مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۲۵ تا ۲۳۶

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

# ارزیابی کیفیت آب با استفاده از روش TOPSIS در تالاب بین المللی انزلی

مریم فلاح[۱،*]، احمدرضا پیرعلی زفره ئی[۲]، سیدعلی اکبرهدایتی[۲]
۱- گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

**اطلاعات مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۹۷/۰۱/۲۱
**تاریخ ویرایش:** ۹۷/۰۴/۱۶
**تاریخ پذیرش:** ۹۷/۰۴/۱۹
**تاریخ انتشار:** ۹۷/۰۶/۲۶

**واژگان کلیدی:** آلودگی، روش تصمیم‌گیری چند معیاره، کیفیت آب، تالاب بین المللی انزلی

**پست الکترونیکی نویسنده مسئول:**
Maryam.fallah85@gmail.com

**چکیده**

**زمینه و هدف:** با توجه به آسیب پذیر بودن منابع آبی، کنترل و کیفیت آب‌های سطحی یکی از موارد کلیدی در برنامه‌های حفظ محیط زیست است. تالاب انزلی در سال‌های اخیر در معرض تهدیدات متعدد از جمله آلاینده‌های محیطی بوده است. TOPSIS روشی کارآمد و قابل اعتماد جهت ارزیابی کیفیت منابع آبی است.

**روش بررسی:** به منظور ارزیابی وضعیت کیفیت آب، پارامترهای اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، اکسیژن محلول، دمای آب، اسیدیته، کدورت، کل مواد جامد محلول، فسفات، نیترات و کلیفرم مدفوعی در تالاب بین المللی انزلی بصورت فصلی در ۱۰ ایستگاه در سال ۱۳۹۳ اندازه گیری شد و وضعیت کیفیت آب بوسیله روش TOPSIS مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بیشترین مقدار $BOD_5$، فسفات، دما و کلیفرم مدفوعی در ایستگاه ۸ اندازه گیری شد. مقایسه مقادیر TOPSIS در ایستگاه‌های مختلف به ترتیب حداقل (۰/۳۳۹) و حداکثر (۰/۶۸۹) مقدار را در ایستگاه‌های ۵ و ۸ نشان داد. براساس نتایج ایستگاه ۵ (سرخانکل) بهترین وضعیت کیفی آب و ایستگاه ۸ (پیربازار) کمترین کیفی آب را داشت. همچنین نتایج فصلی مقادیر TOPSIS نشان داد که بیشترین مقدار (۰/۷۴۲) در فصل بهار یافت شد.

**نتیجه‌گیری:** تخلیه انواع پساب خانگی، صنعتی و کشاورزی در تالاب از مهمترین عوامل کاهش کیفیت آب می‌توان ذکر کرد. نتایج این تحقیق نشان داد روش TOPSIS تغییرات کیفی منابع آبی را به وضوح نشان می‌دهد، بر این اساس تالاب بین المللی انزلی دارای کیفیت آب متوسط است.

*Please cite this article as: Fallah M, Pirali Zefrehei AR, Hedayati SAA. Evaluation of water quality of the Anzali international wetland using TOPSIS method. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):225-36.*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

**مقدمه**

بسیاری از اکولوژیست‌ها معتقدند که ارزش تالاب‌ها و اهمیت و فوائد آن به‌درستی شناسایی نشده است. مطالعات ارزش اقتصادی تالاب‌ها نشانگر آن است که یک تالاب در شرایط مساوی حدود ۱۰ برابر جنگل‌ها و ۲۰۰ برابر زمین‌های زراعی ارزش اقتصادی دارد. علاوه برآن تنظیم آب و هوا، جلوگیری از سیل، حفاظت از تنوع گیاهی و جانوری، زیبایی و جاذبه‌های بصری ذاتی تالاب، جاذبه‌های توریستی و ایجاد فضایی برای زندگی پرندگان مهاجر و مکانی غنی برای بررسی‌های تحقیقاتی و علمی متخصصین و دانشمندان از مهمترین موضوعات یک تالاب است (۱). با توجه به اینکه کنترل و کیفیت آب‌های سطحی یکی از موارد کلیدی در برنامه‌های حفظ محیط زیست در بسیاری از کشورهاست و از سوی دیگر امروزه بسیاری از رودخانه‌ها و تالاب‌ها به بستری جهت انتقال پساب‌ها و پسماندها تبدیل شده‌اند و منابع آلوده کننده نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای بر افت کیفیت آنها تاثیر می‌گذارند (۲). آگاهی از کیفیت منابع آب یکی از نیازمندی‌های مهم در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب و حفاظت و کنترل آنها است. هدف اصلی برنامه‌های پایش و نظارت کیفیت آب‌های سطحی، در حالت کلی جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از کیفیت موجود منابع آب سطحی به منظور کاربرد در برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب برای مصارف گوناگون و همچنین تدوین برنامه‌های کلان مدیریت حوضه‌های آبریز و نیز برنامه‌های مدیریت زیست محیطی و کنترل آلودگی‌ها است (۳).

تالاب بین‌المللی انزلی در سواحل جنوبی دریای خزر در استان گیلان قرار دارد، مساحت حوزه آبخیز این تالاب ۳۶۱۰ $km^2$ و در حدود ۲ درصد حوزه آبخیز دریای خزر را تشکیل می‌دهد (۴). این تالاب در سال ۱۳۵۴ در فهرست تالاب‌های بین المللی کنوانسیون رامسر به ثبت رسید. همچنین سازمان بین المللی حیات پرندگان، این تالاب را به‌عنوان زیستگاهی با اهمیت برای پرندگان تشخیص داده است (۵). تالاب بین المللی انزلی هم اکنون در فهرست سیاه تالاب‌های مونترو (Montreux) قرار گرفته است و براساس آن کشور ایران موظف به احیای مجدد سایت و جلوگیری از تغییرات اکولوژیک آن است (۶). این تالاب تحت تاثیر تنش‌های مختلف از قبیل: نوسان سطح آب دریا، فعالیت‌های انسانی، حضور گونه‌های غیربومی و تغذیه‌گرایی که از عوامل اولیه تخریب تالاب است، قرار دارد (۷). روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (Multiple criteria decision making (MCDM)) از دهه ۱۹۸۰ به بعد کاربرد وسیعی در زمینه‌های مختلف مهندسی و مدیریت داشته‌اند. از آن جمله می‌توان کاربرد آن را در مدیریت جامع آبخیز، برنامه ریزی سیستم جامع منابع آب و مدیریت منابع آب (۸) نام برد. تصمیم گیری چند شاخصه از مدل‌های ریاضی است و به رویکردی از حل مسئله اشاره دارد که به منظور انتخاب یک گزینه از تعداد محدودی گزینه، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). روش‌های تصمیم گیری چند معیاره به سهولت کاربرد معروف هستند. تکنیک TOPSIS نخستین بار در سال ۱۹۸۱ توسط Hwang و Yoon معرفی شد (۱۰).

TOPSIS در سال‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای جهت ارزیابی کیفیت آب مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱). مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته است که می‌توان به مطالعات Li و همکاران (۲۰۱۸) در دریاچه Tai و مخزن Shitoukoumen چین، Chung و همکاران (۲۰۱۷) در رودخانه Han کره جنوبی، Li و همکاران (۲۰۱۳) در حوزه آبخیز Weining چین، Mazaheri و همکاران (۲۰۱۳) در رودخانه زرین گل استان گلستان اشاره کرد (۱۳-۱۱). بنابراین هدف این مطالعه، با توجه به آسیب پذیر بودن منابع آبی کشور از جمله تالاب بین المللی انزلی، ارزیابی کیفیت آب این تالاب با استفاده از روش کارآمد TOPSIS است.

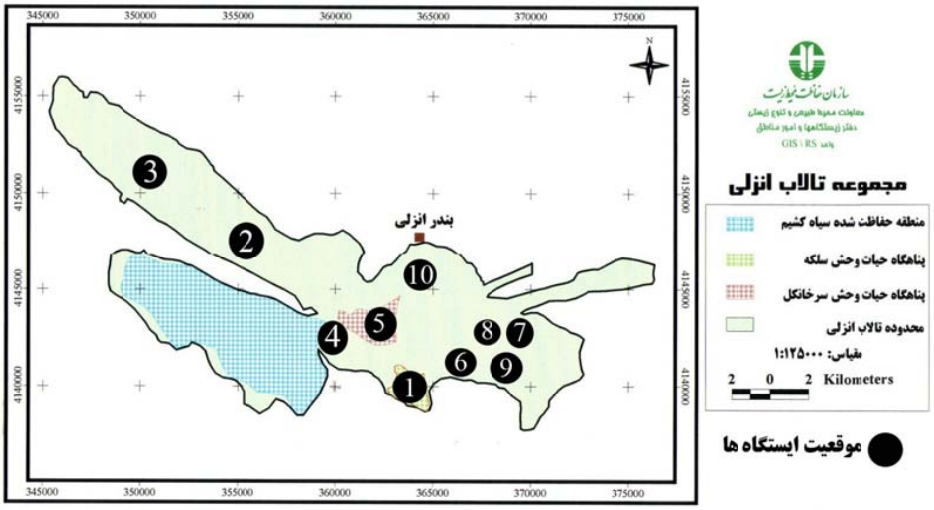
## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه**

تالاب انزلی در جنوب غرب دریای خزر و در استان گیلان در طول جغرافیایی "۲۰ '۱۴ °۴۹ تا "۴۵ '۳۶ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی "۳۰ '۲۲ °۳۷ تا "۸ '۳۲ °۳۷ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت آن در سال ۱۳۸۵ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS-Pan، ۱۶۸ $km^2$ برآورد شده است (۶).



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های واقع در تالاب انزلی**

نمونه‌بـرداری در سال ۱۳۹۳ دو نوبت در هر فصل به فاصله ۴۵ روز با سه تکرار از فروردین ماه ۱۳۹۳ تا اسفند ماه ۱۳۹۳ از ۱۰ ایستگـاه هندخاله، تالاب غرب (ماه روزه)، تالاب غرب (آبکنار)، سیـاه درویشان، تالاب مرکزی، زیرپـل بندرانزلی، تالاب شرق، خروجـی تالاب شرق، پیربازار و نوخالـه صورت گرفت (جدول ۱). پارامترهـای درجه حـرارت آب، اسیدیته، اکسیژن محلول، نیتـرات و فسفات، $BOD_5$، کدورت و کـل جامدات محلول با استفـاده از روش استانـدارد (APHA) مربوطـه اندازه‌گیری گردید (۱۴).

**جدول ۱- طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های کیفیت سنجی تالاب انزلی**

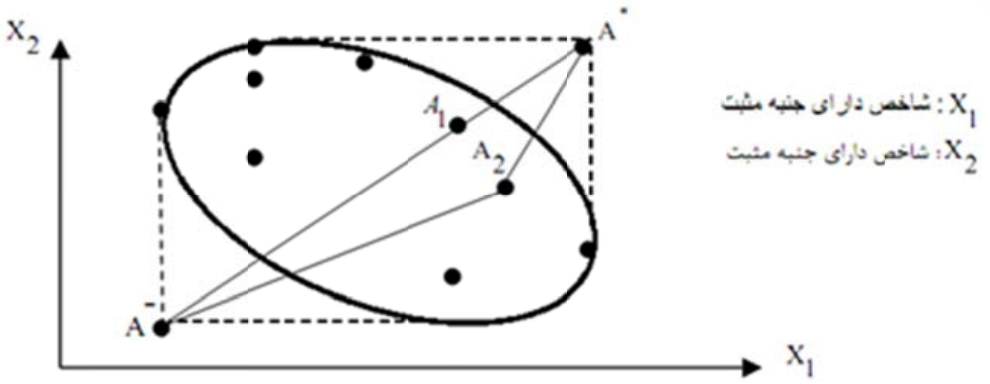
| ردیف | ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|---|---|---|---|
| ۱ | هندخاله | ۴۹° ۲۷' ۱۴" | ۳۷° ۲۳' ۵۴" |
| ۲ | تالاب غرب (ماه‌روزه) | ۴۹° ۲۴' ۳۵" | ۳۷° ۲۶' ۳۶" |
| ۳ | تالاب غرب (آبکنار) | ۴۹° ۲۴' ۲۰" | ۳۷° ۲۶' ۳۵" |
| ۴ | سیاه‌درویشان | ۴۹° ۲۵' ۲۹" | ۳۷° ۲۶' ۹" |
| ۵ | سرخانکل | ۴۹° ۲۵' ۴۲" | ۳۷° ۲۳' ۵۳" |
| ۶ | تالاب شرق | ۴۹° ۳۰' ۱۵" | ۳۷° ۲۵' ۱۷" |
| ۷ | خروجی تالاب شرق | ۴۹° ۲۹' ۲۶" | ۳۷° ۲۵' ۲۶" |
| ۸ | پیربازار | ۴۹° ۳۰' ۷" | ۳۷° ۲۴' ۱۱" |
| ۹ | نوخاله | ۴۹° ۳۰' ۱" | ۳۷° ۲۴' ۱۲" |
| ۱۰ | زیرپل بندر انزلی | ۴۹° ۲۷' ۵۴" | ۳۷° ۲۷' ۴۸" |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

## محاسبه TOPSIS

بنیـان و مایـه اصلـی TOPSIS محاسبـه فاصلـه اقلیدسی گزینه‌هـای تصمیـم گیـری از راه حل‌های ایـده آل مثبت و منفی اسـت (۱۰). در ایـن روش شاخصی تحت عنوان نزدیکی گزینـه iام به راه حل ایده آل ($d_i^+$ یـا $d_i^-$)، معرفی می‌گردد و گزینـه‌ای که دارای بیشترین $d_i^+$ اسـت انتخاب می‌شود (۱۵). گزینـه برتر گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از راه حل ایده آل مثبـت و بیشترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی داشته باشـد (۱۶). در ادامـه، جهت تجزیه و تحلیـل و اولویت بندی مهمترین عوامـل کیفیت آب تالاب انزلی از روش TOPSIS استفـاده شد. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابـی قـرار می‌گیرند و هـر مساله را می‌تـوان به‌عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت (۱۷). این تکنیک، بر این مفهوم بنا شده است، که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن، $A_i^+$) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدتریـن حالت ممکـن، $A_i^-$) داشته باشـد (۱۸). از نقطه نظر هندسی یک تقریب آن اسـت که گزینه‌ای در نظر گرفته شود که مینیمم فاصله را از راه حل ایده آل مثبت و دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی داشته باشد (۱۹). در شکل ۲ به‌عنوان مثـال گزینه $A_1$ در فاصلـه کوتاه‌تری از هر دو راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی نسبت به گزینه دیگر است.




**شکل ۲- فاصله اقلیدسی راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی در فضای دو بعدی**

به منظور محاسبه اولویت بندی عوامل مؤثر به روش TOPSIS گام‌های زیر انجام شد:

گام ۱، وزن دادن به ماتریس: مجموعه‌ای از وزن‌ها $W=(w_1, w_2, \ldots, w_n)$ که $\sum W_j=1$ است و به‌وسیله AHP محاسبه شد (۲۰). جدول ۲، نشان دهنده وزن درنظرگرفته شده برای هر شاخص است (معادله ۱).

$$D = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & & X_j & & X_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{array} \quad (1)$$



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

**جدول ۲- وزن‌های پارامترهای کیفی آب در روش TOPSIS**

| پارامتر | واحد | وزن |
|---|---|---|
| اکسیژن محلول | درصد اشباعیت | ۰/۱۷ |
| کلیفرم مدفوعی | No/100mL | ۰/۱۶ |
| pH | - | ۰/۱۱ |
| $BOD_5$ | mg/L | ۰/۱۱ |
| نیترات | mg/L | ۰/۱۰ |
| فسفات | mg/L | ۰/۱۰ |
| دما | °C | ۰/۱۰ |
| کدورت | NTU | ۰/۰۸ |
| جامدات کل | mg/L | ۰/۰۷ |

گام ۲، نرمال کردن ماتریس تصمیم: در مرحله بعد نرمال سازی با حذف تغییرات هر فاکتور صورت می‌گیرد (۲۱)،
هر درایه از $r_{ij}$ ماتریس تصمیم نرمال شده $R$ از معادله ۲ به‌دست می‌آید:

$$r_{ij}=\frac{rij}{(\sum_{i=1}^{m} r_{ij}{}^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (j=1,\ldots,n) \qquad (۲)$$

سپس وزن ارزیابی شده فاکتورها با ضرب کردن در ماتریس، یک ماتریس نرمال را فراهم می‌کند. با ضرب کردن ستون iام از ماتریس $R$ با وزن مربوطه $W_j$ ماتریس تصمیم نرمال شده وزن‌دار $V$ به‌دست می‌آید(معادله۳).

$$V=N_D*W_{n*n} \qquad (۳)$$

که در آن: $W$ ماتریس بی‌مقیاس موزون و $V$ یک ماتریس قطری از وزن‌های به‌دست آمده برای شاخص‌ها است.
گام ۳، تعیین راه حل ایده آل مثبت ($A_i^+$) و ایده آل منفی ($A_i^-$): دو گزینه مجازی بصورت زیر تعریف می‌شود(معادله۴):

$$A^+ = \{(\max V_{ij} \,|j \in J_1) \quad (\min V_{ij} \,|j \in J_2) \parallel i = 1.2. \ldots n\} \qquad (۴)$$

گزینه ایده آل مثبت

$$A^- = \{(\min V_{ij} \,|j \in J_1) \quad (\max V_{ij} \,|j \in J_2) \parallel i = 1.2. \ldots m\}$$

گزینه ایده آل منفی

بطوری‌که $J_1=\{1,2,\ldots,n$ | به ازا عناصر مثبت شاخص‌ها$\}$ و $J_2=\{1,2,\ldots,n$ | به ازا عناصر منفی شاخص‌ها$\}$
گام ۴، محاسبه اندازه فاصله: اندازه فاصله براساس فرم اقلیدسی به ازاء راه حل ایده آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه را به ازاء راه حل ایده آل مثبت و گزینه منفی بصورت زیر به‌دست آمد(معادله۵):

$$d_i^+ = \{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij-}\, V_{ij}^+)^{\,2}\}^{\frac{1}{2}}, (i=1,2,..,m)$$
$$d_i^- = {}^{\frac{1}{2}}, (i=1,2,..,m) \qquad (۵)$$

گام ۵، محاسبه نزدیکی نسبی $A_i$ به راه حل ایده آل مثبت به‌صورت زیر تعریف می‌شود(معادله۶):

$$C_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)}, (i=1,2,..,m) \qquad (۶)$$

چنانچه $A_i=A_i^+$ باشد، آنگاه $d_i^+=0$ و $C_i=1$ می‌شود و در صورتی‌که $A_i=A_i^-$ باشد، آنگاه $d_i^-=0$ و $C_i=0$ خواهد شد، بنابراین هر گزینه به راه حل ایده آل نزدیک‌تر باشد، مقدار آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود.
گام ۶، رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس ترتیب نزولی: گزینه‌های موجود را براساس بیشترین اهمیت رتبه بندی گردیدند (۲۲).

## آنالیز آماری

در ابتدا توزیع نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنف (Kolmogorov-Smirnov) مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA)، با سطح معنی‌داری ۰/۰۵، با استفاده از نرم افزار SPSS 17 تجزیه و تحلیل شد. نتایج کولموگروف- اسمیرنف حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌ها بود.

## یافته‌ها

داده‌های مربوط به پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف در جدول ۳ آمده است.



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]



جدول ۳- مقادیر پارامترهای کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف (میانگین± انحراف معیار)

| پارامتر / ایستگاه | اکسیژن محلول | pH | $BOD_5$ | نیترات | فسفات | دما | کدورت | جامدات کل | کلیفرم مدفوعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | $^{a}$۹/۴۲±۱/۱ | $^{ab}$۷/۸۸±۰/۸ | $^{a}$۱۵/۱±۲/۴ | $^{a}$۴/۳۶±۱/۰۵ | $^{b}$۰/۲۱±۰/۱ | $^{a}$۱۸/۴±۱/۳۱ | $^{a}$۴۸/۴±۱۲/۱ | $^{bc}$۱۹۰۶/۵±۵۱/۴ | $^{ab}$۶۳۴۱/۷±۷۱۱/۴ |
| ۲ | $^{a}$۹/۷۶±۱/۰۳ | $^{a}$۸/۲۴±۰/۷ | $^{a}$۳۵/۱۴±/۱ | $^{a}$۳/۵۸±۰/۱ | $^{ab}$۰/۰۷±۰/۰۱ | $^{a}$۱۸/۵±۱/۰۲ | $^{a}$۱۶/۷±۱/۱ | $^{b}$۱۸۱۵/۰۲±۲۳۴/۱ | $^{ab}$۱۱۰۹۱/۱±۴۰۱/۱ |
| ۳ | $^{a}$۸/۶۶±۱/۱ | $^{a}$۸/۶±۱/۱۲ | $^{b}$۵۰/۴±۴/۳ | $^{a}$۳/۳±۱/۰۱ | $^{a}$۰/۰۷±۰/۰۰۲ | $^{a}$۱۹/۰۱±۲/۴ | $^{a}$۱۸/۰۹±۱/۲ | $^{a}$۱۹۱۹/۶±۶۱۲/۱ | $^{ab}$۲۳۶۷۱/۳±۳۴۱/۷ |
| ۴ | $^{ab}$۹/۶±۱/۰۱ | $^{ab}$۷/۸۱±۱/۷ | $^{a}$۱۹/۷±۱/۶ | $^{a}$۳/۸۸±۰/۳ | $^{ab}$۰/۱۸±۰/۰۹ | $^{a}$۱۸/۳±۱/۹ | $^{a}$۲۹/۱±۱/۵ | $^{ab}$۱۷۱۱/۱±۱۲۴/۱ | $^{b}$۴۱۱۱۱/۴±۱۳۴۰/۱ |
| ۵ | $^{a}$۹/۶۸±۱/۲ | $^{ab}$۸/۵۸±۱/۱ | $^{ab}$۲۹/۳±۳/۵ | $^{a}$۳/۴۱±۰/۵ | $^{a}$۰/۲۱±۰/۰۲ | $^{a}$۱۸/۵۱±۱/۲۲ | $^{a}$۲۶/۱±۱/۰۱ | $^{b}$۲۰۷۴/۰۷±۴۰۱/۱ | $^{a}$۱۸۱۱/۳±۴۵/۳ |
| ۶ | $^{b}$۶/۷۵±۱/۰۶ | $^{ab}$۸/۱۳±۱/۰۳ | $^{a}$۲۷/۶±۲/۱۲ | $^{a}$۶/۸۶±۱/۷۳ | $^{ab}$۰/۳۳±۰/۰۷ | $^{a}$۱۷/۹±۱/۰۳ | $^{b}$۱۱۶/۹±۱/۱ | $^{a}$۸۳۵/۷±۱۱۲/۱ | $^{bc}$۱۹۹۹۴۵/۱±۲۵۶۷/۱ |
| ۷ | $^{ab}$۸/۸۱±۱/۱ | $^{ab}$۷/۹۹±۱/۱ | $^{c}$۲۷/۷±۳/۴ | $^{a}$۵/۰۱±۰/۲ | $^{b}$۰/۶۳±۰/۰۴ | $^{a}$۱۷/۹±۱/۵۴ | $^{a}$۳۵/۳±۱/۰۷ | $^{b}$۱۰۳۴/۲±۲۱۵/۵ | $^{b}$۸۳۴۵۱/۸±۱۷۶۱/۲ |
| ۸ | $^{c}$۴/۷±۱/۱ | $^{ab}$۷/۶±۱/۰۴ | $^{c}$۱۴۲/۰۳±۱۱/۱ | $^{a}$۴/۶۹±۰/۹ | $^{c}$۲/۰۶±۰/۷ | $^{a}$۲۱/۳±۱/۰۱ | $^{a}$۲۶/۱±۱/۰۱ | $^{a}$۷۶۱/۲۸±۱۰۱/۰۲ | $^{c}$۸۳۴۵۱/۸±۱۷۶۱/۲ |
| ۹ | $^{ab}$۸/۱۶±۱/۱ | $^{ab}$۸/۰۲±۱/۵ | $^{ab}$۳۳/۸±۲/۱ | $^{a}$۳/۷۱±۰/۱ | $^{b}$۰/۳۸±۰/۱ | $^{a}$۲۱/۴±۱/۰۸ | $^{a}$۳۸/۹±۱/۷ | $^{a}$۳۸۱/۷±۷۵/۳ | $^{b}$۲۴۰۱۲/۱±۲۰۵۶/۱ |
| ۱۰ | $^{ab}$۷/۷۹±۱/۲ | $^{ab}$۸/۱۲±۱/۱ | $^{bc}$۷۰/۷±۱۲/۰۱ | $^{a}$۴/۰۷±۰/۳ | $^{a}$۰/۱۵±۰/۰۲ | $^{a}$۱۸/۱±۱/۳ | $^{a}$۳۶/۶±۱/۲ | $^{c}$۲۲۶۴/۴±۳۷۸/۱ | $^{b}$۱۳۳۰۱۴/۲±۲۹۸۱/۰۱ |

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها است.



فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷
ijhe.tums.ac.ir

با توجه به جدول ۳، حداکثر کدورت متعلق به ایستگاه‌های ۱ و ۶ است. همچنین حداکثر مقدار $BOD_5$، فسفات، دما و کلیفرم مدفوعی در ایستگاه ۸ اندازه گیری شد. اکسیژن محلول و اسیدیته هم به ترتیب در ایستگاه ۸ کمترین مقدار خود را داشت. همچنین بیشترین نیترات و کدورت در ایستگاه ۶ و جامدات کل در ایستگاه ۱۰ اندازه گیری شد. بعضی از پارامترهای کیفیت آب اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین ایستگاه‌های مختلف را نشان داد (مانند اکسیژن محلول، $BOD_5$، فسفات، کدورت، جامدات کل و کلیفرم مدفوعی). در جدول ۴، نتایج مقادیر TOPSIS در ایستگاه‌های مختلف آورده شده است. با توجه به اینکه اهداف مطالعه، محاسبه شناسایی ایستگاه‌های آلوده در تالاب بین المللی انزلی است، بنابراین نزدیکترین مقدار ($C_i$) به ۱ آلودگی آب را نشان می‌دهد (جدول ۴). حداکثر و حداقل نزدیکی نسبی به پاسخ ایده آل ($C_i$) (به عبارتی شناسایی نقاط آلوده)، دورترین و نزدیکترین مقدار TOPSIS به ۱، به ترتیب برای ایستگاه‌های ۸ و ۵ با مقادیر (۰/۶۸۹) و (۰/۳۳۹) محاسبه شده است. به عبارت دیگر، ایستگاه ۵ (سرخانکل) آلودگی کمتر (بهترین کیفیت آب) و ایستگاه ۸ (پیربازار) بیشترین آلودگی (کمترین کیفیت آب) را داشت (جدول ۴).

مقایسه پارامترهای کیفیت آب در فصول مختلف (جدول ۵) نشان دهنده افزایش نسبی معنی‌دار دما، نیترات، کدورت، کلیفرم مدفوعی و فسفات در تابستان، و جامدات کل در پاییز و اکسیژن محلول در زمستان و کاهش اسیدیته در پاییز بود ($p<۰/۰۵$). همچنین بین پارامترهای دما، اسیدیته در فصول مختلف اختلاف معنی‌دار دیده نشد ($p<۰/۰۵$).

در ارتباط با نزدیکی نسبی به پاسخ ایده آل مثبت ($C_i$) در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان داده شد که به ترتیب تابستان، زمستان، پاییز و بهار کیفیت آب از بالا به پایین رتبه بندی می‌شوند (جدول ۶).

## بحث

نتایج پارامترهای کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف تالاب بین‌المللی انزلی نشان داد که بیشترین مقدار پارامترهای $BOD_5$، فسفات، کلیفرم مدفوعی، دما و حداقل اکسیژن محلول، اسیدیته در ایستگاه ۸ (پیربازار) اندازه گیری شده‌اند (جدول ۳). در عین حال ایستگاه ۸ (پیربازار) براساس رتبه بندی TOPSIS حداکثر مقدار نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل مثبت ($C_i$) (یا بدترین شرایط کیفیت آب) را نشان

**جدول۴ - نتایج مقادیر TOPSIS در ایستگاه‌های مختلف**

| ایستگاه | $d_i^+$ | $d_i^-$ | $C_i$ | رتبه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۱۲۹ | ۰/۰۸۶ | ۰/۴۰ | ۷ |
| ۲ | ۰/۱۴۰۹ | ۰/۰۸ | ۰/۳۶۴ | ۹ |
| ۳ | ۰/۱۲۶ | ۰/۰۷۹ | ۰/۳۸۶ | ۸ |
| ۴ | ۰/۱۳۲ | ۰/۰۹۳ | ۰/۴۱۱ | ۶ |
| ۵ | ۰/۱۴۸ | ۰/۰۷۶ | ۰/۳۳۹ | ۱۰ |
| ۶ | ۰/۰۸۰۳ | ۰/۱۱ | ۰/۵۷۷ | ۲ |
| ۷ | ۰/۱۱۱ | ۰/۰۸۸ | ۰/۴۴۱ | ۵ |
| ۸ | ۰/۰۶۹ | ۰/۱۵۳ | ۰/۶۸۹ | ۱ |
| ۹ | ۰/۱۰۱ | ۰/۰۹۶ | ۰/۴۸۸ | ۳ |
| ۱۰ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۹۱۵ | ۰/۴۷۹ | ۴ |



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

جدول ۵- مقادیر پارامترهای کیفی آب در فصول مختلف (میانگین± انحراف معیار)

| فصل / پارامتر | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
|---|---|---|---|---|
| اکسیژن محلول | $^{a}$۸/۳۷±۱/۵۱ | $^{a}$۶/۹۶±۱/۱۸ | $^{a}$۷/۰۱±۱/۳۱ | $^{b}$۱۳/۰۰۲±۱/۸۱ |
| pH | $^{a}$۸/۰۱±۱/۳ | $^{a}$۸/۵۸±۱/۵ | $^{a}$۷/۷۸±۱/۰۷ | $^{a}$۸/۰۹±۱/۴ |
| $BOD_5$ | $^{a}$۳۵/۶۳±۳/۳۱ | $^{a}$۴۵/۸۱±۲/۴۱ | $^{a}$۴۱/۷۲±۳/۰۱ | $^{b}$۵۳/۰۶±۲/۷۱ |
| نیترات | $^{a}$۳/۸۶±۱/۰۱ | $^{b}$۵/۱۸±۱/۰۴ | $^{a}$۴/۳۷±۱/۰۳ | $^{a}$۳/۱۶۵±۱/۰۸ |
| فسفات | $^{b}$۰/۲۴±۰/۱۳ | $^{a}$۰/۵۱۴±۰/۰۲ | $^{a}$۰/۵۱۲±۰/۰۱ | $^{b}$۰/۱۱۸±۰/۴۱ |
| دما | $^{ab}$۱۸/۱۵±۱/۷۱ | $^{b}$۲۹/۹±۱/۱۷ | $^{ab}$۱۶/۱±۱/۴ | $^{a}$۸/۲±۱/۰۸ |
| کدورت | $^{b}$۳۹/۶۱±۳/۴۴ | $^{c}$۶۴/۰۰۶±۵/۱ | $^{ab}$۲۰/۱۰±۱/۴۱ | $^{a}$۱۹/۹۷۴±۱/۸۷ |
| جامدات کل | $^{b}$۳۷۷/۸±۲۲/۰۱ | $^{a}$۳۵۱۳/۱±۶۳۲/۱ | $^{c}$۸۰۹/۰۸±۴۱/۱ | $^{ab}$۲۷۵/۳۷±۳۶/۱ |
| کلیفرم مدفوعی | $^{a}$۲۳۹۰۰۰/۲±۱۸۰۰۱/۱ | $^{a}$۲۴۳۰۰۵/۳± ۲۱۵۰۰/۱ | $^{ab}$۱۴۵۵۲۱/۲±۱۲۳۰/۱ | $^{b}$۱۰۲۴۵۱/۴± ۱۶۷۰/۱ |

حروف مشابه در هر ردیف نشانه عدم اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها است.

جدول ۶- نتایج مقادیرTOSIS در فصول مختلف تالاب انزلی

| فصل / پارامتر | $d_i^+$ | $d_i^-$ | $C_i$ | رتبه |
|---|---|---|---|---|
| بهار | ۰/۰۵۹۱ | ۰/۱۷۰۵ | ۰/۷۴۲ | ۱ |
| تابستان | ۰/۱۷۴ | ۰/۱۲ | ۰/۴۰۸ | ۴ |
| پاییز | ۰/۱۰۷ | ۰/۱۶۴ | ۰/۶۰۴ | ۲ |
| زمستان | ۰/۱۳۶ | ۰/۱۵۹ | ۰/۵۳۹ | ۳ |

می‌دهد، بنابراین ادعای ما را در وضعیت کیفی آب تالاب تایید می‌کند (جدول ۴). همچنین ایستگاه ۵ کمترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت یا به عبارتی بهترین حالت ممکن ($d_i^+$ برابر با ۰/۱۴۸)، و بیشترین فاصله از راه حل ایده آل منفی ($d_i^-$ برابر با ۰/۰۷۶)، داشت و با توجه به اینکه نزدیکی مقدار ($C_i$) به ۱، آلودگی آب را نشان می‌دهد، مقدار نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل مثبت ($C_i$= ۰/۳۳۹) بود و لذا کیفیت مناسب این ایستگاه را در مقایسه با ایستگاه‌های دیگر براساس نتایج TOPSIS نشان داد. نتایج مطالعهAfraz (۱۹۹۶) نیز نشان داد که درصد آلودگی در رودخانه پیربازار بسیار بالاتر از رودخانه‌های دیگر بوده زیرا قسمت اعظم فعالیت‌های صنعتی در حوزه آبخیز پیربازار متمرکز بوده و کل فاضلاب شهر رشت و پساب‌های کشاورزی محدوده آن از طریق این رودخانه به تالاب حمل می‌شود (۲۳)، به طوری‌که در سال ۱۹۸۷، ۹۵ ton نیترات توسط رودخانه پیربازار به تالاب حمل گردیده است (۲۴). همان‌طورکه مشاهده شد با کاهش کیفیت در پارامترهای آب، همراه با افزایش پارامترهای حیاتی و موثر بر آلودگی از قبیل $BOD_5$ و فسفات، روند افزایش در مقادیرTOPSIS دیده می‌شود. براساس رتبه بندی TOPSIS ایستگاه ۶ (تالاب شرق) رتبه دوم آلودگی و نزدیکترین مقدار TOPSIS به ۱ را پس از ایستگاه ۸ (پیربازار) دارد. همانطور که نتایج پارامترهای کیفی آب نشان داد، بیشترین نیترات در ایستگاه ۶ بود.

در مطالعه Mazaheri و همکاران (۲۰۱۳) کیفیت آب رودخانه زرین گل استان گلستان با روش TOPSIS ارزیابی شد، کمترین و بیشترین مقدار نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل به ترتیب در ایستگاه ۱ و ۵ (۰/۲۳۰ و ۰/۶۰۴) مشاهده شد که با مقادیر پارامترهای کیفیت آب در این ایستگاه‌ها مطابقت داشت، بطوری‌که ایستگاه ۵ بیشترین مقادیر پارامترهای موثر بر آلودگی مانند نیترات، فسفات و کلیفرم مدفوعی را داشت



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

(۲۵). Li و همکـاران (۲۰۱۸) ۸ پارامتر آب را در دریاچه Tai و مخـزن Shitoukoumen چین با استفـاده از TOPSIS ارزیابـی کردند. نتایج حاصل از رتبه بندی TOPSIS، افزایش آلودگـی را در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه طی سال‌های اخیـر نشان داد و بخش‌های جنوبـی و شرقی در رتبه‌های بعد قرار داشتند. همچنین مقایسه TOPSIS با روش‌های مرسوم بررسـی کیفیت آب حاکـی از کارآمدی ایـن روش بود (۱۱). مطالعه پارامترهای سختـی آب، TDS، $NH_4$، $SO_4$ و $F^-$ در حوزه آبخیـز Weining چین توسط Li و همکاران (۲۰۱۳)، حساسیـت بالای TOPSIS به تغییـرات کیفیت آب مشاهده شـد و با توجه به قابل اعتماد بودن این شاخص، استفاده از آن در ارزیابی کیفیت منابع آبی پیشنهاد شد (۱۳).

مطابـق با مطالعـات صورت گرفتـه فاضلاب خانگـی، مناطق مسکونـی مجاور، پساب صنایع غذایـی و دامداری‌ها که بدون هیـچ تصفیه‌ای وارد رودهای مرتبط با تـالاب می‌شوند (۲۶)، همچنیـن گستردگی حوزه تالاب، تنوع کاربری در حوزه و در نتیجه وارد شدن مواد آلی و معدنی به تالاب از مهمترین دلایل کاهـش کیفیت آب تـالاب انزلی و تشدید رونـد تغذیه‌گرایی محسـوب می‌شوند که در این خصوص سـه منبع عمده مواد مغـذی شامـل: کودهای استفـاده شده در بخـش کشاورزی، فاضلاب‌هـای خانگی و ضایعات دامی را می‌توان نام برد (۲۷). در ارزیابـی Chung و همکـاران (۲۰۱۷) در رودخانـهHan کـره جنوبی با استفـاده از TOPSIS، آسیب پذیری رودخانه طی سال‌های مورد مطالعه بـا افزایش مصرف آب مشاهده شد (۱۲). از آنجا که ایستگاه‌های ۸ و ۶ تحت تاثیر عوامل فوق قرار دارنـد، پارامترهایی مانند فسفات (به‌طـور معنی دار) و نیترات (بـه طور قابل توجهی) در این ایستگاه افزایش می‌یابد، می‌توان نتیجـه گرفت کـه ورود مواد آلی و معدنـی در شرایط کیفیت آب ایـن نواحی تاثیر مهمی داشـت. مقادیر TOPSIS نشان داد کـه ایستگـاه ۸ بیشتر از ایستگاه ۶ آلـوده است. Kazi و همکـاران (۲۰۰۹) با استفـاده از تکنیک‌هـای آماری مختلف از جملـه Principal component analysis (PCA)، کیفیـت آب دریاچه مانچـار در پاکستان را مـورد ارزیابی قرار دادنـد و از جمله عوامل موثر در وخیم‌تـر شدن شرایط کیفی آب را فعالیت‌هـای صنعتی، کشـاورزی و فاضلاب‌های شهری دانستنـد (۲۸). Hassler (۲۰۰۴) بیـان نمـود، که کیفیت آب رودخانه‌هـای کالیفرنیـا تحـت تاثیر توسعـه کشاورزی و فعالیت‌هـای دامـداری و دامپـروری به شدت آلـوده است. به طوری‌که این اقدامات باعث کاهش کیفیت آب اکثر رودخانه‌ها در این ایالت شده است (۲۹).

روند افزایش مقادیر TOPSIS در طول تالاب بین المللی انزلی در ایستگاه‌هـای واقـع در ناحیه شرقی تـالاب مشاهده شد، لذا می‌توان استدلال کرد که شـرق تالاب بیشتر تحت تاثیر عوامل آلاینده قرار دارد. همچنین آبی که از شرق و مرکز به تالاب وارد می‌شود نسبت به حوزه غربی تالاب، سریع‌تر زهکش می‌شود (۱). مطالعـات Khodaparast (۲۰۰۷)، Khosravi و همکـاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که غلظت فلزات سنگین در بخش شرقی تالاب بیشتر از مناطق دیگر تالاب بوده است (۳۰، ۳۱).

با توجـه به مقادیر و رتبه بنـدی TOPSIS، بیشترین مقادیر ($C_i$) بدترین حالت را از نظر کیفیت آب در فصول مختلف نشان می‌دهد، لذا فصل بهار با بیشترین ($C_i$) برابر با ۰/۷۴۲)، آلودگی بالاتـری را نسبت به سایـر فصول نشان داد. بـه دلیل شرایط اقلیمی، بارندگی در فصل گرم کاهش می‌یابد، بنابراین با توجه به کاهش جریـان آب، غلظت عوامل آلاینـده افزایش می‌یابد. علاوه بر اینکه فعالیت‌های کشاورزی در فصل بهار شروع می‌شود و در تابستـان ادامه می‌یابد. لـذا کیفیت آب فصول گرم ممکن اسـت بیشتر از فصـول سرد تحت تاثیر قرار گیـرد. این نظریه بـا یافته‌های سایر محققین تاییـد گردید، Samarghandi و همکـاران (۲۰۱۳)، به منظور بررسـی کیفیت آب سد مخزنی اکباتان شهرستان همدان دریاچه از شاخص کیفیNSFWQI استفـاده کردند و آب موجـود در دریاچه در ماه‌های سرد سال کیفیـت مناسب‌تری نسبت به ماه‌هـای گرم سال داشت (۳۲). براسـاس مقادیـر TOPSIS و نزدیکی نسبی بـه راه حل ایده آل ($C_i$) در ایستگاه‌هـای مختلف (محدوده ۰/۳۳۹ – ۰/۶۸۹) و بالاتریـن مقدار تئوری این عامـل (Ci = ۱)، می‌توان نتیجه گرفت در مجمـوع تالاب بین المللی انزلـی دارای کیفیت آب



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

متوسط اســت، زیرا بیشتر مقادیــر TOPSIS در ایستگاه‌ها و فصول مختلف $p\leq ۰/۵$ است.

## نتیجه‌گیری

بررســی کمی و کیفــی منابع آبی از ارکان مهــم توسعه پایدار اســت. با توجه به وضعیت بحرانی منابــع آبی کشور استفاده از روش‌هایــی که در مدیریت و اتخاذ سیاست‌های مناسب در این امر کمــک بنماید نیاز می‌شود. در ایــن راستا TOPSIS یک روش ســاده و کاربردی جهت اولویت بندی و ارزیابی کیفی آب اســت. نتایــج این مطالعه نیز کارایی ایــن روش را در این امر و شناسایی ایستگاه‌های آلوده تایید کرد. براساس نتایج، همزمان با افزایش پارامترهای موثر بر آلودگی از قبیل $BOD_۵$، فسفات، روند افزایش در مقادیر TOPSIS مشاهده شد، می‌توان نتیجه گرفــت ورود مواد آلــی و معدنی به تــالاب از مهمترین دلایل کاهش کیفیت آب تالاب است.

## ملاحظات اخلاقی

نویسندگــان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانــه، تحریف داده‌هــا و داده‌سازی را در ایــن مقاله رعایت کرده‌اند.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از اداره کل حفاظت محیط زیست شهرستان انزلی بــه دلیل همکاری صمیمانه در طول ایــن تحقیق سپاسگزاری می‌نماییم.

## References

1. Ministry of Jihad. Studies of Anzali Wetland restoration project. Tehran: Ministry of Jihad; 1988 (in Persian).
2. Saadati H, Gholami S, Sharifi F, Ayobizadeh S. Investigating the effects of land use change in surface runoff (simulation model). Iranian Journal of Natural Resources. 2006;95(2):32-39 (in Persian).
3. Plan and Budget Organization. Guidelines for Surface Water Quality Monitoring. Tehran: Plan and Budget Organization; 2009 (in Persian).
4. Zubakava V. The Caspian sea level oscillations in the geological past and its forecast. Russian Meteorology and Hydrology. 1993;8:65-70.
5. Esmaeeili H. Areas under the management of Department of Environment of Guilan Province. Rasht: Department of Environment of Guilan Province; 1998 (in Persian).
6. Besharati N. Threats to the health of wetland environmental hazards caused by pollutants. Iranian South Medical Journal (Bulletin of National Congress of Medicine and Sea). 2006;4:76-86 (in Persian).
7. Dumont H. The Caspian lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography. 1998;43:44-52.
8. Stewart TJ, Scott L. A scenario-based framework for multicriteria decision analysis in water resources planning. Water Resources Research. 1995;31(11):2835-43.
9. Rao RV, Davim J. A decision-making framework model for material selection using a combined multiple attribute decision-making method. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2008;35(7-8):751-60.
10. Kannan G. A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provider. Resources, Conservation and Recycling. 2009;1:28-36.
11. Li Z, Yang T, Huang C-S, Xu C-Y, Shao Q, Shi P, et al. An improved approach for water quality evaluation: TOPSIS-based informative weighting and ranking (TIWR) approach. Ecological Indicators. 2018;89:356-64.
12. Chung E-S, Abdulai PJ, Park H, Kim Y, Ahn SR, Kim SJ. Multi-criteria assessment of spatial robust water resource vulnerability using the TOPSIS method coupled with objective and subjective weights in the Han River basin. Sustainability. 2016;9(1):29.
13. Li P, Wu J, Qian H, Chen J. Sensitivity analysis of TOPSIS method in water quality assessment II: sen-



[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

sitivity to the index input data. Environmental Monitoring and Assessment. 2013 (185):2463–74.
14. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
15. Pei Z. A note on the TOPSIS method in MADM problems with linguistic evaluations. Applied Soft Computing. 2015;36:24-35.
16. Liou T, Wang M. Fuzzy weighted average: An improved algorithm. Fuzzy Sets and Systems. 1992;3:307-15.
17. Sheng H, Tsaur T, Chang-Hua Y. The Evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. Journal of Tourism Management. 2002;23:107-15.
18. Momeni M. New Topics in Operations Research. Tehran: Tehran University Press; 2007 (in Persian).
19. Asgharpur M. Multi-Criteria Decision Making. Tehran: University of Tehran Press; 1998 (in Persian).
20. Gao L, Hailu A. Evaluating the effects of area closure for recreational fishing in a coral reef ecosystem: The benefits of an integrated economic and biophysical modeling. Ecological Economics. 2011;70:1735-45.
21. Pimerol J, Romero S. Multi-Criteria Decision in Management: Principles and Practice. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2011.
22. Ahmadpour G. Ecological assessment, Miangaran wetlands, with emphasis on protection aspects [dissertation]. Ahwaz: Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch; 2008 (in Persian).
23. Afraz A. Classification of rivers entering the wetland (using curves Quality Index). Journal of Fisheries. 1996;5:1-17 (in Persian).
24. First Consulting Engineers. The first step of a comprehensive plan for restoration of wetland. Tehran: First Consulting Engineers; 1988 (in Persian).
25. Kohanestani ZM, Ghorbani R, Fazel A. Evaluation of water quality using TOPSIS method in the Zaringol Stream (Golestan Province, Iran). International Journal of Aquatic Biology. 2013;1(5):202-208.
26. Japan International Cooperation Agency (JICA). Integrated management for Anzali Wetland. Tehran: Department of Environment; 2005 (in Persian).
27. Sakizade M. Investigate and identify sources of pollution sources in the basin Siahrood in Guilan [dissertation]. Tehran: University of Tehran; 2003 (in Persian).
28. Kazi T, Arain M, Jamali M, Jalbani N, Afridi H, Sarfraz R. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2009;72:301-309.
29. Hassler M. Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. Journal of Environmental Quality. 2004;21:102-105.
30. Khodaparast H. Investigation of oil hydrocarbons in floating sites in Anzali Wetland and Coasts in a Caspian Sea (Guilan Province). Rasht: Department of Environment of Guilan Province; 2007 (in Persian).
31. Khosravi M, Bahramifar N, Ghasempouri M. Survey of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Zn and Cu) contamination in sediment of three sites Anzali Wetland. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(2):223-32 (in Persian).
32. Samarghandi M, Weysi K, Abouei ME, Kaseb P, Danai E. Evaluation of Water Quality in Hamadan Akbatan Reservoir by NSFWQI Index. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2013;5:39-48 (in Persian).

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

# Evaluation of water quality of the Anzali international wetland using TOPSIS method

M Fallah[1,*], AR Pirali Zefrehei[2], SAA Hedayati[2]

1- Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

2- Department of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

**ARTICLE INFORMATION:**

**Received:** 10 April 2018

**Revised:** 7 July 2018

**Accepted:** 10 July 2018

**Published:** 17 September 2018

**Keywords:** Pollution, Multiple criteria decision making method, Water quality, Anzali international wetland

***Corresponding Author:**

Maryam.fallah85@gmail.com

**ABSTRACT**

**Background and Objective:** Due to the vulnerability of water resources, quality control of surface water is one of the key issues in environmental conservation programs. In recent years, Anzali wetland has been exposed to numerous threats, including environmental pollutants. TOPSIS is an efficient and reliable way to assess the quality of water resources.

**Materials and Methods**: In order to evaluate water quality condition, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), temperature, pH, turbidity, Total Suspended Solid (TSS), phosphate ($PO_4^-$), nitrate ($NO_3$) and Fecal Coliforms (FC) were measured seasonally from 10 sites of Anzali International Wetland in 2014 and the water quality condition was estimated using TOPSIS method.

**Results**: The highest $BOD_5$, phosphate, temperature and fecal coliform were measured at station 8. Comparison of TOPSIS values in different sampling stations showed the minimum (0.339) and maximum values (0.689) at the stations 5 and 8, respectively. According to the result, the station 5 (Sorkhankal) had the best water quality condition and station 8 (Pirbazar) had the lowest one. Also, seasonal results of TOPSIS values showed that the maximum value was at spring (0.742).

**Conclusion:** Discharge of effluents from land uses, agricultural and industrial activities located along the stream, could be considered as important reasons for decreasing water quality. Our results showed that TOPSIS method was clearly able to demonstrate the qualitative changes of water resources, indicating a moderate water quality for Anzali international wetland.

*Please cite this article as: Fallah M, Pirali Zefrehei AR, Hedayati SAA. Evaluation of water quality of the Anzali international wetland using TOPSIS method. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):225-36.*

[ Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-28 ]