University of Tehran Press

ECO HYDROLOGY

Home Page: https://ije.ut.ac.ir

Online ISSN: 2423-6101

Investigation of Factors Affecting the Drying of Wetlands and Preparation of a Cognitive Map of Factors Affecting the Dust Phenomenon in Southwest Iran

Nargeskhatoon Dowlatabadi[1] | Sajad Najafi Marghmaleki[2] | Hamid Kardan Moghadam[3*] Mahsa Jabbari[4] | Seyed Mohammad Sadegh Eslami[5]

1. Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Water Research Institute, Ministry of Energy Water Research Institute, Tehran, Iran Email: h.kardan@wri.ac.ir
4. Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
5. Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Birjand of University, Birjand, Iran

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received April 03, 2024
Revised May 10, 2024
Accepted June 07, 2024

Keywords:
Mesopotamian wetlands,
dust,
Hour-al-Hawizeh,
SODA,
Cognitive map.

ABSTRACT

The phenomenon of dust in the western border of the country has increased in terms of continuity and concentration, disrupting the ecological potential of this region. In addition to affecting infrastructure and causing social problems, it also adversely affects people's health. To identify the factors affecting this phenomenon, the SODA approach was used as a simple technique with a cognitive mapping approach. Cognitive mapping can show the importance of a particular factor based on the values of all factors affecting a phenomenon. In this study, seven experts in the field of water resources were interviewed, and after reaching a consensus, nine factors were identified as the most effective in the occurrence of this phenomenon. The results of the analysis, using concepts related to graph theory, determined the relative activity (centrality) of nodes and the formation of a proximity matrix. This showed that the mismanagement of water resources, the lack of attention to watershed management in the region, and the unilateral development of Turkey in the area—including the construction of numerous dams upstream of the Tigris River—were identified as the most active nodes and factors. These two factors had the highest impact, with a relative weight of 0.015 in terms of prioritization. On the other hand, the analysis showed that the Iran-Iraq war and the security strategies of the Ba'athist regime in Iraq were identified as the factors with the least activity with a relative weight of 0.007 in the dust issue. Finally, this approach can lead to the extraction of practical and applied strategies to solve environmental problems such as dust.

Cite this article: Dowlatabadi, N., Najafi Marghmaleki, S., Kardan Moghadam, H, Jabbari, M., & Sadegh Eslami, M. (2024). Investigation of Factors Affecting the Drying of Wetlands and Preparation of a Cognitive Map of Factors Affecting the Dust Phenomenon in Southwest Iran. *ECO HYDROLOGY*. 11 (2), 257-270. Doi: doi.org/10.22059/IJE.2024.377518.1825

© Nargeskhatoon Dowlatabadi, Sajad Najafi Marghmaleki, Hamid Kardan Moghadam, Mahsa Jabbari, Seyed Mohammad Sadegh Eslami.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//10.22059/IJE.2024.377518.1825

انتشارات دانشگاه تهران

آب و هیدرولوژی

سایت نشریه: https://ije.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۶۱۰۱-۲۴۲۳

بررسی عوامل مؤثر بر خشکی تالاب‌ها و تهیهٔ نقشه‌شناختی عوامل مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار در جنوب غرب ایران

نرگس‌خاتون دولت‌آبادی[۱] | سجاد نجفی مرغملکی[۲] | حمید کاردان‌مقدم[۳*] | مهسا جباری ملایری[۴] | سید محمدصادق اسلامی[۵]

۱. دکتری مهندسی منابع آب پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات آب، تهران، ایران. رایانامه: h.kardan@wri.ac.ir
۴. دکتری مهندسی منابع آب پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران
۵. دانش‌آموخته مهندسی عمران دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۶

کلیدواژه‌ها:
تالاب‌های بین‌النهرین،
ریزگرد،
هورالهویزه،
SODA،
نقشه‌شناختی.

چکیده

پدیدهٔ ریزگردها در مرزهای غربی کشور ازنظر تداوم و غلظت، افزایش داشته و باعث برهم خوردن توان اکولوژیک این منطقه شده است. این موضوع علاوه‌بر تأثیر بر زیرساخت‌ها و مشکلات اجتماعی، اثر سوء بر بهداشت و سلامت مردم نیز دارد. به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر این پدیده، از رویکرد سودا به‌عنوان یک روش ساده با رویکرد تهیهٔ نقشه‌شناختی استفاده شد. نقشه‌شناختی می‌تواند اهمیت ارزش یک عامل معین وابسته به ارزش‌های همهٔ عوامل مؤثر بر یک پدیده را نشان دهد. در این پژوهش، با ۲۰ نفر از خبرگان حوزهٔ منابع آب، مصاحبه صورت گرفت و پس از اجماع نظرات، ۹ عامل به‌عنوان مؤثرترین عوامل در رخداد این پدیده شناسایی شد. نتایج تحلیل با استفاده از مفاهیم مربوط به تئوری گراف و تعیین میزان فعال بودن نسبی (مرکزیت) گره‌ها و تشکیل ماتریس مجاورت نشان داد به‌ترتیب دو عامل مدیریت ناصحیح منابع آب و بی‌توجهی به آبخیزداری در منطقه و همچنین توسعهٔ یک‌جانبهٔ کشور ترکیه در منطقه و ساخت سدهای فراوان در بالادست رودخانهٔ دجله به‌عنوان فعال‌ترین گره‌ها و عوامل، شناسایی شده است. نتایج نشان داد که این دو عامل با وزن نسبی ۰/۰۱۵ دارای بیشترین فاکتور تأثیرگذاری ازنظر اولویت‌بندی است. ازطرفی نیز نتایج نشان داد که عامل جنگ ایران و عراق و راهکارهای امنیتی رژیم بعث در عراق به‌عنوان عاملی با کمترین میزان فعالیت با وزن نسبی ۰/۰۰۷ در مسئلهٔ ریزگردهاست. درنهایت این رویکرد می‌تواند به استخراج راهبردهای عملی و کاربردی حل مسائل زیست‌محیطی ازجمله گردوغبار منجر شود.

استناد: دولت‌آبادی، نرگس‌خاتون، نجفی مرغملکی، سجاد، کاردان‌مقدم، حمید، جباری ملایری، مهسا، و اسلامی، سید محمدصادق. (۱۴۰۳). بررسی عوامل مؤثر بر خشکی تالاب‌ها و تهیهٔ نقشه‌شناختی عوامل مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار در جنوب غرب ایران. *آب و هیدرولوژی*، ۱۱(۲)، ۲۵۷-۲۷۰.
DOI: http//doi.org/10.22059/IJE.2024.377518.1825

© نرگس‌خاتون دولت‌آبادی، سجاد نجفی مرغملکی، حمید کاردان‌مقدم، مهسا جباری ملایری، سید محمدصادق اسلامی.

ناشر: مؤسسهٔ انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/IJE.2024.377518.1825

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوّی و یکی از بلایای طبیعی که در سال‌های اخیر بر چگالی و فراوانی آن در کشور افزوده شده، پدیده گردوغبار در غرب و جنوب غربی کشور است. درگیری با پدیدهٔ گردوغبار در کشورهای واقع در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان ازجمله ایران غالب ایران [۳ و ۴]. فرسایش بادی که در اراضی کشور صورت می‌گیرد و جریان‌های مربوط به وقوع طوفان در کشور عربستان و همچنین عراق، از اصلی‌ترین علت وقوع گردوغبار در نواحی غرب و جنوب غربی کشور به شمار می‌رود [۵]. همچنین عوامل انسانی همچون احداث سدهای عظیم بر روی رودهای منتهی به حوضهٔ آبریز بین‌النهرین را می‌توان از دیگر عوامل تأثیرگذار بر این واقعه برشمرد [۶]. تحلیل‌ها نشان می‌دهد منشأ ۶۵ درصد ریزگردهای ایران از کشور عراق، ۱۶ درصد سوریه، ۹ درصد عربستان، ۸ درصد ایران و ۲ درصد اردن است [۵]. تالاب‌های بین‌النهرین یکی از تالاب‌های بزرگ جهان با مساحتی بالغ بر ۹۰۰۰ کیلومتر مربع هستند که از سه هور مرکزی، هورالحمار، هورالهویزه (هورالعظیم) تشکیل شده است. سدسازی و توسعهٔ زیربنایی منابع آب صورت‌گرفته در هر سه کشور ایران، عراق و به‌خصوص ترکیه و همچنین خشکسالی در دهه‌های اخیر، سبب کاهش آب‌های ورودی به تالاب‌های بین‌النهرین به‌ویژه تالاب هورالهویزه (هورالعظیم) شده است [۷ و ۸]. منابع اصلی گردوغبار بیابانی در سراسر جهان، عمدتاً منطبق بر مناطق خشک و کم‌ارتفاعی هستند که ازطریق ته‌نشست مواد آبرفتی منتقل‌شده توسط آب‌های جاری در این مناطق، منبعی از ذرات ریزدانهٔ خاک مستعد فرسایش بادی را فراهم آورده‌اند [۹]. تغییرات رژیم رطوبتی در چنین مناطقی ناشی از خشکسالی و فعالیت‌های انسانی می‌تواند رخدادهای قابل توجه گردوغبار را در مقیاس‌های زمانی فصلی تا میان سالیانه به دنبال داشته باشد [۱۰]. شواهد متعددی مبنی‌بر خشک شدن پهنه‌های آبی اعم از تالاب‌ها و دریاچه‌ها و نقش آن‌ها در انتشار گردوغبار در سطح جهان وجود دارد. برای نمونه می‌توان به ارتباط مستقیم بین خشکی دریاچهٔ هامون و رخدادهای گردوغبار سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران [۱۱] و همچنین خشک شدن دریاچهٔ آرال در ازبکستان و فعالیت‌های گردوغباری آن [۱۲] اشاره نمود. امروزه با رشد پیچیدگی و پویایی محیطی، سازمان‌ها ناگزیرند به‌هنگام تصمیم‌گیری، جنبه‌های متعدد مسائل را مد نظر قرار دهند. موفقیت در مسائلی چون ارزیابی چندین دلیل و انتخاب گزینهٔ برتر متأثر از توان تصمیم‌گیرندگان در شناسایی کامل و دقیق معیارهای ارزیابی و نیز دلایل و عوامل مؤثر در پدیدهٔ مورد مطالعه است. نگاشت‌شناختی یکی از رویکردهای مؤثر درزمینهٔ شناسایی دلایل و عوامل یک پدیده است. ریشهٔ نگاشت‌شناختی در روان‌شناسی‌شناختی است که سعی در درک نحوهٔ تفکر انسان‌ها و تعبیر آن‌ها از تجربیات خود دارد. این روش براساس تئوری ساختاردهی شخصی، جامعه‌شناسی تعاملات اجتماعی و تحقیق در عملیات شکل گرفته است. ادن[1] باتوجه‌به این نظریه و توجه به روش‌هایی که به درک و تعبیر دید دیگران از واقعیت کمک می‌کند، رویکرد تحلیل و توسعهٔ گزینه‌های استراتژیک[2] (SODA) را ارائه داد [۱۳]. سودا روشی مناسب و کیفی برای حل مسائل پیچیده است که از نگاشت‌شناختی برای شناخت مسئله و آنچه ممکن است در مورد آن رخ دهد استفاده می‌کند.

روش سودا برای اولین‌بار در سال ۱۹۸۰ توسعه یافت و از آن به‌طور گسترده در سازمان‌های دولتی و خصوصی کوچک و بزرگ در سطوح مدیران میانی و اصلی استفاده شد [۱۴]. در حوزهٔ تحقیق در عملیات فنون کارآمدی ازجمله روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مقایسه و ارزیابی گزینه‌های ممکن ارائه شده است؛ حال‌آنکه تلاش کمتری برای روش‌های شناسایی شاخص‌ها و متغیرهای مؤثر بر فضای تصمیم‌گیری معطوف شده است. رویکرد سودا دارای نقاط قوتی همچون فراهم نمودن تعریف دقیقی از مسئله، توجه بر محتوا و فرایندها، ارائه نمودن فرایندی برای توسعه و رسیدن به توافق عمومی و تعهد عملی است. عوامل مؤثر که با استفاده از روش سودا تعیین شده است، به‌وسیلهٔ نقشه‌شناختی به عوامل مؤثر بر یک پدیده تبدیل می‌شود.

نقشه‌های شناختی اولین‌بار توسط قربانی (۲۰۱۴) ارائه شد [۱۵]. نگاشت شناختی علاوه‌بر فراهم آوردن امکان شناسایی عوامل، با استفاده از روابط جبری تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا از اندرکنش بین عوامل به‌خوبی شناخت پیدا کند [۱۶]. نگاشت‌شناختی روشی نوین در علم مدیریت است که به‌خوبی می‌تواند این نیاز مهم در حوزهٔ تصمیم‌گیری را مرتفع سازد. دلیل اصلی برای طراحی یک نقشه‌شناختی دستیابی به یک درک و بینش درخصوص تصمیم‌گیری است که ممکن است بدون بهره‌گیری از نقشه‌های شناختی تحقق این امر دشوار باشد [۱۷]. تهیهٔ نقشه‌شناختی فقط با اطمینان از درک صحیح از سیاست، اعتقاد، هدف سیستم و روابط آن‌ها با موضوع مورد بحث، توسط سیاست‌گذاران میسر خواهد بود [۵]. روش نقشه‌شناختی درزمینهٔ روابط بین‌الملل [۱۶ و ۱۷]، علوم اداری، برنامه‌ریزی، جغرافیا و علوم مدیریتی مورد استفاده قرار گرفته است [۲۰، ۲۱ و ۲۲]. برای مثال کلاین[3] (۱۹۸۲) از نقشه‌های شناختی در شبیه‌سازی

1. Eden
2. Strategic Options Development and Analysis
3. Klein

برنامه‌ریزی راهبردی نظام‌های اطلاعاتی استفاده کرده است. مطالعات انجام‌شده در این راستا نقشه‌های شناخت فازی را به‌عنوان ابزاری جایگزین برای شناسایی عوامل مهم موفقیت طرح‌های فناوری اطلاعات و روابط بین این عوامل پیشنهاد کرده‌اند [۲۳ و ۲۴]. کارداراس[1] (۱۹۹۹) نیز تلاش نموده تا براساس نظر خبرگان و ذی‌نفعان، با استفاده از نقشه‌های شناختی، طرح‌های ممکن را برای رفع یک معضل اجتماعی خاص در انگلستان شناسایی کند. در مسائل حوزهٔ منابع آب نیز، جووردانو[2] و همکارانش (۲۰۰۵) طی تحقیقی به تعیین یک نقشه‌شناختی مشترک در مورد مشکلات مدیریتی آب حوضهٔ رودخانهٔ Candelaro واقع در جنوب ایتالیا پرداختند. آن‌ها برای رسیدن به این هدف از نقشه‌شناختی برای دستیابی به نظرات ذی‌نفعان و افزایش دادن امکان مذاکره بین افراد و سازمان‌ها استفاده کردند [۲۶]. پاچکو[3] و همکاران (۲۰۱۹) با هدف طراحی یک سیستم اندازه‌گیری عملکرد در فرایند تولید و نگهداری مواد غذایی در ایالت سائوپائولو چارچوبی از ترکیب دو رویکرد SODA و ANP استفاده کرده و توانستند ۹ شاخص عملکرد برای پاسخ‌گویی به نیازهای مطرح‌شده توسط ذی‌نفعان ارائه دهند. نتایج نشان داد که روش پیشنهادی اجازه می‌دهد تا استراتژی و برنامه‌های مدیریتی برای فرایند تولید به‌صورت کاربردی طراحی شود [۲۷]. سرتا[4] و همکاران (۲۰۲۱) برای شناسایی و ارزیابی خدمات اکوسیستم فرهنگی نوار ساحلی Cilento در جنوب ایتالیا، یک سیستم پشتیبانی تصمیم با توسعهٔ یک فرایند ارزیابی ترکیبی شامل رویکرد SODA، تجزیه و تحلیل چندمعیارهٔ فضایی GeoTOPSIS و روش چندمعیارهٔ ANP و همچنین چارچوب خدمات اکوسیستم فرهنگی (CES) ارائه دادند. نتایج نشان داد این رویکرد ترکیبی می‌تواند استراتژی‌هایی با قابلیت عملی شدن ارائه دهد [۲۸]. باگانها[5] و همکاران (۱۹۹۳) در حوضهٔ Tucunduba واقع در کشور برزیل به‌منظور توسعهٔ یک ساختار عقلانی محاسباتی که قادر به تشخیص و تعیین فرایندهای مناقشهٔ بالقوه ناشی از استفادهٔ چندگانه از آب در این حوزهٔ شهری باشد، طراحی کردند و تحلیل نقشه‌شناختی را انتخاب نمودند. در این تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار Decision Explorer علاوه‌بر درک جنبه‌های آب، جنبه‌های اجتماعی و ضروری برای تصمیم‌گیری در سناریوی مناقشه تعیین گردید [۲۹]. برای مثال اگر تصمیم‌گیران سیاسی در دو کشور ایران و عراق دیپلماسی آب- کالا (رهاسازی آب توسط کشور ترکیه در مقابل بازار و واردات کالاهای تولیدی در کشور ترکیه در دو کشور ایران و عراق و گردشگری در ترکیه) را به‌عنوان یک ابزار مذاکره با دولت ترکیه در نظر بگیرند، گامی به‌سوی تعادل محیط‌زیست در منطقه خواهد بود [۲۸]. بونهام[6] (۱۹۹۳) طی تحقیقی به بررسی استفاده از نقشه‌شناختی به‌عنوان یک ابزار پشتیبانی درزمینهٔ مذاکرات بین‌المللی پرداخت. ازآنجاکه معضل ریزگردها در غرب و جنوب غربی کشور مربوط به حوزهٔ برنامه‌ریزی، مدیریت و همچنین روابط بین‌الملل در مسئلهٔ آب و محیط‌زیست است، می‌توان برای تعیین عوامل مؤثر در ایجاد و تشدید این پدیده از رویکرد طراحی نقشه‌شناختی استفاده کرد [۳۱].

باتوجه‌به بررسی‌های انجام‌شده و نقش عوامل مؤثر بر خشکی تالاب‌های بین‌النهرین به‌ویژه تالاب الهویزه (هورالعظیم) و تشدید پدیدهٔ ریزگردها، هدف این مطالعه تدوین و توسعهٔ گزینه‌های استراتژیک (SODA) به‌منظور طراحی نقشه‌شناختی مبتنی‌بر عوامل تأثیرگذار بر پدیدهٔ ریزگردهاست. ازطرفی نیز نقش عوامل مؤثر بر تشدید پدیدهٔ ریزگردها با استفاده از رویکرد سودا مبتنی‌بر مصاحبه و استخراج نتایج ارائه می‌شود که تاکنون مورد تحقیق قرار نگرفته است. نتایج این مطالعه مبتنی‌بر تهیهٔ نقشه‌شناختی می‌تواند راهبردهایی مناسب برای حل معضل ریزگردها را در درازمدت ارائه کند.

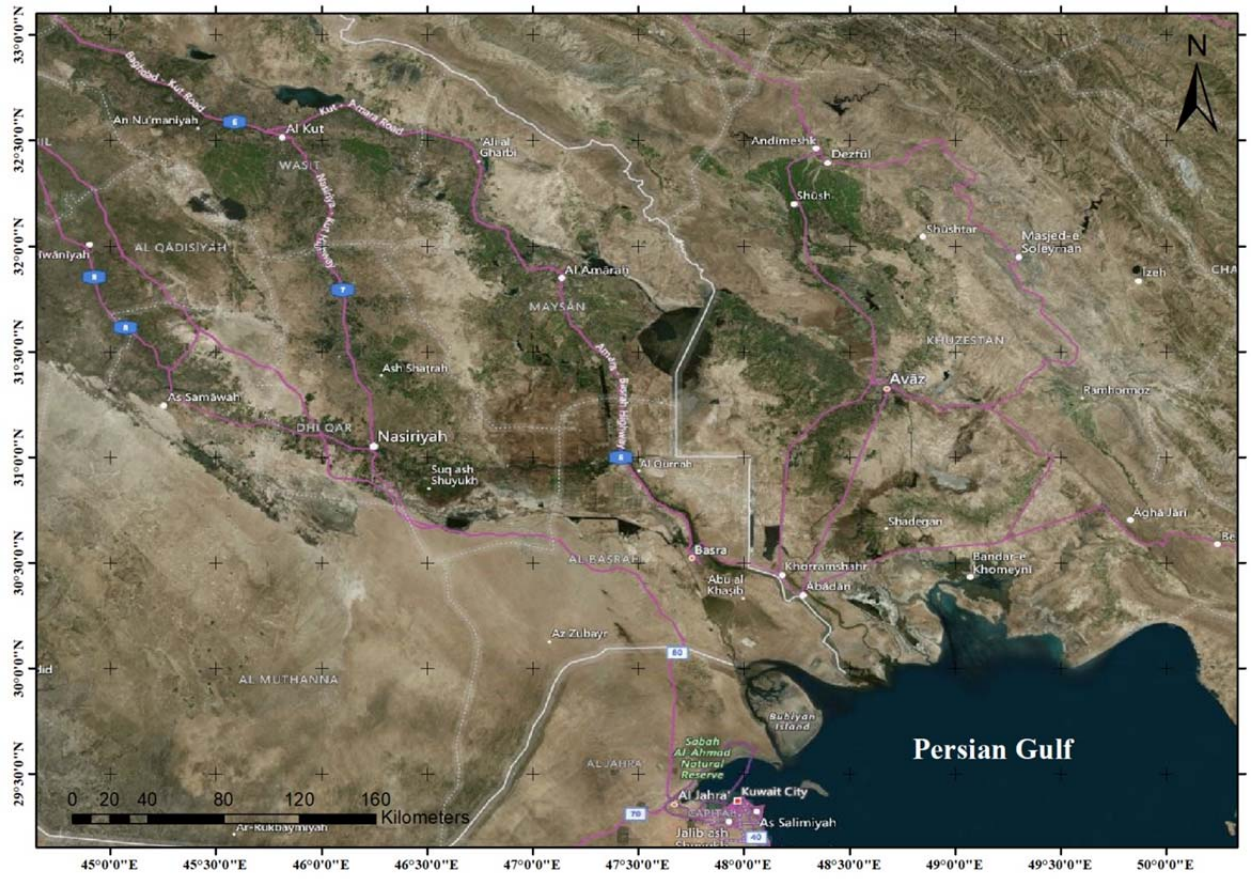
۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. منطقهٔ مورد مطالعه

تالاب هورالهویزه در جنوب غربی ایران در مرز ایران و عراق بین انتهای شاخه‌های دلتای شرق دجله و انتهای رودخانهٔ کرخه در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه و ۳۰ ثانیهٔ طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۴۱ درجهٔ عرض شمالی واقع شده است. مساحت این تالاب حدود ۳۰۰۰ کیلومتر مربع است که از این میزان حدود یک‌سوم آن در ایران قرار گرفته که با نام هورالعظیم شناخته می‌شود و دوسوم آن در عراق واقع شده است [۳ و ۳۲]. این تالاب دارای ۱۰۰ کیلومتر طول و ۱۵ تا ۷۵ کیلومتر عرض است. هورالهویزه (هورالعظیم) یکی از زیستگاه‌های حساس و مهم پرندگان مهاجر آبزی و بومی منطقه است؛ به‌طوری‌که

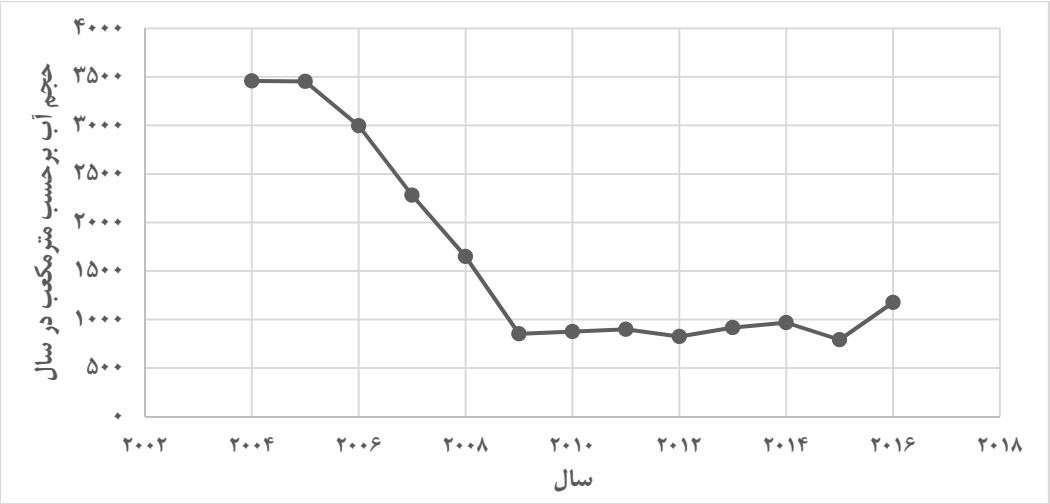
1. Kardaras
2. Giordano
3. Pacheco
4. Cerreta
5. Baganha
6. Bonham

ازطرف سازمان جهانی WWF در فهرست ۲۰۰ منطقهٔ اکوسیستمی به‌منظور حفاظت ضروری در جهان قرار گرفت [۳۳]. طبق برآوردهای صورت‌گرفته، سالانه حدود ۷/۸۷ میلیارد متر مکعب حقابهٔ زیست‌محیطی این تالاب است که باید ازطریق رودخانهٔ کرخه و دجله تأمین گردد [۳۴]. عمده‌ترین منابع تغذیه‌کنندهٔ این تالاب در ایران رودخانهٔ کرخه و دجله در عراق است. منطقهٔ مورد مطالعهٔ این پژوهش شامل حوضه‌های آبریز دجله و کرخه و همچنین تالاب هورالهویزه است. شکل ۱ موقعیت تالاب های بین‌النهرین را نشان می‌دهد که تالاب هورالهویزه را نیز شامل می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۱ مشخص است، رودخانهٔ دجله از ارتفاعات ترکیه و کوه‌های جنوب ارمنستان سرچشمه می‌گیرد و به‌سمت جنوب شرقی عراق جریان پیدا می‌کند و پس از پیوستن به رودخانهٔ فرات، اروندرود را تشکیل می‌دهد و وارد خلیج فارس می‌شود. رودخانهٔ دجله و سرشاخه‌های آن به‌طور متوسط، سالانه حدود ۴۸/۰۵ میلیارد متر مکعب آب دارد [۳۵]. حجم آب سالانهٔ دجله و سرشاخه‌های آن در ترکیه حدود ۲۱/۳ میلیارد متر مکعب، در عراق به‌طور متوسط حدود ۲۴/۴ میلیارد متر مکعب و در ایران حدود ۲/۳۵ میلیارد متر مکعب است [۳۶ و ۳۷]. همچنین حجم آب رودخانهٔ کرخه در ایران به‌طور متوسط سالانه حدود ۶/۹ میلیارد متر مکعب است [۳۸].



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تالاب‌های بین‌النهرین

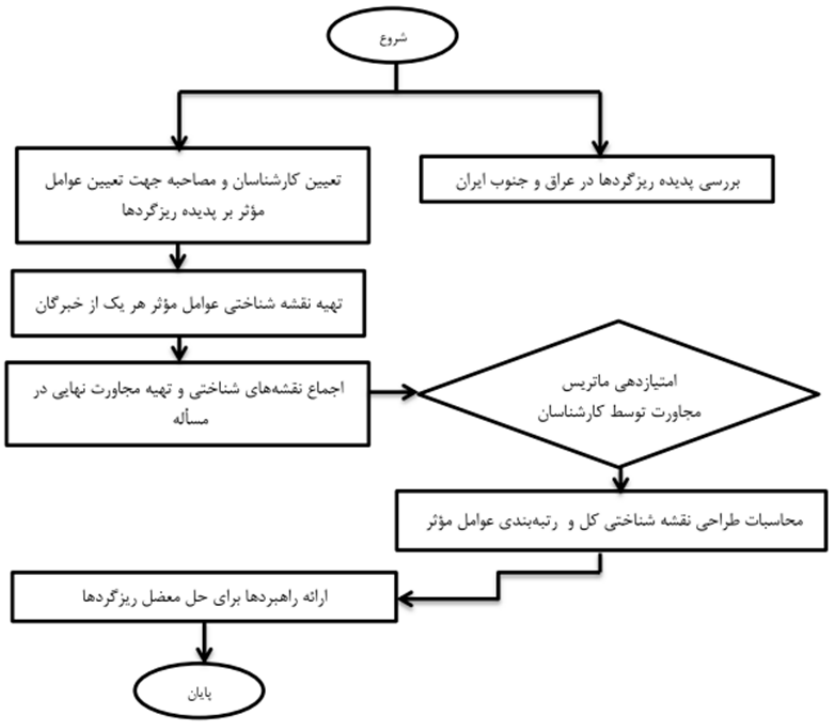
دولت‌آبادی و همکاران (۲۰۲۰) باتوجه‌به نبود اطلاعات و داده‌های ثبت‌شده در منطقه، وضعیت تالاب را در دورهٔ آماری ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۶ با استفاده از شبیه‌سازی دینامیک و با در نظر گرفتن سیستم منابع آب سه کشور در حوضهٔ دجله به‌عنوان یک سیستم یکپارچه به‌صورت نمودار زیر شبیه‌سازی نمودند. در شکل ۲، کاهش آب ورودی به تالاب قابل مشاهده است. به‌طورکلی، در دورهٔ شبیه‌سازی ورودی به تالاب هورالهویزه (هورالعظیم) به‌طور متوسط سالانه ۶۱ درصد کمتر از ظرفیت این تالاب بوده است [۴۰].



شکل ۲: شبیه‌سازی حجم آب ورودی به تالاب هورالعظیم (هورالهویزه) در دورهٔ آماری ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۶

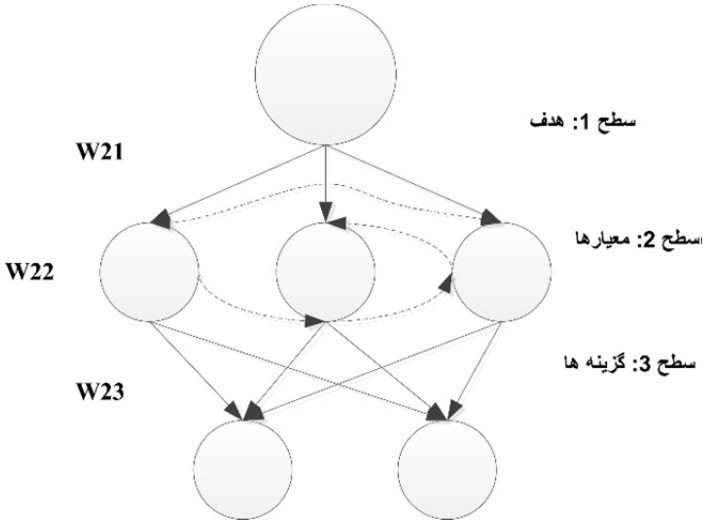
۳. روش پژوهش

مراحل و چارچوب نظری تحقیق حاضر براساس استفاده از مفهوم نقشه‌شناختی و رویکرد سودا طراحی شده است. برای تدوین عوامل مؤثر در تشدید پدیدهٔ ریزگردها و تعیین راهبردهای کاربردی در حل معضل ریزگردهای غرب و جنوب غربی ایران رویکردی در روندنمای شکل ۳ پیشنهاد شده است. ازسوی دیگر، پژوهش حاضر ازآنجاکه به‌دنبال الگوسازی ذهن خبرگان حوزهٔ مدیریت منابع آب می‌باشد، پژوهشی توصیفی است. در مصاحبه‌ها برای جمع‌آوری نظرات خبرگان در مورد شیوهٔ اثرگذاری عوامل شناسایی‌شده در مورد پدیدهٔ گردوغبار در جنوب غربی کشور، از روش SODA استفاده شد که منجر به شناسایی نقشه‌شناختی مسئله و درواقع نقشهٔ شبکهٔ روابط گشت. در ادامه به معرفی محدوده و سپس به معرفی رویکرد سودا و نقشه‌شناختی پرداخته شده و در گام بعد، از دو رویکرد نام‌برده‌شده برای تعیین عوامل مؤثر بر پدیدهٔ ریزگردها ازنظر کارشناسان و خبرگان درزمینهٔ منابع آب استفاده شده است. درنهایت نیز راهبردهایی برای کاهش اثرات این پدیده در غرب و جنوب غربی ایران پیشنهاد شده است.



شکل ۳: روندنمای مراحل تحقیق براساس استفاده از رویکرد SODA

روش تحلیل شبکه‌ای توسعه‌یافته روش تحلیل سلسله‌مراتبی است. فرایند تحلیل شبکه‌ای منجر به رویکردی غیرخطی در فرایند تصمیم‌گیری می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴: ساختار فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

۳. ۱. روش ساخت‌دهی مسئله

روش‌های ساخت‌دهی مسئله، گروهی از روش‌های پشتیبانی از تصمیم اند که به گروه‌های دارای ترکیب متنوع کمک می‌کنند تا با تمرکز روی مسئله و ایجاد تعهدات برای اقدامات بااهمیت به توافق دست یابند [۴۱]. این روش‌ها در پاسخ به برخی محدودیت‌های تجربه‌شده توسط مدیران و محققانی که روش‌های کمّی تحقیق در عملیات را به کار می‌بردند، ظهور پیدا کردند [۱۴]. به عبارتی می‌توان گفت تحقیق در عملیات، مجموعه‌ای از روش‌شناسی ساختاردهی به مسئله است که از آن جمله می‌توان به روش‌شناسی سیستم‌های نرم، نگاشت‌شناختی تحلیل و توسعهٔ گزینهٔ استراتژیک، رویکرد گزینهٔ استراتژیک، تجزیه و تحلیل قوی و مستدل و مدل‌سازی ساختاری تفسیری اشاره کرد [۱۶]. از ویژگی‌های روش‌های ساخت‌دهی مسئله می‌توان به توجه به دیدگاه‌های چندگانه، مدیریت فرایند و محتوا و همچنین کاربرد در حوزه‌های مختلف اشاره کرد [۱۴].

۳. ۲. نقشه‌شناختی

روش نقشه‌های شناختی یکی از ابزارهای تحلیل شناختی است که به‌عنوان یک موتور استنباطی کارآمد، توانایی مدل‌سازی کیفی و کمی روابط سببی پیچیده را دارد. تحلیل نقشه‌شناختی شامل دو مرحله است: تحلیل و توسعهٔ گزینه‌های استراتژیک و مدل‌سازی شناخت.

۳. ۳. تحلیل و توسعهٔ گزینه‌های استراتژیک (Strategic Options Development and Analysis)

تحلیل و توسعهٔ گزینه‌های استراتژیک روشی است که به‌وسیلهٔ ادن و آکرمن[1] (۲۰۰۴) ارائه شده است. روش سودا براساس تئوری ساختاردهی شخصی، جامعه‌شناسی تعاملات اجتماعی و تحقیق در عملیات شکل گرفته است. ساختاردهی شخصی تلاشی برای درک راه‌هایی که هریک از ما جهان را تجربه می‌کنیم و همچنین برای درک رفتار افراد است. سودا شامل تعدادی از عناصر است که این عناصر مرتبط به یکدیگر عبارت‌اند از: ۱. تسهیلگر(ها): تسهیلگران جزء مهمی از این رویکرد بوده و نقشه‌های شناختی را به‌عنوان یک روش به کار می‌برند؛ ۲. نرم‌افزار کامپیوتری (جست‌وجوگر تصمیم): این نرم‌افزار که به‌عنوان یک ابزار پشتیبانی برای استخراج، ذخیره و بررسی پیچیدگی مسائلی که تصمیم‌گیرندگان و خبرگان ارائه می‌کنند، به کار می‌رود؛ ۳. فرایند طراحی نقشه‌شناختی که در مورد مسائل استراتژیک ارائه شده است [۱ و ۴۲]. روش سودا برای گروه‌های کوچک از کارشناسان و خبرگان به‌منظور کار بر روی پیشبرد موضوعاتی که توسط کارشناسان ازطریق نقشه‌های آن‌ها تعریف شده، به کار می‌رود [۲ و ۴۴].

رویکرد سودا شامل دو متدولوژی سودا ۱ و سودا ۲ است. سودا ۱ بر مبنای یکی کردن نقشه‌های شناختی فردی برای کمک به گروه‌ها در مسائل پیچیده است. سودا ۲ نقشه‌های فردی را کنار گذاشته و از فناوری پشتیبانی تصمیم گروهی برای ساخت نمودارهای اندرکنش عوامل، مستقیماً توسط گروه استفاده می‌کند. هر دو متدولوژی بر حضور یک تحلیلگر یا تسهیل‌کننده برای کمک به ساخت نقشه‌های شناختی و

1. Eden & Ackermann

راهنمای گروه برای رسیدن به درک مشترک و توافق تأکید می‌کنند. تحلیلگر با افراد به روش نیمه‌مستقیم مصاحبه و تلاش می‌کند نموداری شامل مفاهیم ذهنی افراد و ارتباطات این مفاهیم ترسیم نماید [۱۶]. در این پژوهش از رویکرد سودا براساس متدولوژی استفاده شده است.

۳. ۴. مدل‌سازی شناخت

مدل‌سازی شناخت با استفاده از طراحی نقشه‌های شناختی صورت می‌گیرد. نقشه‌برداری شناختی به‌طورکلی از سه نظریهٔ کلیدی ایجاد شده است: ۱. انسان ازطریق تضادها و شباهت‌ها، دنیای خود را حس می‌کند که این مهم حاصل نسبیت‌گرایی است؛ ۲. انسان می‌خواهد جهان خود را توضیح دهد؛ ۳. انسان به‌دنبال شناخت اهمیت دنیای خود ازطریق سازمان‌دهی مفاهیم سلسله‌مراتبی است تا برخی از ساختارها به دیگران نیز انتقال داده شود. به‌این‌ترتیب نقشه‌های شناختی زمینه را برای حل مسئله مهیا می‌کنند و از مفاهیم مرتبط با اندرکنش بین عوامل تشکیل شده‌اند [۴۲].

نقشه‌شناختی از تعدادی ساختار یا مفهوم و فلش‌هایی که نشان‌دهندهٔ روابط عللی و معلولی است، تشکیل می‌شود [۴۲]. بنابراین نقشه‌های شناختی به‌صورت مجموعه‌ای از زنجیرهای گزینه‌ها و نتایج متصل‌اند [۴۲]. یک نقشه‌شناختی نه‌تنها می‌تواند به ساختار تصمیم کمک کند، بلکه می‌تواند به‌طور مستقیم به روش‌های مختلفی برای به دست آوردن مقادیر روابط نسبی بین عناصر ساختار تصمیم نیز مورد استفاده قرار گیرد [۱۷]. فرایند طراحی نقشه‌شناختی از دو مرحلهٔ مهم و کلیدی تشکیل شده است:

۱. جمع‌آوری دیدگاه‌ها و نظرات کارشناسان به‌عنوان نقشه‌شناختی فردی (مصاحبهٔ فردی): در این مرحله تسهیلگر به‌طور مجزا با هریک از خبرگان مصاحبه انجام می‌دهد. این مصاحبه باتوجه‌به شرایط مسئله می‌تواند ساختاریافته، نیمه‌ساختاریافته و یا ساختارنایافته باشد .در این مرحله تسهیلگر ذهن خبرهٔ مورد نظر را به‌سمت مسئله هدایت می‌کند و نظرات او را ثبت می‌نماید. پس اتمام مصاحبه، تسهیلگر باتوجه‌به اطلاعات جمع‌آوری‌شده نقشهٔ هر خبره را تشکیل می‌دهد و تمام نظرات خبره را تبدیل به نقشه می‌کند.

۲. تجمیع دیدگاه‌های کارشناسان در قالب یک نقشه‌شناختی کلی: پس از برگزاری جلسهٔ مصاحبه با هریک از خبرگان و تشکیل نقشه‌ای از اظهارات وی، در این مرحله تسهیلگر این نقشه‌ها را باهم ادغام می‌کند و نقشه‌ای واحد تشکیل می‌دهد که این نقشه حاصل نظرات همهٔ خبرگان است [۱۷].

باتوجه‌به رویکرد مصاحبهٔ حضوری در این روش، از ۲۰ نفر از خبرگان حوزهٔ آب که در بخش‌های ستادی وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب، سازمان آب و برق خوزستان، سازمان حفاظت محیط‌زیست، دانشگاه اهواز، سازمان مدیریت بحران و دانشگاه تهران فعالیت داشتند، استفاده شد.

۳. ۵. میزان فعال بودن (مرکزیت) گره‌ها و تشکیل ماتریس مجاورت

برای ارزیابی اهمیت نسبی هرکدام از گره‌ها، مرکزیت گره‌ها باید محاسبه شود که برای این منظور از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود [۴۳]:

$$CEN\ (F_i) = IN\ (F_i) + OUT\ (F_i) \quad (۱)$$

که در آن، IN (Fi) مقادیر مربوط به مجموع قدر مطلق وزن اثرات نسبی ورودی به هر گره و OUT (Fi) مقادیر مربوط به مجموع قدرمطلق وزن اثرات نسبی خروجی از هر گره است.

مرکزیت گره نشان‌دهندهٔ میزان فعال بودن آن در ماتریس مجاورت است. تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل در ماتریس مجاورت آورده می‌شود. هرچه تأثیرپذیری یک عامل بیشتر باشد، بدین معناست که آن عامل تحت‌تأثیر عوامل بیشتری قرار داشته و در صورت وقوع سایر عوامل مرتبط با آن، احتمال وقوع آن عامل افزایش می‌یابد؛ لذا مدیریت نمودن آن عامل مشکل‌تر است. ازطرف دیگر، هرچه تأثیرگذاری یک عامل بر سایر عوامل بیشتر باشد، بدین معناست که عامل مورد نظر یکی از عوامل مبنایی بوده و مدیریت آن می‌تواند احتمال وقوع سایر عوامل مرتبط با آن را کاهش دهد [۴۴].

۴. نتایج و بحث

در این مطالعه با ۲۰ خبره در حوزهٔ مدیریت منابع آب مصاحبه انجام شده است. خبرگان و کارشناسانی که در این پژوهش همکاری نموده‌اند، از استادان دانشگاه و دانشجویان دکترای منابع آب انتخاب شده‌اند. مراحل زیر درخصوص مسئلهٔ ریزگردها در غرب و جنوب غربی کشور و خشک شدن تالاب الهویزه (هورالعظیم) و باتوجه‌به رویکرد سودا صورت گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

گام اول: مسئول تیم، تمامی نظرات و دیدگاه‌های کارشناسان را در مصاحبهٔ فردی درخصوص پدیدهٔ ریزگردها جمع‌آوری کرده است.

گام دوم: غربالگری نظرات: به عبارت دیگر در مصاحبه با هریک از کارشناسان، عواملی که ذکر شده‌اند شناسایی و تعیین می‌شوند. پس

از اتمام مصاحبه، عوامل تعیین‌شده توسط هریک از کارشناسان به‌صورت جداگانه به نقشه‌های اولیه تبدیل گردید.

گام سوم: اجماع نظرات تمامی کارشناسان برای تهیهٔ نقشهٔ کلی (پس از تهیهٔ تمامی نقشه‌های فردی از مصاحبه با ۲۰ کارشناس، نقشهٔ نهایی درخصوص پدیدهٔ ریزگردها تهیه می‌شود).

گام چهارم: تعیین عوامل: از نقشهٔ نهایی عوامل استخراج می‌شوند و ماتریس مجاورت عوامل تهیه می‌شود. براساس این ماتریس می‌توان نقشه‌شناختی نهایی را تهیه کرد.

گام پنجم: امتیازدهی به ماتریس مجاورت: برای کمی‌سازی اندرکنش موجود بین عوامل مؤثر بر پدیده ریزگردها، از کارشناسان درخواست شد تا میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل بر سایر عوامل مؤثر بر ایجاد پدیده ریزگردها را تعیین کنند [۴۴]. اگر در تعیین اثرات هر دو عامل در ماتریس، عامل اول نسبت به عامل دوم اثر مثبتی داشته باشد، امتیازدهی در بازهٔ [۰,+۱) صورت می‌گیرد. درصورتی‌که عامل اول بر عامل دوم اثرگذار نباشد، امتیاز صفر به این درایهٔ ماتریس تعلق می‌گیرد. درنهایت، چنانچه اثرگذاری عامل اول بر عامل دوم به‌صورت معکوس باشد، امتیازدهی در بازهٔ (0 ,1-] صورت می‌گیرد [۱۷]. بازهٔ [۱+,۱-] به ۸ بازه تقسیم می‌شود و هرچقدر به ۱+ نزدیک‌تر باشد، نشان از قوی بودن اثر عوامل بر یکدیگر است [۴۵].

۴. ۱. انتخاب عوامل

عوامل نهایی تأثیرگذار بر پدیدهٔ ریزگردها در غرب و جنوب غربی کشور که حاصل مصاحبه‌های فردی و غربال نهایی توسط تسهیلگر است، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: عوامل نهایی مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار

کد عامل	عوامل
F1	خشکسالی و تغییر اقلیم
F2	مدیریت نادرست منابع آب و بی‌توجهی به آبخیزداری منطقه
F3	نادیده گرفتن حقابهٔ زیست‌محیطی
F4	نابسامانی عراق و مسائل امنیتی در منطقه و وجود تروریسم
F5	توسعهٔ یک‌جانبهٔ ترکیه در منطقه و ساخت سدهای فراوان در بالادست
F6	قدرتمند نبودن سازمان‌های حمایت از محیط‌زیست و نبودن پذیرش اجتماعی نسبت به مسئلهٔ زیست‌محیطی
F7	نبود معاهدهٔ بین‌المللی نسبت به حقابهٔ تالاب
F8	توسعهٔ ناپایدار و ساخت سدهای فراوان بالادست در ایران
F9	جنگ ایران و عراق و راهکارهای امنیتی رژیم بعث در عراق

۴. ۲. ماتریس مجاورت

پس از تعیین عوامل، ماتریس مجاورت نهایی در اختیار کارشناسان برای امتیازدهی عوامل در بازهٔ [۱+,۱-] قرار داده شد و درنهایت میانگین‌گیری از نظرات کارشناسان صورت گرفت. ماتریس مجاورت نهایی حاصل از میانگین نظرات کارشناسان مطابق با جدول ۲ تشکیل می‌شود.

جدول ۲: ماتریس مجاورت نهایی

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
F1	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۶۲	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۰۰
F2	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۸۴	۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۸۲	۰/۰۰
F3	۰/۰۰	۰/۳۲	۰/۰۰	۰/۳۶	۰/۲۰	۰/۴۴	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۱۰
F4	۰/۱۰	۰/۳۲	۰/۴۸	۰/۰۰	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۲۶
F5	۰/۳۷	۰/۵۰	۰/۶۹	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۳۶	۰/۰۰	۰/۰۰
F6	۰/۱۱	۰/۵۰	۰/۸۳	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۰۰	۰/۷۱	۰/۳۰	۰/۱۰
F7	۰/۱۸	۰/۶۴	۰/۷۷	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۰۰	۰/۲۶	۰/۱۰
F8	۰/۲۰	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۰	۰/۰۰
F9	۰/۲۶	۰/۱۰	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۲۶	-۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۰۰

پس از محاسبات، میزان فعال بودن و یا مرکزیت هر گره تعیین می‌شود. مقدار CEN بیانگر میزان هم‌زمان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری هر گره بر سایر گره‌ها و یا به عبارت دیگر، برابر با میزان فعال بودن آن گره در کل سیستم است. در این مرحله، رتبه‌دهی براساس میزان فعال بودن هر گره صورت می‌گیرد که نتیجه در جدول ۳ ارائه شده است.

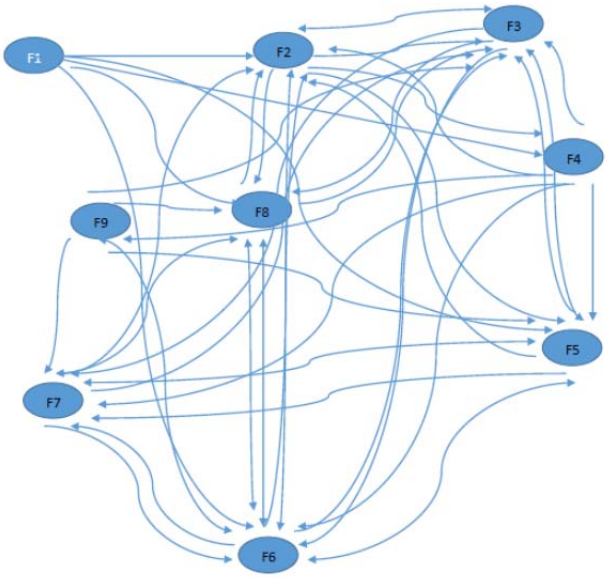
جدول ۳: رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار در غرب و جنوب غربی کشور براساس فعالیت هر گره در ماتریس مجاورت (CEN)

Rank		Factors	IN (Fi)	OUT (Fi)	CEN (Fi)	Network effect	factors Weight
۱	F2	Improper management of water resources and Lack of attention to watershed management in the region	۱/۵	۱۴/۷۵	۱۶/۲۵	۱۳/۲۵	۰/۰۱۵
۲	F5	Turkey's unilateral development in the region and the construction of many dams in the upstream	۰/۷۵	۱۴	۱۴/۷۵	۱۳/۲۵	۰/۰۱۵
۳	F8	Unsustainable development after the Iranian revolution and construction of many dams in the upstream	۰/۵۰	۱۳/۳۵	۱۳/۸۵	۱۳/۳۵	۰/۰۱۴
۴	F6	Lack of strength of environmental protection organizations and lack of social acceptance of the environmental issue	۳/۲	۱۰/۵	۱۳/۷	۷/۳	۰/۰۰۸
۵	F3	Ignore the environmental water right	۰/۶	۱۲/۹	۱۳/۵	۱۲/۳	۰/۰۱۲
۶	F1	Drought and climate change	۰	۱۲/۰۵	۱۲/۰۵	۱۲/۰۵	۰/۰۱۲
۷	F7	Lack of international treaty on wetland water right	۲	۸/۷۵	۱۰/۷۵	۶/۷۵	۰/۰۰۷
۸	F4	The unrest in Iraq and the security issues in the region and the existence of terrorism	۰/۳	۱۰/۶۵	۱۰/۹۵	۱۰/۳۵	۰/۰۱۰
۹	F9	The Iran-Iraq war and the Ba'athist regime's security strategies in Iraq	۰/۳	۷/۱۵	۷/۴۵	۶/۸۵	۰/۰۰۷

در جدول ۳، میزان اثرگذاری هر عامل موجود در شبکهٔ روابط عوامل ایجاد پدیدهٔ گردوغبار، نشان‌دهندهٔ اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم است. درنهایت اثر شبکه از تفاضل میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر عامل به دست می‌آید و نشان‌دهندهٔ نوع متغیر (علی/ معلولی) در شبکه است. همان‌طور که اشاره شد، ۹ عامل به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پدیدهٔ گردوغبار پس از انجام مصاحبه با خبرگان و تهیهٔ نقشه‌های شناختی شناسایی شد و به کمک روش SODA اثرات متقابل هریک از عوامل بر یکدیگر مشخص شد. برای اولویت‌بندی متغیر در این پژوهش، روش SODA و رویکرد تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده از روش SONA توسط نرم‌افزار Superdeicision تحلیل شد و وزن هرکدام از عوامل مشخص شد.

باتوجه‌به محاسبات صورت‌گرفته، عامل مدیریت ناصحیح منابع آب و بی‌توجهی به آبخیزداری در منطقه، مهم‌ترین عامل شناسایی شده است. همچنین عامل توسعهٔ یک‌جانبهٔ کشور ترکیه در منطقه و ساخت سدهای فراوان در بالادست رودخانهٔ دجله در درجهٔ دوم اهمیت قرار می‌گیرد و درنهایت عامل جنگ ایران و عراق و راهکارهای امنیتی رژیم بعث در عراق عاملی است که دارای کمترین میزان اثرگذاری در بروز و تشدید پدیدهٔ گردوغبار را در دهه‌های اخیر داشته است. پس از تعیین رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار در غرب و جنوب غربی کشور براساس میزان فعالیت هر گره در ماتریس مجاورت (CEN)، گام بعد طراحی نقشه‌شناختی مسئله است که از اتصال گره‌ها براساس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری گره‌ها طراحی می‌شود. پس از تعیین مقادیر نسبی و اندرکنش عوامل تأثیرگذار بر مسئلهٔ ریزگردها در غرب و جنوب غربی کشور براساس نظرات کارشناسان این پژوهش نقشه‌شناختی مطابق با شکل ۵ تهیه شد.

باتوجه‌به رویکرد سیستمی در ارزیابی و شناسایی علل مؤثر بر یک فرایند، لزوم در نظر گرفتن یکپارچهٔ عوامل مؤثر در تشکیل فرایند ریزگردها بسیار ضروری است. این موضوع نیازمند ایجاد یک تعامل مناسب با مشارکت ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان بوده که عملاً باتوجه‌به گستردگی محدودهٔ تشکیل ریزگرد و محدودهٔ تحت‌تأثیر آن بسیار سخت است. همچنین یکی از مهم‌ترین ضعف‌ها در شناخت مسائلی از این قبیل، عدم همکاری در سطح کلان و دارا بودن آمار و اطلاعات مستند است.



شکل ۵: اثر متقابل عوامل مؤثر بر پدیدهٔ گردوغبار

۵. نتیجه‌گیری

آنچه روش نقشه‌شناختی انجام می‌دهد، درک ما از محیط‌های پیچیدهٔ تصمیم‌گیری با استفاده از جمع‌آوری داده‌های ساده و روش‌های تجزیه و تحلیل است. یک نقشه‌شناختی می‌تواند این واقعیت را نشان دهد که اهمیت ارزش یک عامل معین وابسته به ارزش‌های همهٔ عواملی است که علت آن عامل معین هستند. این نقشه همچنین می‌تواند زنجیره‌ای از روابط غیرمستقیم پیچیده‌ای را نشان دهد که ممکن است در درک محتوای اطلاعات یک سیستم معین، مهم باشد. در اصل، روش نقشه‌برداری شناختی تا حدودی شبیه به استفاده از روش‌های شبیه‌سازی است. این پژوهش بر یافتن عوامل اثرگذار بر پدیدهٔ ریزگردها و تشدید آن در غرب و جنوب غربی کشور ایران تمرکز کرده است. عامل مدیریت ناصحیح منابع آب و بی‌توجهی به آبخیزداری در منطقه به‌عنوان فعال‌ترین عامل مؤثر بر پدیدهٔ ریزگردهای غرب و جنوب غرب کشور تعیین شد. این مسئله نشان‌دهندهٔ این موضوع است که در دهه‌های اخیر کشورهای ایران و عراق به مسائل زیست‌محیطی طرح‌های آبی کم‌توجهی نموده و پدیدهٔ طبیعی همچون پدیدهٔ ریزگردها در مناطق خشک و نیمه‌خشک را در منطقه دامن زده‌اند. ازسوی دیگر عامل پنج (توسعهٔ یک‌جانبهٔ کشور ترکیه در منطقه و ساخت سدهای فراوان در بالادست رودخانهٔ دجله) در درجهٔ دوم اهمیت قرار گرفته که لازمهٔ توجه بیشتر دو کشور ایران و عراق به مسئله و یافتن راه‌حلی در عرضهٔ بین‌المللی برای حل این مسئله است. درنهایت عامل نُهم (جنگ ایران و عراق و راهکارهای امنیتی رژیم بعث در عراق)، به‌عنوان عاملی با کمترین میزان فعال بودن در بروز و تشدید پدیدهٔ گردوغبار در دهه‌های اخیر انتخاب شد. بنابراین تأثیرگذاری بالای عوامل ۲ و ۵ بر سایر عوامل مؤثر نشان می‌دهد که این عوامل، نقش زیادی در ایجاد پدیدهٔ ریزگردهای غرب و جنوب غربی ایران دارند. درنهایت نتایج این رویکرد می‌تواند به استخراج راهبردهای عملی و کاربردی حل مسائل زیست‌محیطی ازجمله گردوغبار منجر شود. همچنین راهبردهایی که کارشناسان در این زمینه پیشنهاد نموده‌اند، در ادامه ارائه شده است:

- دیپلماسی در منطقه و ائتلاف ایران و عراق برای بهبود شرایط و همچنین تغییر شرایط از حالتی که ترکیه به توسعهٔ یک‌جانبه در منطقه می‌پردازد؛
- توجه بیشتر به مسئلهٔ مدیریت و آبخیزداری و کمک به افزایش سطح آگاهی در مدیران حوزهٔ آب در کشور عراق؛
- دیپلماسی آب-کالا (رهاسازی آب توسط کشور ترکیه را در مقابل بازار کالا در کشور ایران و عراق و گردشگری در ترکیه) که به‌عنوان یک ابزار مذاکره با دولت ترکیه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و قدمی به‌سوی تعادل محیط‌زیست در منطقه باشد؛
- در نظر گرفتن و رهاسازی حقابهٔ زیست‌محیطی از سدها و تأسیسات در منطقه؛
- کاشت گونه‌های مقاوم به خشکی در منطقهٔ هورالهویزه (هورالعظیم).

منابع

1. Abuabara L, Paucar-Caceres A. Surveying applications of Strategic Options Development and Analysis (SODA) from 1989 to 2018. *European Journal of Operational Research*. 2021; 292(3): 1051-1065.
2. Ackermann F, Eden C. Strategic options development and analysis. Systems approaches to making change: A practical guide. 2020; 139-199.
3. Bani Habib M E, Najafi Morghmaleki, S. Assessment of Game and Bankruptcy Theories to Supply Environmental Water of Hawizeh Wetland. *Iran-Water Resources Research*. 2018; 14(2): 16-34.
4. Darvishi Boloorani A, Najafi Marghmaleki S, Soleimani M, Papi R, Kardan Moghaddam H, Samany NN. Development of a scenario-based approach using game theory for the restoration of Hawizeh Marsh and dust mitigation. *Hydrological Sciences Journal*. 2023 Jan 2; 68(1): 131-47.
5. Khosravi M. Evaluation of vertical distribution of dust induced storm and middle east using NAAPS model. *InProceedings of the 4th International Congress of the Islamic World Geographers* 2010 Apr (pp. 14-16).
6. UNEP PH. T*he Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem Early Warning and Assessment Technical Report*.
7. Zibanchi M H, Naseri A, Haghighifard N, Bina M. Descriptions balance model qualitatively and quantitatively in determines wetlands water rights. *3rd Conference of Environmental Engineering*, 1-8. 2009. (In Persian with English abstract).
8. Fuladavand S, Sayyad GA. The impact of Karkheh Dam construction on reducing the extent of wetlands of Hoor-Alazim. *Journal of Water Resources and Ocean Science*. 2015; 4(2):33-8.
9. Prospero JM, Ginoux P, Torres O, Nicholson SE, Gill TE. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of geophysics*. 2002 Feb; 40(1): 2-1.
10. Mahowald NM, Bryant RG, del Corral J, Steinberger L. Ephemeral lakes and desert dust sources. *Geophysical Research Letters*. 2003 Jan; 30(2).
11. Rashki A, Kaskaoutis DG, Goudie AS, Kahn RA. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. Science of the total environment. 2013 Oct 1;463:552-64.
12. Singer AR, Zobeck T, Poberezsky L, Argaman E. The PM10and PM2· 5 dust generation potential of soils/sediments in the Southern Aral Sea Basin, Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*. 2003 Aug 1; 54(4): 705-28.
13. Ghorbani, H. *Mapping the process monitoring map of the quality of statistical items with the SODA approach*. Statistical Center of Iran, Higher Institute of Education and Research - Management and Planning, Iran. 2014. [In Persian].
14. Ackermann F, Eden C. Strategic management of stakeholders: Theory and practice. *Long range planning*. 2011 Jun 1; 44(3): 179-96.
15. Tolman EC. Cognitive maps in rats and men. *Psychological review*. 1948 Jul; 55(4): 189.
16. Azar A, Khosravani F, Jalali R. Soft operations research (Problems structuring approaches). Tehran: Industrial Management Organization.
17. Montazemi AR, Conrath DW. The use of cognitive mapping for information requirements analysis. *MIS quarterly*. 1986 Mar 1: 45-56.
18. Axelrod R. *The cognitive maps of political elites*. Structure of decision. Princeton University Press: Princeton, NJ. 1976.
19. Hart JA. Cognitive maps of three Latin American policy makers. *World Politics*. 1977 Oct; 30(1): 115-40.
20. Eden C, Jones S. Publish or perish?—A case study. *Journal of the Operational Research Society*. 1980 Feb 1; 31: 131-9.
21. Klein JH, Cooper DF. Cognitive maps of decision-makers in a complex game. *Journal of the operational research society*. 1982 Jan 1; 33(1): 63-71.

22. Smithin T, Sims D. Ubi Caritas?—Modelling beliefs about charities. *European Journal of Operational Research*. 1982 Jul 1; 10(3): 237-43.
23. Kardaras D, Karakostas B. The use of fuzzy cognitive maps to simulate the information systems strategic planning process. *Information and Software Technology*. 1999 Mar 15; 41(4): 197-210.
24. Rodriguez-Repiso L, Setchi R, Salmeron JL. Modelling IT projects success with fuzzy cognitive maps. *Expert systems with applications*. 2007 Feb 1; 32(2): 543-59.
25. Franco LA, Lord E. Understanding multi-methodology: Evaluating the perceived impact of mixing methods for group budgetary decisions. *Omega*. 2011 Jun 1; 39(3): 362-72.
26. Giordano R, Passarella G, Uricchio VF, Vurro M. Fuzzy cognitive maps for issue identification in a water resources conflict resolution system. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2005 Jan 1; 30(6-7): 463-9.
27. Pacheco BC, Piratelli CL, Silva EC, Belderrain MC. The design of a performance measurement system for a fruit processing equipment manufacturer. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. 2019 Dec 10; 11(3): 331-54.
28. Cerreta M, Clemente M, Ettorre B, Poli G. A Multidimensional Approach for Cultural Ecosystem Services (CES) Assessment: The Cilento Coast Case Study (Italy). *InComputational Science and Its Applications–ICCSA 2021*: *21st International Conference, Cagliari, Italy*, September 13–16, 2021, Proceedings, Part VII 21 2021 (pp. 490-503). Springer International Publishing.
29. Baganha Jr LG, Barp AB, Barp WJ. Informational cognitive model applied to the water resources management. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2007 May 8;104.
30. Bonham GM. Cognitive mapping as a technique for supporting international negotiation. *Theory and Decision*. 1993 May; 34: 255-73.
31. Banihabib, M. E., & Dolatabadi, N. Political capacity building for water and environment diplomacy to solve the dust problem. *Social Science Quarterly*. 2017; 24(77); 244-284. (In Persian with English abstract).
32. Banihabib ME, Najafi MS, Shabestari MH. *An integrated water resources planning model for assessment and prediction of environmental water supplying for Hawizeh wetland from Turkey, Iraq and Iran*.
33. Partow H. *The Mesopotamian marshlands: demise of an ecosystem*. Unep; 2001.
34. Iraq N. *Management Plan for the Al-Hawizeh Marsh Ramsar Site of Iraq*. Second Draft. Volume 2: Management Issues and Recommendation. Sulaimani, Iraq. Nature Iraq. 2008.
35. Atlas AS. *Roadmap for agricultural development (green economy)*. Central Statistical Organization, Ministry of Planning, Republic of Iraq. Part. 2011; 1.
36. Taheri, A. *The Study of Political Aspects of Dust Phenomenon in the South-West Asia*. 2014. Tarbiat Modares University, Iran.
37. Bayazit M, Avci I. Water resources of Turkey: potential, planning, development and management. *International Journal of Water Resources Development*. 1997 Dec 1; 13(4): 443-52.
38. Behan Dam Consulting Engineers. *Report of surface water of Karkhe Watershed*. Ministry of Energy-Water and Waste Water Planning Office, Iran. 2008.
39. Rekacewicz P. *From wetlands to dry lands: the destruction of the Mesopotamian marshlands*. Collection Vital Water Graphics, UNEP/GRID-Arendal. 2002; 168.
40. Dowlatabadi N, Banihabib, M E, Roozbahan A. Modeling of the Water Resources System of Hor-Al-Azim/Hawizeh Wetland Using System Dynamics Approach. *Iran-Water Resources Research*. 2020; 16(2): 18-34. (In Persian with English abstract).
41. Franco LA, Cushman M, Rosenhead J. Project review and learning in the construction industry: Embedding a problem structuring method within a partnership context. *European Journal of Operational Research*. 2004 Feb 1;152(3): 586-601.
42. Eden C, Ackermann F. Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Resear*ch. 2004 Feb 1; 152(3): 615-30.
43. Kosko B. Fuzzy cognitive maps. *International journal of man-machine studies*. 1986 Jan 1; 24(1): 65-75.

44. Gadallah AM, Hefny HA. Fuzzy cognitive map with dynamic fuzzification and causality behaviors. *In2010 The 7th International Conference on Informatics and Systems (INFOS)* 2010 Mar 28 (pp. 1-7). IEEE.
45. Chang KN, Lee KD, Kim D. Optimal timeslot and channel allocation considering fairness for multicell CDMA/TDD systems. *Computers & operations research*. 2006 Nov 1; 33(11): 3203-18.