



## ارزیابی کاربری اراضی حاشیه تالاب با توجه به توان‌های محیطی

(مطالعه موردی: تالاب قره‌قشلاق)

سید علی علوی

نویسنده مسئول: کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، مرکز سنجش از دور، دانشگاه تبریز

سید بابک میرجعفری

کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، مرکز سنجش از دور، دانشگاه تبریز

محسن مصطفی

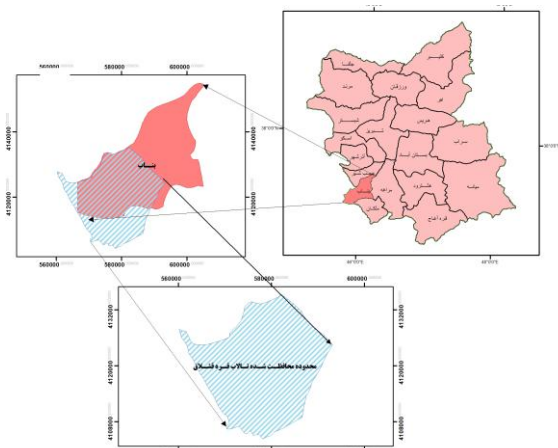
کارشناس ارشد جنگلداری، دانشگاه گرگان

### چکیده

تالاب بین‌المللی قره‌قشلاق در جنوب شرق دریاچه ارومیه همه ساله شاهد حضور ده‌ها گونه پرنده مهاجر کمیاب است که این تالاب را به عنوان محل زندگی خود انتخاب می‌کنند. لذا هرگونه توسعه سکونت‌گاهی به سمت این تالاب بی‌آمدهای خاص و خسارات جبران ناپذیر را به همراه خواهد داشت. ارزیابی توان محیطی جهت توسعه سکونت‌گاهی به گونه‌ای که باعث شناخت قابلیت‌های متفاوت از تناسب و سازگاری، ذکر قابلیت‌های نهفته مناطق زیستی و همچنین توجه به آسیب‌های زیست‌محیطی شود، از نیازهای ضروری و اساسی جهت گسترش سکونت‌گاه‌های انسانی است. لذا برنامه‌ریزی جهت رشد سکونت‌گاه‌های انسانی، با توجه به در نظر داشتن تعادل بین سکونت‌گاه و محیط زیست و به بیان دیگر توجه به پایداری توسعه، امری ضروری به حساب می‌آید. در این پژوهش با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، و همچنین تأکید بر تالاب قره‌قشلاق، محدوده محافظت‌شده این تالاب و آسیب‌های زیست‌محیطی به ارزیابی توان اکولوژیک و محیطی در منطقه بناب پرداخته شد. نتیجه بررسی نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای اکولوژیکی و محیطی و همچنین با در نظر گرفتن محدوده محافظت‌شده تالاب قره‌قشلاق، منطقه جهت توسعه سکونت‌گاهی نامناسب است. نتایج حاکی از آن است که حدود ۵٪ از کل این منطقه قابلیت توسعه سکونت‌گاهی دارد و مابقی یا دارای تناسب درجه پایین تر و یا عدم توان هستند.

واژه‌های کلیدی: تالاب قره قشلاق، ارزیابی توان اکولوژیک، توسعه پایدار، تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)

فعالیت‌های صنعتی و شهری از یک سو و آلودگی‌های دیگر نظیر آلودگی هوا و آلودگی صوتی از طرف دیگر باعث بر هم زدن تعادل بوم‌سازگان این تالاب می‌شود. از آنجا که در این پژوهش توسعه سکونت‌گاهی با تأکید بر حفظ منابع بوم‌شناختی و زیست‌محیطی است، محدوده حفاظت شده تالاب قره قشلاق خود عامل کاملاً تأثیرگذار و محدودکننده جهت توسعه سکونت‌گاهی است. لذا ارزیابی اکولوژیک با تأکید بر عوامل زیست محیطی و اکولوژیکی برای این منطقه ضروری و اجتناب ناپذیر است.



شکل ۱- محدوده محافظت شده تالاب قره قشلاق

تالاب و منطقه شکار ممنوع قره‌قشلاق بناب با ۴۸ هزار هکتار مساحت در ۱۵ کیلومتری بناب و در بین رودخانه های دایمی صوفی چای و زرینه رود و در حاشیه جنوبی پارک ملی دریاچه ارومیه در جنوب استان آذربایجان شرقی واقع شده است. تالاب قره قشلاق هر سال و در فصل سرما، مأمّن هزاران پرنده مهاجر است. این تالاب که یکی از تالاب‌های شاخص شمال غرب کشور در زمینه حفظ گونه‌های جانوری است از سال ۱۳۶۴ به دلیل برخورداری از قابلیت‌های بالای زیستگاه برای زمستان و تابستان‌گردانی پرندگان در دسته‌های انبوه و واقع‌شدن در مسیر مهاجرت پرندگان آبی و کنار آبی به عنوان منطقه شکار ممنوع تحت حفاظت قرار گرفت. وجود ۱۸۵ گونه پرنده بومی و مهاجر و گونه‌های متنوع و نادر گیاهی و آبی تالاب قره‌قشلاق نشان‌دهنده غنای این زیستگاه به عنوان یکی از ذخیره‌گاه‌های اصلی و طبیعی است. میش مرغ، فلامینگو، درنا، اردک، غاز آنقوت و کبک از جمله پرندگانی هستند که در این تالاب به صورت مهاجر و دائم سکونت دارند (شکل ۲).

ارزیابی توان اکولوژیک<sup>۲</sup>، سنجش موجودی و توان بالقوه سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است. این مطالعات به عنوان پایه‌ای برای برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در تمام نقاط جهان به کار گرفته می‌شود. این امر به دلیل ضرورت انتخاب و بهره برداری بهینه از پتانسیل سرزمین قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست به منظور حصول به اصل توسعه پایدار است [1][2][3]. اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا به آنجاست که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژی مناسب برای اجرای کاربری خاصی باشد آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی نمی‌شود بلکه تخریب بیشتر محیط را نیز به ارمغان خواهد آورد [4][5]. در ارزیابی توان اکولوژیکی، انتخاب فاکتورهای متعدد و در نتیجه تعدد لایه‌های اطلاعاتی، تصمیم گیران را به طور آگاهانه به سمت روش منطقی سوق می‌دهد که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات، در حد بالایی قرار داشته باشد. در این رابطه تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۳</sup> و سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۴</sup> با توانایی‌های بالا در مدیریت داده‌ها و ارایه ستاده‌های جدید به عنوان ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی زیست محیطی مطرح می‌گردد [6][3]. بنابراین هدف نهایی از به‌کارگیری این سامانه، فراهم کردن پشتیبانی برای تصمیم‌گیری فضایی است [7]. یکی از مهم‌ترین توانایی‌های GIS توانایی تلفیق داده‌ها برای مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین است [8].

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

تالاب بین‌المللی قره قشلاق<sup>۵</sup> (شکل ۱) در جنوب شرق دریاچه ارومیه همه ساله شاهد حضور ده‌ها گونه پرنده مهاجر کمیاب است که این تالاب را به عنوان محل زندگی خود انتخاب می‌کنند. لذا هرگونه توسعه شهری - روستایی به سمت این تالاب پی‌آمد‌های خاص و خسارات جبران ناپذیر را به همراه خواهد داشت. آلودگی آب تالاب از طریق

1. Ecological Capability Evaluation

2. Multicriteria Decision Making

3. Geographic Information System

4. Ghare Gheslagh Wetland

قواعد تصمیم‌گیری جمعی<sup>۶</sup> از شناخته‌ترین و متداول‌ترین روش‌های MCDM در تصمیم‌گیری مبتنی بر GIS هستند. از این روش‌ها نیز روش وزن‌دهی ساده (SAW) و فرآیند تحلیل سلسله مراتب (AHP) را می‌توان نام برد. اساس این روش‌ها بر پایه میانگین وزنی قرار دارند. وزن اهمیت تخصص یافته به هر صفت در نمره مقیاس‌بندی شده آن صفت در گزینه مورد نظر ضرب شده و با جمع حاصل‌های مذکور در رابطه با تمامی صفات، امتیاز یا نمره کل در رابطه با هر گزینه به دست می‌آید. در قاعده تصمیم‌گیری برای ارزیابی هر گزینه یا  $A_i$  از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad (1)$$

که در آن  $x_{ij}$  معرف نمره گزینه  $i$  ام در ارتباط با صفت  $j$  ام و  $w_j$  یک وزن استاندارد شده است به گونه‌ای که  $\sum w_j = 1$  و  $w_j$  با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum (n - r_k + 1)} \quad (2)$$

که در آن  $w_j$  معرف وزن استاندارد شده برای معیار  $j$  ام و  $n$  معرف تعداد معیارهای مورد نظر و  $r_j$  بیانگر موقعیت رتبه‌ای هر معیار است و وزن هر معیار از روی  $n - r_j + 1$  تعیین شده و سپس با تقسیم آن بر حاصل جمع وزن‌های  $\sum (n - r_k + 1)$  به صورت استاندارد در می‌آیند [9] [10].

بدین‌منظور در ابتدا مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی که در اینجا لایه‌های اطلاعات مکانی هستند مشخص می‌شود. سپس هر لایه نقشه معیار به صورت استاندارد در می‌آیند. در گام بعدی وزن استخراج شده در لایه‌های نقشه استاندارد شده اعمال می‌شود و با اعمال عملیات همپوشانی وزنی بر روی لایه‌های نقشه استاندارد شده وزنی نمره یا امتیاز کل در رابطه با هر گزینه به دست می‌آید و نهایتاً رتبه‌بندی صورت می‌گیرد. مدل اکولوژیک توسعه کاربری شهری روستایی شامل سه طبقه بوده که از طبقه اول به سوم از درجه توان و میزان مرغوبیت توسعه شهری کاسته می‌شود [4]. با توجه به هدف پژوهش که ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت‌گاهی با تأکید بر فاکتورهای زیست‌محیطی و اکولوژیکی می‌باشد لذا مواد مورد استفاده



شکل ۲- نمونه ای از پرندگان ساکن تالاب

تالاب قره قشلاق بناب به دلیل زیبایی و تنوع گونه‌های جانوری و گیاهی به عروس تالاب‌های شمال غرب کشور شهرت یافته‌است. شهرستان بناب با وسعت ۸۰۵۳۳ هکتار در دامنه کوه سهند و در جلگه‌ای حاصلخیز واقع شده است. این شهرستان از سمت شمال به شهرستان عجب شیر، از سمت جنوب به شهرستان ملکان، از سمت شرق به شهرستان مراغه و از سمت غرب به دریاچه ارومیه محدود است. از نظر موقعیت جغرافیایی در فاصله بین طول شرقی  $45^{\circ}44'44''$  تا  $46^{\circ}11'25''$  و عرض شمالی  $37^{\circ}10'02''$  تا  $37^{\circ}32'18''$  و از نظر تقسیمات سیاسی اداری در استان آذربایجان شرقی قرار دارد. این منطقه در ارتفاع بین ۱۲۵۰ تا ۲۱۶۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد.

#### روش پژوهش

در تحلیل‌های مبتنی بر MCDM هدف این است که ضمن انتخاب بهترین یا اولویت‌دارترین مکان جغرافیایی، مکان‌هایی که در اولویت‌های بعدی هستند مشخص شده، یا مکان‌ها در یک ترتیب نزولی از اولویت رتبه‌بندی شوند. تعداد عدیده‌ای از قواعد تصمیم‌گیری وجود دارد که می‌توان از آنها در کار مسایل مبنی بر MCDM استفاده کرد.

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| اهمیت خیلی قوی                   | ۷ |
| اهمیت خیلی قوی تا فوق العاده قوی | ۸ |
| اهمیت فوق العاده قوی             | ۹ |

#### نتایج و بحث

به منظور اجتناب از خطاهای تأثیرگذار در وزن شاخص‌ها، با طراحی پرسش‌نامه از نظر متخصصان مرتبط استفاده و ماتریس‌های مقایسه‌ای و ارزشی هر داده به دست آمد. با استفاده از نرم افزار Expert Choice ماتریس‌های مقایسه‌ای تعیین شدند و ماتریس اولیه، نرمال و میزان ضریب سازگاری (CR) ماتریس دو به دویی استخراج گردید (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲- ماتریس مقایسه ای دو به دویی

| لايه       | پوشش گیاهی | زمین شناسی | محدود شده | ارتفاع | جهت | شیب |
|------------|------------|------------|-----------|--------|-----|-----|
| پوشش گیاهی | ۱          | ۴          | ۱         | ۲      | ۷   | ۳   |
| زمین شناسی | ۰.۲۵       | ۱          | ۱         | ۱      | ۲   | ۱   |
| محدود شده  | ۱          | ۱          | ۱         | ۴      | ۹   | ۵   |
| ارتفاع     | ۰.۵        | ۱          | ۰.۲۵      | ۱      | ۷   | ۲   |
| جهت شیب    | ۰.۱۴۲      | ۰.۵        | ۰.۱۱      | ۰.۱۴۲  | ۱   | ۱   |
| شیب        | ۰.۳۳       | ۱          | ۰.۲       | ۰.۵    | ۱   | ۱   |
| جمع        | ۲.۷۲۲      | ۸.۵        | ۳.۵۶      | ۸.۶۴۲  | ۲۷  | ۱۳  |

جدول ۳- ماتریس نرمال مقایسه دو به دویی

| لايه       | پوشش گیاهی | زمین شناسی | محدود شده | ارتفاع | جهت   | شیب   | وزن لایه ها |
|------------|------------|------------|-----------|--------|-------|-------|-------------|
| پوشش گیاهی | ۰.۳۶۷      | ۰.۴۷       | ۰.۲۸۰     | ۰.۲۶۱  | ۰.۲۵  | ۰.۲۳  | ۰.۲۹۷       |
| زمین شناسی | ۰.۰۹۱۸     | ۰.۱۱۷      | ۰.۲۸۰     | ۰.۱۳۰  | ۰.۰۷۴ | ۰.۰۷۶ | ۰.۱۱۳       |
| محدود شده  | ۰.۳۶۷      | ۰.۱۱۷      | ۰.۲۸۰     | ۰.۵۲۳  | ۰.۳۳  | ۰.۳۸۴ | ۰.۳۱۵       |
| ارتفاع     | ۰.۱۸۳      | ۰.۱۱۷      | ۰.۰۷۰     | ۰.۱۳۰  | ۰.۲۵  | ۰.۱۵۳ | ۰.۱۴۳       |
| جهت        | ۰.۰۵۲۱     | ۰.۰۵۸      | ۰.۰۲۰     | ۰.۰۱۸  | ۰.۰۳۷ | ۰.۰۷۶ | ۰.۰۳۹       |
| شیب        | ۰.۱۲۱      | ۰.۱۱۷      | ۰.۰۵۶     | ۰.۰۶۵  | ۰.۰۳۷ | ۰.۰۷۶ | ۰.۰۷۷       |
| CR: 0.08   |            |            |           |        |       |       |             |

بدین ترتیب وزن نسبی لایه‌ها به ترتیب بدین صورت استخراج گردید: پوشش گیاهی ۰.۲۹۷، زمین شناسی ۰.۱۱۳، محدوده حفاظت شده ۰.۳۱۵، ارتفاع ۰.۱۴۳، جهت ۰.۰۳۹ و شیب ۰.۰۷۷ و همچنین شاخص CR ۰.۰۸ که نشان‌دهنده سطح قابل قبولی است. پس از تعیین وزن نسبی معیارها،

در این بررسی را عمدتاً داده‌هایی از قبیل نقشه‌های پایه مانند نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه‌های موضوعی نظیر زمین‌شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، پوشش زمین و محدوده‌ی محافظت‌شده زیست‌محیطی می‌باشد. به منظور آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از نرم افزار ArcGIS استفاده و با استفاده از این نرم افزار در ابتدا داده‌های توصیفی و مکانی مورد تصحیحات اولیه همچون یکسان‌سازی سیستم مختصات، رقومی‌سازی و اصلاح قوانین توپولوژیک قرار گرفتند و متادیتاهای لازم برای تمامی داده‌ها ایجاد شد. همچنین به منظور تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی، نرمال‌سازی و مقایسه ماتریس‌های وزنی از نرم‌افزار Expert Choice استفاده گردید. به جهت معتبر بودن داده‌های این منطقه پس از تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای با مراجعه به سامان محیط زیست استان داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری شد.

روش مبتنی بر مقیاس دو به دویی توسط ساعتی (۱۹۸۰) در متن یک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ارائه شد. در این روش مقایسه‌های دو به دو به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود و وزن‌های نسبی به عنوان خروجی تولید می‌گردد، وزن‌ها به طور خاص با استانداردسازی بردار مشخصه<sup>۷</sup> ملازم با مقدار مشخصه حداکثر<sup>۸</sup> از ماتریس نسبت تعیین می‌شوند. به منظور درجه‌بندی و اولویت‌های نسبی در رابطه با دو به دویی معیارها از یک مقیاس پایه‌ای که در مقادیر آن ۱ تا ۹ متغییر است، استفاده می‌شود (جدول شماره ۱). در گام بعدی نسبت CR<sup>۹</sup> به منظور بهینه بودن ماتریس‌ها محاسبه می‌شود. CR به گونه‌ای تعیین می‌شود که اگر  $CR < 0.1$  باشد در این صورت دلالت بر سطح قابل قبول CR در مقایسه‌های دو به دو دارد [11].

جدول ۱- مقیاسی برای مقایسه دو به دو [11]

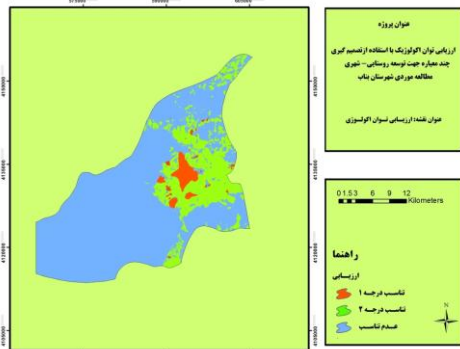
| اهمیت | تعریف                 |
|-------|-----------------------|
| ۱     | اهمیت برابر           |
| ۲     | اهمیت برابر تا متوسط  |
| ۳     | اهمیت متوسط           |
| ۴     | اهمیت متوسط تا قوی    |
| ۵     | اهمیت قوی             |
| ۶     | اهمیت قوی تا خیلی قوی |

1- Eigen vector

2- Maximum Eigen value

1- Consistency Ratio

وجود محدوده محافظت شده تالاب قره‌قشلاق که به تنهایی ۴۸ هزار هکتار مساحت از کل منطقه را در بر گرفته عامل مهم محدودکننده جهت توسعه سکونت‌گاهی است. همچنین فاکتور شیب در شمال منطقه به علت قرارگیری در دامنه‌های جنوب غربی کوه سه‌هند به عنوان عامل محدود کننده محسوب می‌شود. زمین‌های کشاورزی و باغ و مراتع نیز در مراکز و شمال منطقه عاملی دیگر نیز جهت



محدودیت برای توسعه سکونت‌گاهی است.

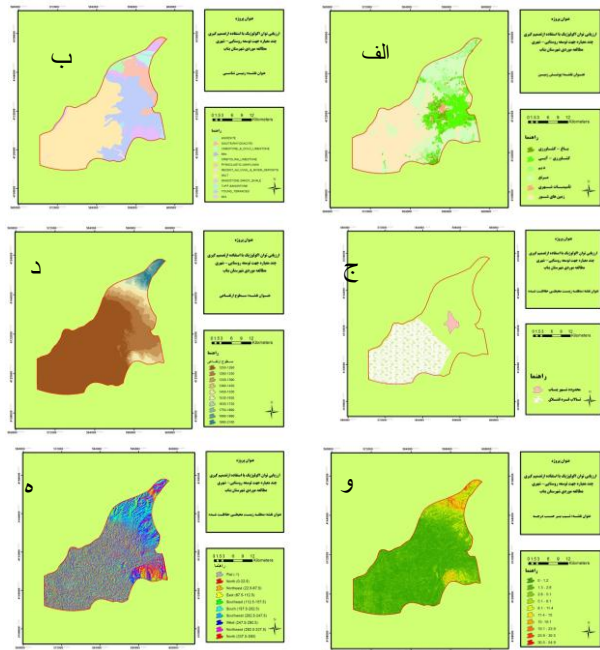
#### شکل ۴- توان اکولوژیک منطقه

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی توان اکولوژیک جهت توسعه سکونت‌گاهی با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با تاکید بر تالاب و اهمیت آن بود. از مهم‌ترین ویژگی این روش قابلیت آن در سنجش ارزش پارامترهای اکولوژیک تأثیرگذار بر توسعه سکونت‌گاهی است. توانایی دیگر این مدل عدم سنجش یکسان اهمیت و ارزش‌های این پارامترها در فرآیند ارزیابی توان اکولوژیک است. با توجه به اینکه عوامل طبیعی، شرایط زیست محیطی و اکولوژیکی به عنوان بستر طبیعی شکل‌گیری و زندگی گروه‌های انسانی است لذا حفظ و توجه به این منابع در راستای توسعه سکونت‌گاهی امری ضروری است. بدین ترتیب با توجه به ارزیابی توان اکولوژیک منطقه مورد مطالعه موارد زیر قابل ذکر است:

- از لحاظ زیست محیطی- اکولوژیکی منطقه بناب به منظور توسعه آبی وضعیت مطلوبی ندارد.
- هرگونه توسعه سکونت‌گاهی به سمت تالاب باعث برهم زدن نظم اکوسیستم و محیط زیست می‌شود.
- توسعه سکونت‌گاهی به سمت زمین‌های زراعی که در ارتباط مستقیم با معیشت مردم است، خسارات قابل توجهی به همراه خواهد داشت.

فصلنامه علمی محیط زیست (ویژه نامه تالاب‌ها) شماره ۵۳ و ۵۴ / سال ۱۳۹۱

این وزن‌ها در نقشه‌ها و لایه‌های موجود برای تحلیل ارزیابی چندمعیاره اعمال گردید. بدین منظور لایه‌های موجود روی هم‌گذاری شدند. در این روش پس از تعیین وزن نسبی هر عامل مؤثر در فرآیند تحلیل چند معیاره با تبدیل لایه‌های اطلاعاتی مؤثر به فرمت رستری امکان ترکیب وزن هر لایه با توانایی هر یک از مناطق محدوده مورد مطالعه در آن لایه فراهم می‌شود. بنابراین با احضار لایه‌های اطلاعاتی (نقشه شماره ۳ الف تا و) وزن نهایی آن لایه محاسبه و در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفتند.



شکل ۳- الف: نقشه پوشش زمین ب: نقشه زمین شناسی ج: نقشه محدوده محافظت شده د: نقشه سطوح ارتفاعی ه: نقشه شیب و: نقشه جهت شیب

نتایج بدست آمده از تحلیل نهایی با استفاده از تحلیل چندمعیاره (نقشه شماره ۴) حاکی از آن است که حدود ۴۰۲۶ هکتار از کل منطقه دارای تناسب درجه ۱، حدود ۲۰۱۳۳ هکتار دارای توان درجه ۲ و ۴۰۲۶ هکتار نیز عدم تناسب را دارا هستند. به بیان دیگر ۷۰ درصد از کل منطقه فاقد توان و تنها ۵ درصد دارای توان درجه ۱ تناسب است.

- آلودگی زیست‌محیطی که در اثر توسعه سکونت‌گاهی تولید می‌شود به هر شکل، خود باعث از بین رفتن این تالاب و گونه‌های مهاجر خواهد شد.

لذا ارزیابی توان اکولوژیک با در نظر گرفتن معیارهای مختلف همچون معیارهای طبیعی، زیست‌محیطی و اقتصادی جهت توسعه سکونت‌گاهی امری لازم و ضروری است و خود باعث کاستن از آسیب‌های ناخواسته، حفظ محیط زیست و نیل به توسعه پایدار است.

### منابع

۱. ادیمی مجرد، محمد حسین، ۱۳۶۸. مقایسه سه روش ارزیابی منابع طبیعی، تهران: دانشگاه تهران، گروه محیط زیست.

۲. رضایی، محمد رضا، ۱۳۸۴، توسعه کالبدی - فضایی شهر و نقش زیست - محیطی آن (مطالعه موردی: شیراز)، دانشگاه تربیت مدرس، گروه برنامه ریزی شهری.

۳. کاشی ساز، مهناز و همکاران، ۱۳۸۹، کاربرد فرایند سلسله مراتبی (AHP) در ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه روستایی - شهری (مطالعه موردی: منطقه صیدون استان خوزستان)، محیط زیست و توسعه، ۱: صص ۵۰-۴۳.

۴. مخدوم، مجید، ۱۳۷۹، آشنایی با نظریه مجموعه‌های فازی توأمان برای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در ایران، همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری.

[5] Aurger, P., 2000. Aggregation and emergence in ecological modeling, Ecol. Model., 127:11-2.

۶. کرم، علی، ۱۳۸۴، تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب تبریز با استفاده از رویکرد چند معیاری MCE در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۴، تهران: دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۷. فردوسی، بهرام، ۱۳۸۴، امکان‌سنجی و کاربرد سیستم تصمیم‌گیری در توسعه شهر (نمونه موردی: شهر سنندج)، دانشگاه تربیت مدرس، گروه برنامه ریزی شهری.

۸. پور احمد، احمد، حبیبی، کیومرث، زهرایی، سجاد و سعید نظری، ۱۳۸۶، استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS برای مکان‌های تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر، فصلنامه محیط‌شناسی، ۴۲، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران).

۹. پرهیزگار، اکبر، غفاری گیلانده، عطا، ۱۳۸۵، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، چاپ اول، انتشارات سمت.

[10] Malczewski, J, 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons. New York. VSA, pp.: 198-204.

[11] Saaty, T.L. 1990, Analytic hierarchy process, New York, McGraw-Hill.