right\}, i, j = \{1,2,\ldots,n\}$$

گام سوم: محاسبه‌ی ماتریس روابط کل فازی $\tilde{T}$ از طریق روابط ۵ و ۶

رابطه‌ی ۵:
$$\tilde{T} = \lim_{K \to \infty} = \left(\tilde{N}^1 \oplus \tilde{N}^2 \ldots \oplus \tilde{N}^K\right)$$

رابطه‌ی ۶:
$$\tilde{T} = \tilde{N} \times \left(I - \tilde{N}\right)$$

گام چهارم: دیفازی نمودن ماتریس روابط کل فازی $\tilde{T}$ با روش CFCS است که محاسبه‌ی مجموع سطرها و ستون‌های آن،

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳: عبارات کلامی برای میزان اهمیت چانگ [۲۸، ۲۹، ۳۰]

عبارات کلامی	فقط برابر	به همان اندازه مهم	ضعیف‌تر از مهم‌تر	به‌شدت مهم‌تر	بسیار به‌شدت مهم‌تر	کاملاً مهم‌تر
عدد فازی	(۱،۱،۱)	(۰/۵ ، ۱ ، ۱/۵)	(۱ ، ۱/۵ ، ۲)	(۱/۵ ، ۲ ، ۲/۵)	(۲ ، ۲/۵ ، ۳)	(۲/۵ ، ۳ ، ۳/۵)

برای تعیین میزان اثرگذاری و اثرپذیری و میزان اهمیت شاخص‌های مدل از ($D_i + R_i$)و رابطه‌ی بین معیارها از رابطه‌ی ($D_i - R_i$) محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۷:
$$D = (D_i)_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} T_{ij}\right]_{n\times 1}$$

رابطه‌ی ۸:
$$R = (R_j)_{1\times n} = \left[\sum_{i=1}^{n} T_{ij}\right]_{1\times n}$$

روش دیفازی‌سازی CFCS[۳] توسط آپریکویچ و تزنگ (۲۰۰۳) بر پایه‌ی تعیین حد چپ و راست به‌وسیله‌ی مینیمم و ماکزیمم فازی ارائه شده است و حد کلی بر مبنای میانگین وزنی شده، بر طبق توابع عضویت تعیین می‌شود [۱۶، ۲۰، ۲۱].

فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرایند تحلیل شبکه یک تئوری جدید و گسترش‌یافته از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است که توسط ساتی (۱۹۹۶)، برای مسائلی که بین معیارها یا گزینه‌ها روابطی وجود دارد، پیشنهاد شد. این تکنیک چارچوب تصمیم‌گیری را با استفاده از سیستم شبکه‌ای مدل‌سازی می‌کند و روابط متقابل پیچیده‌تری را میان معیارها مجاز می‌داند [۲۲]. فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، ناشی از اولویت‌بندی یا وزن‌دهی برای هر یک از عناصر مدل بر اساس اهمیت نسبی قضاوت شده‌ی آن نسبت به اهداف کلی است و شامل دو فاز است. فاز اول شامل یک شبکه‌ی سلسله‌مراتبی کنترلی از معیارها و زیرمعیارها است که اثرات متقابل را کنترل می‌کند. دومین فاز، شبکه‌ای از تأثیرات در میان عناصر و خوشه‌ها است [۲۳]. با ترکیب وزن‌های به‌دست‌آمده برای تمامی مقایسات و جاگذاری اوزان، سوپر ماتریس ناموزون تشکیل و نرمالایز می‌شود. درنهایت ماتریس موزون، همگرا می‌گردد و ضرایب وزنی پارامترهای مدل تعیین می‌شود.

وزن‌دهی بر اساس روش تحلیل گسترش‌یافته‌ی چانگ

لئونگ و چاوو (۲۰۰۰)، معتقدند ازجمله دلایل دقت پایین در ANP سنتی، اختصاص نسبتی دقیق بر اساس درک فرد خبره از پدیده‌ها در مقایسات زوجی است؛ درحالی‌که بازه‌ای از اعداد بهتر می‌تواند منعکس‌کننده باشد [۲۴]. چانگ در سال ۱۹۹۶ روشی بسیار ساده را برای بسط فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به فضای فازی ارائه داد. این روش مبتنی بر میانگین هندسی نظرات خبرگان و روش نرمالایز ساتی و با استفاده از اعداد مثلثی فازی است [۲۵].

گام اول: ترسیم درخت سلسله‌مراتبی با استفاده از سطوح هدف، معیار و گزینه‌ها؛

گام دوم: تعریف اعداد فازی به‌منظور انجام مقایسات زوجی.

چانگ پس از ارائه‌ی اولیه‌ی روش (۱۹۹۶)، در مقاله‌ی اصلاحی (۱۹۹۹)، فاصله‌ی بین اعداد میانی فازی با حد بالا و پایین در مقادیر فازی مثلثی عبارات کلامی را بزرگ‌تر مساوی ۰،۵ و کوچک‌تر مساوی ۱ تعیین کرد. به اعتقاد او عدم توجه به این موضوع، سبب صفر شدن ضرایب وزنی بعضی از معیارهای کم‌اهمیت در این روش خواهد شد [۱۶، ۲۶، ۲۷].

گام سوم: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی بر اساس میانگین هندسی نظرات.

گام چهارم: محاسبه‌ی S_i برای هر یک از سطرهای مقایسات زوجی از طریق روابط ذیل.

رابطه‌ی ۹:
$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$$

گام پنجم: محاسبه‌ی درجه‌ی بزرگی S_iها نسبت به یکدیگر است که درجه‌ی احتمال بزرگی عدد مثلثی فازی $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ نسبت به $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ برابر است با:

رابطه‌ی ۱۰:
$$V(M_2 \geq M_1) = hgr(M_1 \cap M_2) = \begin{cases} 1 & if\ m_2 \geq m_1 \\ 0 & if\ l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & other\ wise \end{cases}$$

برای مقایسه‌ی و محاسبه‌ی هر دو $V(M2 \geq M1)$و $V(M1 \geq M2)$ ضروری است. درجه‌ی احتمال بزرگ‌تر بودن یک عدد فازی محدب(M) از (K) عدد فازی محدب دیگر $(M_i : 1,\ldots,K)$ به صورت زیر تفکیک می‌شود:

رابطه‌ی ۱۱:
$$V(M \geq M_1, M_2, \ldots, M_K) = \min V(M \geq M_i)$$

رابطه‌ی ۱۲:
$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$$
$$w' = \left(d'(A_1), d'(A_2), \ldots, d'(A_n)\right)^T$$

Where $A_i\ (i = 1,\ldots,n)$ *is elements.*

گام ششم: با نرمالیزه کردن بردار وزن‌ها، وزن‌های نرمالیزه (غیرفازی) به دست می‌آیند.

رابطه‌ی ۱۳:
$$w' = \left(d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n)\right)^T$$

روش بررسی نرخ ناسازگاری گوگوس و بوچر

گوگوس و بوچر (۱۹۹۸) برای بررسی میزان ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی فازی ترکیبی، که از میانگین هندسی نظرات خبرگان به دست می‌آید، روشی ارائه نمودند که بر اساس این روش می‌توان از میزان سازگاری ماتریس مقایسات زوجی اطمینان حاصل نمود که روابط آن در مقاله‌ی نصیری کاشانی، مدیری و هاشم‌زاده (۱۳۹۴) بیان شده است [۱۶، ۳۱]. تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی به‌کار رفته در این پژوهش با این روش بررسی و

www.SID.ir

Archive of SID

دارای نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ است. لذا همه‌ی مقایسات زوجی حاصل از نظرات خبرگان دارای سازگاری هستند.

یافته‌های پژوهش

تعیین روابط درونی عوامل با تکنیک دیمتل فازی

با توجه به فرض مسئله‌ی مبنی بر وابستگی میان عوامل مؤثر بر «خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه» روابط درونی آن‌ها با تکنیک دیمتل فازی محاسبه و نتایج حاصل ارائه می‌گردد.

ماتریس ارتباطات عوامل مؤثر برای تعیین ضرایب وزنی به روش F.D.ANP استفاده خواهد شد.

در ماتریس ارتباطات فوق، میزان اثرگذاری و اثرپذیری معیارهای اصلی بر یکدیگر محاسبه و برای بررسی بهتر از نمودار علی استفاده می‌شود. در این نمودار روابط پراهمیت‌تر با توجه به حد آستانه شناسایی و تأثیرات آن‌ها به‌صورت پیکان در محور مختصات نشان داده شده است.

جدول ۴: ماتریس روابط مستقیم فازی معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

	C1			C2			C3			C4		
C1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۵۰	۰/۲۵۰	۰/۴۵۸	۰/۶۲۵	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰
C2	۰/۲۵۰	۰/۴۱۷	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۵۸	۰/۶۶۷	۰/۷۵۰	۰/۴۱۷	۰/۶۲۵	۰/۷۹۲
C3	۰/۲۵۰	۰/۴۱۷	۰/۵۴۲	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۸۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۲	۰/۵۰۰	۰/۶۲۵
C4	۰/۲۰۸	۰/۳۷۵	۰/۵۰۰	۰/۶۶۷	۰/۹۱۷	۰/۹۵۸	۰/۷۰۸	۰/۹۵۸	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

جدول ۵: ماتریس رابطه‌ی کلی معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

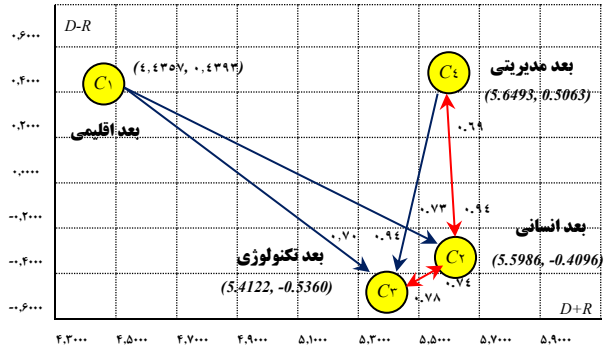
	C1			C2			C3			C4		
C1	۰/۰۴۹	۰/۲۶۸	۰/۹۲۳	۰/۱۸۸	۰/۵۹۶	۱/۶۰۷	۰/۱۸۰	۰/۵۷۷	۱/۵۱۵	۰/۱۵۵	۰/۵۱۰	۱/۴۴۱
C2	۰/۱۵۷	۰/۴۴۱	۱/۰۶۰	۰/۱۲۰	۰/۴۷۴	۱/۳۴۰	۰/۲۸۲	۰/۶۸۷	۱/۵۰۷	۰/۲۳۲	۰/۵۸۴	۱/۴۱۳
C3	۰/۱۴۶	۰/۴۱۵	۱/۰۵۱	۰/۲۲۷	۰/۶۲۹	۱/۵۵۵	۰/۱۰۵	۰/۴۳۶	۱/۲۴۸	۰/۱۷۸	۰/۵۱۹	۱/۳۴۸
C4	۰/۱۶۸	۰/۵۰۳	۱/۱۹۱	۰/۳۷۳	۰/۸۵۷	۱/۸۱۰	۰/۳۹۷	۰/۸۷۴	۱/۷۵۱	۰/۱۲۳	۰/۴۸۲	۱/۳۴۷

جدول ۶: ماتریس ارتباطات دیفازی‌شده معیارهای اصلی به روش CFCS

	C1	C2	C3	C4	حد آستانه	۰/۶۴۳۲
C1	۰/۳۷۱	۰/۷۲۶	۰/۶۹۹	۰/۶۴۱	بعد اقلیمی	
C2	۰/۵۲۷	۰/۵۹۶	۰/۷۷۸	۰/۶۹۳	بعد انسانی	
C3	۰/۵۰۷	۰/۷۴۳	۰/۵۵۴	۰/۶۳۴	بعد تکنولوژی	
C4	۰/۵۹۴	۰/۹۳۸	۰/۹۴۳	۰/۶۰۳	بعد مدیریتی	

جدول ۷: ترتیب خالص عناصر دیفازی شده‌ی عوامل اصلی تأثیرگذار بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

نوع عوامل	D-R	اولویت‌بندی براساس شدت اثرگذاری / اثرپذیری خالص در سیستم	D+R	اولویت وزنی و اهمیت نهایی در سیستم	رتبه
تأثیرگذار	۰/۵۰۶۳	بعد مدیریتی	۵/۶۴۹۳	بعد مدیریتی	۱
	۰/۴۳۹۳	بعد اقلیمی	۵/۵۹۸۶	بعد انسانی	۲
تأثیرپذیر	-۰/۴۰۹۶	بعد انسانی	۵/۴۱۲۲	بعد تکنولوژی	۳
	-۰/۵۳۶۰	بعد تکنولوژی	۴/۴۳۵۷	بعد اقلیمی	۴



تصویر ۳: نمودار علی (نقشه‌ی شبکه‌ی روابط درونی) معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۸: ماتریس ارتباطات دیفازی شده‌ی زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه به CFCS

	C11	C12	C13	C14	C21	C22	C23	C24	C31	C32	C33	C34	C41	C42	C43	C44
C11	۰/۰۱۳	۰/۰۴۵	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳	۰/۱۱۵	۰/۰۳۷	۰/۰۵۰	۰/۰۷۰	۰/۰۸۹	۰/۰۳۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۶	۰/۰۳۶	۰/۰۴۸	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷
C12	۰/۰۲۶	۰/۰۱۲	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۱۰۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۹	۰/۰۵۵	۰/۰۷۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۱	۰/۰۳۹	۰/۰۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۳۲	۰/۰۲۸
C13	۰/۰۷۹	۰/۰۸۵	۰/۰۲۶	۰/۱۱۵	۰/۱۱۴	۰/۰۳۶	۰/۰۴۹	۰/۰۸۲	۰/۰۸۷	۰/۰۴۰	۰/۰۴۰	۰/۰۴۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸
C14	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	۰/۰۶۸	۰/۰۲۲	۰/۰۳۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۰	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۱۶
C21	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۳۸	۰/۰۷۵	۰/۰۴۷	۰/۰۸۵	۰/۰۸۳	۰/۰۶۶	۰/۰۸۵	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۶۶	۰/۰۴۳	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹	۰/۰۲۷
C22	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۴۰	۰/۰۷۸	۰/۱۰۷	۰/۰۲۹	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۸۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۴۴	۰/۰۳۸	۰/۰۴۲	۰/۰۳۷	۰/۰۲۵
C23	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۳۷	۰/۰۸۳	۰/۱۱۳	۰/۰۸۰	۰/۰۳۲	۰/۰۷۰	۰/۰۸۱	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۳۹	۰/۰۵۰	۰/۰۴۲	۰/۰۲۳
C24	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۳۴	۰/۰۵۸	۰/۱۰۰	۰/۰۹۴	۰/۰۷۷	۰/۰۳۱	۰/۰۹۵	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۴۵	۰/۰۳۹	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۶
C31	۰/۰۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۵۳	۰/۰۸۹	۰/۰۸۳	۰/۰۸۲	۰/۰۸۶	۰/۰۸۱	۰/۰۴۲	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷	۰/۰۵۳	۰/۰۴۹	۰/۰۳۷	۰/۰۳۱
C32	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۳۱	۰/۰۷۴	۰/۰۳۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۱۲	۰/۰۵۱	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۱	۰/۰۱۹
C33	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۳۲	۰/۰۷۸	۰/۰۳۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۵۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۹	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۹
C34	۰/۰۲۶	۰/۰۲۷	۰/۰۴۶	۰/۰۸۶	۰/۱۱۰	۰/۰۶۴	۰/۰۸۴	۰/۰۶۲	۰/۰۸۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۶	۰/۰۳۷	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹	۰/۰۳۴
C41	۰/۰۲۸	۰/۰۲۹	۰/۰۵۶	۰/۰۹۸	۰/۱۱۹	۰/۰۹۵	۰/۰۹۷	۰/۰۹۹	۰/۱۲۲	۰/۰۸۸	۰/۰۸۷	۰/۰۸۹	۰/۰۳۴	۰/۰۷۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۲
C42	۰/۰۲۹	۰/۰۲۷	۰/۰۵۹	۰/۱۰۴	۰/۱۳۴	۰/۱۰۲	۰/۱۰۷	۰/۱۰۳	۰/۱۲۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۸	۰/۱۰۰	۰/۰۴۱	۰/۱۰۰	۰/۰۸۵
C43	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۵۰	۰/۰۹۵	۰/۱۳۳	۰/۱۰۱	۰/۱۱۷	۰/۱۰۴	۰/۱۲۵	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۱۰۱	۰/۰۹۹	۰/۰۸۸	۰/۰۳۷	۰/۰۸۷
C44	۰/۰۲۵	۰/۰۲۷	۰/۰۴۹	۰/۰۸۶	۰/۱۰۰	۰/۰۸۳	۰/۰۹۱	۰/۰۸۴	۰/۰۹۸	۰/۰۸۲	۰/۰۸۱	۰/۰۷۳	۰/۰۷۵	۰/۰۶۴	۰/۰۶۲	۰/۰۲۲

جدول ۹: ترتیب خالص عناصر دیفازی شده‌ی زیرمعیارهای تأثیرگذار بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

نوع عوامل	D-R	اولویت‌بندی بر اساس شدت اثرگذاری / اثرپذیری خالص	D+R	اولویت وزنی و اهمیت نهایی در سیستم	رتبه
تأثیرگذار	۰/۶۹۱	عدم تدوین و برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگه‌داشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن	۲/۳۱۴	حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش از حد مجاز از آب چاه‌ها	۱
	۰/۶۴۹	عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت	۲/۱۶۴	عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت	۲
	۰/۵۴۲	عدم یک برنامه‌ی مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه	۲/۱۴۶	احداث سدها	۳
	۰/۵۱۱	آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها	۲/۰۸۱	عدم تدوین برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن	۴
	۰/۴۶۲	کاهش باران	۱/۹۹۳	آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها	۵
	۰/۲۸۵	کاهش سهم برف	۱/۸۴۰	افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های همجوار	۶
	۰/۲۴۲	افزایش دما	۱/۸۲۷	کشت محصولات با نیاز آبی بالا	۷
	۰/۰۳۱	عدم وجود الگوی آبیاری مناسب	۱/۷۶۳	افزایش تبخیر	۸
تأثیرپذیر	-۰/۲۳۷	افزایش سطح زیر کشت	۱/۷۰۲	افزایش سطح زیر کشت	۹
	-۰/۲۶۱	کشت محصولات با نیاز آبی بالا	۱/۶۷۳	عدم وجود الگوی آبیاری مناسب	۱۰
	-۰/۳۰۲	افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های همجوار	۱/۶۶۴	افزایش دما	۱۱
	-۰/۳۰۶	احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب	۱/۶۶۰	عدم یک برنامه‌ی مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه	۱۲
	-۰/۳۳۹	احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق	۱/۲۲۱	کاهش باران	۱۳
	-۰/۴۴۰	احداث سدها	۱/۱۶۵	احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب	۱۴
	-۰/۷۰۵	حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش از حد مجاز از آب چاه‌ها	۱/۱۴۳	احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق	۱۵
	-۰/۸۲۴	افزایش تبخیر	۱/۱۲۷	کاهش سهم برف	۱۶

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به محدودیت فضا، ماتریس ارتباطات دیفازی شده و نتایج حاصل از آن در سطح زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه ارائه می‌شود (حد آستانه: ۰,۰۴۴۵).

تعیین ضرایب اهمیت نسبی به روش «تحلیل توسعه‌ی یانگ»

در این روش ابتدا ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی نسبت به هدف به روش میانگین هندسی تجمیع و پس از محاسبه‌ی Siها، درجه‌ی بزرگی آن‌ها نسبت به هم مقایسه و ضرایب اهمیت نسبی آن‌ها محاسبه می‌گردد که مراحل و نتایج محاسبات در ذیل آمده است. اما در بخش زیرمعیارها، تنها نتایج نهایی ضرایب اهمیت نسبی زیرمعیارها ارائه می‌شود.

در گام بعدی با توجه به روش ANP، ضرایب وزنی عوامل هم‌سطح نسبت به یکدیگر تعیین می‌شود. در این پژوهش به دلیل به‌کارگیری روش F.D.ANP ضرایب وزنی درونی مورد نیاز، از ماتریس ارتباطات دیفازی‌شده‌ی تکنیک دیمتل در سطح خوشه‌ها و عناصر به دست آمد. سپس سوپرماتریس ناموزون تشکیل و موزون شد و درنهایت همگرا گردید. این روش توسط تزنگ ابداع و توسط افراد زیادی ازجمله کاهرامان و همکاران (۲۰۱۴) استفاده شده است.

جدول ۱۰: مقایسات زوجی برای اولویت‌بندی معیارهای اصلی

CRm	۰/۰۰۲۷۹۹۶		CRg	۰/۰۲۱۵۶۳		نرخ ناسازگاری به روش گوگوس و بوچر					
میانگین هندسی	C1		اقلیمی	C2	انسانی	C3		تکنولوژی	C4		مدیریتی
C1	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۱۷	۰/۶۳۷	۰/۸۲۳	۰/۶۶۱	۰/۸۴۲	۱/۱۶۵	۰/۴۶۰	۰/۶۴۸	۰/۹۶۳
C2	۱/۲۱۵	۱/۵۷۰	۱/۹۳۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۴۹	۱/۲۶۰	۱/۸۳۰	۰/۵۸۹	۰/۹۱۸	۱/۲۸۵
C3	۰/۸۵۸	۱/۱۸۸	۱/۵۱۳	۰/۵۴۷	۰/۷۹۴	۱/۱۷۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۶۲۴	۰/۸۹۱	۱/۴۸۴
C4	۱/۰۳۸	۱/۵۴۳	۲/۱۷۲	۰/۷۷۸	۱/۰۸۹	۱/۶۹۸	۰/۶۷۴	۱/۱۲۲	۱/۶۰۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

جدول ۱۱: محاسبات درجه‌ی بزرگی Si ها و وزن نهایی معیارهای اصلی خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

وزن	معیار	کمترین درجه‌ی بزرگی Si		مقادیر مقایسه‌ای Si		Si			
۰/۱۷۲۶	C1	V(S1 ≥ S2 , S3, S4)	۰/۵۸۷۱	V(S1 ≥ S2)	۰/۵۸۷۱	S1	۰/۳۰۸۴	۰/۱۸۹۵	۰/۱۲۱۹
				V(S1 ≥ S3)	۰/۷۸۸۵				
				V(S1 ≥ S4)	۰/۵۹۸۹				
۰/۲۹۳۶	C2	V(S2 ≥ S1 , S3 , S4)	۰/۹۹۸۸	V(S2≥ S1)	۱/۰۰۰۰	S2	۰/۴۷۲۳	۰/۲۸۷۷	۰/۱۶۸۷
				V(S2≥ S3)	۱/۰۰۰۰				
				V(S2 ≥ S4)	۰/۹۹۸۸				
۰/۲۳۹۹	C3	V(S3 ≥ S1 , S2, S4)	۰/۸۱۶۱	V(S3≥ S1)	۱/۰۰۰۰	S3	۰/۴۰۴۰	۰/۲۳۴۷	۰/۱۳۹۹
				V(S3≥ S2)	۰/۸۱۶۱				
				V(S3≥ S4)	۰/۸۱۹۷				
۰/۲۹۳۹	C4	V(S3 ≥ S1 , S2, S4)	۱/۰۰۰۰	V(S4≥ S1)	۱/۰۰۰۰	S4	۰/۵۰۵۲	۰/۲۸۸۱	۰/۱۶۱۲
				V(S4≥ S2)	۱/۰۰۰۰				
				V(S4≥ S3)	۱/۰۰۰۰				

جدول ۱۲: ماتریس ضرایب وزنی زیرمعیارها نسبت به معیار مرتبط سطح بالایی (ضرایب وزنی بیرونی)

زیرمعیارهایی مدیریتی		زیرمعیارهای تکنولوژی		زیرمعیارهای انسانی		زیرمعیارهای اقلیمی	
C41	۰/۲۷۹۶	C31	۰/۳۳۱۷	C21	۰/۳۲۶۲	C11	۰/۲۷۰۳
C42	۰/۲۶۹۳	C32	۰/۲۰۹۳	C22	۰/۲۴۳۵	C12	۰/۲۲۷۳
C43	۰/۲۲۵۳	C33	۰/۲۱۶۸	C23	۰/۳۰۱۰	C13	۰/۲۶۳۶
C44	۰/۲۲۵۷	C34	۰/۲۴۲۲	C24	۰/۱۲۹۳	C14	۰/۲۳۸۸

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۳: سوپرماتریس موزون مدل ارزیابی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

	G	C1	C2	C3	C4	C11	C12	C13	C14	C21	C22	C23	C24	C31	C32	C33	C34	C41	C42	C43	C44
G	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C1	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C2	۰/۰۲۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C3	۰/۰۲۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C4	۰/۰۲۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C11	۰/۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
C12	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
C13	۰/۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
C14	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
C21	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵
C22	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
C23	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴
C24	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
C31	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶
C32	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
C33	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
C34	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶
C41	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱
C42	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵
C43	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶
C44	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۴: وزن اهمیت نسبی معیارها و زیر معیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه

عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه								
معیار	کد	رتبه	وزن	زیر معیارها	کد	وزن	رتبه
اقلیمی	C1	۳	۰/۲۱۹۴	کاهش باران	C11	۰/۰۶۰۵	۸
				کاهش سهم برف	C12	۰/۰۵۱۷	۱۲
				افزایش دما	C13	۰/۰۷۳۶	۵
				افزایش تبخیر	C14	۰/۰۳۳۷	۱۴
انسانی	C2	۲	۰/۲۲۰۱	حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش حد مجاز از آب چاه‌ها	C21	۰/۰۵۹۶	۹
				افزایش سطح زیر کشت	C22	۰/۰۵۱۴	۱۳
				کشت محصولات با نیاز آبی بالا	C23	۰/۰۵۵۴	۱۰
تکنولوژی	C3	۴	۰/۱۸۶۸	افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های همجوار	C24	۰,۰۵۳۶	۱۱
				احداث سدها	C31	۰/۰۶۴۵	۶
				احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق	C32	۰/۰۲۹۱	۱۶
				احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب	C33	۰/۰۳۱۱	۱۵
				عدم وجود الگوی آبیاری مناسب	C34	۰/۰۶۲۰	۷
مدیریتی	C4	۱	۰/۳۷۳۷	آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها	C41	۰/۰۹۰۱	۳
				عدم اعتقاد مدیران به محیط زیست و توجه به اهداف کوتاه مدت	C42	۰/۱۰۴۱	۱
				عدم تدوین و یا به‌روزرسانی برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگهداشت ...	C43	۰/۱۰۰۶	۲
				عدم یک برنامه‌ی مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه	C44	۰/۰۷۹۰	۴

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به موضوع پژوهش مبنی بر ارائه‌ی مدل ارزیابی برای بررسی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه بر اساس تکنیک F.D.ANP، نتایج پژوهش به‌اختصار شرح داده می‌شود. نتایج دیمتل فازی بیانگر آن است که در بین عوامل اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه، بزرگ‌ترین و کمترین D+R به ترتیب مربوط به معیارهای «مدیریتی» و «اقلیمی» است که دارای بیشترین و کمترین تعامل با سایر معیارهای هم‌سطح خود هستند. همچنین معیار «مدیریتی» با بیشترین مقدار دیفازی مثبت D-R، تأثیرگذارترین عامل در بین عوامل اصلی مؤثر است و دارای بیشترین اهمیت نسبی است و نقش کلیدی در خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه ایفا می‌کند و درصورتی‌که در همین شرایط اقلیمی، زیرمعیارهای مطرح‌شده در بعد مدیریت در مدل مفهومی، در اولویت و توجه مدیران قرار می‌گرفت، به‌طورقطع خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه، با چنین ابعاد، اتفاق نمی‌افتاد. معیار «تکنولوژی» دارای کمترین دیفازی D-R است و تأثیرپذیرترین معیار است. به عبارتی این مؤلفه، مشکل اصلی مسئله‌ی مورد نظر است و توسط معیار تأثیرگذار «مدیریت» قابل بهبود است. در تشریح این جمله می‌توان این‌گونه بیان نمود که مجموعه زیرمعیارهای بعد تکنولوژیکی که مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه هستند در صورت توجه به مسائل مدیریتی به‌طور یقین به وجود نمی‌آمدند و این نقش مهم بعد مدیریت و اثرگذاری آن بر سایر عوامل را به‌وضوح نشان می‌دهد. در بین زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه، بیشترین و کمترین تعامل با سایر زیرمعیارها، به ترتیب مربوط به «حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش از حد مجاز از آب چاه‌ها» و «کاهش سهم برف» است. مدیران اجرایی در مواجهه با عواملی که از سطح تعامل بالایی برخوردارند باید به این نکته توجه کنند که هر گونه تغییر در این گونه عوامل، تغییرات گسترده‌ای را در سیستم به همراه خواهد داشت. نتایج حاکی از آن است که تأثیرگذارترین زیرمعیار در خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه «عدم تدوین برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگه‌داشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن» بوده است که از اهمیت زیادی برخوردار است و در بروز خشک شدن دریاچه نقش مؤثری ایفا کرده است و باید در اولویت برنامه‌های اجرایی مدیران در این حوزه و سایر دریاچه‌های سطح کشور قرار گیرد. همچنین، زیرمعیار «افزایش تبخیر» تأثیرپذیرترین زیرمعیار در خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه است که توسط تأثیرگذارترین زیرمعیارها که همان «زیرمعیارهای مدیریتی» است، قابل کنترل بوده است و با برنامه‌ریزی مناسب می‌توان جلوی اثرات افزایش تبخیر را گرفت. فهرست کامل اولویت معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه طبق شدت اثرگذاری/ اثرپذیری خالص در سیستم، از بخش یافته‌های پژوهش قابل دسترسی است. نتایج حاصل از روش F.D.ANP برای تعیین میزان اهمیت نسبی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس ضرایب وزنی کسب‌شده حاکی از آن است که در بین معیارهای اصلی، «بعد مدیریتی» در رتبه‌ی اول، «بعد انسانی» در رتبه‌ی دوم، معیار «بعد اقلیمی» در رتبه‌ی سوم و در نهایت «بعد تکنولوژیکی» ازلحاظ اهمیت نسبی در رتبه‌ی آخر

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفته است. در بین ۱۶ زیرمعیار، عامل «عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت» از لحاظ میزان اهمیت در رتبه‌ی اول، «عدم تدوین و یا به‌روزرسانی برنامه‌ی استراتژیک در حوزه‌ی نگه‌داشت دریاچه در سال‌های گذشته» در رتبه‌ی دوم، عامل «آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها» در رتبه‌ی سوم، عامل «عدم یک برنامه‌ی مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه» در رتبه‌ی چهارم و درنهایت «احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق» در رتبه‌ی آخر قرار گرفته است.

چهار زیرمعیاری که دارای بیشترین ضریب اهمیت نسبی است متعلق به بعد مدیریت است و این مسئله بیانگر اهمیت این بعد و زیرمعیارهای مرتبط با آن است. شاید در نگاه اول زیرمعیارهای بعد اقلیمی دلیل خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه معرفی گردد. اما نتایج این پژوهش حاکی از آن است که مسائل اقلیمی اثرگذاری کمی بر سایر عوامل در سطح معیار و زیرمعیار دارد و نقطه‌ی قوت فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی در تعیین ضرایب اهمیت نسبی عوامل این است که اثرگذاری‌ها و اثرپذیری آن‌ها را در تعیین ضرایب وزنی لحاظ می‌نماید و این روش با توجه به وابستگی و عدم استقلال عوامل نسبت به یکدیگر در چنین مدل‌هایی بهترین پاسخ را در بر دارد. در نتیجه درصورتی‌که همین شرایط اقلیمی با آگاهی مدیریتی همراه بود به طور یقین خشک شدن ارومیه با این ابعاد رخ نمی‌داد که این امر با توجه به نظرات کارشناسان، مؤید صحت نتایج تحقیق حاضر است.

در بخش یافته‌ها، ضرایب اهمیت نسبی و اولویت‌بندی تمامی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه‌ی ارومیه ارائه شده است که در ادامه با توجه به این نتایج راهکارهایی در قالب پیشنهادات اجرایی ارائه می‌گردد.

۱. تدوین برنامه‌ای جامع و بازدارنده با همکاری سازمان‌های متولی و لزوم اجرای این برنامه؛
۲. تشکیل کارگروه‌های مشترک میان سازمانی برای بررسی و پایش اتفاقات زیست‌محیطی؛
۳. انجام مطالعات آینده‌پژوهی و تدوین استراتژی‌های مناسب در حفاظت از محیط‌زیست؛
۴. اجرای طرح‌های مدیریت ریسک در خصوص منابع طبیعی؛
۵. تعیین الگوی بهینه‌ی کشت در مناطق مختلف کشور با توجه به منابع در دسترس؛
۶. تغییر در الگوی مصرف و ابزارهای آبیاری زمین‌های زراعی؛
۷. ایجاد تسهیلات دولتی برای بهینه‌سازی مصرف با به‌کارگیری تکنولوژی‌های به‌روز؛
۸. ایجاد بسترسازی فرهنگی و رویه‌های بازدارنده در حمایت از محیط‌زیست؛
۹. نظارت بر حفاری‌های بی‌رویه‌ی چاه‌های آبی در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ها؛
۱۰. توجه به پیامدهای زیست‌محیطی قبل از اجرای طرح‌های عمرانی.

پی‌نوشت

1. Fuzzy Dematel – Based Analytic Network Process
2. United Nations Environment Programme (UNEP)
3. Converting Fuzzy data into Crisp Scores

منابع

1. Ahmadian, M &Asghari, S. (2013). The Environmental consequences of reduced water levels in the Lake Urmia and its survival. *Journal of Territory*, (40), 81-96. (in persian)
2. Kadioglu, M., Sen, Z. & Batur, M. (1997). The great test soda-water Lake in the world and how it is influenced by climatic change. *Ann Geophysical, Springer Verlag,* (15), 1489-1497.
3. Nazmfar, H., Fathi, M & Khaligi, M. (2014). Effects of water level fluctuations in Lake Urmia in Iran on the bio-ecology of the North West using telemetry data. *Geography and Environmental Planning*, 26 (3), 193-208.(in persian)
4. Fathian, F., Morid, S &Arshad, S. (2013). Trend Assessment of Land Use Changes Using Remote Sensing Technique and its Relationship with Streamflows Trend (Case Study: The East Sub-Basins of Urmia Lake). *Journal of Water and Soil,* (27), 642-655.
5. Koushki, R. (2013). Assessing the portions of each parameter on decline of the Lake's water level in different years, *Lake Urmia Conference, Berlin Centre for Caspian Region Studies (BC CARE)*.
6. Eimanifar, A. & Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (Northwest Iran) a brief review. *Saline Systems-BioMed Central Ltd*, (3:5), 1-8.
7. Hoseinpour, M., FakheriFard, A & Naghili, R. (2010). Death of Urmia Lake, a Silent Disaster Investigating of causes, results and solutions of Urmia Lake drying, *The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University-Mashhad Branch, Iran,* 26-28.
8. Sima, S., and Tajrishy, M. (2014). Developing water quality maps of a hyper-saline lake using spatial interpolation methods, *Sharif University of Technology, ScientiaIranica, Transactions A: Civil Engineering,* 22(1), 30-46.
9. United Nations Environment Program (UNEP). (2012). the drying of Iran's Lake Urmia and its environmental consequences, *Report*.
10. Abbasi, F., Azizi, G., Karimi. M & Nazif, S. (2014). Assessment of climate change`s portion on declining water level in Urmia lake, *Thesis of M.A. in Climatology, Faculty of Geography, University of Tehran.*
11. Hassanzadeh, E., Zarghami, M & Hassanzadeh, Y. (2012). Determining the main factors in declining the urmia lake level by using system Dynamics Modelling. *Journal of water Resource Management*, 26 (1), 129-145.
12. Alavipanah, K., Khodaei, K. &Biglou, J. (2005). Study of satellite data efficacy on water quality in the urmia lake causeway. *Physical Geography Research Quarterly*,

www.SID.ir

Archive of SID

(53), 57-69.(in persian)

13. Bates, B., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., &Palutikof, J. (2008). Climate change and water. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).*

14. Kebede, S., Y, Travi, T. Alemayehu & Marc V. (2006). Water balance of Lake Tana and its sensitivity to fluctuations in rainfall, Blue Nile basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology,* (316), 233-247.

15. Alden, M., Mortsch, L &Scheraga, J. (2003). Climate Change and Water Quality in the Great Lakes Region: Risks, Opportunities, and Responses. *A Report prepared for the Great Lakes Water Quality Board of the International Joint Commission.*

16. Nasiri, K.K., Modiri, M &Hashemzadeh, G. (2015). Assessment Model for Implementing a Lean Transformation in Enterprise Based on the Fuzzy Anp, Fuzzy Dematel and Fuzzy Vikor. *journal of modiriat-e-farda*, 42 (13), 129-156.(in persian)

17. Reza, K., & Vassilis, S. M. (1998). Delphi hierarchy process (DHP): A methodology for priority setting derived from the Delphi method and analytical hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, (697), 947–914.

18. Saaty, T.L. (2002). Decision making, scaling, and number crunching. *Journal of Decision Sciences,* (20), 404-409.

19. Lin, C.J & Wu, W.W. (2008). A causal analytical method for group decision making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications,* (34), 205-213.

20. Jeng, D.J.F & Tzeng, G.H., (2012). Social influence on the use of Clinical Decision Support Systems: Revisiting the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology by the fuzzy DEMATEL technique. *Computers & Industrial Engineering,* (62), 819–828.

21. Opricovic, S & Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems,* 11(5), 635–652.

22. Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. *Pittsburgh: RWS Publications.*

23. Cil, I & Turkan, Y.S. (2013). An ANP-based assessment model for lean enterprise transformation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (64), 1113–1130.

24. Leung, L.C &Cao, D., (2000). On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. *Europen Journal of Operational Reasearch,* 124(1).

25. Chen, J.F., Hsieh, H.N & Do, Q.H. (2015). Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP andcomprehensive evaluation approach. *Applied Soft Computing* (28), 100–108.

26. Chang, D.Y. (1996). Theory and Methodology Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, (95), 649-655.

27. Chang, D.Y., Zhu, k.j & Jing, Y. (1999). A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, (116), 450-456.

28. Kahraman, C., Ertay, T., & Büyüközkan, G. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *European Journal of Operational Research,* (171), 390–411.

29. Yüksel, I &Dağdeviren, M., (2010). Using the fuzzy analytic network process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case study for a manufacturing firm. *Expert Systems with Applications*, (37), 1270–1278

30. Wang, Y., Jung, K.A., Yeo, G.T & Chou, C.C. (2014). Selecting a cruise port of call location using the fuzzy-AHP method: A case study in East Asia. *Tourism Management,* (42), 262-270.

31. Gogus, O & Boucher, T.O. (1998). Strong transitivity and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, (94), 1-133.

32. Golabian, H., (2010). *Urumia Lake: Hydro-Ecological Stabilization and Permanence Macro-engineering Seawater in Unique Environments*. Berlin, Springer-Verlag, 365-397.

33. Shariatmadari1, A.,Abbaspour, M.,Abedi, Z.,Vafaeenejad, A.& Tabatabai, R. (2015). Assessment of the environmental condition of Lake Urmia by combining DPSIR framework and productivity model (Ishikawa). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, Vol. 6 (6), 596-600.

34. Zarghami, M. (2011). Effective watershed management; Case study of Urmia Lake, Iran. *Lake and Reservoir Management,* (27),87–94.

www.SID.ir