



## ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آماگل و آجی گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه

رسول قربانی: دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز ایران

علی‌اکبر تقی‌پور: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز ایران\*

حسن محمودزاده: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز ایران

وصول: ۱۳۸۹/۱۲/۳ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۲، صص ۱۸۴-۱۶۷

### چکیده

ایران با دارا بودن تالاب‌های متعدد، که ۲۲ تالاب آن در معاهده بین‌المللی رامسر به ثبت جهانی رسیده است، دارای جایگاه ویژه‌ای در آسیای جنوب غربی است. سه تالاب بین‌المللی آجی گل، آماگل و آلاگل در دشت ترکمن صحرا از اکوسیستم‌های مهم جهانی بوده که در این تحقیق با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست بررسی شده‌اند. تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های TM و ETM+ در سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ بعد از عملیات تصحیح اتمسفری و هندسی با نمونه‌های تعلیمی برداشت شده با روش طبقه‌بندی ماکزیمم احتمال در شش کلاس آب، اراضی نمکی، اراضی بایر، پوشش گیاهی تراکم کم، پوشش گیاهی تراکم متوسط و پوشش گیاهی تراکم زیاد رده بندی شدند و با انتقال به محیط GIS و استفاده از تابع تحلیلی Union، تغییرات رخ داده در قالب ماتریس‌های اولیه\_ثانویه طی دوره مورد مطالعه (۱۹۸۷-۲۰۱۰) ارزیابی شده‌اند. کاهش سطح آب تالاب‌ها از ۲۵۹۱/۸ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۲۸۰/۶ هکتار در سال ۲۰۱۰ و همچنین کاهش اراضی نمکی، کاهش پوشش گیاهی با تراکم زیاد و افزایش پوشش گیاهی با تراکم متوسط و کم، و در نهایت، بدون تغییر ماندن میزان مساحت اراضی بایر از اهم این تغییرات است، که از جمله علل اصلی این تغییرات را باید در مسائلی مانند خشکسالی‌های اخیر، احداث سد، برداشت بی رویه آب تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال و جاده در منطقه و بین تالاب‌ها جستجو کرد.

واژه‌های کلیدی: تالاب‌های بین‌المللی، تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری، آلاگل، آماگل و آجی گل

### ۱- مقدمه

بر مبنای تعریف کنوانسیون رامسر؛ به اراضی مردابی، باتلاقی و برکه‌ها که مصنوعی یا طبیعی بوده و دارای آب دائم یا موقت، ساکن یا جاری، شیرین، شور یا نیمه شور هستند و همچنین به مناطق ساحلی دریاها که هنگام جزر، ارتفاع آب بیشتر از ۶ متر نباشد، تالاب گفته می‌شود.

تالاب‌ها از جمله مهم‌ترین اکوسیستم‌ها و عرصه‌های حیات در جهان، یکی از بارزترین زیبایی‌ها و شاهکارهای خلقت هستند، که به دلایل مختلف زیست محیطی دارای جایگاه ویژه‌ای بوده و به طور مطلق نیز جایگزینی ندارند.

فاکتورها و عواملی که بصورت عمده کارکرد اکولوژیکی این اکوسیستم‌ها را دگرگون می‌کند شامل، تغییرات کاربری اراضی که در آن زراعت‌های متمرکز جایگزین پوشش گیاهی طبیعی می‌شود، بهره برداری بیش از اندازه از آب‌های زیر زمینی، خشکاندن و زه کشی‌های مصنوعی تالاب و دگرگونی و کانال کشی رودخانه‌ها همچنین فعالیت‌هایی مانند احداث طرح‌های بزرگ آبیاری، که مقدار زیادی آب نیاز دارند و ممکن است باعث کاهش جریان ورودی تالاب و همچنین کاهش جریان خروجی از تالاب شود، می‌شود.

ایران با دارا بودن بیش از ۲۵۰ تالاب بزرگ و کوچک و به دلیل موقعیت جغرافیایی خود از اهمیت ویژه‌ای در آسیای جنوب غربی برخوردار است. از این تعداد تالاب، ۲۲ سایت (که البته ممکن است تعدادی از این سایت‌ها دارای چند تالاب بوده که یک جا ثبت شده اند مانند سه تالاب آلمانگل، آجی گل و آلاگل در استان گلستان) در لیست رامسر به عنوان تالاب‌های مهم جهانی ثبت شده اند و چندین تالاب دیگر نیز در حال مطالعه برای پیوستن به این معاهده هستند. متأسفانه به دلایل گوناگون انسانی و طبیعی، و عدم مدیریت مناسب برای این تالاب‌ها تعداد ۶ سایت از این تالاب‌ها در لیست مترو (تالاب‌های که از لیست رامسر خارج شده ولی به دلیل اهمیت و اینکه شاید دوباره به حالت طبیعی برگردند کاملاً حذف نمی‌شوند) قرار دارند.

بررسی تغییرات تالاب‌ها در طول دهه‌های گوناگون و مشخص کردن سمت و سوی این

اخیراً برآورد شده است که تالاب‌های جهانی حدود ۶/۲ تا ۷/۶ درصد سطح زمین را اشغال کرده اند. این تالاب‌ها به عنوان جزء اساسی اکوسیستم جهانی در پیشگیری یا کاهش شدت سیل، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و فراهم کردن زیستگاه منحصر بفرد برای گیاهان و جانوران و دیگر خدمات و سودمندی‌ها از جمله حفظ کیفیت آبها، تولید کشاورزی، شیلات و سرگرمی و دیگر خدماتی چون ذخیره سیلاب‌ها و کنترل فرسایش خاک نقش مهمی داشته و همچنین از عوامل موثر در حفظ تنوع چشم اندازها و از عناصر اصلی برای استراتژی حفاظت منطقه‌ای هستند.

به این دلیل تعداد زیادی از تالاب‌ها در سرتاسر جهان بوسیله سازمان‌های مختلف محافظت و نظارت می‌شوند. علاوه بر این، اهمیت تالاب‌ها توسط معاهدات بین المللی مانند کنوانسیون رامسر، به رسمیت شناخته شده است. در این زمینه به طور کلی هدف کنوانسیون رامسر، که در سال ۱۹۷۱ امضاء شده است، حفاظت و استفاده عاقلانه از تالاب بوسیله عزم ملی و همکاری بین المللی به عنوان وسیله‌ای برای دستیابی به توسعه پایدار در سرتاسر جهان است.

تالاب‌ها کاملاً از تنوع زیستی حمایت کرده و مزایای زیادی را برای انسان فراهم می‌کنند، اما آنها جزء تهدید شونده ترین زیستگاه‌ها در جهان تلقی می‌شوند. متأسفانه در طول تاریخ همواره بشر به این مناطق به چشم اراضی نامناسب و بیهوده که محل انتقال بیماری هستند نگاه کرده و همواره در پی تخریب یا تغییر این محیط‌ها بوده است.

- اشمید و همکارانش در سال ۲۰۰۵ تحقیقی بر روی یکی از تالاب‌های مرکزی اسپانیا انجام داده‌اند، آنها در این تحقیق از داده‌های هوابرد چندطیفی<sup>۲</sup> و سنجنده ماهواره‌های چند طیفی برای تعیین تغییرات خصوصیات تالاب سالین<sup>۳</sup> در طول زمان استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داد که اجزاء تالاب انتخاب شده هم از نظر مساحت کلی تالاب و هم از نظر پراکنش فضایی تغییرات مهمی داشته‌اند. این تغییرات به طور عمده ای مربوط به اثرات انسانی هستند (Schmid, 2005: 2516).

- یو و همکارانش در سال ۲۰۰۳ تحقیقی با استفاده از سه سری از تصاویر ماهواره ای مربوط به سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۶ برای سنجش تغییرات چشم اندازه‌ها در تالاب دلتای رودخانه زرد انجام داده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات عمده ای در منطقه مورد مطالعه اتفاق افتاده است که دلیل عمده آن رشد سریع جمعیت به دلیل اکتشاف میادین نفت و گاز در این منطقه بوده است (Yue, 2003: 21).

- کاشاگیلی و همکارانش تحقیق خود را بر روی تالاب‌های دشت یوسنجو<sup>۴</sup> با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست، سنجنده‌های MSS و TM برای سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۴ و ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ انجام داده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که افزایش فعالیت‌های انسانی تاثیرات منفی بر روی تالاب‌ها داشته است و این تالاب‌ها در آستانه تخریب کلی هستند. همچنین این

تغییرات، برای مدیریت و چگونگی بهره برداری از این تالاب‌ها و ارائه راهکارهایی که باعث شوند این تالاب‌ها در لیست مترو قرار نگیرند، بسیار ضروری است؛ وسعت این تالاب‌ها و هزینه‌های مادی و زمانی این کار باعث می‌شود تا سازمان‌ها و پژوهشگران بسوی ابزارها و تکنولوژی‌های جدید برای این هدف روی بیاورند، از جمله این ابزارها که جدیداً برای بررسی تغییرات تالاب‌ها بسیار مورد توجه است، سنجش از دور است. این مقاله سعی دارد با استفاده از تصاویر چند زمانه ای<sup>۱</sup>، تغییرات سه تالاب بین‌المللی آماگل، آجی گل و آلاگل را مورد بررسی قرار دهد.

#### ۱-۲- پیشینه تحقیق

همان گونه که بیان گردید در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره ای و سنجش از دور در بررسی تالاب‌ها بسیار مورد توجه بوده است، از جمله تحقیقات انجام گرفته با این ابزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- زاو و همکارانش در سال ۲۰۱۰ تحقیقی در مورد تالاب دهانه رودخانه پرل با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده‌های MSS، TM، ETM برای سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۹ انجام داده‌اند و در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که بر اثر عوامل مختلف طبیعی و انسانی مانند خشکی فصلی طولانی، تغییرات سطح آبهای زیرزمینی، کشاورزی، آبی‌پروری، توسعه شهری و غیره تالاب به مقدار زیادی کوچک و تکه تکه شده است (Zhao, 2010: 1266).

2 - hyper spectral airborne

3 - Saline

4 - Usangu

1 - Multi Temporal

پرداخته و در نهایت با توجه به مثبت بودن کارایی این تصاویر، استفاده از تصاویر ماهواره ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی را به مدیران سواحل، مدیران شهری و پژوهشگران توصیه می‌نماید (Gilmore, 2008: 4048).

### ۱-۳- محدوده پژوهش

تالاب‌های بین‌المللی آجی گل، آلاگل و آماگل در استپ‌های خشک و گرم ترکمن صحرا در نزدیکی مرز ایران و ترکمنستان یکی از اکوسیستم‌های بی نظیر و از جمله تالاب‌های بین‌المللی ایران محسوب می‌شوند. اهمیت زیاد این تالاب‌ها و قرارگیری نام آنها در فهرست تالاب‌های بین‌المللی کنوانسیون رامسر به دلیل تنوع و تراکم زیاد پرندگان آن ذکر شده است (کابلی، ۱۳۸۵: ۶۷۰).

از نظر موقعیت جغرافیایی تالاب آماگل دارای مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی است. تالاب آجی گل در ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است (مهندسین مشاور سبز اندیش پایش، ۱۳۸۷: ۱۸). تالاب آلاگل دارای مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی است (همان: ۱۹).

مطالعه افزایش ۱۴٪ در پوشش گیاهی تالابی بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۴ و به ترتیب کاهش ۷۷٪ و ۷۰٪ در پوشش جنگلی بسته و باز را نشان می‌دهد (Kashaigili, 2006: 967).

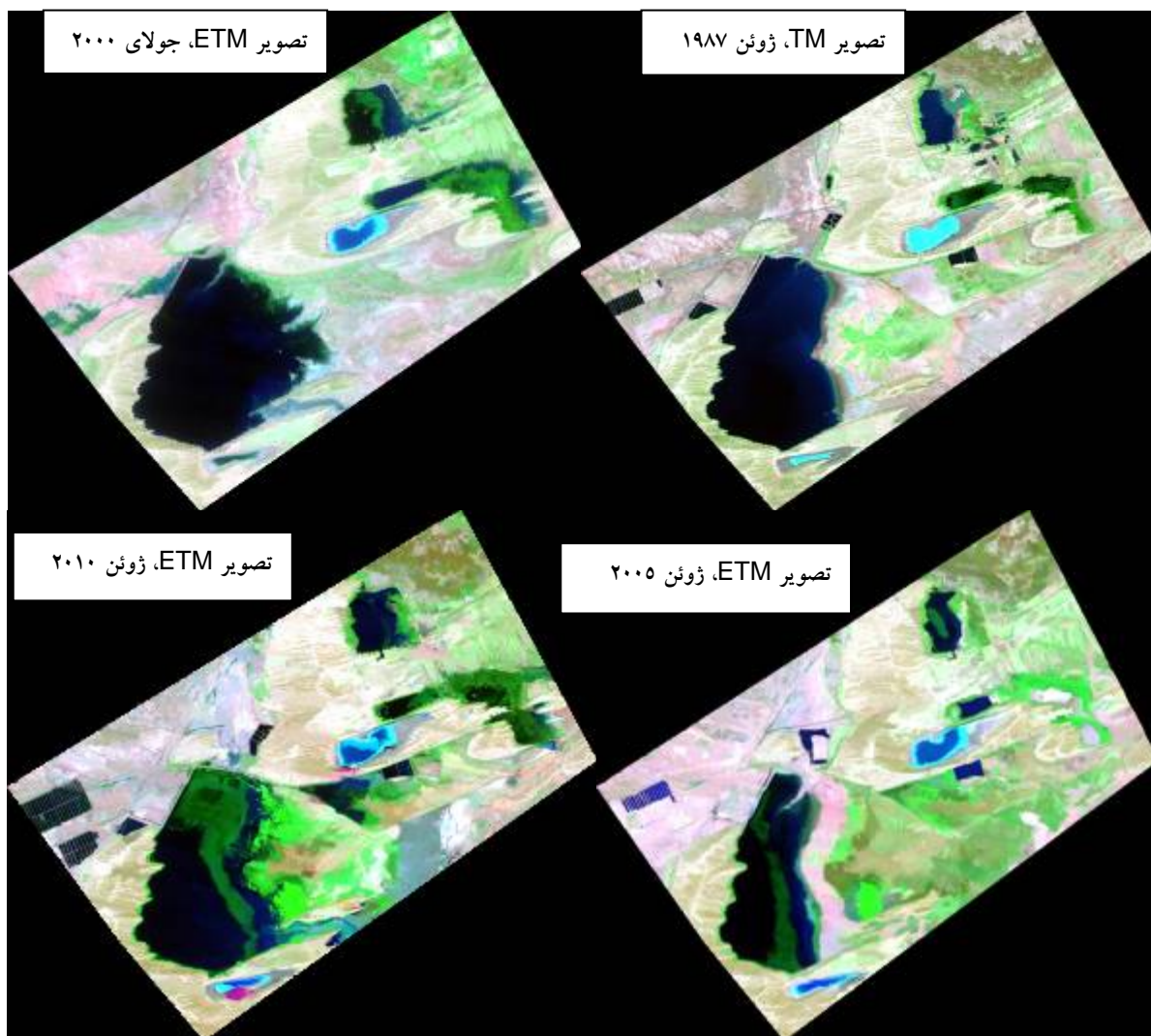
- زاو و همکارانش در سال ۲۰۰۹ با استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS به بررسی پوشش گیاهی و جانمایی انواع پوشش گیاهی در یک دوره زمانی (از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶) در دلتای رودخانه<sup>۱</sup> یانگ تز چین پرداخته اند (Zhao, 2009: 346).

- پاستور و همکارانش در تحقیقی در سال ۲۰۱۰ به بررسی اثرات خشکسالی در تالاب مدیترانه در جنوب شرقی اسپانیا پرداخته و با استفاده از تصاویر ماهواره ای مشخص کرده اند که پوشش زمین (پوشش گیاهی، خاک و آب) در این منطقه به شدت نسبت به سال‌های قبل آسیب دیده است (Pastor, 2010: 254).

- لبا و همکارانش با استفاده از تصاویر ماهواره ای QuickBird سعی در ارزیابی و تشخیص گیاهان مختلف و متجاوز به تالاب رودخانه‌ها دسون (Hudson) کرده و در نهایت به این نتیجه می‌رسند که این تصاویر با توجه به قدرت تفکیک بالا برای این کار بسیار مناسب بوده و می‌توان از آن در سطح ملی استفاده کرد (Laba, 2008: 286).

- گیلور و همکارانش در سال ۲۰۰۸ در تحقیقی به تاثیر استفاده از تصاویر چند زمانه و چند طیفی برای مطالعه، طبقه بندی و تهیه نقشه از گیاهان تالابی





شکل ۲- تغییرات تصویری تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آماگل و آجی گل در سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۰  
 ماخذ: نگارندگان بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای سالهای ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰

حذف هرگونه آثار جوی از ضروریات است. حذف آثار سوء جو زمانی بیشتر احساس میشود که هدف مقایسه تصاویر چندزمانه باشد. (میدر، ۱۳۷۷: ۱۵۷). در این تحقیق از روش کم کردن ارزش پیکسل‌های تیره استفاده شد و با استفاده از باند ۷ سنجنده TM و ETM+ که آب و سایه در این باند دارای ارزش DN صفر است ارقام پیکسل‌های باندهای ۱ تا ۵ و ۷ منطقه بر روی محورهای X و Y نسبت به هم تعیین محل

پس از آماده کردن تصاویر چند زمانه ای منطقه، در مرحله پیش پردازش روی کلیه تصاویر ماهواره‌ای اصلاحات رادیومتریک، ژئومتریک و تکنیکهای نرمال سازی اعمال شد. هدف اصلی این مرحله رفع خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک موجود در تصاویر خام و افزایش صحت و قابلیت دسته بندی اطلاعات رقومی مختلف است. در فرایند پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای، قبل از شناخت و استخراج اطلاعات،

می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییری اتفاق نیفتاده است (لایندرس، ۱۳۷۵: ۱۵۲). (جدول ۲)

جدول ۲- روش‌های طبقه‌بندی برای استخراج و پردازش

#### تصاویر تغییرات سطح آب

| الگوریتم اعمال شده | ارزش باندها | نوع سنجنده |
|--------------------|-------------|------------|
| نسبت‌گیری باندها   | ۵/۲         | لندست TM   |
| نسبت‌گیری باندها   | ۵/۲ و ۵/۴   | لندست ETM+ |

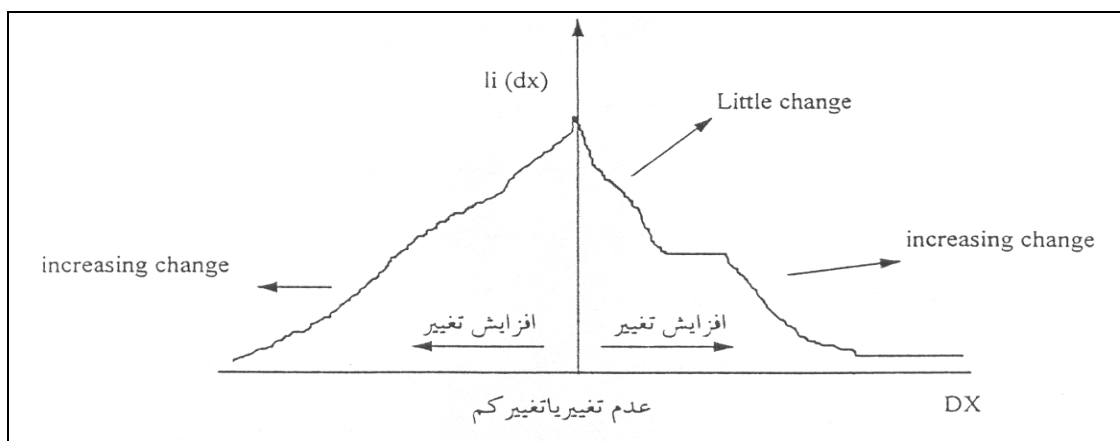
#### تفریق باندها

تفریق تصاویر بر مبنای پیکسل به پیکسل صورت می‌گیرد که مقدار آن از ۲۵۵- تا ۲۵۵+ برای تصاویر TM و ETM+ متغیر است (میدر، ۱۳۷۷: ۱۵۸). بعد از اعمال رابطه بالا هیستوگرام تصویر حاصل شده می‌تواند به صورت شکل توزیع نرمال که در آن منحنی اطراف صفر توزیع مناطق بدون تغییر عمده را نشان می‌دهد. دنباله هیستوگرام نشان دهنده نواحی می‌باشد که تغییرات بیشتری در آنها صورت گرفته است (شکل ۳).

شد و با بهره‌گیری از روش حداقل مربعات، مقدار خطای اتمسفری (فاصله از مبدا)، از کل داده‌های باند ۱ تا ۵ کسر گردد. برای آماده‌سازی دو یا چند تصویر ماهواره‌ای به منظور مقایسه آشکارسازی تغییرات تصحیح هندسی تصاویر ضروری است (Macleod, 1998: 81). برای تقلیل اثرات خطای تطبیق‌سازی، تصحیح هندسی به صورت پیکسل به پیکسل به کارگرفته می‌شود. اگر خطای تطبیق‌سازی بزرگتر از یک پیکسل باشد، ممکن است اشتباهات فاحشی حاصل آید (Yuan, 1998: 169). بنابراین، تصحیحات هندسی بر اساس روش تصویر به تصویر با استفاده از تصویر سال ۲۰۱۰ اعمال و تصحیحات اتمسفری به علت وجود عارضه آب در منطقه بر اساس روش کم کردن پیکسل‌های تیره ۱ اعمال شد. در مرحله پردازش، با تفسیر بصری تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه و استفاده از ویژگی انعکاسی آب در باند مادون قرمز که تقریباً صفر است، خط برخورد خشکی و آب در منطقه تالابی شناسایی شد. در این مرحله علاوه بر روشهای بصری، از روش‌های نسبت باندها، تفریق باندها، تحلیل مولفه‌های اصلی برای شناسایی مناطق تغییر یافته به صورت رقومی استفاده گردید که به طور مختصر اشاره می‌شود:

#### نسبت باندها

تقسیم تصاویر بوسیله تقسیم باندهای یک تصویر از زمان اول بر باندهای تصویر زمان دوم صورت می‌گیرد. زمانی که این نسبت نزدیک به یک بوده باشد



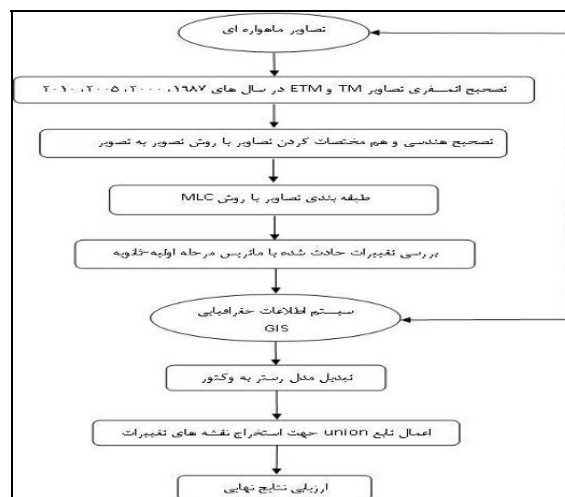
شکل ۳- نمودار تفاضل دو تصویر هم مختصات شده چند زمانه

در مرحله پس پردازش با بررسی میدانی از منطقه مورد مطالعه و استفاده از GPS و برداشت نمونه‌های لازم جهت طبقه‌بندی با اعمال روش متعادل سازی هیستوگرام، با استفاده از نرم افزار ENVI نمونه‌های تعلیمی جهت طبقه بندی تصاویر به روش MLC اعمال شد.

#### طبقه بندی تصاویر

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به منظور نسبت دادن ارزش‌های رقومی موجود در تصویر به گروه‌هایی با مشخصه‌های همگن، با هدف متمایز کردن اشیا یا پدیده‌های مختلف از یکدیگر به کار می‌رود (کریستوفر، ۱۳۸۱: ۴۲). طبقه‌بندی بر اساس الگوهای طیفی یا الگوهایی که به صورت طیفی تعریف شده باشند، نظیر درجه تیرگی، بافت و غیره در فضای تصویر انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که طبقه‌بندی فضای الگو یا عارضه‌ء مورد مطالعه را بر اساس قاعده تصمیم‌گیری به رده‌های مختلف تقسیم می‌کند. در بیشتر موارد، انجام عمل طبقه‌بندی با استفاده از روش‌های ریاضی طبقه‌بندی، به کمک

ساده‌ترین مورد در کشف تغییرات با روش PCA بکارگیری یک باند تکی از دو تاریخ مختلف برای مولفه‌های اصلی است. اولین مولفه‌های اصلی تقریباً معدل دو باند مزبور خواهند بود، در حالی که جاهایی که تغییر در آنها اتفاق افتاده است به طور ناهم‌بندگی دارای DN بالا یا پایین در مولفه‌های اصلی دوم خواهند بود. این روش دارای این مزیت است که کشف قبلی داده‌ها لزومی ندارد (لایندرس، ۱۳۷۵: ۱۵۳).



شکل ۴- مراحل تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

#### و فنآوری GIS



$$L_k(x) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\sum k|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x - \mu_k) \cdot \sum k^{-1} \cdot (x - \mu_k)^t\right\}$$

در این رابطه  $n$  تعداد باندها،  $x$  داده‌های تصویری در  $n$

باند،  $L_k(x)$  میزان احتمالی که  $x$  به رده  $k$  تعلق دارد،

$\mu_k$  بردار میانگین رده  $k$ ،  $\sum k$  ماتریس واریانس -

کواریانس یا وردایی - هموردایی رده  $k$ ، و  $|\sum k|$

دترمینان ماتریس  $\sum k$ ، و  $(x - \mu_k)^t$  ترانهاده

$(x - \mu_k)$  است (رسولی، ۱۳۸۹: ۳۶).

در مطالعه حاضر با بررسی میدانی و برداشت نمونه‌های تعلیمی با GPS، با توجه به پراکنش کاربری‌ها از لحاظ پوشش و کاربری اراضی در محدوده تالابهای آلاگل، آماگل و آجی گل شش کلاس کاربری به این شرح انتخاب شد: آب، اراضی بایر، نمک، پوشش گیاهی با تراکم کم، پوشش گیاهی با تراکم متوسط، پوشش گیاهی با تراکم زیاد.

با همپوشانی نقاط تعلیمی و ایجاد تصاویر کاذب رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه‌های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در همه تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه‌ها نرمال باشد. بعد از طبقه‌بندی تصاویر سال ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ نقشه‌های رستری استخراج شده برای تولید نقشه نهایی تغییرات برداری شدند.

سیستم‌های کامپیوتری عملی است. طبقه بندی به روش ماکزیمم احتمال یکی از متداولترین روش‌های طبقه‌بندی داده‌های سنجش از دور است که در آن هر پیکسل یا جز تصویری با بیشترین احتمال به رده متناظر طبقه بندی می‌شود. میزان احتمال  $L_k$  به عنوان نزدیکترین احتمالی که یک جزء تصویری به رده  $K$  تعلق دارد، تعریف می‌شود.

$$L_k = P(k/x) = P(k) * P(x/k) / \sum P(i) * P(x/i)$$

که در اینجا  $P(k)$  احتمال اخیر رده  $k$ ،  $P(k) *$

مزدوج مختلط  $P(k)$ ، و  $P(x/k)$  احتمال شرطی

برای مشاهده  $X$  از رده  $k$ ، یا تابع چگالی احتمال

است. معمولاً فرض می‌شود که  $P(k)$  ها با هم برابرند

و  $\sum P(i) * P(x/i)$  نیز برای همه رده‌ها مشترک

است. به این ترتیب  $L_k$  به  $P(x/k)$  یا تابع چگالی

احتمال بستگی دارد. با توجه به پراکندگی و تنوع

کاربری‌ها، برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی

طبقه‌بندی تصاویر ضروری است، که در تحقیق حاضر

از طبقه بندی ماکزیمم احتمال استفاده شد. طبقه بندی

ماکزیمم احتمال یکی از متداولترین روشهای طبقه

بندی داده‌های سنجش از دور است که در آن هر

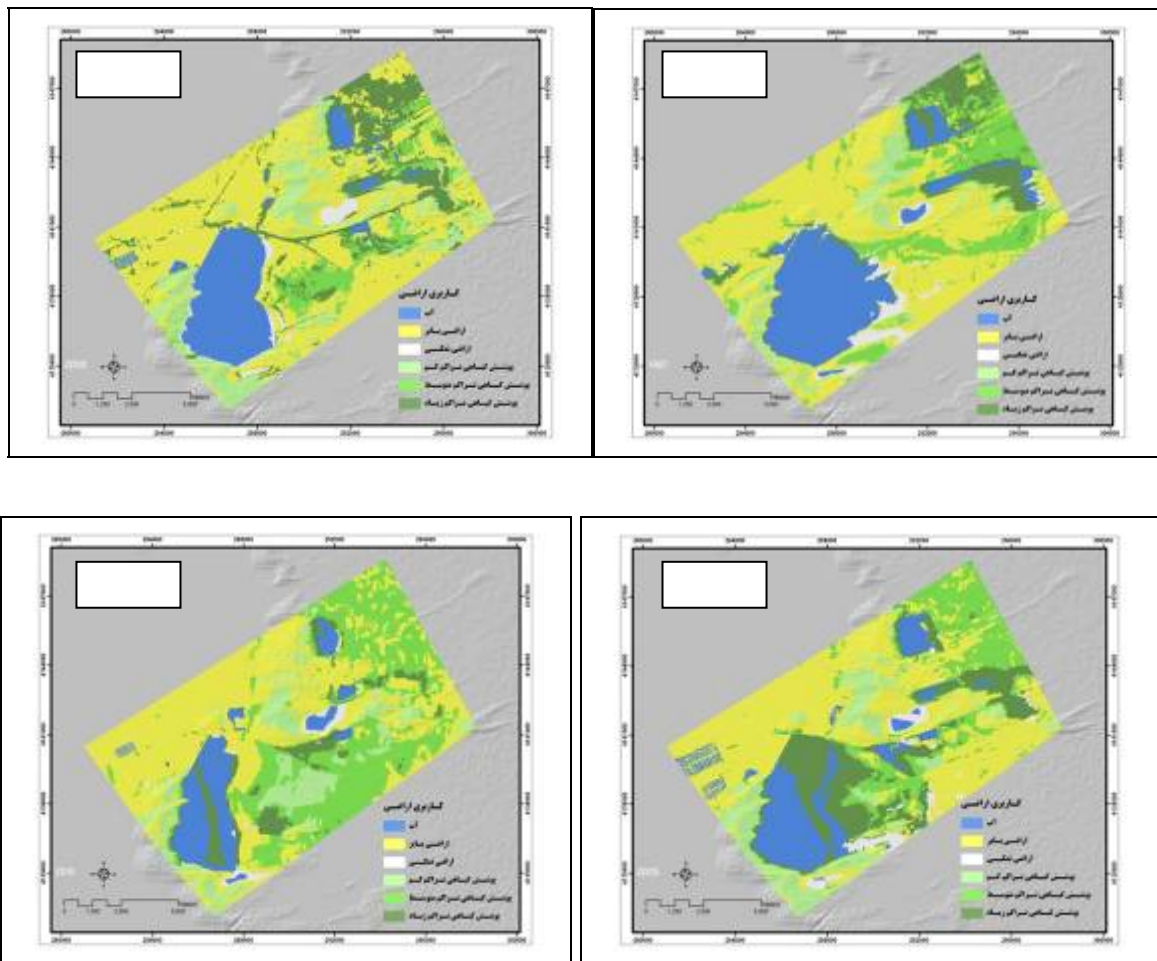
پیکسل یا جز تصویری با بیشترین احتمال به رده

متناظر یا مربوطه طبقه بندی می‌شود. این طبقه‌بندی

کننده معمولاً دقیق‌ترین طبقه‌بندی کننده در بین

روش‌های پیکسل پایه است و در جداسازی رده‌های

تصویری از رابطه روبرو استفاده می‌شود

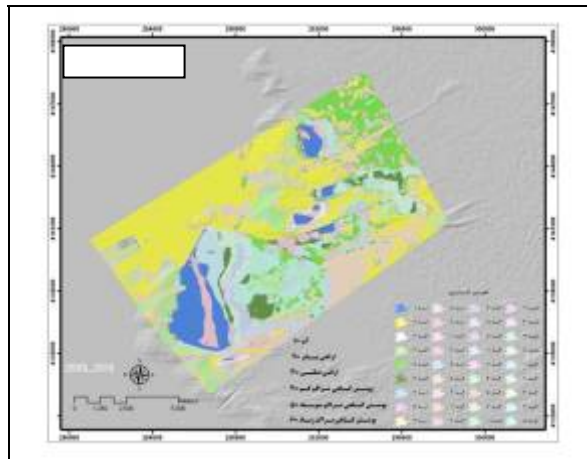
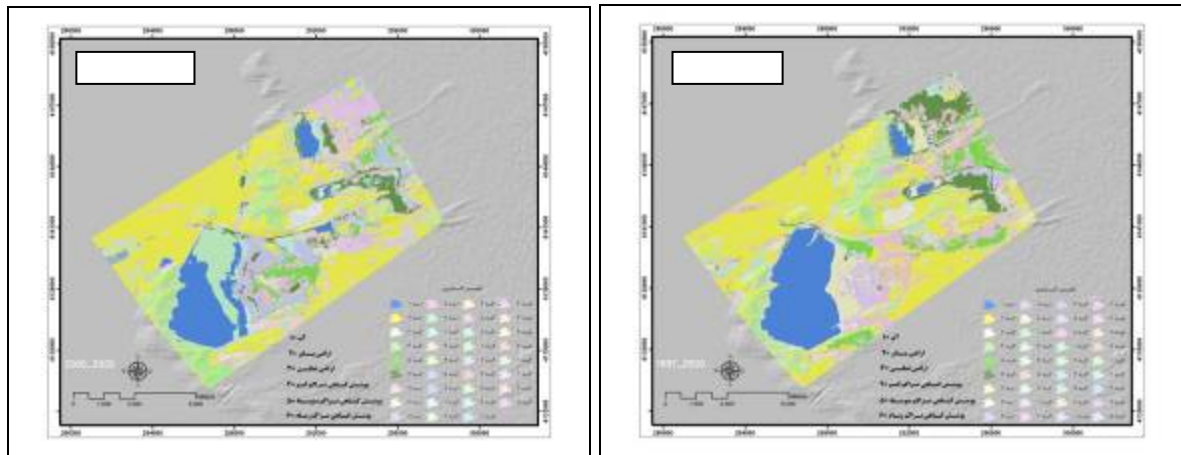


شکل ۵- کاربری زمین استخراج شده در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ مآخذ: نگارندگان بر اساس پردازش تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰

سال‌های ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ و ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ بر روی همدیگر همپوشانی شده‌اند.

## ۲- یافته‌ها

توزیع فضایی تغییرات حادث شده در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ در شکل ۶ نمایش داده شده است. در این نقشه‌ها با استفاده از تابع پیوند (Union) ۶ لایه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده مربوط به کاربری‌های



شکل ۶- تغییرات کاربری اراضی تالاب‌ها بین سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۰۵، ۲۰۱۰-۲۰۰۵،

ماخذ: نگارندگان بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای چند زمانه

سال ۱۹۸۷-۲۰۰۰ است سال پایه ۱۹۸۷ و سال انتهایی ۲۰۰۰ است).

مجموع کلاس ستون: نشان دهنده مجموع پیکسل‌های کلاس‌های تصویر طبقه بندی شده سال انتهایی هر جدول است.

تغییرات کلاس ردیف: نشان دهنده مجموع پیکسل‌های تصویر سال پایه هر جدول است که کلاس‌های آن تغییر یافته است.

تفریق تصاویر ردیف: نشان دهنده تفریق مجموع تعداد پیکسل‌های معادل در دو تصویر سال پایه و سال

با بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام شده بر روی نقشه‌های تغییرات کاربری در GIS جداول مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی براساس تصاویر طبقه بندی شده سال‌های متوالی منطقه به دست آمد (جدول ۳).

در جداول تغییرات موارد زیر را باید در نظر گرفت:

مجموع کلاس ردیف: نشاندهنده مجموع پیکسل‌های کلاس‌های تصویر طبقه‌بندی شده سال پایه هر جدول است (مثلا در جدولی که مربوط به

۲۰۰۵ افزایش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده رقم ۶۷/۹۷ درصد است، در طی دوره ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس اراضی نمکی با مساحت ۳۸۰/۷ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۱۸۰ هکتار در سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده ۷۹/۷۱ درصد است (جدول ۳ و شکل ۶).

پ) پوشش گیاهی متراکم: همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که پوشش گیاهی با تراکم‌های متفاوت نیز تغییراتی به این شرح داشته‌اند، در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس پوشش گیاهی تراکم زیاد با مساحت ۱۲۴۷/۶ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۸۰۷ هکتار در سال ۲۰۰۰ افزایش پیدا کرده است. میزان تغییرات ۴۲ درصد است، در طی دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس پوشش گیاهی تراکم زیاد با مساحت ۱۸۰۷ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۲۰۷۰/۶ هکتار در سال ۲۰۰۵ افزایش پیدا کرده است که تغییرات حادث شده با رقم ۷۲/۴۵ درصد است، همچنین در طی سال‌های ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس پوشش گیاهی تراکم زیاد با مساحت ۲۰۷۰/۶ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۸۳۲/۳ هکتار در سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا کرده است. میزان تغییرات حادث شده رقم ۸۰/۲۲ درصد است (جدول ۳ و شکل ۶).

ت) پوشش گیاهی متوسط: در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس پوشش گیاهی تراکم متوسط با مساحت ۲۱۹۲/۴ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۹۸۹/۶ هکتار در سال ۲۰۰۰ کاهش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده با رقم ۸۶/۲۶ درصد است، در طی سال‌های ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس پوشش گیاهی تراکم متوسط با

انتهایی هر جدول که از کم کردن مجموع کلاس‌های تصویر اولیه از مجموع کلاس‌های تصویر ثانویه به دست می‌آید.

## ۱-۲- بررسی تغییرات کاربری‌ها

با بررسی نقشه‌ها و جداول تغییرات، موارد زیر در مورد میزان تغییرات در کاربری‌های مختلف به دست آمد

الف) آب: در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس آب با مساحت ۲۵۹۱/۸ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۹۵۳/۹ هکتار در سال ۲۰۰۰ کاهش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده با رقم ۳۳/۷۲ درصد در این دوره کاملاً مشهود است. در طی دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس آب با مساحت ۱۹۵۳/۹ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۱۶۵۶/۷ هکتار در سال ۲۰۰۵ کاهش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده با رقم ۳۵/۵۱ درصد است. همچنین در طی دوره ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس آب با مساحت ۱۶۵۶/۷ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۱۲۸۰/۶ هکتار در سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده ۴۸/۴۶ درصد است (جدول ۳ و شکل ۶).

ب) اراضی نمکی: بررسی اراضی نمکی با جداول و نقشه‌های تغییرات نشان می‌دهد که در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس اراضی نمکی با مساحت ۵۲۳/۴ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۲۹۸/۴ هکتار در سال ۲۰۰۰ کاهش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده برای این کاربری در این دوره رقم ۸۵/۴۵ درصد است، در طی دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس اراضی نمکی با مساحت ۲۹۸/۴ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۳۸۰/۷ هکتار در سال

گیاهی تراکم متوسط با مساحت ۲۰۲۶/۵ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۳۵۷۳ هکتار در سال ۲۰۱۰ افزایش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده با رقم ۳۷/۶۷ است (جدول ۳ و شکل ۶).

مساحت ۹۸۹/۶ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۲۰۲۶/۵ هکتار در سال ۲۰۰۵ افزایش پیدا کرده است. میزان تغییرات حادث شده رقم ۵۴/۷۲ درصد است، همچنین در طی دوره ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس پوشش

جدول ۳- مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی براساس تصاویر طبقه بندی شده

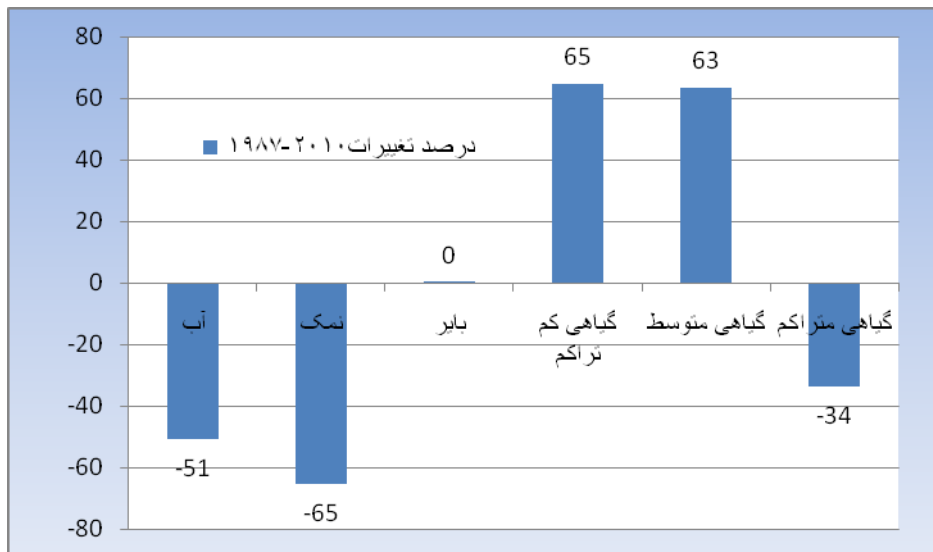
| الف) ۱۹۸۷-۲۰۰۰ |                       |                           |                     |            |            |        |                        |
|----------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|------------|------------|--------|------------------------|
| مجموع کلاس‌ها  | پوشش گیاهی تراکم زیاد | پوشش گیاهی با تراکم متوسط | پوشش گیاهی تراکم کم | اراضی بایر | اراضی نمکی | آب     |                        |
| ۱۹۵۷/۱         | ۹۷                    | ۳۱/۵                      | ۱/۵                 | ۱۰۴/۶      | ۴/۷        | ۱۷۱۷/۸ | آب                     |
| ۲۹۸/۵          | ۳۳/۳                  | ۴/۴                       | ۱/۶                 | ۵۵/۳       | ۷۶/۱       | ۱۲۷/۸  | اراضی نمکی             |
| ۶۱۸۵/۳         | ۲۵۷/۶                 | ۱۰۶۷/۲                    | ۱۹۸/۵               | ۴۰۴۱       | ۳۰۲/۶      | ۳۱۸/۴  | اراضی بایر             |
| ۱۸۸۸           | ۵۶/۳                  | ۳۰۷/۱                     | ۷۲۸/۹               | ۷۶۰/۲      | ۲۲/۵       | ۱۲/۹   | پوشش گیاهی تراکم کم    |
| ۹۹۴/۲          | ۷۹/۷                  | ۳۰۱/۲                     | ۲۸/۴                | ۳۲۴/۹      | ۵۷/۳       | ۲۰۲/۷  | پوشش گیاهی تراکم متوسط |
| ۱۸۵۶/۲         | ۷۲۳/۷                 | ۴۸۱                       | ۱۷/۳                | ۳۶۱/۸      | ۶۰/۲       | ۲۱۲/۲  | پوشش گیاهی تراکم زیاد  |
| ۰              | ۱۲۴۷/۶                | ۲۱۹۲/۴                    | ۹۷۶/۲               | ۵۶۴۷/۸     | ۵۲۳/۴      | ۲۵۹۱/۸ | مجموع کلاس‌ها          |
| ۰              | ۵۲۴/۱                 | ۱۸۹۱/۵                    | ۲۴۷/۴               | ۱۶۰۷       | ۴۴۷/۶      | ۸۷۴/۲  | تغییرات کلاس           |
| ۰              | ۶۰۸/۷                 | ۱۱۹۸/۳                    | ۹۱۱/۸               | ۵۳۷/۵      | -۲۲۵       | -۶۳۴/۶ | تفریق تصاویر           |
| ب) ۲۰۰۰-۲۰۰۵   |                       |                           |                     |            |            |        |                        |
| مجموع کلاس‌ها  | پوشش گیاهی تراکم زیاد | پوشش گیاهی تراکم متوسط    | پوشش گیاهی تراکم کم | اراضی بایر | اراضی نمکی | آب     |                        |
| ۱۶۴۹/۷         | ۱۰۶/۱                 | ۴/۴                       | ۴/۷                 | ۱۹۰/۲      | ۸۲         | ۱۲۶۲/۳ | آب                     |
| ۳۳۸/۴          | ۴/۸                   | ۵/۶                       | ۱۹                  | ۲۱۳/۲      | ۹۵/۶       | ۰/۲۴   | اراضی نمکی             |
| ۵۴۶۵/۴         | ۳۵۰/۴                 | ۲۲۱/۳                     | ۵۷۴/۴               | ۴۲۴۴/۴     | ۲۴/۱       | ۵۰/۸   | اراضی بایر             |
| ۱۵۱۸/۸         | ۵۲/۷                  | ۹۸/۳                      | ۱۰۴۵/۶              | ۳۱۵/۳      | ۵/۵        | ۱/۴    | پوشش گیاهی تراکم کم    |
| ۲۰۳۵/۲         | ۷۸۱/۱                 | ۴۵۰/۲                     | ۱۷۰                 | ۶۱۳/۲      | ۹/۹        | ۱۰/۸   | پوشش گیاهی تراکم متوسط |
| ۲۰۷۰/۴         | ۵۱۱/۹                 | ۲۰۹/۸                     | ۶۴/۳                | ۵۷۴/۷      | ۸۱/۳       | ۶۲۸/۴  | پوشش گیاهی تراکم زیاد  |
| ۰              | ۱۸۰۷                  | ۹۸۹/۶                     | ۱۸۷۸                | ۶۱۵۱       | ۲۹۸/۴      | ۱۹۵۴   | مجموع کلاس‌ها          |
| ۰              | ۱۳۴۴/۶                | ۵۴۴/۲                     | ۸۴۲/۶               | ۱۹۴۱       | ۲۰۳        | ۶۹۵/۱  | تغییرات کلاس           |
| ۰              | ۲۱۴/۳                 | ۱۰۴۱/۵                    | -۳۶۴/۷              | -۷۱۵/۲     | ۸۴/۷       | -۳۰۶/۸ | تفریق تصاویر           |

| پ) ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ |                       |                        |                     |            |            |        |                        |
|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------|------------|------------|--------|------------------------|
| مجموع کلاس‌ها  | پوشش گیاهی تراکم زیاد | پوشش گیاهی تراکم متوسط | پوشش گیاهی تراکم کم | اراضی بایر | اراضی نمکی | آب     |                        |
| ۱۲۸۰/۶         | ۳۱۵/۲                 | ۳/۲                    | ۲/۲                 | ۶۰/۱       | ۴۵/۴       | ۸۵۴/۵  | آب                     |
| ۱۷۹/۷          | ۱۳/۷                  | ۲/۱                    | ۵/۶                 | ۶۶         | ۷۷/۷       | ۱۴/۶   | اراضی نمکی             |
| ۵۶۴۸/۷         | ۴۶۱/۵                 | ۴۲۸/۶                  | ۵۰۸/۲               | ۳۸۸۱/۴     | ۵۱/۷       | ۳۱۷/۳  | اراضی بایر             |
| ۱۶۱۱/۵         | ۹۵/۴                  | ۲۹۹/۹                  | ۸۳۷                 | ۳۶۸/۲      | ۱۰/۸       | ۰/۲۷   | پوشش گیاهی تراکم کم    |
| ۳۵۷۳           | ۷۷۵/۲                 | ۱۲۶۸/۸                 | ۱۵۳                 | ۱۰۵۹/۸     | ۱۷۹/۱      | ۱۳۷/۱  | پوشش گیاهی تراکم متوسط |
| ۸۳۲/۳          | ۴۰۹/۶                 | ۲۳/۹                   | ۸/۲                 | ۴۱/۵       | ۱۶/۱       | ۳۳۳    | پوشش گیاهی تراکم زیاد  |
| ۰              | ۲۰۷۰/۶                | ۲۰۲۶/۵                 | ۱۵۱۴/۲              | ۵۴۷۷       | ۳۸۰/۸      | ۱۶۵۶/۷ | مجموع کلاس‌ها          |
| ۰              | ۱۶۶۲/۴                | ۷۶۶/۸                  | ۶۸۴/۴               | ۱۶۱۳/۳     | ۳۰۵/۵      | ۸۰۳/۶  | تغییرات کلاس           |
| ۰              | ۱۲۳۹/۴                | ۱۵۴۲/۳                 | ۹۸/۱                | ۱۷۷/۳      | -۲۰۳/۲     | -۳۷۷/۱ | تفریق تصاویر           |

ماخذ: نگارندگان بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای چند زمانه

ج) اراضی بایر: اما تغییرات روی داده در اراضی بایر اینگونه است که در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس کاربری اراضی بایر با مساحت ۵۶۴۷/۸ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۶۱۵۱ هکتار در سال ۲۰۰۰ افزایش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده با رقم ۲۸/۴۵ درصد است. در طی سال‌های ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس کاربری اراضی بایر با مساحت ۶۱۵۱ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۵۴۷۷ هکتار در سال ۲۰۰۵ کاهش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده با رقم ۳۵/۳۸ است و در نهایت در طی دوره ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس کاربری اراضی بایر با مساحت ۵۴۷۷ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۵۶۴۸/۷ هکتار در سال ۲۰۱۰ افزایش پیدا کرده است. میزان تغییرات حادث شده رقم ۲۹/۳۶ درصد است (جدول ۳ و شکل ۶). چگونگی و میزان تغییرات سطح کاربری‌های منطقه در شکل ۷ آورده شده است

ث) پوشش گیاهی با تراکم کم: تغییرات در پوشش گیاهی با تراکم کم به این صورت بوده است که، در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ کلاس این پوشش با مساحت ۹۷۶/۲ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۸۷۸ هکتار در سال ۲۰۰۰ افزایش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده با رقم ۲۵/۳۴ درصد است. در طی دوره ۲۰۰۰ - ۲۰۰۵ کلاس پوشش گیاهی تراکم کم با مساحت ۱۸۷۸ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۱۵۱۴/۲ هکتار در سال ۲۰۰۵ کاهش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده با رقم ۴۴/۶۲ است. همچنین در طی دوره ۲۰۰۵ - ۲۰۱۰ کلاس پوشش گیاهی تراکم کم با مساحت ۱۵۱۴/۲ هکتار در سال ۲۰۰۵ به ۱۶۱۱/۶ هکتار متر مربع در سال ۲۰۱۰ افزایش پیدا کرده است. تغییرات حادث شده رقم ۴۴/۹۸ درصد است که در جدول ۳ و شکل ۶ مشخص است.

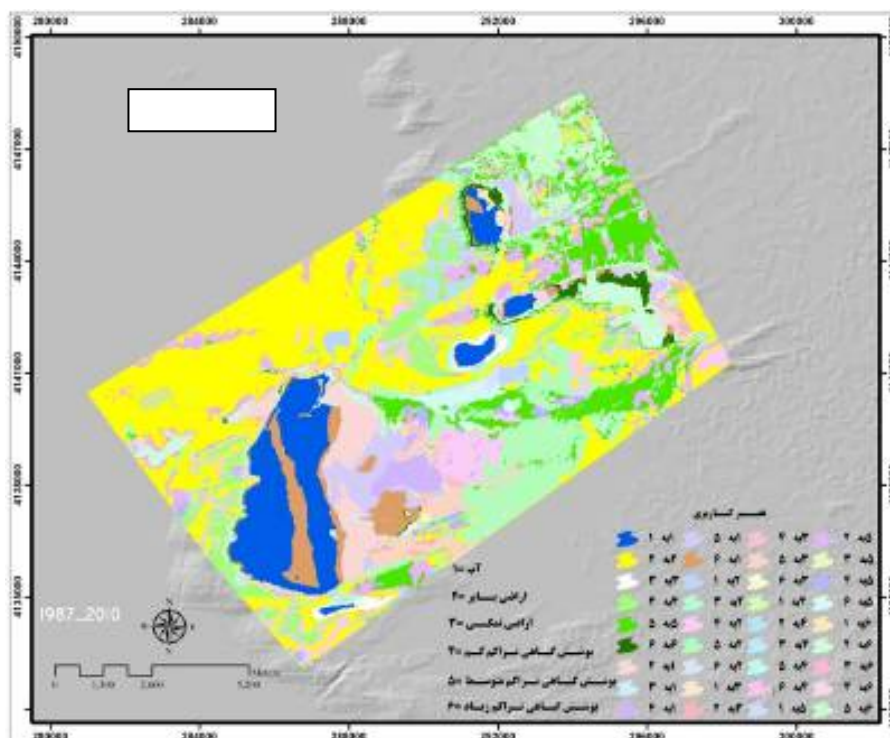


شکل ۷- تغییرات سطوح کاربری‌های موجود در منطقه تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آجی گل و آماگل

ماخذ: نگارندگان، بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای سالهای ۱۹۸۷-۲۰۱۰

جدول شماره ۴ تغییرات را بصورت کلی در طی این ۲۳ سال بیان می‌نماید.

بررسی کلی تغییرات در منطقه در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ نیز انجام گرفت که شکل شماره ۸ و



شکل ۸- تغییرات کاربری اراضی تالاب‌ها بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰

ماخذ: نگارندگان، بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای سالهای ۱۹۸۷-۲۰۱۰

جدول ۴- مقایسه تغییرات کاربری و پوشش اراضی براساس تصاویر طبقه بندی شده

| پ (۱۹۸۷-۲۰۱۰) |                       |                        |                     |            |            |        |                        |
|---------------|-----------------------|------------------------|---------------------|------------|------------|--------|------------------------|
| مجموع کلاس‌ها | پوشش گیاهی تراکم زیاد | پوشش گیاهی تراکم متوسط | پوشش گیاهی تراکم کم | اراضی بایر | اراضی نمکی | آب     |                        |
| ۱۲۸۰          | ۴۰/۹                  | ۵/۹                    | ۰/۳                 | ۱۰۰/۶      | ۲۲/۶       | ۱۱۰۸/۴ | آب                     |
| ۱۸۱           | ۷/۵                   | ۳/۳                    | ۰/۲                 | ۷۴/۶       | ۶۸/۲       | ۲۷/۵   | اراضی نمکی             |
| ۵۶۵۳          | ۳۷۹/۴                 | ۸۳۴/۱                  | ۳۴۴                 | ۳۵۲۵/۵     | ۱۱۹/۸      | ۴۴۴/۳  | اراضی بایر             |
| ۱۶۰۸          | ۲۷/۱                  | ۱۳۵/۴                  | ۵۶۲/۵               | ۶۷۷/۹      | ۵۹/۴       | ۱۴۰/۳  | پوشش گیاهی تراکم کم    |
| ۳۵۸۱          | ۶۳۷/۱                 | ۱۰۶۴/۷                 | ۶۴/۵                | ۱۱۶۵/۵     | ۲۳۴/۷      | ۴۱۲/۸  | پوشش گیاهی تراکم متوسط |
| ۸۲۹           | ۱۵۰/۳                 | ۱۲۷/۵                  | ۳                   | ۷۲         | ۱۷/۸       | ۴۵۸/۱  | پوشش گیاهی تراکم زیاد  |
| ۰             | ۱۲۴۷/۹                | ۲۱۹۲/۸                 | ۹۷۶/۴               | ۵۶۴۷/۹     | ۵۲۳/۸      | ۲۵۹۲   | مجموع کلاس‌ها          |
| ۰             | ۱۰۹۷/۵                | ۱۱۲۸                   | ۴۱۳/۸               | ۲۱۲۲/۴     | ۴۵۵/۵      | ۱۴۸۳/۵ | تغییرات کلاس           |
| ۰             | -۴۱۸/۸                | ۱۳۸۸/۴                 | ۶۳۱                 | ۵/۶        | -۳۴۲/۲     | -۱۳۱۳  | تفریق تصاویر           |

\*تمام ارقام جدول مربوط به محاسبات انجام شده در نرم افزار ENVI و به هکتار است

هکتار در سال ۲۰۱۰ افزایش می‌یابد و در نهایت، پوشش گیاهی متراکم با روندی کاهشی از ۱۲۴۷ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۸۲۹ هکتار در سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا می‌کند.

#### ۲-۲- بررسی برخی علل تغییرات

آنچه که از تحلیل تصاویر ماهواره ای، نقشه‌ها و جداول تغییرات بدست آمد نشان می‌دهد که در طی چند دهه مورد بررسی، تغییرات مهمی در کاربری‌های تالاب بخصوص سطح آب تالاب‌ها و پوشش گیاهی منطقه اتفاق افتاده است. در بررسی علل ایجاد این تغییرات می‌توان آنها را به دودسته کلی عوامل طبیعی و انسانی طبقه بندی نمود، که در زیر به اختصار توضیح داده می‌شود:

الف) خشکسالی: خشکسالی و کمبود بارش در طی چند سال گذشته لطمات جبران ناپذیری به

تغییرات روی داده در اراضی منطقه اینگونه است که در طی دوره ۱۹۸۷ - ۲۰۱۰ کلاس کاربری آب با مساحت ۲۵۹۲ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۲۸۰ هکتار در سال ۲۰۱۰ کاهش پیدا کرده است. اراضی نمکی که در سال ۱۹۸۷ حدود ۵۲۳ هکتار بوده است در پایان دوره به ۱۸۱ هکتار کاهش پیدا کرده است، در این بین اراضی بایر در دوره مورد بررسی با آنکه روند افزایشی و بعضاً کاهشی را در برخی از سال‌ها داشته است ولی در نهایت در سال ۲۰۱۰ تقریباً به ۵۶۵۳ هکتار می‌رسد که نزدیک به مساحت سال ۱۹۸۷ است. پوشش گیاهی در طی کل این سال‌ها به اینگونه تغییر یافته اند، پوشش گیاهی کم تراکم در سال ۱۹۸۷ دارای مساحت ۹۷۶/۴ هکتار بوده که در سال ۲۰۱۰ با روندی افزایشی به ۱۶۰۸ هکتار می‌رسد، پوشش گیاهی متوسط از ۲۱۹۲ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۳۵۸۱



دارد(مهندسين مشاور سبزاندیش پایش، ۱۳۸۷: ۱۸) را نام برد.

د- برداشت بی رویه آب برای کشاورزی: برداشت بیش از حد آب برای کشاورزی در سرشاخه‌های اصلی و فرعی رودخانه اترک و همچنین استفاده بیش از اندازه از آب خود این تالاب‌ها برای مصارف کشاورزی و برداشت‌های غیرقانونی از کانال‌های ورودی این تالاب‌ها از عوامل مهم تخریب است. به عنوان مثال پمپاژ آب برای ۱۰۰ هکتار مزرعه زیتون که متعلق به بانک کشاورزی گنبد کاوس است، یکی از مخاطرات اصلی تالاب آجی گل است (<http://www.earthwatchers.org/>).

ه- کانال کشی و احداث جاده: یکی از مخاطرات اصلی این تالاب‌ها که باعث برهم خوردن تعادل طبیعی و اکوسیستم این منطقه شده است، و به میزان قابل توجهی پوشش گیاهی منطقه را نیز برهم زده است، کانال کشی‌های مختلف در این منطقه برای انتقال آب و همچنین احداث جاده در بین این تالاب‌ها است (<http://www.earthwatchers.org/>).

### ۳- نتیجه گیری

تالاب‌ها جزء مهمترین عناصر زیست محیطی زمین محسوب می‌شوند که برای انسان‌ها مزایای زیادی به همراه دارند، اما متأسفانه این اکوسیستم‌های با ارزش جزء تهدیدشونده ترین عناصر نیز قرار دارند. امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی و استفاده از ابزارهای جدید، بررسی تغییرات این محیط‌ها بسیار ساده تر گشته و بسیار زودتر از گذشته می‌توان میزان

کشاورزی و منابع طبیعی کشورمان وارد آورده است. سه تالاب آلماگل، آجی گل و آلاگل که آب مورد نیاز خود را از سیلاب‌ها و رودخانه‌های دائمی و فصلی مناطق همجوار، بخصوص رودخانه اترک کسب می‌کنند، از این خشکسالی‌ها در امان نمانده و دچار کم آبی شده اند.

ب) احداث سد: یکی از مهمترین عوامل انسانی که میزان آب ورودی به تالاب‌های آلماگل، آجی گل و آلاگل را تحت تاثیر خود قرار داده، احداث سد است (<http://www.earthwatchers.org/>). مثلاً در استان خراسان رضوی سد تبارک آباد قوچان بر روی یکی از سرشاخه‌های اصلی و در استان خراسان شمالی ۵ سد شیرین دره، اسفراین، شیروان، چری و شورک در حوضه آبریز اترک احداث شده است ([http://wnkh.ir/R\\_dmas.aspx](http://wnkh.ir/R_dmas.aspx))، در استان گلستان و در بالا دست تالاب‌ها سد دانشمند احداث گردیده که مجموع این سدها میزان آب ورودی به تالاب را تحت تاثیر قرار داده است.

ج) پرورش ماهی: استفاده بیش از حد از آب رودخانه (اترک و تالاب‌ها) جهت آبی‌ری پروری چه بصورت مستقیم در کارگاه‌های پرورش ماهی و چه بصورت غیرمستقیم در آب بندهای متعدد در حاشیه رودخانه (کیابی، ۱۳۷۸: ۱۶۸) میزان آب ورودی به حوزه پایین دست و تالاب‌ها را تحت تاثیر قرار داده اند که از نمونه‌های بارز آن می‌توان پرورش ماهی آبگشت که نزدیک به ۱۰۰۰ هکتار مساحت

هکتار در سال ۲۰۱۰ رسیده است)، در همین حال به مساحت پوشش گیاهی تراکم کم نیز افزوده شده است. آنچه در بین این کاربری‌ها تغییری را نشان نمی‌دهد، کاربری اراضی بایر منطقه است که در سال ۱۹۸۷ مساحت آن ۵۶۴۷/۹ هکتار بوده است و در سال ۲۰۱۰ میزان آن به ۵۶۵۳ هکتار رسیده است.

در بررسی عوامل ایجاد کننده این تغییرات، می‌توان آنها را در دو دسته عوامل طبیعی و انسانی بررسی کرد؛ از عوامل طبیعی، خشکسالی‌های متعدد و از عوامل انسانی، ایجاد سدهای متعدد در سرشاخه‌های اصلی و فرعی حوضه آبریز این تالاب‌ها و رودخانه اترک، برداشت بی رویه برای مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و احداث کانال‌ها و جاده‌های طولانی در منطقه را نام برد.

#### منابع

سولی، علی اکبر؛ محمودزاده، حسن (۱۳۸۹)؛ مبانی سنجش از دور دانش پایه، انتشارات علمیران؛ چاپ اول. ۱۹۲.

کابلی، محمد؛ کرمی، محمود؛ حسن زاده کیابی، بهرام (۱۳۸۵)؛ بررسی عوامل موثر بر میزان موفقیت جوجه آوری سنقر تالابی (*Circus aeruginosus*) به عنوان یک گونه چتر در تالاب‌های بین المللی آجی گل، آلاگل و آلاگل در دشت ترکمن صحرا؛ نشریه دانشکده منابع طبیعی؛ جلد ۵۹، شماره ۳، ص ۶۶۹-۶۸۰.

تخریب را برای ارائه راهکارهایی جهت جلوگیری از ادامه این روند ارائه داد. یکی از این ابزارهای بسیار مفید سنجش از دور است که در این تحقیق و برای بررسی میزان تغییرات تالاب‌های بین المللی آلاگل، آلاگل و آجی گل از آن استفاده شده است. بررسی این تصاویر برای چندین دهه متوالی ۱۹۸۷-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۰۵، ۲۰۰۵-۲۰۱۰ نشان از تغییرات گسترده در کاربری‌های گوناگون این منطقه بخصوص سطح آب تالاب‌ها دارد. بگونه ای که با کم شدن سطح آب تالاب‌ها، کاربری‌های دیگر مانند پوشش گیاهی متراکم، کم یا متوسط تغییر یافته است.

به طور کلی، می‌توان گفت در هر سه دوره از میزان آب تالاب‌ها کاسته شده است و تالاب‌ها به شدت در معرض تخریب قرار گرفته اند به صورتی که میزان سطح آب سه تالاب در سال ۱۹۸۷ به مقدار ۲۵۹۲ هکتار بوده است که این میزان با روند کاهشی زیاد به ۱۲۸۰ هکتار در سال ۲۰۱۰ رسیده است. اراضی نمکی منطقه که در سال ۱۹۸۷، ۵۲۳ هکتار بوده در سال ۲۰۱۰ به ۱۸۱ هکتار رسیده که می‌توان گفت با پسروی آب و به دنبال آن به دلیل ایجاد پوشش گیاهی، مانند درختچه گز و نیزارها، در اطراف سواحل تالاب‌ها این اراضی کاهش پیدا کرده اند. پوشش گیاهی با تراکم‌های مختلف در این دوران نوسانات مختلفی را نشان می‌دهد، در حالی که پوشش گیاهی با تراکم زیاد در طی دوره مورد بررسی کاهش یافته است، به میزان پوشش گیاهی متوسط افزوده گشته است (از ۲۱۹۲ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۳۵۸۱

- GIS as management decision tools; *Physics and Chemistry of the Earth*; 31, 967-975.
- Laba, M; Downs, R; Smith, S; Welsh, S; Neider, C; White, S; Richmond, M; Philpot, W; Baveye, P (2008); Mapping invasive wetland plants in the Hudson River National Estuarine Research Reserve using quickbird satellite imagery; *Remote Sensing of Environment*; 112, 286-300.
- Macleod, R.S; Congalton R.G (1998); A Quantitative Comparison of Change Detection Algorithms for Monitoring Eelgrass from Remotely.
- Melendez-Pastor, I; Navarro-Pedreno, J; Gomez, I; Koch, M (2010); Detecting drought induced environmental changes in a Mediterranean wetland by remote sensing; *Applied Geography*; 30, 254-262.
- Schmid, T; Koch, M; Gumuzzio, J (2005); Multisensor Approach to Determine Changes of Wetland Characteristics in Semiarid Environments (Central Spain); *Geoscience And Remote sensing*; Vol. 43, No. 11, November; 2516-2525.
- Xiang Yue, T; Yuan Liu, J; Jørgensen, S; Hua Ye, Q (2003); Landscape change detection of the newly created wetland in Yellow River Delta; *Ecological Modelling*; 164, 21-31.
- Yuan, D. and C. Elvidge. (1998). NALC Land Cover Change Detection Pilot Study: Washington D.C Area Experiments. *Remote Sensing of Environment*, 66: 166-178.
- Zhao, B; Yan, Y; Guo, H; He, M; Gu, Y; Li, B (2009); Monitoring rapid vegetation succession in estuarine wetland using time series MODIS-based indicators: An application in the Yangtze River Delta area; *ecological indicators*; 9. 346-356.
- کریستوفر، ا. لگ (۱۳۸۱)؛ دورسنجی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، ترجمه فرهنگ جاه بهروز، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۲۷۸.
- کیانی، بهرام؛ قائمی، رمضانعلی؛ عبدلی، اصغر (۱۳۷۸)؛ اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه ای استان گلستان؛ اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان، زمستان.
- لایندرس. جی. جی. ام (۱۳۷۵)؛ اصول و کاربرد سنجش از دور، ترجمه طاهرکیا حسن، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۳۰۴.
- مهندسین مشاور سبز اندیش پایش (ساپ) (۱۳۸۷)؛ طرح جامع مناطق نمونه گردشگری مطالعه و تهیه طرح احداث زیرساختار و زیربنای گردشگری تالاب‌های آماگل، آلاگل و آجی گل؛ سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان گلستان؛ جلد اول، تیر ماه.
- میذر، پل. ام (۱۳۷۷)؛ پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، ترجمه نجفی دیسفانی، محمد، انتشارات سمت. ۴۷۳.
- Gilmore, M; Wilson, E; Barrett, N; Civco, D; Prisløe, S; Hurd, J; Chadwick, C (2008); Integrating multi-temporal spectral and structural information to map wetland vegetation in a lower Connecticut River tidal marsh; *Remote Sensing of Environment*; 112, 4048-4060.
- Kashaigili, J; Mbilinyi, B; McCartney, M; Mwanuzi, F (2006); Dynamics of Usangu plains wetlands: Use of remote sensing and

<http://www.earthwatchers.org>

<http://www.ramsar.org>

[http://www.wnkh.ir/R\\_dmas.aspx](http://www.wnkh.ir/R_dmas.aspx)

Zhao, H; Cui, B; Zhang, H; Fan, X; Zhang, Z; Lei, X (2010); A landscape approach for wetland change detection (1979-2009) in the Pearl River Estuary; *Procedia Environmental Sciences*; 2, 1265-1278.