بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در زون‌بندی مناطق تالابی (مطالعه موردی: پناهگاه حیات‌وحش هامون)

وحید راهداری[۱]
سعیده ملکی[۲]
الهام آبتین[۳]

۱. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳. کارشناس ارشد محیط زیست، اداره کل محیط زیست استان سیستان و بلوچستان، زابل، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
v.rahdary@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۳۰
کد مقاله: ۱۳۹۲۰۴۰۹۸
این مقاله برگرفته از رساله دکتری است.

چکیده

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های زمین هستند که به عنوان یک منبع ذخیره آب و زیستگاه مناسبی برای بسیاری از جانوران و گیاهان می‌باشند. این مسئله لزوم مدیریت مناطق تالابی را نشان می‌دهد. تالاب هامون به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه آب‌شیرین کشور نقش قابل توجهی در حمایت از پرندگان و پستانداران مهاجر و بومی منطقه دارد که از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷ به طور متناوب دوره‌های بی‌آبی را گذرانده است. در این مطالعه، جهت زون‌بندی پناهگاه حیات‌وحش هامون میزان وابستگی پرندگان به هر قسمت از پناهگاه بررسی گردید و از داده‌های ماهواره لندست، سنجنده TM مربوط به تالاب هامون در سال ۱۳۸۷ جهت تهیه نقشه پوشش اراضی استفاده شد. به این منظور نقشه پوشش اراضی در ۵ طبقه تهیه گردید. میزان استفاده وحوش از هر لایه و اهمیت زیستی هر قسمت با حضور در منطقه بررسی و تاثیر پوشش‌های مختلف بر روی هم جهت استفاده حیات‌وحش مشخص و با توجه به اهمیت اکولوژیکی هر قسمت به پوشش‌های مختلف منطقه ارزش داده شد. نقشه اهمیت زیستگاهی بخش‌های مختلف پناهگاه حیات‌وحش هامون با استفاده از روش‌های مختلف GIS در هفت طبقه تهیه گردید. به طوری‌که اولین طبقه دارای بیش‌ترین ارزش زیستگاهی با مساحت ۴۰۸۳۰ هکتار و آخرین طبقه دارای کم‌ترین ارزش حفاظتی با مساحت ۱۰۲۸۲۴ هکتار می‌باشد. نتایج نشان داد در این سال با آب‌گیری تالاب هامون پس از اراضی بایر با مساحت ۸۷۴۱۴ هکتار که در طبقه هفت اهمیت قرار دارند طبقه سوم اهمیت زیستگاهی یعنی اراضی آب‌دار دارای بیش‌ترین مساحت برابر با ۶۸۵۹۳ هکتار می‌باشند.

واژگان کلیدی: پناهگاه حیات‌وحش هامون، سنجش از دور، پرندگان آبزی، مطلوبیت زیستگاه.

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 اکوسیستم به عنوان یک اکوسیستم بینابینی میان اکوسیستم‌های خشکی و آبی و زیستگاه مناسبی برای جانوران و گیاهان می‌باشد. امروزه تالاب‌ها تحت تأثیر فعالیت‌های انسان در دنیا می‌باشند که در نتیجه آن حیات و کارکردهای بسیاری از آن‌ها در معرض خطر قرار گرفته است (Mitsch and Gosselink, 1993).

سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و داده‌های ماهواره‌ای، ابزارهای با ارزشی جهت تهیه اطلاعات مربوط به سرزمین در مناطق وسیع می‌باشند. امروزه این دو ابزار به منظور تهیه نقشه زیستگاه‌های گونه‌های زیستا، تعیین تنوع زیستی، بررسی تغییرات سرزمین و پایش مناطق تحت حفاظت مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدیران و برنامه‌ریزان محیط زیست به منظور حفاظت از زیستگاه‌ها حیات‌وحش و به‌خصوص

زیستگاه جانوران در معرض خطر علاقه‌مند به تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی زیستگاه و بررسی خصوصیات زیست محیطی مناطق تحت حفاظت می‌باشند (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۸).

داده‌های سنجش از دور به‌دلیل دید وسیع در مطالعات سرزمینی، مشکلات روش‌های سنتی را بر طرف کرده است (De Roeck *et al.*, 2008). یکی از ماهواره‌های مورد استفاده در مطالعات منابع طبیعی ماهواره LANDSAT می‌باشد که بر روی آن سنجنده‌های مختلفی مانند MSS، TM و +ETM قرار گرفته است. یکی از پرکاربردترین سنجنده‌های این ماهواره در حوزه مطالعات زیست‌محیطی سنجنده TM است. این سنجنده امواج الکترومغناطیس را در هفت قسمت امواج الکترومغناطیس از طول موج آب تا مادون قرمز حرارتی برداشت و ثبت می‌کند و دارای قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر می‌باشد (Rahdary *et al.*, 2010).

Rahdary و همکاران (۲۰۱۰) به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی در پناهگاه حیات‌وحش موته در استان اصفهان که از سری داده‌های ماهواره‌ای TM استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند با توجه به این‌که از اطلاعات مربوط به دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی از وضعیت پوشش گیاهی منطقه در دسترس نبوده لذا روش‌های سنتی قادر به بررسی تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نمی‌باشند. آن‌ها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای توانسند نقشه‌های دقیق از وضعیت تاج پوشش گیاهی منطقه را تهیه کنند. در جدول ۱، برخی از شاخص‌های گیاهی نشان داده شده‌اند (Rahdari *et al*., 2010).

جدول ۱: معادله تهیه برخی از شاخص‌های گیاهی با استفاده داده‌های ماهواره‌ای.

شاخص	معادله
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
Transformed Soil Adjusted Vegetation Index ($TSAVI_1$)	$\frac{a.((NIR - a)(RED - b))}{RED + a.NIR - a.b}$
Ratio Vegetation Index (RVI)	$\frac{NIR}{RED}$
Difference Vegetation Index (DVI)	$a.NIR - RED$
Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	$\left(\frac{(NIR - R}{(NIR + RED + L)}\right).(1 + L)$

یکی از طرح‌های طبقه‌بندی ترکیبی، طرح طبقه‌بندی اندرسون است. این طرح بر اساس کلاس‌های غالب کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه و با توجه به تعاریف کلاس‌های کاربری و پوشش اراضی، ایجاد می‌شود و با توجه به تعاریف لایه‌ها برای تهیه نقشه هر کدام روشی مشخص می‌شود (Kamusoko and Aniya, 2006). Rahdary و همکاران (۲۰۰۸) به منظور تهیه شاخص‌های منظر پناهگاه حیات‌وحش موته از داده‌های ماهواره‌ای استفاده کردند. آن‌ها تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه از روش طبقه‌بندی ترکیبی و مفهوم اندرسون استفاده و بیان نمودند با استفاده از این مفهوم توانسته‌اند نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه را با دقت بالا تهیه کنند.

Erik و همکاران (۲۰۰۹) به منظور بررسی بر روی انتخاب گستره خانه یک گونه میمون از داده‌های ماهواره‌ای استفاده کردند. آن‌ها پس از شناسایی نیازهای زیستی آن گونه، مانند تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع پوشش، نوع گونه‌های درختی و ... را بررسی و نقشه منابع مورد نیاز آن‌را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تهیه کردند.

Amozadeh و Kanani (۲۰۰۸) به منظور بررسی اثرات نوسان سطح آب دریای خزر بر روی خصوصیات اکولوژیکی و زیستگاهی تالاب بین‌المللی میان‌کاله در استان مازندران از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌های MSS، TM و +ETM استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند

داده‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی از ابزارهای مناسب مدیریتی جهت انجام مطالعات اکوسیستم‌ها برای حفاظت از ارزش‌های گوناگون آن‌ها می‌باشند.

ملکی نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش در پناهگاه حیات‌وحش موته ابتدا نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه را تهیه کرده و سپس با حضور در منطقه میزان استفاده از هر لایه را با مشاهده حضور یا عدم حضور قوچ و میش بررسی کردند. آن‌ها برای شناسایی بهترین ترکیب باندی جهت تهیه تصویر رنگی کاذب با کیفیت بصری مناسب از پردازش OIF استفاده نمودند. آن‌ها با استفاده از این روش، سه باند آبی، سبز و مادون قرمز نزدیک که کم‌ترین همبستگی با هم داشتند را جهت تهیه تصور رنگی کاذب مورد استفاده قرار دادند.

بهادری خسروشاهی و همکاران (۱۳۸۹) به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کمرکولی جنگلی در نیمرخ شمالی البرز ابتدا متغیرهای زیستگاهی این پرنده مانند ساختار پوشش گیاهی، تیپ پوشش جنگی و عوامل توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) را بررسی نمودند. سپس با مراجعه به منطقه و بررسی حضور یا عدم حضور پرنده با استفاده از روش‌های آماری در مورد مطلوبیت زیستگاه این پرنده و تهیه نقشه اقدام کردند.

وارسته مرادی (۱۳۸۹) به منظور ارزیابی زیستگاه دارکوب سرسرخ در پارک ملی گلستان و تعیین مطلوبیت زیستگاه این پرنده پارامترهای زیستگاهی آنرا مانند تیپ پوشش جنگلی، عوامل توپوگرافیک و ویژگی‌های ساختار پوشش به‌همراه داده‌های حضور و عدم حضور پرنده به شعاع ۲۵ متر ار ثبت و تجزیه و تحلیل کردند. وی در نهایت پارامترهای مهم برای زیستگاه این پرنده را مشخص نمود.

تهیه نقشه زون‌بندی پناهگاه حیات‌وحش هامون و شناسایی و طبقه‌بندی زیستگاه‌های مناسب پرندگان با تأکید بر پرندگان آبزی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و مطالعات میدانی از اهداف این مطالعه می‌باشد. پناهگاه حیات‌وحش هامون با مساحتی بالغ بر ۲۹۳۰۳۱ هکتار در ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض جغرافیایی و ۶۰ درجه ۵۶ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول جغرافیایی در غرب شهر زابل و در شمال استان سیستان و بلوچستان واقع گردیده است. این منطقه جزء تالاب‌های مندرج در سایت کنوانسیون رامسر می‌باشد و توسط رودخانه هیرمند تغذیه و تنها زیستگاه پرندگان در شرق کشور محسوب می‌گردد. این پناهگاه شامل قسمتی از تالاب‌های هامون هیرمند و صابری می‌باشد. از گونه‌های مهم گیاهی می‌توان از اویار سلام؛ لویی؛ نی؛ بارهنگ آبی؛ گز و تاغ و از گونه‌های مهم جانوری می‌توان از پلیکان؛ فلامینگو؛ باکلان؛ آنقوت؛ دال؛ افعی شاخدار ایرانی و جعفری و انواع ماهیان مانند کپور و آمور نام برد. متوسط بارندگی منطقه کمتر از پنجاه میلی‌متر و اقلیم آن به روش دومارتن فوق خشک می‌باشد. مهم‌ترین عامل تهدید کننده این پناهگاه کاهش ورودی رودخانه هیرمند به تالاب هامون و خشک‌سالی هیدرولوژیکی می‌باشد (شاهمحمدی و ملکی، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از تصویر سنجنده TM ماهواره لندست مربوط به ۱۳۸۷/۲/۱۷ ازمنطقه مطالعه و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استفاده گردید. به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی و نقشه مطلوبیت زیستگاهای منطقه، بازدید میدانی همزمان با برداشت تصویر از پناهگاه حیات‌وحش هامون در استان سیستان و بلوچستان و در خردادماه سال ۱۳۸۷ انجام گردید.

در این مطالعه با انجام مطالعات میدانی و بررسی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ ابتدا کاربری و پوشش‌های اراضی منطقه مشخص و بر اساس روش طبقه‌بندی اندرسون و برای هر کدام تعاریفی ارائه شد. به این ترتیب و با توجه به مسائل اکولوژیک، ۵ طبقه کاربری و پوشش اراضی در منطقه مشخص گردید. جدول شماره ۲، خصوصیات هر طبقه را بیان می‌کند.

جدول ۲: مشخصات کاربری و پوشش‌های اراضی در منطقه پناهگاه حیات‌وحش هامون.

کد	نام کاربری	ویژگی
۱	آب	مناطق آب‌دار تالاب که از جمعیت پرندگان مختلف حمایت می‌کند.
۲	پوشش گیاهی و آب	اراضی که توسط رودخانه آب‌گیری شده‌اند و دارای پوشش گیاهی بیش از ۲۰ درصد می‌باشند، این مناطق دارای بیش‌ترین تعداد پرندگان در منطقه می‌باشند.
۳	پوشش گیاهی	مناطقی با در صدتاج پوشش گیاهی بیشتر از ۲۰ درصد که زیستگاه بسیاری از پرندگان می‌باشند.
۴	شوره‌زار	اراضی که در قشر سطحی آن‌ها مقادیر متنابهی از نمک‌های محلول جمع شده است. این اراضی عمدتاً مسطح بوده و زهکشی طبیعی آن‌ها بسیار ضعیف و سطح آب زیرزمینی در آن‌ها بالا می‌باشد و دارای EC بیش‌تر از dSm ۴ می‌باشند و جمعیت بسیار کمی از پرندگان را به خود اختصاص داده و دارای پوشش گیاهی بسیار کمی می‌باشند.
۵	خاک لخت (اراضی بایر)	این اراضی دارای پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد تاج پوشش می‌باشد

به منظور بررسی اهمیت زیستگاهی هر کاربری و پوشش اراضی منطقه با توجه به اهمیت بالای تالاب هامون جهت حمایت از پرندگان مهاجر و بومی منطقه، اهمیت هر لایه با توجه به حضور و یا عدم حضور پرندگان در منطقه بررسی گردید. با انجام مطالعات میدانی در زمان برداشت تصویر، میزان حضور پرندگان در هر پوشش اراضی بررسی شد. مطالعات میدانی و مصاحبه با افراد محلی نشان داد بیش‌ترین تراکم پرندگان در ساعت ۷ تا ۸ صبح می‌باشد. بنابراین با حضور در هر قسمت از پوشش‌های منطقه به مدت ۲ ساعت، پرندگان مشاهده شده در آن محل شناسایی و سرشماری گردیدند. نقاط مشاهده به صورت تصادفی در هر پوشش اراضی مشخص شدند. به این منظور تا شعاع ۲۰۰ متری از محل استقرار که امکان دید وجود داشت، سرشماری انجام شد. برای تهیه نقشه پوشش گیاهی از داده‌های ماهواره‌ای نمونه‌برداری میدانی از تاج پوشش گیاهی منطقه به‌صورت تصادفی و به روش اندازه‌گیری درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات ۲۵۰ پلات برداشت شده انجام شد. اندازه هر پلات با استفاده از روش حداقل مساحت موثر، (۷ * ۳) در نظر گرفته شد. برای ایجاد ارتباط بین اطلاعات پلات‌ها با داده‌های ماهواره، با استقرار در مرکز هر پلات و با استفاده از دستگاه GPS ، مختصات هر پلات، به‌دست آمد. همزمان با شناسایی پرندگان پوشش‌های مختلف منطقه شناسایی و موقعیت آن‌ها مشخص گردید.

در این مرحله ابتدا تصویر ماهواره‌ای مورد نظر زمین مرجع گردید. تصحیح هندسی بر روی تصویر با استفاده از ۳۰ نقطه کنترل زمینی واقعی برداشت شده با استفاده از GPS به روش روش نزدیک‌ترین همسایه با خطای کمتر از ۰/۵ پیکسل زمین مرجع شد. با توجه به وجود رطوبت در سطح منطقه تصحیح اتمسفریک به روش پدیده تاریک بر روی تصاویر انجام شد.

به‌منظور بررسی بصری تصویر، ابتدا پردازش OIF بر روی تصویر انجام شد و با استفاده از نتایج این پردازش بهترین ترکیب باندی شامل باندهای آبی، سبز و مادون قرمز نزدیک به منظور تهیه تصاویر رنگی کاذب انتخاب گردید. در این مطالعه پس از شناسایی پرندگان و نمونه‌برداری از منطقه، اهمیت هر لایه پوشش اراضی برای حمایت از پرندگان مشخص شد، نقشه پوشش اراضی منطقه تهیه گردید. جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی پردازش‌های مختلف مانند پردازش تسلدکپ انجام و شاخص‌های گیاهی SAVI، NDVI، RVI، DVI و $TSAVI_1$ از تصویر تهیه گردید. در نهایت به منظور تهیه مدل مناسب برای تهیه پوشش گیاهی بین داده‌های برداشت شده از پوشش گیاهی در هر پلات و شاخص‌های تهیه شده رگرسیون ساده خطی اعمال شد و مدل‌های نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار IDRISI-KILIMANJARO تهیه گردید. دقیق‌ترین نقشه از مؤلفه سبزینگی پردازش تسلدکپ که دارای بیش‌ترین ضریب توصیف تاج پوشش گیاهی بود تهیه و برای تهیه نقشه پوشش گیاهی از این شاخص استفاده شد. با توجه به حضور پرندگان در تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی، حداقل مقدار تاج پوشش گیاهی ۲۰ درصد به عنوان مرز مناطق فاقد پوشش گیاهی و مناطق دارای پوشش گیاهی مشخص گردید و پوشش گیاهی در یک طبقه بیشتر از ۲۰ درصد نشان داده شده است. در این مطالعه به منظور تهیه نقشه دقیق و کاهش تداخل بازتابی پدیده‌های زمین، پوشش‌های سطح زمین با روش‌های مختلف تهیه شدند. لذا پس از تهیه نقشه پوشش گیاهی این لایه از تصویر ماهواره حذف گردید. نقشه آب با استفاده از شاخص نرمال شده آب NDWI از تصویر ماهواره تهیه شد. این شاخص دارای اعداد بین ۰/۵- الی ۱ بود. موقعیت ساحل در آن معلوم و مقدار عددی سواحل در این شاخص به عنوان آستانه بین خشکی و آب مشخص گردید به‌طوری‌که ساحل و مناطق

بدون آب و خشک اعداد کمتر از ۰/۲ را به خود اختصاص داده بودند. با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی شاخص NDWI لایه اراضی آبدار از شاخص مربوط به کل منطقه تفکیک شد. مرز بین اراضی آبدار با پوشش گیاهی درون آب بر روی این شاخص با توجه به بازدیدهای میدانی مشخص و اراضی آب‌دار بدون پوشش و اراضی آب‌دار دارای پوشش با اعمال طبقه‌بندی مجدد از هم تفکیک گردیدند. لایه شوره‌زار با انجام پردازش PCA بر روی تصویر ماهواره تهیه شد. به این منظور پردازش PCA با استفاده از باندهای سنجنده انجام شد و اطلاعات آن‌ها در سه مؤلفه خلاصه گردید. مقایسه تصویر رنگی کاذب تهیه شده با مؤلفه‌های تهیه شده از پردازش PCA نشان داد خاک‌های شور در مؤلفه اول PCA از خاک لخت متمایز شده‌اند و با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی مؤلفه اول این پردازش شوره‌زارها از اراضی لم‌یزرع تفکیک شد. به این منظور ۲۵ محل از خاک سطحی با عمق بیست سانتی‌متر نمونه برداشت شد و موقعیت آن‌ها با استفاده از GPS ثبت گردید. سپس میزان EC هر نمونه در آزمایشگاه اندازه‌گیری و بین مقادیر EC هر محل به عنوان متغییر وابسته و مقدار متناظر هر محل نمونه‌برداری در مؤلفه اول PCA رگرسیون ساده خطی اعمال شد. سپس مقدار عددی خاک‌های با شوری بیش از dSm ۴ به عنوان خاک‌های شور در مؤلفه اول پردازش مؤلفه‌های اصلی (PCA) مشخص گردید و با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی این مؤلفه لایه شوره‌زار تهیه شد. به منظور تهیه لایه خاک پس از جدا کردن لایه شوره‌زار تنها لایه خاک باقی ماند و به این ترتیب پنج لایه تعریف شده برای منطقه تهیه گردید. در نهایت با استفاده از قابلیت‌های GIS، تمامی لایه‌ها با یکدیگر ترکیب و نقشه پوشش اراضی به روش طبقه‌بندی ترکیبی تهیه شد. دقت نقشه‌های تهیه شده با مقایسه با واقعیت میدانی به‌دست آمده در هنگام نمونه‌برداری میدانی توجه و مقایسه تصاویر رنگی کاذب بررسی و شاخص کاپا و صحت کلی محاسبه شد.

جهت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه برای پرندگان با حضور در منطقه و مشاهده حضور و عدم حضور پرندگان، لایه آب و پوشش گیاهی به عنوان مطلوب‌ترین لایه با اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی نقشه کاربری و پوشش اراضی تفکیک گردید. بررسی میدانی نشان داد در طبقه دوم اهمیت زیستگاهی بیش‌ترین تعداد پرندگان با اهمیت حفاظتی مشاهده شده در ۱۵۰ متری خط ساحل در جایی که آب و پوشش گیاهی در مجاورت هم قرار دارند بوده است. همچنین تراکم پرندگان در آب‌های مجاور لایه مطلوب طبقه اول بیشتر از اراضی زیر آب دور از پوشش گیاهی بود. برای تهیه این لایه ابتدا لایه آب از نقشه کاربری و پوشش اراضی جدا شد. سپس به آب بافر ۱۵۰ متری داده شد و پس از ضرب بافر آب در نقشه پوشش گیاهی و لایه مطلوب طبقه اول، قسمت‌هایی که تا ۱۵۰ متری آب دارای پوشش گیاهی بودند تهیه گردید. سپس به قسمت‌هایی که دارای پوشش گیاهی تا ۱۵۰ متری آب بودند بافر ۱۵۰ متری داده شد و در نقشه آب ضرب شد و آب‌های تا ۱۵۰ متری پوشش گیاهی مشخص گردیدند. به این ترتیب اراضی آبدار مجاور پوشش گیاهی و پوشش گیاهی درون خشکی که کمتر از ۱۵۰ متر با آب فاصله داشتند به عنوان طبقه ۲ مطلوبیت تفکیک گردیدند. لایه آب دور از پوشش گیاهی در رده سوم مطلوبیت قرار داشت و از لحاظ تعداد پرندگان مشاهده شده در رده سوم قرار گرفت. به منظور تهیه این لایه ابتدا قسمت‌هایی از آب که در رده دوم قرار گرفته بودند با استفاده از منطق بولین از لایه آب حذف گردید و لایه آب به عنوان طبقه سوم جدا گردید. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی جهت پناه پرندگان و سایر وحوش، لایه پوشش گیاهی که در مجاورت آب نبود در طبقه چهارم مطلوبیت قرار گرفت. برای تهیه این لایه، نواحی ۱۵۰ متری مجاور آب از لایه پوشش گیاهی جدا و قسمت‌های باقی مانده از پوشش گیاهی در طبقه چهارم قرار داده شد. در هنگام مطالعات میدانی تعدادی از پرندگان آبزی در ۱۰۰ متری ساحل آب در اراضی شور و بایر مشاهده شدند. برای تهیه این قسمت به لایه آب بافر ۱۰۰ متری داده شد و در نقشه خاک‌های شور و بایر ضرب گردید و این لایه نیز با اعمال طبقه‌بندی مجدد تهیه گردید. با توجه تعداد و نوع پرندگان مشاهده شده در رده پنجم قرار داد شد. تعدادی از پرندگان از راسته گنجشک سانان در ۱۰۰ متری پوشش گیاهی در اراضی شور و اراضی مشاهده شدند. به منظور تهیه طبقه ۶ مطلوبیت ابتدا لایه شوره زار و اراضی بایر با یکدیگر تلفیق شدند و سپس به پوشش گیاهی بافر ۱۰۰ متری داده شد و در لایه تهیه شده از اراضی شور و بایر ضرب گردید و زمین‌های شور و بایر در ۱۰۰ متری پوشش گیاهی به عنوان طبقه ششم تفکیک گردیدند. در مرحله بعد طبقه ششم از لایه خاک شور و بایر حذف و قسمت باقی مانده که اراضی بایر و شوره‌زارهای دور از آب و پوشش گیاهی بودند به عنوان طبقه هفتم زیستگاه مشخص گردید. سپس تمامی لایه‌ها در محیط GIS با یکدیگر تلفیق شد و نقشه مطلوبیت زیستگاه پناهگاه حیات‌وحش هامون تهیه شد. شکل شماره ۲، مراحل انجام مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل ۲: نمودار مراحل انجام پردازش تصویر ماهواره‌ای.

نتایج

مقایسه نتایج بدست آمده از رگرسیون ساده خطی بین مقادیر بدست آمده از درصد تاج پوشش گیاهی در هر محل نمونه‌برداری به عنوان متغییر وابسته و مقادیر متناظر آن‌ها در شاخص‌های تهیه به عنوان متغییر مستقل نشان داد شاخص سبزینگی پردازش تسلدکپ دارای بیش‌ترین ضریب توصیف پوشش گیاهی منطقه بوده و بنابراین از مدل تهیه شده از این شاخص جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی منطقه استفاده شد. جدول شماره ۳ مدل‌های بدست آمده با استفاده از رگرسیون ساده خطی برای شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

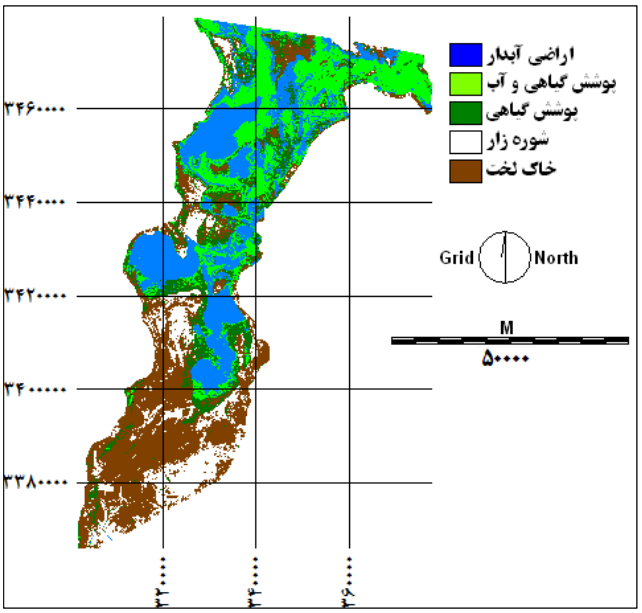
جدول ۳: مدل‌های تهیه شده برای تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی.

	شاخص	مدل تهیه شده	ضریب همبستگی R^2
۱	NDVI	Y= ۳۹۲X+ ۶۴/۶۶	۰/۷۷
۲	SAVI	Y=۱۷۹/۳X + ۲۴/۸۹	۰/۸۳
۳	$TSAVI_1$	Y= ۱۶۴/۹۷X + ۳۳	۰/۷۹
۴	DVI	Y = ۰/۷۲X – ۷/۷	۰/۷
۵	RVI	Y = -۹۷/۴X + ۱۲۵/۷۳	۰/۷۶
۶	Greenness	Y = -۳/۴X + ۱۷۸/۴	۰/۸۵

جهت تهیه لایه آب، پس از بررسی تصاویر رنگی کاذب با ترکیب باندی۴، ۲، ۱ :RGB حدود مناطق آب‌دار در ساحل دریاچه مشخص گردید. سپس مقادیر متناظر مناطق زیر آب روی شاخص تفاضلی نرمال شده آب ۰/۲ و کمتر از آن مشخص گردید و لایه اراضی آبدار تهیه شد. نتایج نشان داد مؤلفه اول PCA اراضی شور را از خاک لخت با دقت مناسب متمایز کرده است. به این منظور بین نمونه‌های برداشت شده از خاک سطحی به عنوان متغییر وابسته و مقادیر متناظر آن‌ها بر روی مؤلفه اول پردازش PCA رگرسیون ساده خطی انجام گردید و مدل شوری خاک با استفاده از این شاخص تهیه گردید.

$$Y = ۰/۴۶X – ۸۷/۹ \qquad R^2 = ۰/۸۲$$

نقشه اراضی خاک‌های با شوری بیش از 4dSm با استفاده از مدل تهیه شده و اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی این شاخص بدست آمد. به‌منظور بررسی دقت و صحت نقشه‌های تهیه شده از مقایسه آن‌ها با واقعیت میدانی تهیه شده از بازدیدهای میدانی و نقشه‌های تپوگرافی و تصاویر رنگی کاذب استفاده گردید. در این تحقیق ضریب کاپا بیشتر از ۰/۸۵ و صحت کلی بیشتر از ۹۰ درصد برای تمامی نقشه‌ها محاسبه گردید. شکل ۳، نقشه پوشش اراضی پناهگاه حیات‌وحش هامون را در سال ۱۳۸۷ نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه پوشش اراضی پناهگاه حیات‌وحش هامون در سال ۱۳۸۷.

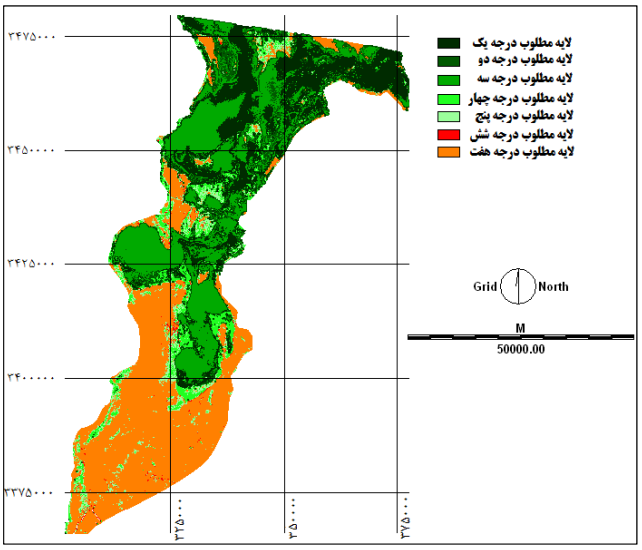
جدول ۴ مساحت هر یک از پوشش‌های اراضی پناهگاه حیات‌وحش هامون در زمان برداشت تصویر بر حسب هکتار نشان می‌دهد.

جدول ٤: مساحت هر یک از پوشش‌های اراضی در سال ۱۳۸۷ بر حسب هکتار.

	پوشش	مساحت (هکتار)	درصد
۱	اراضی آبدار	۶۸۵۹۳	۲۴
۲	پوشش گیاهی و آب	۳۵۳۵۶	۱۲
۳	پوشش گیاهی	۶۰۷۹۵	۲۰
۴	شوره زار	۴۰۸۷۳	۱۴
۵	خاک لخت	۸۷۴۱۴	۳۰
۶	جمع کل	۲۹۳۰۳۱	۱۰۰

بررسی نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده از پناهگاه حیات‌وحش هامون نشان می‌دهد در این زمان بیش‌ترین مساحت منطقه اراضی بایر معادل ۳۰ درصد کل سطح منطقه می‌باشد. اراضی فاقد پوشش گیاهی که در زیر آب قرار دارند در حدود ۲۳ درصد از کل منطقه و در رده دوم قرار گرفته‌اند. اراضی که دارای پوشش گیاهی به همراه آب هستند حدود ۲۱ درصد کل پناهگاه حیات‌وحش هامون را شامل می‌شوند. این اراضی معمولاً دارای آب با عمق کم و با پوشش گیاهی نسبتاً متراکم دارای اهمیت زیستی بسیار بالا برای پرندگان می‌باشد و از نظر مساحت در رده سوم قرار دارد. اراضی شور که ۱۴ درصد از منطقه و همچنین اراضی دارای پوشش گیاهی ۱۲ درصد کل منطقه را در برگرفته‌اند و به ترتیب در رده چهارم و پنجم مساحت می‌باشند.

پس از حضور در پوشش‌های مختلف تهیه شده از منطقه در اردیبهشت ۱۳۸۷ پرندگان حاضر در قسمت‌های مختلف شناسایی گردید. در هنگام مشاهدات میدانی پرندگانی از راسته‌های: آبچلیک‌سانان، گنجشک‌سانان، سبزقباسانان، کبوترسانان، شاهین‌سانان، لک‌لک‌سانان، درناسانان و جغدسانان مشاهده گردید. نتایج مطالعات میدانی تراکم بالای پرندگان راسته لک لک سانان و آبچلیک سانان مانند حواصیل خاکستری، حواصیل سفید، اگرت، چوب‌پا، آبچلیک شکیل، انواع سلیم و تلیله‌ها و پاشلک در اراضی آبدار با پوشش گیاهی نشان داد. با توجه به مشاهدات انجام شده و بررسی تاثیر هر پوشش بر روی پوشش دیگر جهت استفاده پرندگان، ترکیب‌های مختلفی با استفاده از نقشه پوشش اراضی پناهگاه حیات‌وحش هامون تهیه شد. شکل ۴، نقشه اولویت‌های زیستگاهی پناهگاه حیات‌وحش هامون را نشان می‌دهد. جدول ۵، مساحت هر یک از لایه‌های اولویت‌های زیستگاهی در تالاب هامون را نشان می‌دهد.



شکل ٤: نقشه اولویت‌هایی زیستگاهی برای پرندگان پناهگاه حیات‌وحش هامون در سال ۱۳۸۷.

جدول ۵: مساحت هر یک از اولویت‌هایی زیستگاهی برای پرندگان پناهگاه حیات‌وحش هامون بر حسب هکتار در سال ۱۳۸۷.

	نام لایه	مساحت(هکتار)	درصد
۱	لایه مطلوب درجه یک	۴۰۸۳۰	٪۱۴
۲	لایه مطلوب درجه دو	۳۸۲۹۰	٪۱۳
۳	لایه مطلوب درجه سه	۶۷۵۰۸	٪۲۳
۴	لایه مطلوب درجه چهار	۷۵۳۶	٪۳
۵	لایه مطلوب درجه پنج	۱۸۱۱۸	٪۶
۶	لایه مطلوب درجه شش	۱۷۹۲۷	٪۶
۷	لایه مطلوب درجه هفت	۱۰۲۸۲۲	٪۳۵
۸	جمع کل	۲۹۳۰۳۳	

نتایج مطالعات میدانی و بررسی‌های آماری نشان داد اراضی آبدار دارای پوشش گیاهی تا فاصله ۱۵۰ متر، بر تعداد پرندگان مشاهده شده تأثیرگذار هستند به‌طوری‌که بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین تعداد پرندگان در مناطقی که پوشش گیاهی در کنار این لایه است با تعداد پرندگان در مناطقی که پوشش گیاهی در کنار این اراضی نیست، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. لایه پوشش گیاهی تا فاصله ۱۰۰ متر بر روی تعداد پرندگان مشاهده شده در لایه شوره‌زار و اراضی بایر تاثیرگذار بود. با توجه به این‌که تعداد پرندگان مشاهده شده در قسمت‌های مختلف لایه‌های اراضی بایر و شوره‌زار دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نبود این دو لایه با یکدیگر ترکیب شده و تحت یک عنوان در نقشه اولویت‌های زیستگاهی درنظر گرفته شدند. نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده از منطقه و بررسی‌های میدانی نشان داد مناطق دارای پوشش گیاهی و آب (طبقه ۲ نقشه کاربری و پوشش اراضی) در قسمت‌های داخلی منطقه قرار گرفته‌اند. با توجه به تراکم و نوع پوشش گیاهی موجود این مناطق که بیشتر از نوع نی و گز می باشد دسترسی به این قسمت بسیار سخت است. این مسئله باعث بالا بودن امنیت این نواحی برای پرندگان می‌باشد و به‌طور وسیع جهت جوجه‌آوری بسیاری از آبچلیک‌سانان و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیش‌ترین تراکم پرندگان در قسمت‌های داخلی‌تر این لایه بود. با نزدیک شدن به آب‌های بدون پوشش گیاهی تعداد پرندگان مشاهده شده هم کمتر گردید. مشاهداتی که در محل ساحل آب در قسمت‌هایی که پوشش گیاهی انجام شد نشان دهنده تاثیر این دو لایه تا ۱۵۰ متری یکدیگر و افزایش تعداد پرندگان در این محدوده است. لذا ۱۵۰ متر از خط ساحلی به داخل پوشش گیاهی و به داخل آب و آب‌های تا ۱۵۰ متری لایه مطلوب طبقه اول تحت یک طبقه اولویت زیستگاهی در طبقه ۲ مطلوبیت زیستگاه قرار داده شدند. پس از این لایه، قسمت‌های آبدار وسیع مورد بررسی قرار گرفتند و در رده سوم مناطق مطلوب قرار داده شدند. پس از لایه آب بیش‌ترین حضور پرندگان و به خصوص پرندگان خشکی‌زی از راسته گنجشک‌سانان در لایه پوشش گیاهی با فاصله کمتر یا بیشتر از ۱۵۰ متر از آب مشاهده گردید. با توجه به اهمیت کم پرندگان مشاهده شده در این منطقه از نظر ارزش حفاظتی با وجود این‌که این لایه دارای تعداد پرندگان تقریباً برابری با لایه آب بود، پوشش گیاهی با فاصله بیش از ۱۵۰ متر از آب تحت عنوان طبقه چهارم اولویت‌های زیستگاهی در نظر گرفته شد. با توجه به مشاهده پرندگان در اراضی بایر و شوره‌زار با فاصله کمتر از ۲۰۰ متر از آب، این لایه به عنوان طبقه پنجم زیستگاه مشخص شد. لایه اراضی بایر و شوره زارها از نظر اولویت‌های زیستی کم ارزش و دارای کم‌ترین تعداد پرندگان مشاهده شده از پرندگان خشکی‌زی و به خصوص از راسته گنجشک‌سانان مانند چکاوک کاکلی بود. بررسی‌های میدانی نشان داد تا فاصله ۱۰۰ متری پوشش گیاهی در این دو لایه تعداد پرندگان خشکی‌زی مشاهده شده نسبت آن دو لایه افزایش دارد و پرندگانی مانند چکاوک کاکلی، چک‌چک بیابانی قابل مشاهده هستند. لذا این لایه در طبقه ششم و لایه شوره‌زار و اراضی بایر با هم در طبقه هفتم قرار گرفتند.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعات انجام شده توسط داده‌های ماهواره‌ای مشاهده می‌گردد برخی از پوشش‌های اراضی مشابه بنا به دلایلی مانند نوع خاک پس زمینه و غیره دارای بازتابش‌های مشابه می‌باشند که این مسئله در مناطق با سطح وسیع معمولاً مشاهده می‌گردد(Ling-Chen *et al.*, 2006). روش طبقه‌بندی ترکیبی از روش‌های تهیه نقشه از داده‌های ماهواره‌ای است که ترکیبی از روش‌های مختلف برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی سرزمین می‌باشد و امکان تهیه نقشه‌ای مکانی از سطح زمین با دقت بالا را فراهم می‌سازد (Luna and Cesar, 2006). در این منطقه با توجه به روش‌های مختلف تهیه نقشه پوشش زمین، نقشه‌های پدیده‌های سطح زمین مانند شوره زارها، اراضی آب‌دار و ... با استفاده از روش‌های جداگانه تهیه و در نهایت با یکدیگر ترکیب شدند. تهیه هر لایه و حذف آن از تصویر ماهواره و تهیه لایه‌های دیگر، باعث کاهش تداخل بازتابشی می‌گردد (Luna and Cesar, 2006).

در این مطالعه با توجه به اهمیت پوشش گیاهی در تامین نیازهای زیستی وحوش، لایه آبداری که دارای پوشش گیاهی بود تحت عنوان یک لایه مجزا مشخص گردید. همچنین بررسی‌ها نشان داد که بیش‌ترین تراکم در پوشش‌های بیشتر از ۲۰ درصد می‌باشد. لذا در این مطالعه آستانه اراضی بدون پوشش گیاهی و دارای پوشش ۲۰ درصد انتخاب گردید. همچنین اراضی شور به عنوان بخشی از منطقه که دارای شوری بیش از ۴dSm می‌باشند معرفی شدند (Mitsch and Gosselink, 1993). Rahdary و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود به منظور بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی پناهگاه حیات وحش موته نیز توانستند اراضی شور را با انجام طبقه‌بندی مجدد بر روی مؤلفه دوم پردازش PCA بر روی تصاویر ماهواره‌ای مشخص کنند. نتایج این مطالعه نشان داد اراضی شور هر چند دارای اهمیت اکولوژیکی چندانی برای وحوش نمی‌باشند اما اکثراً در دوره‌های ترسالی به زیر آب رفته و با کاهش شوری، پوشش گیاهی برای مدت کوتاهی پس از خشک شدن آّب در این قسمت از منطقه رشد می‌کند که مورد استفاده برخی از پرندگان قرار می‌گیرند و پس از مدتی خشک می‌شوند. در این مطالعه به منظور تعیین دقت و صحت نقشه‌های تهیه شده حداقل از ۴ درصد سطح منطقه نمونه‌برداری انجام شد. درویش صفت (۱۳۷۷) در مطالعه خود برای تعیین دقت نقشه‌های تهیه شده، نمونه‌برداری از ۳ تا ۴ درصد منطقه را قابل قبول بیان کرده است و میزان قابل قبول دقت نقشه را ۸۵ درصد گزارش می‌کند. Kamusoko و Aniya (۲۰۰۶) این مقدار دقت را برای طرح طبقه‌بندی اندرسون، مقدار مناسب می‌داند.

بررسی نقشه اهمیت زیستگاهی پناهگاه حیات‌وحش هامون در زمان برداشت تصویر نشان می‌دهد که در این زمان، بیش‌ترین مساحت زیستگاه منطقه مربوط به زیستگاه رده هفتم می‌باشد زیرا پس از طی خشک‌سالی تالاب هامون و خشک شدن کامل تالاب تا زمان مطالعه تمامی قسمت‌های تالاب آب‌گیری نشده و بسیاری از اراضی فاقد آب می‌باشد. همچنین زیستگاه‌های رده سوم، اول و دوم به ترتیب در رده‌های بعدی می‌باشند که نشان از اهمیت زیستگاهی بالای پناهگاه حیات‌وحش هامون می‌باشد. بررسی شکل ۴ نشان می‌دهد مناطقی که بیش‌ترین تعداد پرنده را دارند در قسمت شمالی پناهگاه که مربوط به تالاب هامون صابری و از عمق بیش‌تری برخوردار است می‌باشند. برخی از مناطق جنوبی پناهگاه که دارای پوشش متراکم هستند نیز تعداد قابل توجهی از پرندگان را در خود جای داده‌اند.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد با وجود سپری شدن دوره‌های خشک‌سالی پس از سال ۱۳۷۸، تالاب هامون با آبگیری مجدد و مدیریت توزیع آب محدود ورودی به تالاب با توجه به اهداف حفاظتی، زیستگاه‌های حساس و منافع مردم بومی منطقه امکان احیای مجدد نقش این تالاب با اهمیت بین‌المللی وجود دارد.

منابع

بهادری خسروشاهی، ف.، علیزاده شعبانی، ا.، کابلی، م.، کرمی، م.، عطارد، پ.، شریعتی، پ.، ۱۳۸۹. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کمرکولی جنگلی در نیمرخ شمالی البرز، نشریه محیط زیست طبیعی، (۶۳) شماره ۳.

درویش صفت، ع. ا.، ۱۳۷۷. "برآورد صحت نقشه های موضوعی پایگاه داده GIS"، پنجمین همایش سامانه های اطلاعات جغرافیایی، تهران، ایران.

سفیانیان، ع.، ملکی، س. و راهداری، و.، ۱۳۸۸. بررسی دو شاخص کمی کردن الگوهای چشم انداز با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی" ویژه نامه علوم و فنون آب، خاک و منابع طبیعی، سال ۱۳، شماره ۴۹. ص: ۱۴۱-۱۵۱.

شامحمدی، ز. و ملکی نجف آبادی، س.، ۱۳۸۹. حیات هامون، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ اول، سال اول، فصل دوم

علوی پناه، س. ک.، ۱۳۸۳. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.

ملکی نجف آبادی، س.، همامی، م. ر. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۸۹. تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش اصفهانی در پناهگاه حیات وحش موته با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی. نشریه محیط زیست طبیعی، (۶۳) شماره ۳

وارسته مرادی، ح.، ۱۳۸۹. ارزیابی زیستگاه دارکوب سر سرخدر پارک ملی گلستان، نشریه محیط زیست طبیعی، (۶۳) شماره ۳

Amozadeh, D. and Kanani, M. R., 2008. The Effect of Caspian Sea Water Fluctuations on Miankaleh Habitat Ecological Conditions Using Remote Sensing and Geographic Information System. World Applied Sciences Journal, VOL.3, 240-248

Anderson, J. R., Erneste, E. H., John T. R. and Richard, E. W., 1976. A land Use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geological Survey Professional, United States Government Printing Office, Washington

De Roeck, E. R., Verhost, N. E. C., Miya, M. H., Lievens, H., Batelaan, O., Thomas, A. and Brendonck, L., 2008. Remote sensing and wetland ecology: a South Africa case study,Sensor, Vol.22, 3542-3556

Erik P. W., Robert A. B. and Russell A. H., 2009. Remotely sensed productivity, regional home range selection, and local range use by an omnivorous primate, Behavioral Ecology. Vol. 3, 1323-1331

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.

Ling-Chen, X., Zhao, H. M., Li, P. X. and Yin, Z. Y., 2006. Remote sensing image- based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, Remote sensing of environment, Vol. 104, 133-146.

Luna, A, R. and Cesar, A. R., 2006. Land use, land cover changes and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico, Landscape Ecology, Vol.18, 159-171.

Mitsch, W. J. and Gosselink, J. G., 1993. Van Nostrand Reinholdn New York, Wetlands 2nd edn

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.

Rahdary, V., Amiri, F. and Maleki, S., 2010. Vegetation cover monitoring applying satellite data during 1972 to 2007. Research journal of environment and earth science, Vol. 2(3), 118-127.