زیست سپهر

Biosphere

پژوهشی

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی تالاب پریشان با استفاده از سنجش از دور

جواد چاوک[1]* و محسن محسنی[2]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی-محیطزیست دانشگاه تهران

[2] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی-بیابان‌زدایی دانشگاه تهران

چکیده

براثر فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی، چهره زمین همواره دستخوش تغییر قرار می‌گیرد. تغییر کاربری زمین ازجمله نگرانی‌های اصلی محیطزیست جهانی به شمار می‌رود. امروزه تصاویر سنجش‌ازدور به‌عنوان جدیدترین اطلاعات جهت مطالعات تغییرات اراضی و تغییرات سطح آب‌ها و تالاب‌ها شناخته‌شده‌اند. در این پژوهش به‌منظور بررسی میزان تغییرات تالاب پریشان و اراضی اطراف آن، داده‌های سنجنده TM ماهواره‌ی لندست ۵ مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ تهیه و با استفاده از نرم‌افزار ENVI ۴,۷ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و پس از بررسی‌های کیفی و کنترل تطابق هندسی و تصحیحات موردنیاز عملیات ادغام و پردازش باندها صورت گرفت و درنهایت نقشه کاربری اراضی دو دوره‌ی مورد مطالعه با ضریب کاپا و دقت کلی برای سال ۱۹۹۰ به ترتیب ۰,۸۱ و ۸۳,۲۱ و برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۰,۸۶ و ۸۷,۴۳ و درصد به دست آمد، که نشان دهنده دقت قابل قبول این تحقیق در بررسی تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. نتایج حاصله افزایش به ترتیب ۲۵ و ۱۰ درصدی آب تالاب و پوشش‌های طبیعی اطراف آن در سال ۲۰۰۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ را نشان می‌دهد که خود به دلیل ریزش‌های مناسب جوی (۲۸۰,۳ میلیمتر در سال ۱۹۹۰و ۳۵۸ میلیمتر در سال ۲۰۰۰) و کاهش ۶ درصدی کشاورزی است که این امر منجر به کاهش بهره‌برداری از آب تالاب و تعرض به اراضی اطراف آن می‌باشد. همچنین رشد جمعیت و افزایش ۳۶ درصدی مناطق مسکونی با کاهش کشاورزی، به دلیل تغییر در شغل و رویه معیشتی مردم و اتکای آن‌ها به منابع دیگر و در کل موجب بهبود وضعیت دریاچه در سال ۲۰۰۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ می‌باشد.

کلمات کلیدی: آشکارسازی تغییرات، کاربری اراضی، تالاب پریشان، سنجش‌ازدور

نویسنده مسئول: جواد چاوک

پست الکترونیک: chavak@ut.ac.ir

مقدمه

از میان نگرانی‌ها در زمینه‌ی تغییرات محیطزیست جهانی، مسائل مربوط به تغییر کاربری طی زمان به‌طور فزاینده‌ای مهم شناخته شده‌اند. ارزیابی روند

تغییرات کاربری اراضی فرایندی است که به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیطزیست منجر می‌شود (جهانی شکیب و همکاران ۲۰۱۴) .

الگوهای این تغییرات، حاصل تغییرات پوشش زمین می‌باشد که در اقلیم و بیوسفر جهانی اثر تجمعی دارند (Lambin and Geist, 2008).

تالاب‌ها ، پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده، بخشی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های کره زمین به شمار می‌روند. این مناطق نواحی امن برای حیات‌وحش محسوب می‌شوند ، با این وجود در معرض تهدیدهای متعددی قرار دارند . تالاب‌ها به‌واسطه وجود آب، متنوع‌ترین

اکوسیستم‌های کره زمین ازنظر زیستی هستند. آن‌ها در سرتاسر زمین گسترده شده‌اند و نقش مهمی در چرخه آب دارند؛ سیلاب‌های منطقه‌ای را کنترل می‌کنند، مانع فرسایش، موجب تصفیه آب و بازچرخش مواد مغذی می‌شوند. آن‌ها همچنین نواحی انتقالی بین محیط‌های خشکی و آبی محسوب می‌شوند و به‌عنوان منابع، جاذب‌ها و مبدل مواد شیمیایی، زیستی و ژنتیک این‌گونه ارزش فراوانی دارند (Mitsch and Gosselink, 1993). در منابع مختلف تعاریف متعددی از تالاب شده است اما در تعریف کامل‌تر، توسط کمیسیون تالاب‌های کشور در سال ۱۳۶۲، تالاب عبارت است از ناحیه‌ای از مظاهر طبیعی و خدادی است که در روند پیدایش، خاک آن توسط آب‌های سطحی زیرزمینی به‌صورت اشباع‌شده درآمده و در طی یک دوره کافی و شرایط عادی محیطی تشکیل‌شده است و دارای توالی زیستی می‌باشد. این مجموعه دارای جوامعی از گیاهان جمعیت‌هایی از جانوران ویژه است که امکان سازگاری در چنین نقاطی را دارند (نجاری ، ۱۳۸۲). باوجود کارکردهای متنوع این مناطق، متأسفانه در طول قرن گذشته بسیاری از تالاب‌ها خشک‌شده‌اند یا رو به زوال و نابودی نهاده‌اند. درک اهمیت حیاتی تالاب‌ها منجر به انعقاد کنوانسیون رامسر در سال ۱۹۷۱ در مورد تالاب‌ها شد. تا فوریه سال ۲۰۰۷ بالغ بر ۱۳۶۴ تالاب به‌عنوان تالاب‌های دارای اهمیت بین‌المللی با وسعتی در حدود ۱۳۹ میلیون هکتار در فهرست این کنوانسیون ثبت‌شده‌اند. ۱۵۶ کشور امضاکننده این کنوانسیون تعهد داده‌اند که خصوصیات اکولوژیکی آن‌ها را حفظ و همچنین وضعیت تالاب‌های ثبت‌شده خود را به‌صورت دوره‌ای گزارش کنند (رفیعی و همکاران ،۱۳۹۰).

بررسی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی از گذشته‌های دور در سطح زمین مطرح بوده که معمولاً به دو صورت ایجاد می‌گردد، نوع اول تغییراتی است که به‌وسیله عوامل طبیعی نظیر: فرسایش، نیروهای تکتونیکی و یا وقوع سیلاب حادث می‌گردد و نوع دوم تغییراتی است که به‌وسیله انسان بر روی زمین در اثر بهره‌برداری بی‌رویه و غیراستاندارد از منابع موجود تحمیل می‌شود (Yuan and Elvidge, 1998) . در اغلب موارد، عملکرد این فعالیت‌ها منجر به تخریب منابع طبیعی نظیر از بین رفتن جنگل‌ها و کاهش سطح مراتع شده و درنتیجه محدوده‌های شهری همراه با مناطق صنعتی به زیان اراضی کشاورزی و منابع طبیعی گسترش پیدا می‌کنند. تحقیقات قبلی نشان داده است که بهره‌برداری‌های بی‌رویه‌ی انسان از محیط طبیعی در اکثر نقاط جهان باعث تغییرات زیادی در کاربری و پوشش اراضی می‌گردد که اکثراً مخرب و زیان‌بار بوده است (رسولی و همکاران، ۱۳۸۸).

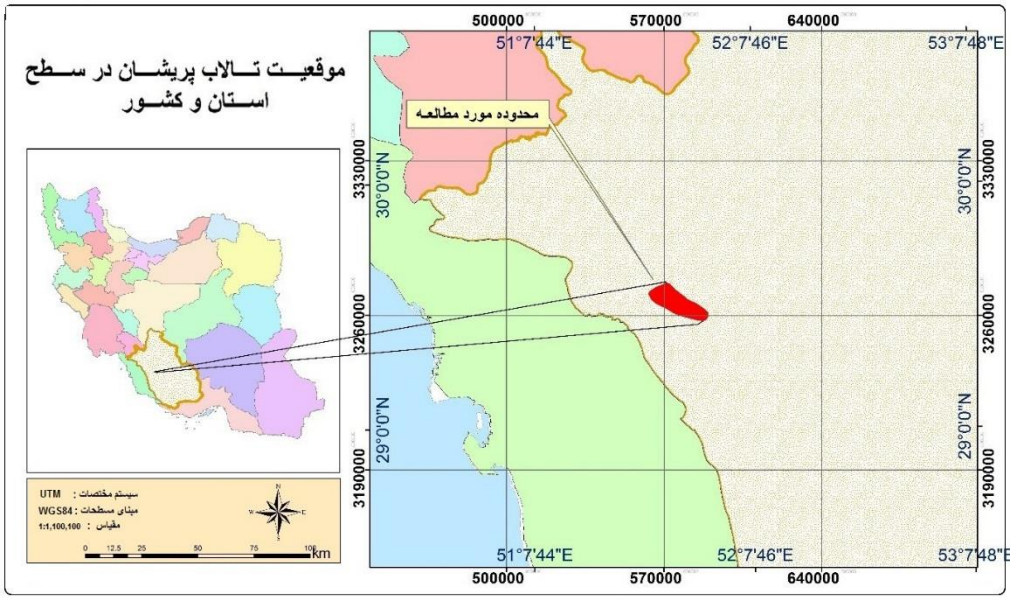
در موارد بسیاری استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور تصاویر ماهواره‌ای یا هوایی اطلاعات مهمی را برای برآورد تغییرات مساحت کاربری‌ها فراهم می‌کنند. چنین کاربردی از تصاویر ماهواره‌ای گاهی تنها گزینه‌ی عملی برای کسب اطلاعات است. برای مثال، در مواردی که اطلاعات مناسب درباره‌ی گذشته زمین در بازه‌های زمانی وجود ندارد یا مکان‌هایی که دسترسی به آن‌ها مشکل است، استفاده از این تصاویر بسیار سودمند است (Gallego, 2004).

اطلاعات سنجش‌ازدور در مقایسه با روش‌های بررسی معمول که کار و زمان زیادی می‌طلبند، نه‌فقط در زمان صرفه‌جویی می‌کنند، بلکه دقت طبقه‌بندی را به‌واسطه‌ی تجزیه و تحلیل‌های دقیق افزایش می‌دهند (Roberts et al. 2003). بنابراین به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای و پردازش رقومی آن‌ها با الگوریتم‌های مناسب موجب می‌شود ضمن به حداقل رساندن خطای انسانی جزئیات پدیده‌هایی را که چشم انسان قادر به تمایز آن‌ها نیست، شناسایی و تفکیک شوند. به نظر می‌رسد با استفاده از این تصاویر و تکنیک‌های طبقه‌بندی آن‌ها، می‌توان اراضی را که دارای شباهت سطحی و بازتاب مشابه هستند در یک طبقه قرارداد و شرط اول که همان گروه‌بندی اراضی مشابه است را فراهم آورد (Meyer and BL Turner, 1994). در حال حاضر، پردازش رقومی تصاویر حاصله از فناوری سنجش‌ازدور با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی و باهدف تهیه نقشه‌های موضوعی در اغلب مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (مالمیران, ۱۳۸۰) ضمناً با انتقال تصاویر پردازش‌شده و سایر لایه‌های تکمیلی به محیط GIS امکان ایجاد بانک‌های اطلاعاتی و انجام تحلیل‌های مکانی هدفمند و چندمنظوره فراهم‌شده است. اگرچه مدیران از محصولات داده‌های سنجش‌ازدور، در طیف محدودی از کاربردها استفاده می‌کنند ولی زمینه‌های زیادی برای توسعه استفاده‌های عملیاتی از دیگر داده‌های مشاهدات ماهواره‌ای به‌منظور پایش منابع طبیعی وجود دارند. بنابراین با استفاده و به‌کارگیری داده‌های سنجش‌ازدور می‌توان به شیوه‌ای علمی و کارآمد به مدیریت تالاب‌ها پرداخت (Gross et al. 2006).

منطقه موردمطالعه

تالاب پریشان یکی از تالاب‌های دائمی و آب شیرین کشور در میان سلسله جبال زاگرس، در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کازرون و ۱۲۵ کیلومتری غرب شیراز (مرکز استان فارس) بین ″۲۵ ′۲۵ °۵۱ و ″۵۰ ′۴۳ °۵۱ طول جغرافیایی و ″۲۵ ′۲۲ °۲۹ و ″۴۰ ′۲۷ °۲۹ عرض جغرافیایی واقع‌شده است. کنوانسیون رامسر در سال ۱۳۵۵ تالاب پریشان را به‌عنوان تالاب بین‌المللی به رسمیت شناخت که از لحاظ تقسیم‌بندی مناطق، این تالاب جزء منطقه حفاظت‌شده محسوب می‌شود (دهقانی, ۱۳۸۴).

ارتفاع تالاب پریشان از سطح آب‌های آزاد ۸۲۰ متر است. وسعت حوزه آبریز ۴۱,۸۷ کیلومتر مربع برآورد شده است. کمترین وسعت را در فصل پاییز و بیشترین مساحت در اردیبهشت‌ماه دارد. عمق متوسط این تالاب ۲ تا ۲,۵ متر است. عمده آب این تالاب از طریق چشمه‌هایی که از طرف شمال و شمال شرقی به درون آن وارد می‌شوند، تأمین می‌گردد. برخورداری از تنوع زیستی و زیستگاهی، پراکنش جوامع گیاهی و جانوری منحصربه‌فرد این منطقه باعث شده است تا این منطقه جز مناطق حساس اکولوژیکی محسوب گردد. شکل ۱ موقعیت این تالاب را در سطح کشور و منطقه نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت تالاب پریشان در سطح استان و کشور

روش تجزیه و تحلیل

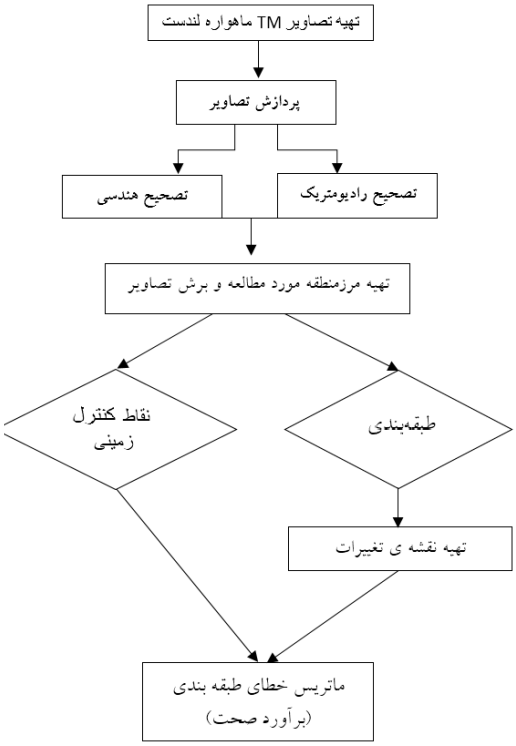
در این تحقیق پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ از وبگاه USGS[۱] از داده‌های Google Earth جهت آشنایی بیشتر با منطقه و برداشت نقاط کنترل زمینی به علت عدم دسترسی به منطقه، برای محاسبه دقت کاربر استفاده شد. تعین مرز تالاب به‌عنوان محدوده مطالعاتی، در محیط نرم‌افزار ArcGIS ۹,۳ صورت گرفت. تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ طی مراحل مختلف پیش‌پردازش نظیر اعمال تصحیحات اتمسفری و هندسی آماده گردید؛ پس از تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتریک تصاویر نیز با استفاده از روش حداقل هیستوگرام ، تصحیح شد.

از نرم‌افزار ENVI 4.7 به‌عنوان نرم‌افزار اصلی طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال (MLC)[۲] استفاده شد، در این روش از قانون احتمال برای طبقه‌بندی تصویر استفاده می‌شود و احتمال تعلق یک پیکسل به کلاس خاص مورد محاسبه قرار می‌گیرد و اگر از احتمال بالایی نسبت به کلاس دیگر برخوردار باشد در کلاس موردنظر طبقه‌بندی می‌شود (Richards and Richards, 1999). که در این مرحله،جهت دقت در انتخاب نقاط تعلیمی از بازسازی و استفاده از ترکیب‌های باندی مختلف استفاده شد. همچنین از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 برای ایجاد پایگاه داده جدید از اطلاعات به دست آمده و همچنین تهیه نقشه‌های خروجی استفاده

[۱] http://glovis.usgs.gov

[۲] Maximum Likelihood Classification (MLC)

شده است. فرایند تحلیلی این پژوهش به‌اختصار در شکل ۲ ارائه‌شده است.



شکل ۲ مراحل تحقیق

همان‌گونه که در این شکل ۲ دیده می‌شود تصاویر موردنظر پس اعمال تصحیحات لازم بر روی آن‌ها، با قرار دادن مرز بر روی تصویر، منطقه مطالعاتی از کل تصویر جدا و آماده پردازش و طبقه‌بندی شد. در مرحله پردازش تصاویر ؛ طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به منظور نسبت دادن ارزش‌های رقومی موجود در تصویر به گروه‌هایی با مشخصه‌های همگن، باهدف متمایز کردن اشیا یا پدیده‌های مختلف از یکدیگر به‌کاربرده می‌شود (رسولی و همکاران، ۱۳۸۸). این طبقه‌بندی می‌تواند به دو شکل نظارت‌شده و نظارت‌نشده انجام گیرد.

در مطالعات کاربری اراضی؛ میزان خطا و دقت طبقه‌بندی که ممکن است ناشی از برچسب‌گذاری اشتباه پیکسل‌ها پس از طبقه‌بندی باشد، باید تعیین شود. نحوه سنجش صحت نقشه‌های تهیه‌شده از تصاویر ماهواره‌ای، اغلب از طریق تشکیل ماتریس خطا صورت می‌گیرد. ضریب کاپا[۳] از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید:

$$\text{ضریب کاپا} = \frac{N\sum_{i=1}^{r} X_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(X_{i+} \times X_{+i})}$$

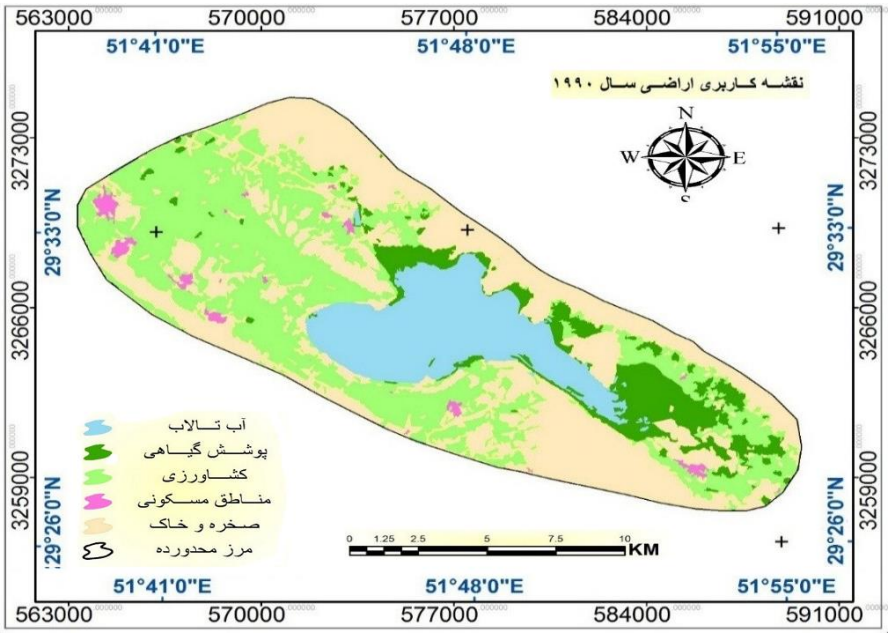
که در این رابطه r تعداد ردیف‌ها در ماتریس، Xii تعداد مشاهدات در ردیف i و ستون i به ترتیب معرف X+I و Xi + مجموع سطر i ام و مجموع ستون i ام ماتریس خطا هستند؛ و N تعداد عناصر ماتریس آشفتگی است. در صورتی که مقدار کاپا صفر باشد نشان‌دهنده این است که بین خروجی روش طبقه‌بندی و داده‌های مرجع هیچ سازگاری وجود ندارد و درصورتی‌که مقدار آن یک باشد، نشان‌دهنده این است که سازگاری کامل بین نتیجه طبقه‌بندی و داده‌های مرجع وجود دارد و آشکارسازی تغییرات با استفاده از ماتریس تغییرات طبقات انجام‌شده است که رایج‌ترین و دقیق‌ترین روش برای آشکارسازی تغییرات است. در این روش مساحت و درصد طبقات

[۳] kappa coefficient

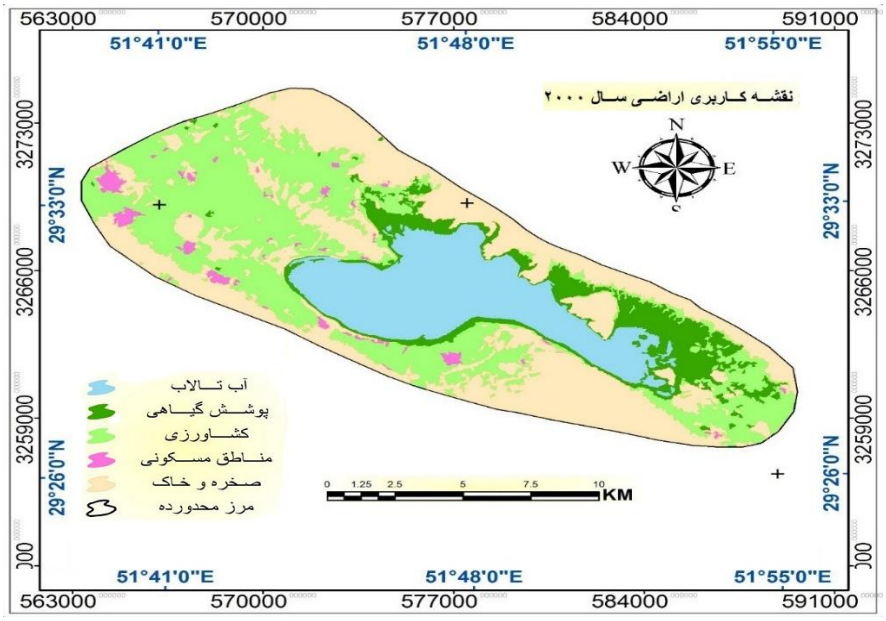
در هر دوره مورد بررسی و همچنین میزان تغییرات آن‌ها در طی زمان تعیین گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

با اجرای روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (با اعمال الگوریتم حداکثر احتمال شباهت) تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ ماهواره‌ی لندست ۵، به‌طور جداگانه، به‌صورت نقشه‌های موضوعی کاربری اراضی تبدیل شدند؛ پنج کلاس کاربری به شرح؛ آب، پوشش طبیعی، کشاورزی، منطقه شهری، خاک و صخره تعریف شد که مقدار تغییرات آن به تفصیل در شکل ۵ بیان شده است. در این تحقیق با همپوشانی نقاط تعلیمی و ایجاد تصاویر کاذب‌رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه‌های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در همه تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه‌ها نرمال باشد. درنهایت نقشه‌های رستری استخراج شده برای تولید نقشه نهایی تغییرات، آماده شدند. شکل ۳ و ۴ به ترتیب کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه را در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه کاربری ارضی تالاب پریشان مربوط به سال ۱۹۹۰



شکل ۴: نقشه کاربری ارضی تالاب پریشان مربوط به سال ۲۰۰۰

به‌منظور ارزیابی دقیق تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه روش انطباق جداول و مقایسه دو تصویر طبقه‌بندی شده بکارگرفته شد که در شکل ۵ ارائه شده است. با مقایسه این دو دوره، افزایش سطح آبی تالاب، پوشش‌های طبیعی تالاب و همچنین کاهش سطح کشاورزی در دوره‌ی مورد مطالعه به‌وضوح قابل‌تشخیص است. ضریب کاپا و دقت کلی محاسبه شده در این تحقیق برای سال ۱۹۹۰ به ترتیب ۰,۸۱ و ۸۳,۲۱ و برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۰,۸۶ و ۸۷,۴۳ و درصد به دست آمد، که در بررسی کاربری اراضی قابل قبول می‌باشد. نتایج حاصله نشان‌دهنده افزایش ۲۵ و ۱۰ درصدی آب تالاب و پوشش‌های طبیعی اطراف آن می‌باشد که نشان‌دهنده بهبود وضعیت دریاچه نسبت به سال‌های گذشته می‌باشد، مهم‌ترین دلیل این امر ریزش‌های جوی مناسب بوده است به گونه‌ای که آمار سالیانه بارندگی در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ به ترتیب ۲۸۰,۳ و ۳۵۸ میلیمتر می‌باشد، از سوی دیگر کاهش ۶ درصدی کاربری کشاورزی ، به کاهش بهره‌برداری از آب تالاب و تعرض به اراضی اطراف آن شده که خود گواه بر وضعیت بهتر تالاب در سال ۲۰۰۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ می‌باشد، افزایش ۳۶ درصدی مناطق مسکونی و رشد جمعیت و به‌تبع آن تکه‌تکه شدن زمین‌های کشاورزی نیز دلیلی بر تغییر شغل و رویه معیشتی مردم منطقه، به خاطر به‌صرفه نبودن کشاورزی می‌باشد.

کاربری ها	آب	پوشش طبیعی	کشاورزی	منطقه شهری	خاک و صخره	مجموع کلاس ها
آب	۳۱۶۷,۴۶	۵۵۳,۸۶	۱۶۱,۵۵	۱۵,۵۷	۱۴۷,۶۹	۴۰۴۶,۱۳
پوشش طبیعی	۳۱,۲۳	۱۱۰۸,۲۶۰۰	۷۰۸,۷۵۰۰	۲۱,۶۰۰۰	۳۷۱,۰۷۰۰	۲۲۴۰,۹۱۰۰
کشاورزی	۹,۵۴۰۰	۳۰۶,۷۲۰۰	۵۴۵۴,۹۹۰۰	۱۶۴,۸۸۰۰	۱۱۰۲,۷۷۰۰	۷۰۳۸,۹۰۰۰
منطقه شهری	۰,۹۹۰۰	۲,۱۶۰۰	۲۰۷,۹۰۰۰	۱۸۹,۰۹۰۰	۲۵۶,۷۷۰۰	۶۵۶,۹۱۰۰
خاک و صخره	۱۱,۰۷۰۰	۵۱,۵۷۰۰	۹۹۹,۳۶۰۰	۸۹,۹۱۰۰	۲۹۴۳۷,۷۴۰۰	۳۰۵۸۹,۶۵۰۰
کل کلاس	۳۲۲۰,۲۹۰۰	۲۰۲۲,۵۷۰۰	۷۵۳۲,۵۵۰۰	۴۸۱,۰۵۰۰	۳۱۳۱۶,۰۴۰۰	
تغییر کلاس	۵۲,۸۳۰۰	۹۱۴,۳۱۰۰	۲۰۷۷,۵۶۰۰	۲۹۱,۹۶۰۰	۱۸۷۸,۳۰۰۰	

شکل ۵ تغیرات کاربری اراضی تالاب پریشان در سال های ۱۹۹۰-۲۰۰۰ (بر حسب هکتار)

منابع

جهانی‌شکیب، فاطمه، بهرام ملک محمدی، احمدرضا یاوری، احمدرضا شریفی و یونس عادلی.(۲۰۱۴). ارزیابی روند تغییرات کاربری زمین و تغییر اقلیم در سیمای سرزمین تالاب چغاخور با تأکید بر آثار محیط‌زیستی. محیط‌شناسی،۴۴۰(۳): صص: ۶۴۳-۶۳۱.

دهقانی، عباسعلی.(۱۳۸۴). اکوسیستم تالاب پریشان. انتشارات نقش مهر، تهران.

رسولی، علی‌اکبر، محمد زرین‌بال و محمد شفیعی.(۱۳۸۸). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای باهدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تأثیرات

مالمیران، حمید.(۱۳۸۰). پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای تهران (ترجمه). انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.

محیط زیستی. پژوهش‌های آبخیزداری در پژوهش و سازندگی.

نجاری، حبیب‌الله.(۱۳۸۲). تالاب بین‌المللی گاوخونی اصفهان. انتشارات سازمان حفاظت از محیط‌زیست.

یوسف، رفیعی، بهرام ملک محمدی، علی‌اکبر آبکار، احمدرضا یاوری، مجید رمضانی مهریان و حمید ظهرابی، بررسی تغییرات زیست‌محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت‌شده با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM (مطالعه موردی: تالاب نیریز)، مجله محیط‌شناسی، ۳۷(۵۷) ، صص: ۶۵-۷۶.

Gallego، F Javier، Remote sensing and land cover area estimation. International Journal of Remote Sensing، 2004. 25(15): p. 3019-3047.

Gross، JE، Nemani RR، Turner W، and Melton F، Remote sensing for the national parks. Park Science، 2006. 24(1): p. 30-36.

Lambin ، Eric F and Geist Helmut J، Land-use and land-cover change: local processes and global impacts. 2008: Springer Science & Business Media.

Meyer، William B and BL Turner II، Changes in land use and land cover: a global perspective. Vol. 4. 1994: Cambridge University Press.

Mitsch، WJ and Gosselink JG، Wetlands Van Nostrand Reinhold. New York، 1993. 722.

Richards، John A and Richards JA، Remote sensing digital image analysis. Vol. 3. 1999: Springer.

Roberts، Dar A، Keller Michael، and Soares Joao Vianei، Studies of land-cover، land-use، and biophysical properties of vegetation in the Large Scale Biosphere Atmosphere experiment in Amazonia. Remote Sensing of Environment، 2003. 87(4): p. 377-388.

Yuan، Ding and Elvidge Chris، NALC land cover change detection pilot study: Washington DC area experiments. Remote sensing of environment، 1998. 66(2): p. 166-178.