

تعیین مناطق با اولویت حفاظتی در تالاب جازموریان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، ارزیابی چند معیاره و منطق فازی

چکیده

پیامد افزایش جمعیت انسان، افزایش مصرف منابع و کاهش تنوع زیستی است. روند فزاینده انقراض موجب شده با توجه به ارزش‌های ذاتی گونه‌ها اقدام به حفاظت از آن‌ها کند و نتیجه این کار شکل‌گیری مناطق حفاظت‌شده است. تالاب جازموریان یک تالاب فصلی در غرب استان سیستان و بلوچستان است که از طیف وسیعی از گونه‌های حیات‌وحش و بخصوص انواع پرندگان، در جنوب شرق ایران حمایت می‌کند. به‌منظور فراهم ساختن حمایت مؤثر از وحوش زیستای تالاب جازموریان، نقشه مناطق با اولویت حفاظتی زیاد این زیستگاه تهیه گردید. به این منظور ابتدا نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ۵، سنجنده TM مربوط به فروردین سال ۱۳۸۹ به روش طبقه‌بندی ترکیبی تصاویر ماهواره-ای در شش طبقه تهیه گردید. برای تعیین مناطق بارزش حفاظتی بیشتر، با استفاده از نظر کارشناسان و مردم محلی و به روش دلفی معیارهای مهم در این زیستگاه در چهار طبقه فاصله از جاده، مناطق مسکونی، آب‌های عمیق و پوشش گیاهی تعیین شدند. به‌منظور تعیین وزن هر کدام از معیارها از روش AHP استفاده گردید. برای هر کدام از معیارها، نقشه فاصله تهیه و پس از تعیین نوع تابع فازی و فازی نمودن نقشه فاصله، لایه‌ها با استفاده از ارزیابی چند معیاره و به روش ترکیب خطی وزنی WLC باهم تلفیق شدند و نقشه مناطق با اولویت حفاظتی تهیه گردید. با توجه به اینکه برخی مناطق دارای حداقل سطح مؤثر نبودند، لکه‌های با مساحت کمتر از ۱۰ هکتار، با اعمال فیلتر حذف و حدود ده درصد کل منطقه به‌عنوان نواحی امن در نظر گرفته شد.

واژگان کلیدی: تالاب جازموریان، حفاظت، ارزیابی چند معیاره، فازی، زون امن.

وحید راهداری^{۱*}

سعیده ملکی^۲

سعید محمودی^۳

محمدرضا علی مرادی^۴

نیره پورملایی^۵

مهدی کدخدایی^۶

الهام آبتین^۷

۱ و ۲. دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی

اصفهان، اصفهان، ایران

۳. دکتری اقلیم‌شناسی، اداره کل محیط‌زیست استان سیستان

و بلوچستان، زابل، ایران

۴. کارشناس ارشد محیط‌زیست، اداره کل محیط‌زیست استان

سیستان و بلوچستان زابل، ایران

۵. کارشناس ارشد مرتع‌داری، اداره کل محیط‌زیست استان

سیستان و بلوچستان، زابل، ایران

۶ و ۷. کارشناس ارشد محیط‌زیست، اداره کل محیط‌زیست

استان سیستان و بلوچستان، زابل، ایران

*مسئول مکاتبات:

vahid_rahdari@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۵-۳۰-۲۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۹

مقدمه

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم‌های کره زمین می‌باشند که کارکردهای بسیار زیادی را در منطقه‌ای که در آن قرار دارند انجام می‌دهند (شامحمدی و ملکی، ۱۳۸۹). این نواحی به‌عنوان یک اکوسیستم بینابینی میان اکوسیستم‌های خشکی و آبی، زیستگاه مناسبی برای جانوران و گیاهان می‌باشد. امروزه تالاب‌ها تحت تأثیر فعالیت‌های انسان در دنیا بوده که در نتیجه آن حیات و کارکردهای بسیاری از آن‌ها در معرض خطر قرار گرفته است. این مسئله لزوم مدیریت مناطق تالابی را نشان می‌دهد (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲).

یکی از دغدغه‌هایی که اکثر مدیران مناطق حفاظت‌شده با آن روبرو هستند، زون بندی مناطق حفاظت‌شده برای کاربری‌های مختلف است. از مهم‌ترین کاربری‌هایی که مورد توجه و حمایت مدیران قرار دارد، حفاظت می‌باشد (Hajehforooshnia et al., 2011).



زون بندی در مدیریت مناطق تحت حفاظت، راهکاری است که از طریق آن تعارضات مناطق حفاظت شده کاهش یافته و فرصت لازم برای اتخاذ تدابیر موردنیاز فراهم می شود. طی این فرایند، محدوده مناطق حفاظت شده متناسب با توان اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی، برای کاربری-های مجاز پهنه بندی شده و واحدهای برنامه ریزی یعنی زون ها شکل می گیرند. زون ها بستر برنامه ریزی راهبردی و مناسبات مدیریت و پایش منطقه را فراهم می آورند (نجمی زاده و یآوری، ۱۳۸۴).

زون بندی، این امکان را به وجود می آورد که مناطق تحت حفاظت به اهداف چندجانبه خود بدون هرگونه تعارض با نواحی دیگر، دست یافته و اهداف حفاظت آن بی کم و کاست برآورده شده و موجودیت منابع آن ها را تا بلندمدت تضمین می کند (مجنونیان، ۱۳۸۱). در مدیریت و زون بندی مناطق حفاظت شده با معیارهای چندگانه ای روبرو هستیم که گاه متضاد یکدیگر می باشند (فراشی و شریعتی، ۱۳۹۲).

تصمیم گیری چندمعیاره (Multi-Criteria Decision Making) روشی برای تصمیم گیری در مورد اهداف پیچیده چندگانه است. این روش برای حل مسائل در مقیاس های زمانی بلندمدت، عدم قطعیت، ریسک و موضوعات پیچیده به کار می رود (میرکتولی و کنعانی، ۱۳۹۰). استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی به همراه روش های ارزیابی چند معیاری (Multi-Criteria Evaluation) به عنوان دو زمینه تحقیقی و مطالعاتی امکان استفاده از برتری ها و قابلیت های همدیگر را ممکن می سازد. ارزیابی چند معیاری، مجموعه ارزشمندی از فنون و روش های مختلف را برای نشان دادن اولویت های تصمیم گیران و ترکیب آن ها در مطالعات موردی بر پایه GIS و در تبیین دامنه وسیعی از موقعیت های تصمیم گیری ارائه می کند (Sánchez et al., 2013).

روش های مختلفی برای شناسایی معیارها وجود دارد. یکی از این روش ها، روش دلفی می باشد که در آن با ارائه پرسشنامه در طی چند مرحله معیارهای موردنیاز برای مطالعه تعیین می گردند (Hajehforooshnia et al., 2011).

با توجه به اینکه در روش های تصمیم گیری چند معیاره، معیارها از اهمیت متفاوتی برخوردار هستند، لذا باید اطلاعاتی درباره ارزش های هر یک از معیارها داشت. این مسئله با تعیین وزن برای هر معیار ممکن خواهد شد. فرایند تحلیل تصمیم AHP یک روش کاربردی در تعیین وزن معیارها و اهداف می باشد. (Sánchez et al., 2013). فراشی و شریعتی (۱۳۹۲) به منظور زون بندی پارک ملی کلاه قاضی با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره، معیارهای موردنظر را شناسایی و با استفاده از نظر کارشناسان به روش (Analytical Hierarchy process AHP) وزن معیارها را محاسبه کردند. سپس اقدام به ترکیب معیارها کرده و نقشه زون بندی منطقه را تهیه نمودند. Hajehforooshnia و همکاران (۲۰۱۱) برای زون بندی پارک ملی قمیشلو در استان اصفهان، نقشه کاربری و پوشش اراضی را با استفاده از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای تهیه نمودند. به منظور زون بندی پارک ملی قمیشلو از ۹ معیار استفاده کردند. آن ها وزن معیارها را به روش AHP مشخص کرده و سپس برای ترکیب وزن ها با معیارها، از ارزیابی چند معیاره به روش ترکیب خطی وزنی (WLC) استفاده نمودند. آن ها درجه تناسب را توسط توابع عضویت فازی تعریف کردند که منتج به ایجاد ۴ زون حفاظتی، تفرج، احیاء و زون فرهنگی شد.

امروزه با پیشرفت فن آوری، استفاده داده های ماهواره با استقبال خاصی روبه رو شود. رقومی بودن تصاویر ماهواره ای از مزایای آن است که امکان بسیاری از تجزیه و تحلیل ها و پردازش های کامپیوتری را بر روی تصاویر ماهواره ای فراهم می کند. از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای نقشه های موضوعی به دست می آید که نشان دهنده توزیع جغرافیایی منابع اکولوژیکی از قبیل خاک، آب و گیاه خواهد بود (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲). روش های مختلفی برای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای وجود دارد. یکی از این روش ها، طبقه بندی ترکیبی تصاویر ماهواره ای می باشد. با استفاده از این روش و تلفیق آن با مفهوم طبقه بندی اندرسون که در آن برای هر طبقه تعریفی ارائه می گردد، امکان تهیه نقشه های دقیق و موضوعی فراهم می گردد (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲).

راهداری و همکاران (۱۳۹۲)، به منظور زون بندی پناهگاه حیات وحش هامون، با بررسی حضور پرندگان در هر طبقه پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و قابلیت های سامانه های اطلاعات جغرافیایی، اقدام به طبقه بندی منطقه بر اساس اولویت های زیستگاهی کردند.

یکی از کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای مطالعات پوشش گیاهی می‌باشد. به این منظور از شاخص‌های گیاهی استفاده می‌گردد. شاخص‌های مختلفی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تهیه می‌گردد.

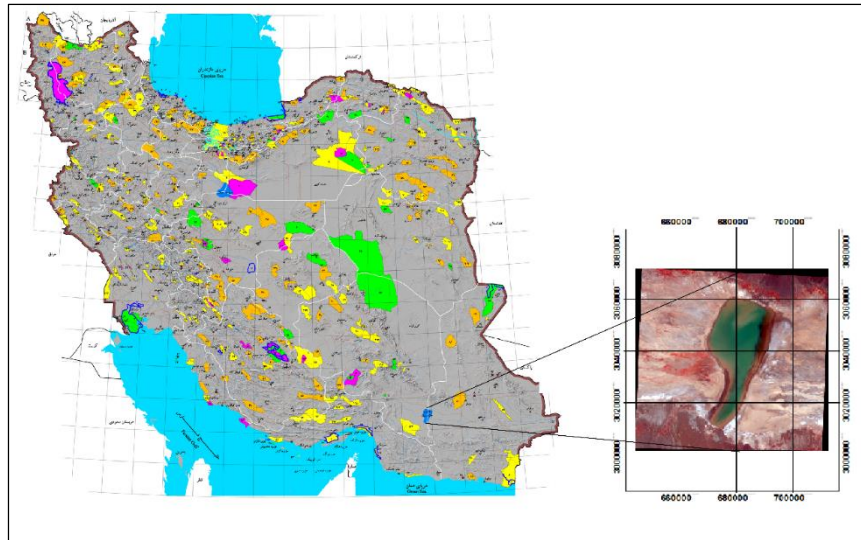
در میان شاخص‌های گیاهی، در برخی، از مفهوم خط خاک استفاده و میزان پوشش گیاهی با محاسبه تفاوت بازتاب هر پیکسل از خاک لخت محاسبه می‌کند. با افزایش مقدار پوشش گیاهی از میزان تأثیر پس‌زمینه خاک کاسته شده و پیکسل‌ها با پوشش گیاهی از خط خاک فاصله می‌گیرند. مفهوم خط خاک در این شاخص‌ها اشاره به خطی دارد که از پیکسل‌های با خاک لخت تشکیل شده است. با افزایش میزان پوشش گیاهی هر پیکسل، فاصله آن از خط خاک، به‌طور عمود بر خط خاک افزایش می‌یابد. این دسته از شاخص‌های گیاهی می‌توانند به‌طور مؤثری از بازتاب خاک سطح زمین می‌کاهد (Esteman, 1995).

ملکی و همکاران (۱۳۸۹)، به‌منظور بررسی مناطق مناسب زیستگاهی برای قوچ و میش در پناهگاه حیات‌وحش موته ابتدا نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه را تهیه نمودند. سپس با استفاده از حضور و عدم حضور قوچ و میش در هر یک از طبقات، اقدام به تهیه نقشه مناطق مناسب قوچ و میش نمودند.

هدف از این مطالعه، تعیین مناطق بارزش حفاظتی زیاد در منطقه تالابی و دشتی جازموریان با توجه به وحوش مشاهده‌شده شامل پرندگانی از راسته اردک سانان و هوبره از راسته درناسانان که از مهم‌ترین جانوران زیستای منطقه می‌باشند، است.

مواد و روش‌ها

منطقه تالابی جازموریان، دریاچه فصلی در غرب بلوچستان قرار دارد که نیمی از آن در استان کرمان بین شهرستان‌های ایرانشهر و کهنوج در موقعیت جغرافیایی $58^{\circ}39'$ تا $59^{\circ}14'$ طول شرقی و $27^{\circ}10'$ تا $27^{\circ}38'$ عرض شمالی واقع شده است. این منطقه از نظر توپوگرافی فاقد عارضه و اختلاف ارتفاع اندک و به‌صورت دشتی می‌باشد. مساحت منطقه مطالعه 236280 هکتار می‌باشد. اقلیم منطقه به روش دومارتون خشک است. این منطقه در زمان آبیگری زیستگاه بسیار مناسبی برای طیف وسیعی از پرندگان آبی از پرندگان آبی مانند انواع اردک‌های روی آب‌چر، انواع گونه‌ها از راسته لک‌سانان، آبچلیک سانان و ... می‌باشد. همچنین اراضی مجاور این تالاب یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های زمستان گذران هوبره که یک‌گونه در معرض خطر و بارزش حفاظتی بالا است، طیف وسیعی از خزندگان و نیز زیستگاه منحصر به فرد گربه شنی می‌باشد. شکل ۱، موقعیت منطقه جازموریان در مرز استان‌های سیستان و بلوچستان و کرمان، در کشور و در میان مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست را نشان می‌دهد (بیگنه و حیدری، ۱۳۹۲).



شکل ۱: موقعیت منطقه جازموریان در استان و کشور.

در این تحقیق از تصویر ماهواره‌ای سنجنده TM ماهواره لندست مربوط به ۱۳۸۹/۱/۱۷ از منطقه مطالعه و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استفاده گردید. به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی و نقشه مناطق باارزش حفاظتی، بازدید میدانی در زمان مشابه با برداشت تصویر از منطقه و در فروردین ماه سال ۱۳۹۳ انجام گردید.

در این مطالعه، نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از ترکیبی از روش‌های مختلف برای کاربری و پوشش‌های اراضی مختلف تهیه گردید. به منظور نمونه‌برداری میدانی ابتدا کاربری و پوشش‌های اراضی منطقه مشخص شد و برای هر کدام تعریفی بیان شد. سپس برای تعیین نقاط نمونه‌برداری جهت شناسایی تنوع باز تابش‌های یک پدیده، طبقه‌بندی نظارت‌نشده به روش خوشه‌ای بر روی تصویر انجام و ۱۸ طبقه بدون برچسب تهیه گردید. سپس در هر طبقه تعریف‌شده، از عوارض موجود در آن بر اساس تعریف با پراکنش مناسب نمونه‌برداری انجام شد. بازدیدهای میدانی نشان داد در اکثر قسمت‌های منطقه جازموریان پوشش گیاهی یک اشکوبه است بنابراین نمونه‌برداری به روش اندازه‌گیری دو قطر اصلی انجام و مساحت محل نمونه‌برداری‌ها در هر منطقه از روش حداقل مساحت مؤثر (۳m × ۷m) در نظر گرفته شد (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲a). برای ایجاد همبستگی بین قدرت تفکیک مکانی سنجنده و برداشت‌های میدانی، نمونه‌برداری در مناطقی انجام گردید که روند تغییرهای درصد تاج پوشش گیاهی دارای شیب کمی بود و منطقه نسبتاً وسیع و همگنی از لحاظ تاج پوشش گیاهی را در برمی‌گرفت. محل نمونه‌برداری‌ها از عوارضی مانند جاده‌ها، مناطق مسکونی و آبراهه‌ها حداقل ۲۰۰ متر فاصله داشتند. مختصات مرکز هر محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. برای بررسی شوری خاک، در هر دسته طبقه‌بندی نظارت‌نشده که بر روی زمین خصوصیات خاکه‌ای شور را داشت، با پراکنش مناسب نمونه برداشت شد. در این مطالعه با توجه به عمق کم آب تالاب، طبقات عمق به دودسته کمتر از یک متر با عنوان کم‌عمق و بیش از یک متر با عنوان عمیق در نظر گرفته شد. عمق آب با استفاده از قایق و با استفاده از متر اندازه‌گیری شد و موقعیت هر محل و عمق مربوطه ثبت گردید. همچنین محدوده مناطق مسکونی و مسیر جاده نیز تعیین گردید. نمونه‌برداری از تمامی عوارض منطقه در اول اردیبهشت سال ۱۳۹۳ در زمان مشابه برداشت تصویر انجام شد.

برای طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم شامل تصحیح هندسی و اتمسفریک انجام شد. با توجه به اینکه تصحیح هندسی از ابتدا بر روی تصاویر انجام شده بود به منظور بررسی دقت آن، با استفاده از ۲۸ نقطه کنترل زمینی که در محل تقاطع جاده‌ها و عوارض مشخص

بر روی تصویر کنترل گردید که کمتر از ۰/۵ پیکسل و قابل قبول بود. با توجه به وجود منابع آبی در منطقه، تصحیح اتمسفریک با استفاده از اطلاعات همراه تصویر و به روش عارضه تاریک انجام گردید.

پس از بررسی‌های انجام‌شده، مرز منطقه بر اساس نظرات کارشناسان و خصوصیات زیستگاهی تعیین و بر روی تصویر ماهواره‌ای اعمال گردید.

به‌منظور انجام پردازش بصری پس از انجام پردازش OIF تصاویر رنگی کاذب با ترکیب باندی آبی، سبز و مادون قرمز نزدیک تهیه شد. با استفاده از نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه، طبقه‌بندی تصویر به روش ترکیبی انجام و نقشه نهایی در شش طبقه آب عمیق، آب‌های کم‌عمق، اراضی شور، اراضی بایر، پوشش گیاهی و مناطق مسکونی و مناطق مناسب گردشگری طبیعت (اکوتوریسم) تهیه شد. به این منظور از مفهوم طبقه‌بندی اندرسون استفاده گردید.

نقشه مناطق عمیق تر دریاچه با انجام طبقه‌بندی مجدد بر روی باند ۴ سنجنده TM تهیه شد. به این ترتیب که موقعیت مناطق با عمق آب بیش از یک متر به‌عنوان آب‌های عمیق تعیین و پس از تعیین مقدار عددی آن‌ها در باند ۴ سنجنده با اعمال طبقه‌بندی مجدد نقشه آنها تعیین گردید. برای تهیه نقشه پوشش گیاهی، برخی از شاخص‌های گیاهی مناسب مناطق خشک تهیه شدند. برای تهیه شاخص‌هایی که در آن‌ها از معادله خط خاک استفاده شده بود، ضرایب مربوط به خط خاک تهیه گردید. به این منظور ابتدا بر روی تصویر شاخص NDVI مقدار عددی مناطقی که در بازدهی‌های میدانی به‌عنوان خاک لخت مشخص شده بودند، تعیین و با اعمال طبقه‌بندی مجدد، بر روی شاخص NDVI، لایه خاک از تصویر جدا شد.

با انجام رگرسیون خطی بین باندهای قرمز به‌عنوان متغیر وابسته و باند مادون قرمز نزدیک به‌عنوان متغیر مستقل معادله خط خاک برای تهیه شاخص‌های DVI, PVI, MSAVI، تهیه شد:

$$Y = 0.71X + 0.23$$

با استفاده از شیب خط و عرض از مبدأ معادلات خاک تهیه‌شده، اقدام به تولید شاخص‌های گیاهی مذکور با استفاده از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک شد (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲؛ Estman, 1995; a).

با توجه به هدف مطالعه و با استفاده از موقعیت نمونه‌های برداشت‌شده که در آن‌ها درصد تاج پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد وجود داشت، با اعمال رگرسیون ساده خطی بین مقدار تاج پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته و مقدار عددی هر پلات در شاخص گیاهی به‌عنوان متغیر مستقل، مدل‌های درصد تاج پوشش گیاهی تهیه و ضرایب توصیف درصد تاج پوشش برای هر مدل محاسبه گردید. در نهایت با استفاده از شاخص گیاهی SAVI و مدل تهیه‌شده برای این شاخص، نقشه درصد تاج پوشش گیاهی منطقه در یک طبقه بیش از ۲۰ درصد تهیه شد.

لایه جاده، با رقومی کردن تصویر ماهواره‌ای در محل جاده و رستری نمودن لایه دیجیتال شده تهیه شد. مناطق مسکونی و گردشگری شمال شرق منطقه مورد توجه قرار گرفت و محدوده آن‌ها با استفاده از GPS تعیین و لایه مربوط به آن تهیه گردید. در نهایت تمامی لایه‌ها با یکدیگر ترکیب و نقشه نهایی کاربری و پوشش اراضی منطقه به روش ترکیبی تهیه شد. پس از تهیه نقشه لایه‌های بیان‌شده و حذف آن‌ها از تصویر منطقه، نقشه خاک‌های با تاج پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد و شوری کمتر از ۴ dSm به‌عنوان اراضی بایر تهیه شد.

دقت نقشه تهیه‌شده با استفاده از نمونه‌های برداشت‌شده از سطح زمین که در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی مورد استفاده قرار نگرفته بود بررسی و ماتریس خطا تهیه گردید.

به‌منظور تهیه نقشه مناطق با اولویت بالای حفاظت یا زون امن در منطقه معیارهای مورد نظر با استفاده از نظر کارشناسان شناسایی شد. به این منظور از روش دلفی Delphi استفاده و تعداد ۱۴ نفر از متخصصان و ذی‌نفعان انتخاب گردید. سپس خصوصیات زیست‌محیطی منطقه مانند منابع اکولوژیک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به همراه موقعیت قرارگیری مناطق مسکونی و منبع درآمد ساکنان به آن‌ها توضیح داده شد. با

توجه به توضیحات ارائه شده گروه کارشناسی، برخی از پارامترها را جهت تعیین مناطق باارزش حفاظتی زیاد معرفی نمودند. معیارها در چند مرحله با استفاده از نظر خبرگان تعیین شد. همچنین پس از تعیین نهایی معیارها با استفاده از روش AHP وزن معیارها تعیین گردید.

در نهایت با توجه به بکر بودن منطقه، بر اساس نظر کارشناسان و مرور منابع (ملکی و همکاران (۲۰۱۶)، اسد الهی و همکاران (۱۳۹۱)، ظهوری و همکاران (۱۳۹۳)، فراشی و شریعی (۱۳۹۲) و Hajehforooshnia و همکاران (۲۰۱۱)، ۴ معیار، شامل فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، نزدیکی به قسمت‌های عمیق دریاچه و نزدیکی به پوشش گیاهی برای تعیین زون امن مورد توجه کارشناسان قرار گرفت.

با استفاده از عملگر Distance در محیط GIS نقشه فاصله از تمامی معیارها تهیه شد. به منظور تهیه نقشه زون امن منطقه در این مطالعه از مفهوم Fuzzy استفاده شد. ابتدا توابع فازی و نوع آن‌ها مشخص و نقشه‌های فاصله تبدیل به نقشه فازی شد. با توجه به بررسی منابع انجام شده و نظر کارشناسان، توابع فازی فاصله از مناطق مسکونی و جاده از نوع توابع افزایشی و خطی و توابع فاصله از پوشش گیاهی و آب از نوع توابع کاهنده و خطی انتخاب گردید. در مرحله بعد مقادیر نقاط مختلف توابع فازی با استفاده از نظر کارشناسان انتخاب شد.

نقشه نهایی زون امن با استفاده از فرایند ارزیابی چند معیاره (MCE) و با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی یا (WLC) با اعمال وزن‌های هر لایه نقشه زون امن تهیه شد. نقشه تهیه شده دارای لکه‌های کوچکی بود که امکان مدیریت مؤثر و عملی بر روی آن‌ها وجود نداشت. لذا بر اساس طرح‌های آمایشی به منظور انجام مدیریت مؤثر حداقل مساحت ۱۰ هکتار برای لکه‌ها در نظر گرفته و سایر لکه‌های کوچک‌تر حذف شد. به این منظور از روش فیلتر کردن استفاده گردید.

نتایج

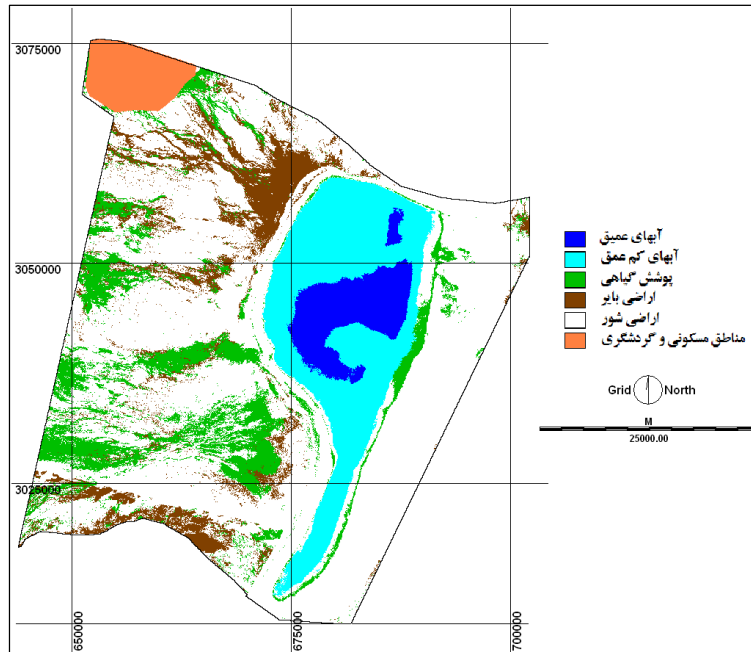
نقشه پوشش گیاهی با تهیه معادله خاک و همچنین شاخص SAVI تهیه گردید (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲؛ Estman, 1995). جدول ۱، مدل پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از شاخص‌های گیاهی تهیه شده از تصویر سنجنده TM را نشان می‌دهد. در این جدول، Y درصد تاج پوشش گیاهی و X مقدار عددی پلات در شاخص گیاهی می‌باشد. همان‌طور که جدول ۱، نشان می‌دهد به‌غیر از NDVI سایر شاخص‌ها دارای ضریب توصیف نزدیک به یکدیگر می‌باشند که به دلیل حذف اثر بازتابش خاک، در آن‌ها است (Masoud and Koike, 2006; Rahdary et al., 2008).

مطالعات میدانی، نظرات کارشناسان و افراد محلی مشخص شد که هوبره به‌عنوان یک‌گونه در معرض خطر و ارزش حفاظتی بالا معمولاً در تاج پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد مشاهده گردیده است. لذا با توجه به مدل‌های تهیه شده با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی شاخص SAVI که دارای بیشترین ضریب توصیف پوشش گیاهی بود، نقشه تاج پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد تهیه شد. جدول ۱، شاخص‌های مورد استفاده و مدل به‌دست آمده برای پوشش گیاهی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مدل‌های درصد تاج پوشش گیاه، تهیه شده با استفاده شاخص‌های گیاهی.

Kappa.C	ضریب توصیف R2	مدل پوشش گیاهی	نام شاخص گیاهی
۰/۷۹	**۰/۷۸	$Y = ۳۹۲/۷X + ۶۴/۶۶$	SAVI
۰/۷۵	**۰/۷	$Y = ۱/۲۶X + ۷/۰۲$	PVI
۰/۷۸	**۰/۷۷	$Y = ۱۶۴/۹۷ + ۳۳$	TSAVII
۰/۷۱	**۰/۶۳	$Y = ۱۱/۳-۳۲/۷$	MSAVII
۰/۵	**۰/۵	$Y = ۱۷۹/۳X + ۲۴/۸۹$	NDVI

نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه در ۶ طبقه به روش طبقه‌بندی ترکیبی، تهیه گردید. شکل ۲، نقشه کاربری و پوشش اراضی را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه جازموریان در سال ۱۳۸۹.

مساحت هر طبقه از کاربری و پوشش اراضی در نقشه تهیه‌شده در جدول ۲، نشان داده‌شده است.

جدول ۲: مساحت طبقات مختلف کاربری و پوشش اراضی تالاب جازموریان در سال ۱۳۸۹.

طبقات	آب‌های عمیق	آب‌های کم‌عمق	پوشش گیاهی	اراضی بایر	اراضی شور	مناطق مسکونی و گردشگری
مساحت (هکتار)	۱۰۸۴۲	۳۳۹۷۹	۲۸۳۵۶	۲۱۲۳۹	۱۳۵۴۰۰	۷۶۷۲

پس از تهیه نقشه، میزان دقت آن با استفاده از این نمونه‌ها بررسی‌شده، برحسب ضریب کاپا، دقت کلی، دقت کاربر و تولیدکننده و خطای کمسیون و امسیون بررسی گردید. جدول ۳، نشان‌دهنده ماتریس خطای نقشه تهیه‌شده می‌باشد.

جدول ۳: ماتریس خطای محاسبه شده برای نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۸۹.

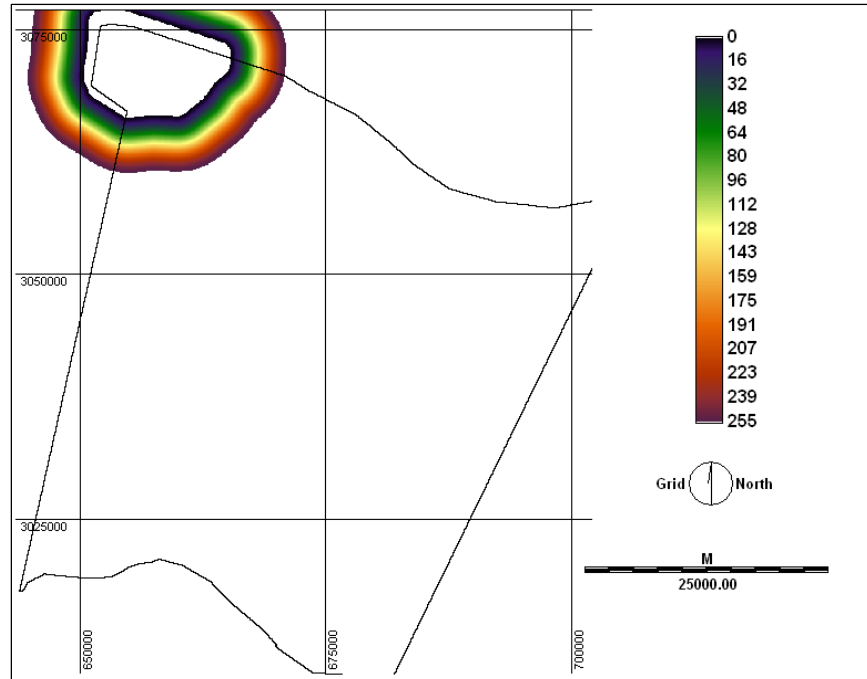
دقت کاربر	خطای کمسیون	مجموع	مناطق مسکونی و گردشگری	شوره زار	اراضی بایر	پوشش گیاهی	آب های کم عمق	آب های عمیق	
۰/۸۶	۰/۱۳۱	۲۲۰۴۵	۰	۰	۰	۰	۱۹۱۴۲	آب های عمیق	
۰/۷۷	۰/۲۲۶	۲۱۹۰۰	۰	۰	۰	۰	۴۹۵۲	آب های کم عمق	
۰/۹۶	۰/۰۳۹	۷۶۵۹	۰	۱۹	۲۸۱	۷۳۵۹	۰	پوشش گیاهی	
۰/۹۴	۰/۰۵۸	۱۲۲۶۷	۰	۵۲۵	۱۱۵۵۳	۱۸۹	۰	اراضی بایر	
۰/۹۲	۰/۰۷۵	۱۸۲۰۷	۰	۱۶۸۳۲	۱۲۸۷	۸۸	۰	شوره زار	
۱	۰,۰۰۰	۵۷۵۲	۵۷۵۲	۰	۰	۰	۰	مناطق مسکونی و گردشگری	
-	مجموع عناصر قطر	مجموع	۵۷۵۲	۱۷۳۷۶	۱۳۱۲۱	۷۶۳۶	۱۹۸۵۱	۲۴۰۹۴	مجموع
	۷۷۵۸۶	۸۷۸۳۰							
۰/۸۵	ضریب کاپا	-	۰/۰۰۰	۰/۰۳۱	۰/۱۱۹	۰/۰۳۶	۰/۱۴۶	۰/۲۰۵	خطای اومسیون
%۸۸	دقت کلی	-	۱	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۹۶	۰/۸۵	۰/۷۹	دقت تولید کننده

به منظور تهیه نقشه مهم ترین زیستگاه های منطقه یا نواحی امن با استفاده از مرور منابع (ملکی و همکاران (۲۰۱۶)، اسد الهی و همکاران (۱۳۹۱)، ظهوری و همکاران (۱۳۹۳)، فراشی و شریعی (۱۳۹۲) و Hajehforooshnia و همکاران (2011)، نظرات کارشناسان و افراد خبره محلی و با استفاده از روش دلفی پس از تهیه پرسشنامه، توضیح نیازهای حیات وحش، شرایط زیستگاهی منطقه و هدف مطالعه، ۴ معیار فاصله از جاده، فاصله از منطقه مسکونی و گردشگری، فاصله از آب های عمیق و فاصله از پوشش گیاهی انتخاب گردید و نقشه آن ها به صورت جداگانه تهیه شد. همچنین پس از تعیین نهایی معیارها با استفاده از روش AHP وزن معیارها تعیین گردید. وزن تعیین شده برای دوری از مناطق مسکونی و دوری از شهر هر کدام برابر ۰/۱۵ و وزن نزدیکی به آب های عمیق ۰/۳۵ و نزدیکی به پوشش گیاهی ۰/۳ در نظر گرفته شد. همچنین به منظور ارزیابی دقت پرسشنامه های تکمیل شده در روش AHP، نرخ سازگاری برابر ۰/۰۷ محاسبه شد که کمتر از ۰/۱ و قابل قبول بود (پرهیزکار و غفاری، ۱۳۹۰).

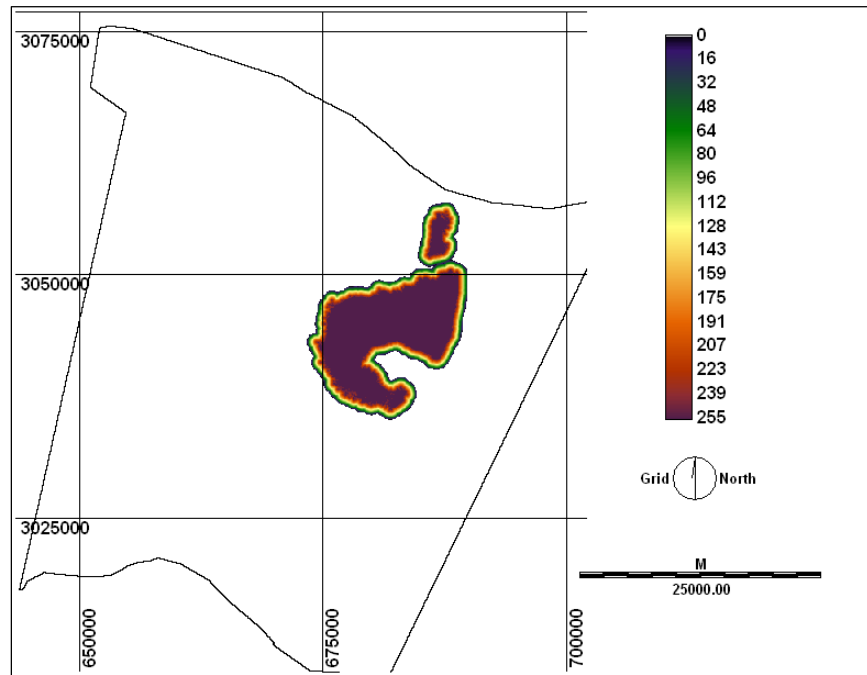
به منظور تهیه نقشه زیستگاه های مهم نقشه های فاصله به صورت فازی درآمد. جدول ۴، نوع توابع فازی و آستانه های در نظر گرفته شده برای فاصله از هر معیار بر حسب متر و شکل ۳ تا ۶ نقشه فازی شده معیارهای مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۴: نوع توابع فازی برای معیارهای مطالعه و مقادیر توابع بر حسب متر.

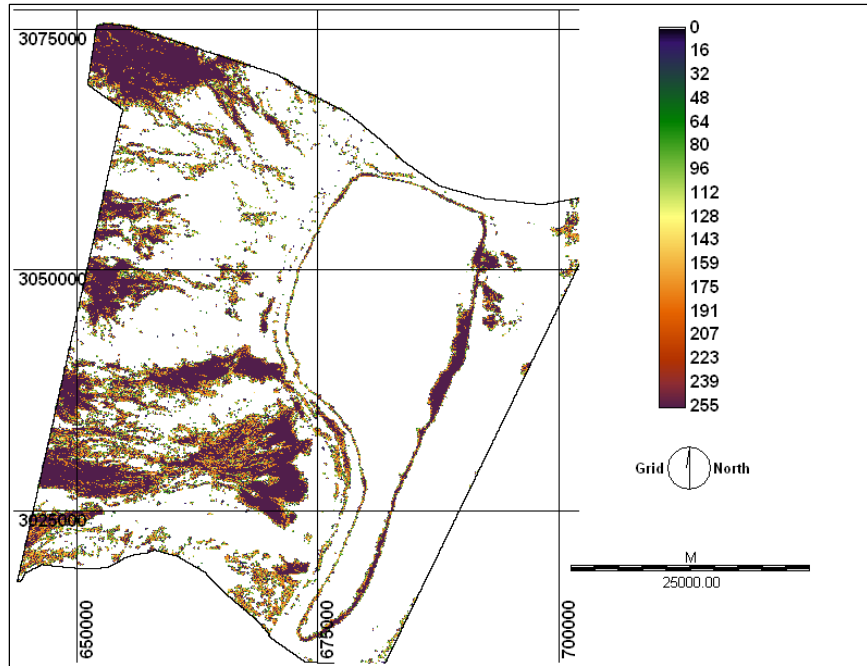
معیار	نوع تابع فازی	مقدار a	مقدار b	مقدار c	مقدار d
فاصله از جاده	تابع فزاینده خطی	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰
فاصله از مناطق مسکونی و گردشگری	تابع فزاینده خطی	۲۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰
تابع فاصله از آب	تابع کاهنده خطی	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
تابع پوشش گیاهی	تابع کاهنده خطی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰



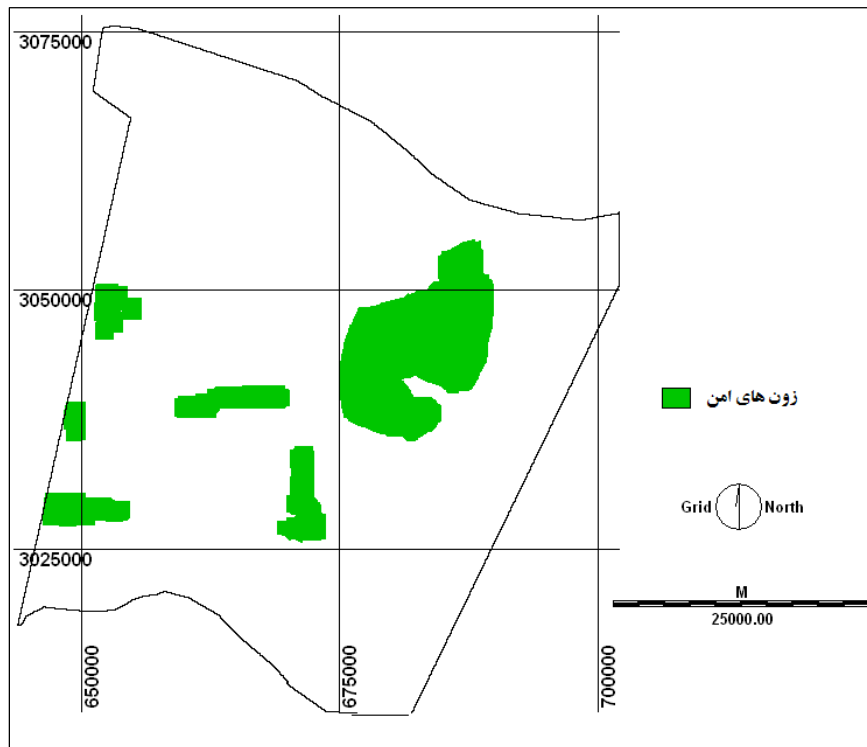
شکل ۳: نقشه فازی فاصله از آب‌های عمیق.



شکل ۴: نقشه فازی فاصله از پوشش گیاهی.

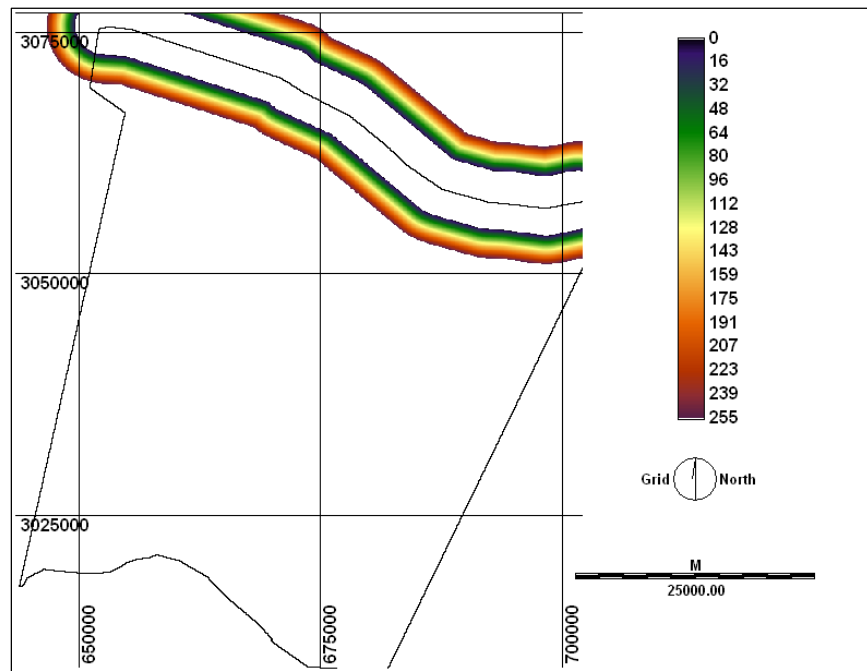


شکل ۵: نقشه فاصله از مناطق مسکونی و گردشگری.



شکل ۶: نقشه فاصله از جاده.

به منظور تهیه نقشه نهایی زون امن با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره و ترکیب خطی وزنی یا (WLC)، با اعمال وزن‌های هر لایه، نقشه مناطق بارزش حفاظتی زیاد، تهیه شد. نقشه تهیه شده دارای لکه‌های کوچکی بود که امکان مدیریت مؤثر و عملی بر روی آن‌ها وجود نداشت. لذا بر اساس طرح‌های آمایشی به منظور انجام مدیریت مؤثر حداقل مساحت ۱۰ هکتار برای لکه‌ها در نظر گرفته شد و سایر لکه‌های کوچک‌تر حذف شد (تقی زاده و همکاران، ۱۳۹۲). به این منظور از روش فیلتر کردن استفاده شد. مساحت این منطقه در حدود ۲۵/۰۰۰ هکتار می‌باشد. شکل ۷، نقشه نهایی زون‌های امن منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۷: نقشه مناطق بارزش حفاظتی زیاد یا زون‌های امن در منطقه جازموریان

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از منابع بارزش محیطی، که می‌توان جزء مهم‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی از آن‌ها نام برد تالاب‌ها می‌باشند. عدم حفاظت از تالاب‌ها باعث می‌شود روند تخریب از حوضه تالاب فراتر رفته و دامنه وسیع‌تری پیدا کرده و بازتاب آن مستقیماً به وضعیت اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی منطقه لطمه وارد نماید. به دلیل اهمیت وجود تالاب‌ها ضروری است فعالیت‌هایی جهت یکپارچه کردن مدیریت آن، برای حفاظت و توسعه این مناطق موردتوجه قرار گیرد (شاه‌محمدی و ملکی، ۱۳۹۰).

با توجه به اینکه یک سرزمین تحت تأثیر عوامل مختلفی می‌باشد که در مدیریت جامع باید دخالت داده شوند، در چنین شرایطی با تصمیم‌گیری‌هایی مواجه خواهیم بود که تحت تأثیر معیارهای متعددی هستند (پرهیزکار و غفاری، ۱۳۹۰). در این مطالعه با توجه به بکر بودن منطقه معیارهای مختلف اجتماعی و اکولوژیکی موردتوجه قرار گرفت و نقشه آن‌ها به روش‌های مختلف تهیه و معیارهای فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از آب‌های عمیق و فاصله از پوشش گیاهی تهیه گردید. ملکی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود به منظور شناسایی مناطق با اولویت احیا در تالاب هامون از معیارهای مشابه استفاده کردند. اسد الهی و همکاران (۱۳۹۱)، ظهوری و همکاران (۱۳۹۳)، فراشی و

شریعتی (۱۳۹۲) و Hajehforooshnia و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات خود به منظور زون بندی مناطق تحت حفاظت از روش های تصمیم گیری چند معیاره، از معیارهای مشابه و متناسب با مناطق مطالعه خود، استفاده کرده اند.

در این مطالعه برای تهیه نقشه معیارها از تصاویر ماهواره ای استفاده شد. طبقه بندی تصاویر ماهواره ای در این مطالعه با استفاده از روش طبقه بندی ترکیبی و بکارگیری مفهوم اندرسون استفاده شد. در این فرایند بر اساس تعاریف مطرح شده روش مناسب و آستانه مناسب برای تفکیک هر عارضه سطح زمین مورد استفاده قرار می گیرد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

نمونه برداری دقیق بر اساس نوع کاربری و پوشش اراضی و نیز شناسایی بازتابش های مختلف یک نوع کاربری و پوشش اراضی که امکان تهیه نقشه دقیق را فراهم می کند، در ابتدا از نتایج طبقه بندی نظارت نشده استفاده شد. به این ترتیب گروه های بازتابشی هر کاربری و پوشش اراضی مشخص و به منظور تهیه نقشه دقیق تر در محل هر دسته بازتابش ها، نمونه برداری انجام شد.

Balaji و Mirsa (۲۰۱۵) در مطالعه خود با توجه به بازتابش های مختلف در یک طبقه کاربری و پوشش اراضی، برای تهیه نقشه دقیق با انجام طبقه بندی نظارت نشده گروه های مختلف بازتابشی هر طبقه را شناسایی کردند.

آب امواج مادون قرمز را به شدت جذب می کند. با افزایش عمق آب، مقدار عددی پیکسل های دارای آب در باند مادون قرمز نزدیک کمتر می شود (ملکی و همکاران، ۱۳۸۸). در این مطالعه به منظور تهیه نقشه مناطق آبدار، از خصوصیت جذب امواج مادون قرمز توسط آب استفاده گردید. برای تهیه نقشه قسمت های عمیق با عمق بیش از یک متر دریاچه که اولین مناطق آبیگری هستند و آخرین مناطقی که آب خود را از دست می دهند، محدوده لازم برای طبقه بندی تصویر باند ۴ سنجنده TM تعیین گردید. نقشه تهیه شده دارای انطباق با واقعیت میدانی بود؛ اما بررسی ماتریس خطا نشان داد این تفکیک دارای بیشترین خطا در نقشه طبقات کاربری و پوشش اراضی منطقه می باشد. به منظور انجام یک حفاظت مؤثر، با توجه به اهمیت آب در حمایت از جانوران زیستا در منطقه جازموریان، در سال ۱۳۸۹ تصویری انتخاب شد که آب دریاچه دارای بیشترین سطح خود باشد. با توجه به نفوذ محدود امواج مرئی و بازتابش محدود آن ها از بستر، سنجنده های معمول طیفی در مطالعات آب شناسی و تعیین عمق آب توانایی نسبتاً محدودی دارند (ملکی و همکاران، ۱۳۸۸)؛ اما با توجه به عمق کم آب در دریاچه جازموریان در حدود ۲ متر و ته نشین شدن مواد معلق در زمان مطالعه و به دنبال آن شفافیت آب، امکان تفکیک دو طبقه آب به عنوان لایه عمیق با بیشتر از یک متر عمق و لایه کم عمق کمتر از یک متر ممکن شد.

به منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی با توجه به اینکه بر اساس مشاهدات محلی و نظر کارشناسان، معمولاً مشاهده هوبره به عنوان یک گونه شاخص در تاج پوشش بیش از ۲۰ درصد می باشد لذا پلات های با بیش از ۲۰ درصد تاج پوشش گیاهی به عنوان نمونه میدانی در تهیه نقشه پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفت و مدل های درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های گیاهی که از اثر پس زمینه خاک می کاهد تهیه شد. نمونه برداری در مناطق با پوشش گیاهی همگن و با فاصله از فعالیت های انسانی انجام شد تا به این ترتیب نمونه برداری متناسب با قدرت تفکیک مکانی سنجنده باشد. به این ترتیب اثر پیکسل های مخلوط کاهش یافت (خواجه الدین و پور منافی، ۱۳۸۶). شاخص های مورد استفاده در این مطالعه از جمله شاخص هایی هستند که در مطالعات گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار می گیرند. در نهایت نقشه مناطق با تاج پوشش بیش از ۲۰ درصد با استفاده از شاخص گیاهی SAVI تهیه گردید. Masoud و Koike (۲۰۰۶) به منظور تهیه نقشه تاج پوشش گیاهی در منطقه ای از مصر بیان کرد، شاخص گیاهی SAVI به دلیل دارا بودن ضریب خاک به طور مؤثری از اثر بازتابش خاک پس زمینه کاسته و امکان تهیه نقشه تاج پوشش گیاهی را فراهم می سازد. راهداری و همکاران (۱۳۹۲) a، نیز در مطالعه خود به منظور بررسی تغییرات درصد تاج پوشش گیاهی پناهگاه حیات وحش موته به عنوان یک منطقه خشک و نیمه خشک، از شاخص SAVI استفاده نمودند.

با توجه به کوچک بودن روستاهای مجاور منطقه و باغ- خانه بودن آن ها، امکان تفکیک این مناطق با پردازش تصاویر ماهواره ای ممکن نبود. Rahdary و همکاران (۲۰۰۸) و Aniya و Kamusoko (۲۰۰۶) در مطالعه خود بیان کردند با توجه به کوچک بودن مناطق مسکونی در

منطقه مورد مطالعه و درصد زیاد فضای سبز، قادر به تفکیک این مناطق نبوده‌اند. در این مطالعه پس از تعیین محدوده مناطق مسکونی بر روی نقشه‌های توپوگرافی و رقومی کردن موقعیت این مناطق را وارد نقشه نهایی شد.

بررسی ماتریس خطای محاسبه شده نشان می‌دهد نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه با دارا بودن ضریب کاپای ۰/۸۵ و صحت کلی ۸۸٪ از دقت قابل قبولی برخوردار است. درویش صفت (۱۳۷۷) در مطالعات خود صحت کلی بیش از ۰/۸۵ را قابل قبول بیان کرده‌اند.

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه مناطق بارزش حفاظتی بیشتر از فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده گردید. با توجه به بکر بودن منطقه در این مطالعه تنها دو عامل جاده و مناطق مسکونی به‌عنوان محدودکننده و دو عامل آب‌های عمیق و پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد به‌عنوان عوامل مطلوب مورد توجه قرار گرفت. لذا پس از در نظر گرفتن فاصله از معیارها به‌عنوان یک عامل کاهنده یا افزایشنده مطلوبیت زیستگاه، نقشه فاصله از معیارهای انتخاب شده تهیه گردید.

با توجه به اینکه مرز بسیار دقیقی در طبیعت برای تعیین میزان فاصله از یک معیار برای مناسب بودن یا نبودن جهت استفاده حیات‌وحش وجود ندارد و امکان دارد حیوان در فواصل بسیار کمتر یا بیشتر از حد در نظر گرفته شده مشاهده گردد، در این مطالعه فاصله از معیارها به‌صورت فازی تهیه شد (سفیانیان و خداکرمی، ۱۳۹۰).

مشاهده و یا عدم مشاهده حیات‌وحش در یک منطقه می‌تواند به‌عنوان یک شاخص مناسب جهت بررسی کیفیت یک زیستگاه برای یک گونه خاص با نیازهای زیستگاهی ویژه باشد. در این مطالعه با توجه به خصوصیات منطقه پرندگان آبی در منطقه تالابی و هوپره به‌عنوان یک پرند بارزش در منطقه دشتی جازموریان در نظر گرفته شدند. لذا با توجه به حضور و عدم حضور این دودسته در فواصل مختلف از معیارهای این مطالعه، اقدام به انتخاب محدوده‌های مورد نظر برای تابع فازی گردید (ملکی و همکاران، ۱۳۸۹ و بهادری و همکاران، ۱۳۸۹).

تابع فازی فاصله از جاده و مناطق مسکونی و گردشگری از نوع توابع افزایشنده و خطی بوده که مقادیر عددی آن‌ها پس بررسی نظرات افراد محلی مربوط به نقاط مشاهده وحوش تعیین گردید. در این توابع افزایش تا نقطه a، تأثیر چندانی بر بهبود شرایط زیستگاهی از نظر تأمین امنیت برای وحوش و بخصوص هوپره نمی‌گذارد و پس از نقطه a با افزایش فاصله از جاده، مطلوبیت زیستگاه افزایش یافته تا اینکه پس از نقطه b این افزایش فاصله و تأثیر جاده بر بهبود شرایط زیستگاهی بی‌معنی می‌باشد.

با توجه به اینکه با افزایش فاصله از معیارهای مطلوب مشخص شده در مطالعه از مطلوبیت زیستگاهی منطقه کاسته می‌شود، لذا توابع فاصله از پوشش گیاهی و آب از نوع توابع کاهنده و خطی انتخاب شد. در این نوع تابع فاصله تا نقطه c منطقه مطلوب در نظر گرفته شد و بین آن و نقطه d از اثر مطلوب معیارها کاسته شده و پس از نقطه d معیارها کاملاً بی‌اثر در مشاهده حیات‌وحش تشخیص داده شد.

در نهایت با استفاده از ارزیابی چند معیاره به روش ترکیب خطی وزنی که در آن اثرات معیارهای گاه متضاد با توجه به وزن در نظر گرفته می‌شود، نقشه مناطق بارزش زیستگاهی بیشتر تهیه گردید. در این فرایند به‌منظور ایجاد شرایط مناسب میدانی برای حفاظت مؤثر از این لکه‌ها، با اعمال فیلتر بر روی نقشه تهیه شده لکه‌های کوچک‌تر از ۱۰ هکتار حذف گردید و نقشه نهایی زون‌های امن تهیه گردید که بر اساس قانون حداکثر در حدود ۱۰ درصد کل منطقه در نظر گرفته شد (ماهینی و همکاران، ۱۳۹۲). ملکی و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعه خود برای حذف پیکسل‌های کوچک در نقشه تهیه شده از روش فیلتر کردن استفاده کردند.

سپاسگزاری

لازم است تا از زحمات پرسنل محترم اداره محیط‌زیست شهرستان ایرانشهر، جناب آقای مهندس هاشم زهی کمال تشکر را داشته باشیم.

منابع

- اسد الهی، ز.، دانه کار، ا. و اسد الهی، ذ.، ۱۳۹۱. زون بندی حفاظتی تالاب چغاخور از طریق ارزیابی چندمعیاره مکانی (SMCE)، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، سال ۴، شماره ۱۳، صفحات ۶۶-۵۳.
- بیگنه، س. و حیدری، ح.، ۱۳۹۲. بررسی عوامل مؤثر بر خشکسالی تالاب جازمورین، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.
- پرهیزکار، ا. و غفاری، ا.، ۱۳۹۰. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاره، فصل اول، انتشارات سمت.
- تقی زاده، س. ع.، سماهینی، ع. ر. و خیرخواه، م. م.، ۱۳۹۲. مکان‌یابی چند معیاری محل دفن مواد زائد ساختمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی. مطالعه موردی شهر گرگان، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره ۱۰، صفحه ۱۲۱-۱۳۸.
- خواجه الدین، س. ج. و پورمنافی، س.، ۱۳۸۶. تعیین سطح شالیزارهای حاشیه زاینده‌رود در منطقه اصفهان با داده‌های رقوم سنجنده‌های ماهواره IRS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم/ شماره اول (الف)، صفحات ۵۲۷-۵۱۳.
- درویش صفت، ع. الف.، ۱۳۷۷. برآورد صحت نقشه‌های موضوعی پایگاه داده GIS، پنجمین همایش سالانه اطلاعات جغرافیایی، تهران، صفحات ۵۴-۴۵.
- راهداری، و.، سفیانیان، ع. ر.، خواجه الدین، س. ج. و ملکی، س.، ۱۳۹۲. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی پناهگاه حیات‌وحش موته)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، سال پانزدهم، شماره ۴، دوره ۵۹، صفحات ۴۳-۵۴. a
- راهداری، و.، ملکی، س.، افسری، خ. و، آبتین، ا.، پیری، ح. و فخیره، ا.، ۱۳۹۰. پیش تغییرات کاربری و پوشش اراضی پناهگاه حیات‌وحش هامون، طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، سال سوم، شماره ۲، صفحات ۷۰-۵۹.
- راهداری، و.، ملکی، س. و آبتین، ا.، ۱۳۹۲. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در زون بندی مناطق تالابی، مطالعه موردی -پناهگاه حیات‌وحش هامون، فصلنامه اکوبیولوژی تالاب، سال پنجم، شماره: ۱۸، صفحات ۷۸-۶۷. b
- رفیعی، ر.، ماهینی، ع. س. و خراسانی، ن.، ۱۳۹۰. تعیین تغییرات کاربری اراضی به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای Landsat و IRS، مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۵۳-۶۳.
- سفیانیان، ع. ر. و خداکرمی، ل.، ۱۳۹۰. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوضه آبخیز کبودرآهنگ، رزن- قهاوند و خونجین- تلخاب در استان همدان)، آمایش سرزمین، سال سوم، شماره چهارم، صفحات ۱۱۴-۹۵.
- شاه‌محمدی، ز. و ملکی، س.، ۱۳۸۹. حیات هامون، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، سال اول، فصل دوم.
- ظهوری، م.، سفیانیان، ع.، فاخران، س. و تاکی، ز.، ۱۳۹۳. استفاده از روش ارزیابی چند معیاره برای زون بندی مناطق حفاظت‌شده (مطالعه موردی: پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو)، اولین همایش ملی ارزیابی مدیریت و آمایش محیط زیستی در ایران.
- فراثشی، آ. و شریعتی، م.، ۱۳۹۲. زون بندی حفاظتی پارک ملی کلاه قاضی با رویکرد ارزیابی چند معیاره، فصلنامه علمی محیط‌زیست، شماره ۵۷، صفحات ۸۴-۷۵.
- مجنونیان، ه.، ۱۳۸۱. دستورالعمل لازم‌الاجرای تهیه طرح‌های مدیریت مناطق تحت حفاظت، سازمان برنامه‌ریزی و مدیریت. صفحه ۱۰۵.
- ملکی، س.، راهداری، و.، راهداری، م.، رجب پور، م. و اراز زاده، ی.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات حجم آب ذخیره‌گاه‌های آبی چاه نیمه با استفاده از سنجش‌ازدور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، اولین همایش ملی اصلاح الگوی مصرف با محوریت منابع طبیعی، کشاورزی و دامپزشکی، دانشگاه زابل، زابل.
- ملکی، س.، همای، م. و سلمان ماهینی، ع. ا.، ۱۳۸۹. تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش اصفهانی در پناهگاه حیات‌وحش موته با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، نشریه محیط‌زیست طبیعی، شماره ۳، دوره ۶۳، صفحات ۲۷۹-۲۹۰.
- میرکتولی، ج. و کنعانی، م. ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی توان اکولوژیک کاربری توسعه شهری با مدل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM، GIS (مطالعه موردی شهرستان ساری، استان مازندران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۷، صفحات ۸۸-۷۵.
- نجمی زاده، س. و یآوری، ا.، ۱۳۸۴. ارزیابی توان محیط زیستی پارک ملی خیر برای زون بندی و برنامه‌ریزی به کمک GIS، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۸، صفحات ۴۷-۵۸.

Esteman, J. R., 1995. idrisi for windows user guid version 1/0, Clark University.

Hajehforooshnia, S., Soffianian, A., Mahiny, S. and Fakheran, S., 2011. Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo wildlife sanctuary in Iran, journal for natural conservation, (19) 254-262.

Kamusoko, C. and Aniya, M., 2006. Landuse/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe, Land Degradation & Development. Vol.5, 1431-1439.

Maleki, S., Soffianian, A. R., Soltani, K. S., Saatchi, S., Pourmanafi, S. and Sheikholeslam, F., 2016. Habitat mapping as a tool for water bird conservation planning in an arid zone wetland: the case study Hamun wetland, journal of ecological engineering, 95: PP. 594-603.

Masoud, A. A. and Koike, K., 2006. Arid land sanilization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the siwa region, NW Egypt, Arid Environment, (66): 151-167.

Misra, R., Balaji, R., 2015. A study on the shoreline changes and Land-use/ land-cover along the South Gujarat coastline, Procedia Engineering (116): 381 – 389

Rahdari, V., Soffianian, A., Khajeddin, S.J. and Maleki, N., 2008. Land use and land cover change detection of Mouteh wild life refuge during 1972-2006 using remote sensing and geographic information system, World Applied Science Journal 3 (Supple 1): 113-118.

Sánchez-Lozano, J. M., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, P. L. and García-Cascales, M. S., 2013. Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (24): 544–55

