

## کاربرد نمایه توافق کاپا در پایش تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر (دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۶۷)

مهدی غلامعلی فرد<sup>۱\*</sup>، شریف جورابیان شوشتری<sup>۲</sup>، سیدحمزه حسینی کهنوج<sup>۳</sup>  
علی بالی<sup>۴</sup>، حسین دلشَب<sup>۵</sup>، حسین معین<sup>۶</sup>

۱- بورسیه هیأت علمی گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، نور، پست الکترونیکی: gholamalifard@gmail.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، نور، پست الکترونیکی: sharif\_shoostari@yahoo.com

۳- دانش‌آموخته گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، نور، پست الکترونیکی: s.hamzeh.hossaini@gmail.com

۴- کارشناس مسئول بخش بررسی‌های جغرافیایی، دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق، معاونت محیط طبیعی و تنوع زیستی، سازمان حفاظت محیط‌زیست، پست الکترونیکی: bali51@yahoo.com

۵- کارشناس ارشد، اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان بوشهر، پست الکترونیکی: hdelshab@yahoo.com

۶- کارشناس ارشد، اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان بوشهر، پست الکترونیکی: hnmoein@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۱

\* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۱

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۱، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

### چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان بوشهر (۲۵۴۵۴۸۱/۲۹ هکتار) با استفاده از تحلیل طبقه‌بندی متقاطع و داده‌های ماهواره‌ای سالهای ۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰ در محیط GIS انجام شد. نتایج نشان داد پوشش سرزمین منطقه‌ی ساحلی دچار تغییرات چشمگیری شده، بطوری‌که در ۲۳ سال اخیر، ۲۰۸۰۷ هکتار از اراضی باز و ۳۷۲۴ هکتار از اراضی کشاورزی به کاربری مسکونی تبدیل شده است. همچنین ۶۷۸۹۰ هکتار از اراضی کشاورزی به اراضی باز تبدیل و دیگر کاربری‌ها نیز متحمل تغییرات شده‌اند. نتایج بررسی نمایه توافق کاپا نیز نشان داد که بین ۱۳۸۴-۱۳۹۰ بیشترین تغییرات (KIA: ۰/۹۲۱۲) و بین ۱۳۶۷-۱۳۷۹ کمترین تغییرات (۰/۹۵۰۶) رخ داده است. به‌طور کلی نتایج تحقیق بیانگر تغییرات نامتعادل پوشش سرزمین در سواحل استان بوشهر است و کاهش اراضی کشاورزی در جهت افزایش اراضی مسکونی و همچنین رها کردن اراضی کشاورزی مهمترین آن‌ها به‌شمار می‌آیند. بنابراین در صورت ادامه روند کنونی تخریب، مشکلات محیط‌زیستی و اجتماعی آینده مناطق ساحلی استان بوشهر را تهدید خواهد کرد.

کلمات کلیدی: آشکارسازی تغییرات، پوشش سرزمین، سنجش از دور، نمایه توافق کاپا، سواحل بوشهر.

## ۱. مقدمه

ساحلی کشور نیز تحقیقاتی انجام شده از جمله: روند تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ توسط سفیانیان (۱۳۸۸) انجام شد. نتایج نشان داد طی این دوره ۳۳۶۰ هکتار از اراضی تغییر کاربری یافته‌اند که از این میزان ۱۳۴۰ هکتار که جز کاربری کشاورزی بوده به شهر تبدیل شده‌اند. جورابیان شوشتری و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از تکنیک جدول‌بندی متقاطع به بررسی تغییرات حوزه آبخیز نکا پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که اراضی جنگلی کاهش قابل توجهی را داشته‌اند. سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۷) نیز بیان داشتند که اراضی شهر گرگان تغییرات قابل توجهی داشته است و روند تغییرات در جهت کاهش پوشش درختی در منطقه است.

در خارج از کشور نیز تغییرات اراضی ساحلی و غیرساحلی با استفاده از تکنیک سنجش از دور انجام شده است. به‌طوری‌که Haack and Rafter (2006) به بررسی تغییرات کاربری اراضی کاتماندوی نپال پرداختند و بیان داشتند که تغییرات در جهت افزایش اراضی شهری است. (2011) et al., Abd El-Kawy به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در غرب دلتای رود نیل در مصر پرداختند و نتایج آن‌ها مبین تغییرات اراضی این منطقه بود. (2007) Shalaby and Tateishi پایش تغییرات کاربری اراضی در منطقه ساحلی شمال غربی مصر را طی دوره زمانی ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ بررسی و از تکنیک جدول‌بندی متقاطع برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی و تغییرات استفاده کردند و بیان داشتند که طی دوره مورد مطالعه تغییرات زیادی در نتیجه کشاورزی و پروژه‌های توسعه‌ی گردشگری در منطقه به‌وجود آمده است. (2004) Coppin et al., نیز تحلیل طبقه‌بندی و جدول‌بندی متقاطع را روش مناسبی برای آشکارسازی تغییرات عنوان کردند.

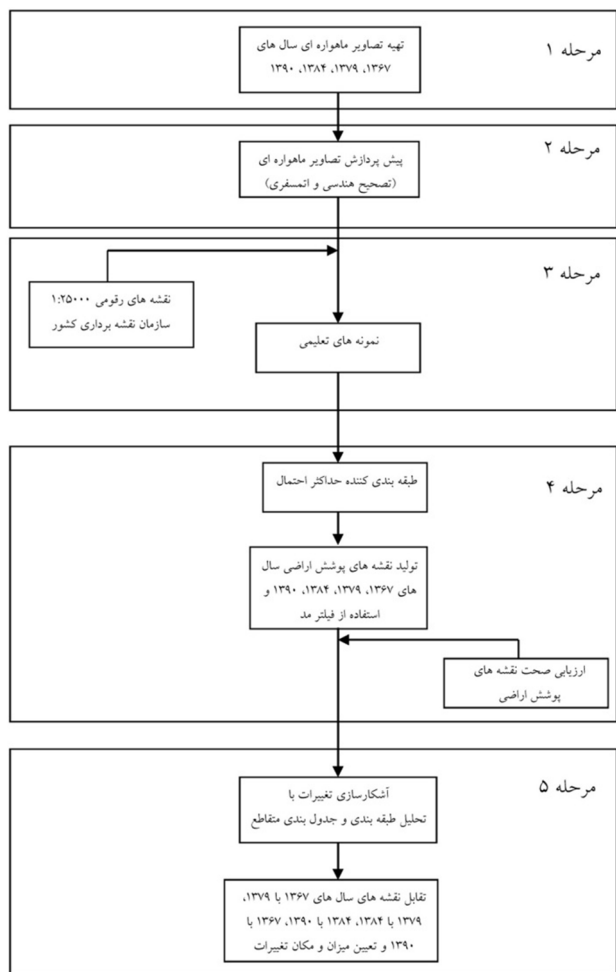
در سال‌های اخیر از تکنیک‌های متفاوتی مانند مقایسه بصری، مقایسه سلول با سلول، مقایسه بر مبنای قوانین محاسبه مجموعه فازی، مقایسه بر مبنای تطبیق الگوی فازی سلسله مراتبی، مقایسه بر مبنای آماره‌های نقشه جهت تعیین تغییرات نقشه‌های کیفی کاربری اراضی استفاده شده است. روش جدول‌بندی و طبقه‌بندی متقاطع بر مبنای مقایسه سلول با سلول، روش متداول و مناسبی بوده و نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهد. از طرفی بوشهر استان باریک و بلندی است که بیشتر وسعت آن از نظر تقسیم بندی طبیعی در دشت‌های ساحلی جنوب ایران قرار گرفته است و با

ناحیه‌ی ساحلی محل تلاقی دو زیست بوم خشکی و دریا با مختصات فیزیکی و زیستی مستقل است که ناحیه‌ی انتقالی با موقعیت جغرافیایی مشخص را می‌سازد. ایران را می‌توان کشوری نسبتاً ساحلی نامید (Ketchum, 1972)، زیرا بیش از ۳۰ درصد کل مرزهای آن را مناطق ساحلی تشکیل داده‌اند (شریفی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). از سوی دیگر، مناطق ساحلی نواحی پویایی از عملکرد متقابل زمین، آب و اتمسفر هستند، که در عین حال تحت تاثیر تغییرات دائم طبیعی و دستکاری انسان قرار دارند (Beatley et al., 2002). سواحل هر کشور از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و حتی نظامی اهمیت خاصی دارند. امروزه، اهمیت پتانسیل عظیم سواحل و دریاها مانند حمل و نقل، انرژی، تأمین آب و غذا، گردشگری و نظایر آن بر کسی پوشیده نیست و خط ساحل به‌عنوان مرز خشکی و دریا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. کشور ما نیز با وجود بیش از ۵۰۰۰ کیلومتر خط ساحلی در شمال و جنوب کشور از این ویژگی برخوردار است.

به هر حال به رغم اهمیت و استفاده‌هایی که مناطق ساحلی داشته است، بشر همواره آسیب‌هایی را به این مناطق وارد کرده است، به‌طوری‌که تخریب پوشش گیاهی باعث افزایش فرسایش در مناطق مجاور شده و در نتیجه مشکلات زیادی (از جمله: رسوب‌گرفتگی لنگرگاه‌ها و آسیب به موجودات زنده) را به‌وجود آورده است. در حالی‌که GIS توانایی مشارکت در مدیریت زون‌های ساحلی را به‌طورکثیر بسیار مختلف داراست. همچنین همراهی تکنیک‌های سنجش از دور (RS) و پردازش تصویر جهت مشاهده تغییرات در اراضی ساحلی مفید است. بنابراین آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در محیط GIS می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات کاربری اراضی ارائه و در مدیریت آن راهکارهای مناسبی را فراهم کند (Bakr et al., 2010; Mendoza et al., 2011). قرلسفلی و علوی‌پناه (۱۳۹۸) استفاده از تکنیک سنجش از دور را جهت بررسی تغییرات و مدیریت مناطق ساحلی به‌کار بردند و استفاده از سنجش از دور را برای این منظور توصیه کردند. نعیمی نظام آباد (۱۳۸۹) به بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه ساحلی عسلویه با استفاده از تکنیک سنجش از دور پرداختند و بیان داشتند که طی دوره مورد مطالعه در اراضی این منطقه تغییرات زیادی به‌وجود آمده است. درباره اراضی غیر

مختصات جغرافیایی مناطقی که مورد مطالعه قرار گرفتند شامل ۵۰ درجه و ۷ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۷ دقیقه و ۲۱ ثانیه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۷ دقیقه و ۴۹ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۲۹ دقیقه و ۶۰ ثانیه عرض شمالی بود (شکل ۱).

## ۲-۲. روش کار



شکل ۲: نمودار جریان‌ی روش‌شناسی

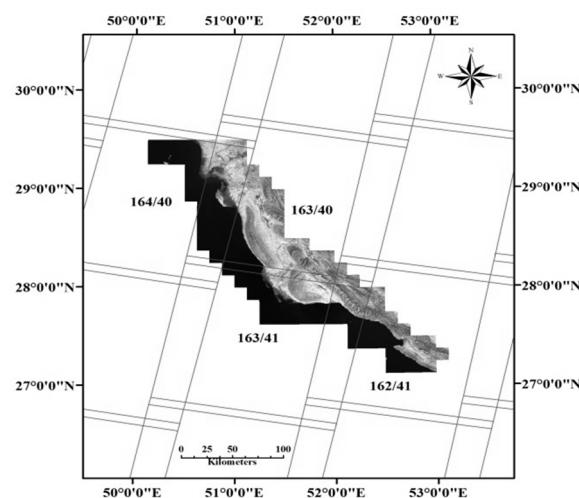
در تحقیق حاضر از داده‌های سنجنش از دور شامل تصاویر سنجنده‌های TM و ETM+ ماهواره Landsat سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰ (مرحله ۱ در شکل ۲) و نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور استفاده شد. با توجه به ماهیت بررسی داده‌های کیفی پوشش سرزمین در تحقیق حاضر و عدم تغییر پوشش سرزمین در زمان‌های کوتاه، نزدیک‌ترین تصاویر برداشت شده به دوره‌های زمانی مورد نظر انتخاب شده و مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱).

داشتن منابع انرژی (نفت، گاز و انرژی اتمی)، شرایط مناسب صید و صیادی و جاذبه‌های گردشگری از لحاظ سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و گردشگری دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. بنابراین مدیریت کاربری اراضی در چنین منطقه‌ای به مطالعه و ارزیابی‌های دقیقی نیاز دارد. در همین راستا تکنیک سنجنش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند با صرف وقت و هزینه کمی اطلاعات مناسبی از مدیریت گذشته و کنونی ارائه داده و راهکارهای مدیریتی مناسب را برای آینده کاربری اراضی منطقه ارائه دهد. به همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی چگونگی تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر طی دو دهه اخیر (۲۰۱۱-۱۹۹۰) با استفاده از تحلیل طبقه‌بندی و جدول‌بندی متقاطع در محیط GIS انجام گرفته و همچنین نمایه توافق کاپا که نشان‌دهنده درجه تشابه بین دو نقشه پوشش سرزمین می‌باشد محاسبه شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. منطقه مورد مطالعه

استان بوشهر با وسعت ۲۷۶۵۳ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران و حاشیه خلیج فارس قرار دارد. این استان از شمال به خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب شرقی به استان هرمزگان، از شرق به فارس و از جنوب و غرب با طول ۷۴۴/۴۹ کیلومتر مرز آبی به خلیج فارس محدود می‌شود (شریفی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه و فریم‌های تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده

جدول ۱: شماره گذر، ردیف و تاریخ فریم‌های استفاده شده در تحقیق

شماره فریم	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	دوره زمانی
۱۶۴/۴۰	۱۹۹۰/۰۹/۰۱	۱۳۶۷/۰۶/۱۰	۱۳۶۷
۱۶۲/۴۱	۱۹۹۰/۱۰/۱۳	۱۳۶۷/۰۷/۲۱	
۱۶۳/۴۰	۱۹۸۷/۰۴/۱۱	۱۳۶۶/۰۱/۲۲	
۱۶۳/۴۱	۱۹۸۷/۰۴/۱۱	۱۳۶۶/۰۱/۲۲	
۱۶۴/۴۰	۲۰۰۱/۰۲/۲۱	۱۳۸۰/۰۱/۱۱	۱۳۷۹
۱۶۲/۴۱	۲۰۰۰/۰۴/۱۵	۱۳۷۹/۰۱/۲۷	
۱۶۳/۴۰	۲۰۰۰/۰۴/۲۲	۱۳۷۹/۰۲/۰۳	
۱۶۳/۴۱	۲۰۰۰/۰۴/۲۲	۱۳۷۹/۰۲/۰۳	
۱۶۴/۴۰	۲۰۰۵/۰۳/۲۶	۱۳۸۴/۰۱/۰۶	۱۳۸۴
۱۶۲/۴۱	۲۰۰۶/۰۲/۲۷	۱۳۸۴/۱۲/۰۸	
۱۶۳/۴۰	۲۰۰۴/۰۵/۰۳	۱۳۸۳/۰۲/۱۴	
۱۶۳/۴۱	۲۰۰۶/۰۳/۰۶	۱۳۸۴/۱۲/۱۵	
۱۶۴/۴۰	۲۰۱۱/۰۴/۲۸	۱۳۹۰/۰۲/۰۸	۱۳۹۰
۱۶۲/۴۱	۲۰۱۱/۰۹/۰۵	۱۳۹۰/۰۶/۱۴	
۱۶۳/۴۰	۲۰۱۱/۰۹/۱۲	۱۳۹۰/۰۶/۲۱	
۱۶۳/۴۱	۲۰۱۱/۰۹/۱۲	۱۳۹۰/۰۶/۲۱	

## ۲-۱. عملیات پیش‌پردازش داده‌ها

۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰) تهیه شدند. منطقی‌ترین حالت نمایش داده‌های سنجنش از دوری در تک باندها، نمایش آن‌ها با استفاده از گامهای خاکستری (Gray Level) می‌باشد. از آنجایی که تفکیک و شناسایی پدیده‌ها به لحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌دهد، می‌توان از ترکیب DNS باندهای مختلف تصاویر رنگی استفاده نمود. متداول‌ترین روش، استفاده از سامانه RGB است. در این روش داده‌ها از سه باند با نورهای قرمز، سبز و آبی بر روی هم نمایان می‌گردند. تنها در حالتی که داده‌های حاصل از سه باند طیفی آبی، سبز و قرمز به‌ترتیب با نوارهای آبی، سبز و قرمز ترکیب شوند، تصاویر دارای رنگ حقیقی و در صورتی که دو شرط فوق احراز نشوند، تصویر ترکیب رنگی کاذب ( False Color Composite) خواهد بود. در تحقیق حاضر به غیر از FCC234، سایر ترکیبات رنگی نیز تولید گردیدند و آن‌ها نیز به شناسایی عوارض کمک کردند (Khoi and Murayama, 2010). این تصاویر به تجسم انواع کاربری‌ها در منطقه کمک می‌کنند. از روش طبقه‌بندی نظارت شده برای تهیه نقشه‌های پوشش اراضی استفاده شد. اولین گام در انجام یک طبقه‌بندی نظارت شده تعریف مناطقی است که به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (Eastman, 2006). برای این مرحله با تفسیر بصری تصویر ترکیب رنگی کاذب و با استفاده از نقشه‌های رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور متعلق به سال ۱۳۸۶ نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس تعریف گردیدند (شکل ۳ و جدول ۲) (مرحله ۳ در دیاگرام روش کار).

جدول ۲: تعداد پیکسل‌های نمونه‌های تعلیمی در هر طبقه در سال‌های مورد مطالعه

طبقات کاربری اراضی	سال ۱۳۶۷	سال ۱۳۷۹	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۹۰
کشاورزی	۱۱۶۰۲	۱۱۵۰۸	۳۱۶۹۷	۳۱۶۹۷
مسکونی	۱۱۶۸۶	۱۱۶۸۶	۱۵۲۵۴	۱۵۲۵۴
جنگل	۶۱۲	۶۱۲	۶۱۲	۶۱۲
ارضای باز/صخره	۸۶۲۲۶۵۹	۶۰۵۹۴۰۳	۶۹۲۲۶۶۶	۶۹۲۲۶۶۶
دریا/عمیق کم	۵۴۱۱۳۴	۵۴۹۶۲۵	۵۴۹۶۲۵	۵۴۹۶۲۵
دریا/عمیق زیاد	۱۰۷۰۵۹۶۹	۱۰۷۰۵۹۶۹	۱۰۷۰۵۹۶۹	۱۰۷۰۵۹۶۹

شش کلاس کاربری به‌صورت زیر: جنگل، اراضی کشاورزی (شامل غلات، صیفی‌جات، نخلستان)، مناطق مسکونی، مناطق کم‌عمق دریا، مناطق عمیق دریا و اراضی باز در منطقه مشخص گردید. اراضی کشاورزی و جنگل در پژوهش‌های زیادی در طبقات مجزا تفکیک شده‌اند (Schulz et al., 2010; Qasim et al., 2011; Mallinis et al., 2011). در مطالعه (Dewan and Yamaguchi (2009) و در مطالعه (Mallinis et al. (2011) تالاب

داده‌های ماهواره‌ای در مرحله تصحیح هندسی (Geometric Correction) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ مورد تصحیح قرار گرفتند و همچنین تصحیح اتمسفری انجام و تصاویر مورد استفاده Orthorectified شد. از آنجا که متداول‌ترین روش تطابق هندسی، استفاده از نقاط کنترل زمینی می‌باشد، در تحقیق حاضر نیز تطابق هندسی مطلق استفاده شده است. آماره‌های مورد استفاده زمین مرجع‌سازی، RMS و Residual Error است. مقدار RMS باید کمتر از ۱/۲ Resolution تصویر ورودی باشد (یعنی ۱۵ در تحقیق مورد استفاده). با توجه به عدم دسترسی به داده‌های کامل مورد نیاز، در تحقیق حاضر تصحیح اتمسفری با استفاده از Cost Model (Chavez, 1996) و واسنجی (کالیبراسیون) رادیانس offset/gain انجام شده است. این روش همه عناصر Dark Object Subtraction Model و همچنین رویه‌ای برای برآورد اثرات جذب گازهای اتمسفری و پراکنش Rayleigh را مورد استفاده قرار می‌دهد.

همچنین جهت افزایش کنتراست و بهبود بصری، تصاویر مورد بارزسازی قرار گرفتند (مرحله ۲ در دیاگرام روش کار). نرم افزار مورد استفاده برای مراحل تحقیق شامل ArcGIS 9.3 و Idrisi Andes هستند.

## ۲-۲. تهیه نقشه کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره Landsat سنجنده‌های TM و ETM+ (۱۳۶۷)،

وجود، کار ساده‌ای نیست، زیرا چندین عدم قطعیت در آن وجود دارد. هنگامی که نقشه‌های کاربری اراضی از سنجنده‌های با اندازه پیکسل متفاوت تولید می‌شوند، بعضی از پدیده‌ها در تصاویر با قدرت تفکیک پایین‌تر قابل تشخیص نیستند، در صورتی که در تصاویر با قدرت تفکیک بالا قابل رویت هستند (Zanganeh Shahraki et al., 2011). البته در مطالعه حاضر کماکان این مشکل وجود داشت. با استفاده از روش طبقه‌بندی و جدول‌بندی مقاطع انجام شد. به طوری که نقشه طبقات کاربری اراضی سالهای ۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰ با یکدیگر مقایسه شدند، به این ترتیب که نقشه‌های ۱۳۶۷ با ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ با ۱۳۸۴، ۱۳۸۴ با ۱۳۹۰ و در نهایت به صورت کلی نقشه‌های ۱۳۶۷ با ۱۳۹۰ دو به دو با یکدیگر تقابل داده شده و جدول تغییرات آن‌ها استخراج گردید (مرحله ۵ در دیاگرام روش کار) (VanOort, 2007). همچنین نمایه توافق کاپا نیز در هر دوره زمانی محاسبه گردید.

شاخص KIA عموماً برای تعیین ارزیابی صحت، اعتبار مدل و تغییر استفاده می‌شود. مهمترین انواع KIA عبارتند از: کاپا استاندارد، کاپا برای مکان، کاپا برای کمیت، کاپا برای نبود اطلاعات. در تحقیق حاضر از کاپا استاندارد استفاده شده است. کاپای استاندارد (Kstandard)، صحت نسبی مشاهده شده به صحت نسبی مورد انتظار را بر اساس شانس مقایسه می‌کند. در مقایسه دو نقشه کیفی کاربری اراضی، درستی کل عبارت است از نسبت پیکسل‌های مشابه به تعداد کل پیکسل‌های مورد مقایسه. به این ترتیب درستی کل که به درصد نیز بیان می‌گردد، میزان توافق و همخوانی دو تصویر را نشان می‌دهد. در محاسبه ضریب کاپا علاوه بر پیکسل‌های مشابه، پیکسل‌های غیر مشابه نیز دخالت داده می‌شوند (Rosenfield and Fitzpatrick-Lins, 1986; Carstensen, 1987; Pontius, 2000). فرمول محاسبه KIA به صورت زیر است:

$$K_i = \frac{p_{ii} - p_i.p_i}{p_{i.} - p_i.p_i}$$

که:

$p_{ii}$  = نسبت تصویر کل در طبقه  $i$  که در هر دو تاریخ بدون تغییر است؛

$p_i$  = نسبت تصویر کل در طبقه  $i$  در تصویر رفرنس (تاریخ اول)؛

از منابع آبی نیز در طبقات جداگانه تفکیک گردیده‌اند. سپس نمونه‌های تعلیمی به شیوه رقومی سازی روی صفحه<sup>۱</sup> تولید و تفکیک شدند. به این مفهوم که مجموعه‌های کوچکی از پیکسل‌ها به عنوان نمونه‌های تعلیمی از طبقات مورد نظر بر روی تصویر به صورت on-screen تعیین می‌گردند. در نهایت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است (Eastman, 2006) که از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال استفاده شد (Schulz et al., 2010) و به منظور حذف قطعات کوچک و ساده‌سازی تصاویر حاصل از طبقه‌بندی‌ها از فیلتر مد (Mode) استفاده گردید (مرحله ۴ در دیاگرام روش کار).

۲-۳. صحت طبقه‌بندی

ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده بدین صورت انجام شد که برای تصویر سال ۱۳۹۰ در مجموع ۳۴۷ نقطه با استفاده از GPS در منطقه برداشت شد (شکل ۴). سپس این نقاط واقعیت زمینی با تصویر طبقه‌بندی شده مقایسه شدند و ضرایب کاپا برای هر طبقه و کاپای کلی محاسبه گردید. ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده سالهای ۱۳۶۷، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ با استفاده از تفسیر بصری و نقاط کنترل زمینی که در طول زمان تغییر نکردند محاسبه شد (به ترتیب ۳۱۱، ۲۹۵ و ۳۱۸ نقطه) (شکل ۴) (Schulz et al., 2010).

تعداد نقاط ( $n$ ) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شدند (Eastman, 2006):

$$n = z^2 pq / e^2$$

$z$  نمره استاندارد مورد نیاز برای سطح اطمینان مطلوب

$e$  فاصله اطمینان مطلوب

$p$  خطای نسبی تخمین زده شده از قبل

$$q=1-p$$

۲-۴. آشکارسازی تغییرات

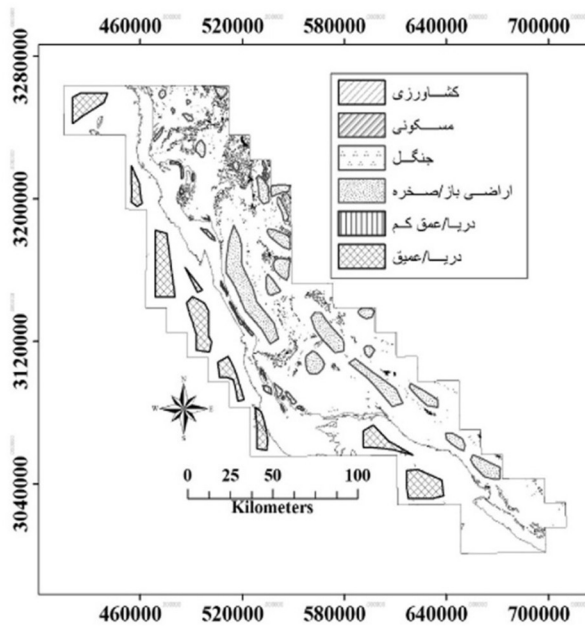
آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی یک ابزار ضروری برای آنالیزهای محیط زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت است. با این

<sup>۱</sup> on-screen digitizing

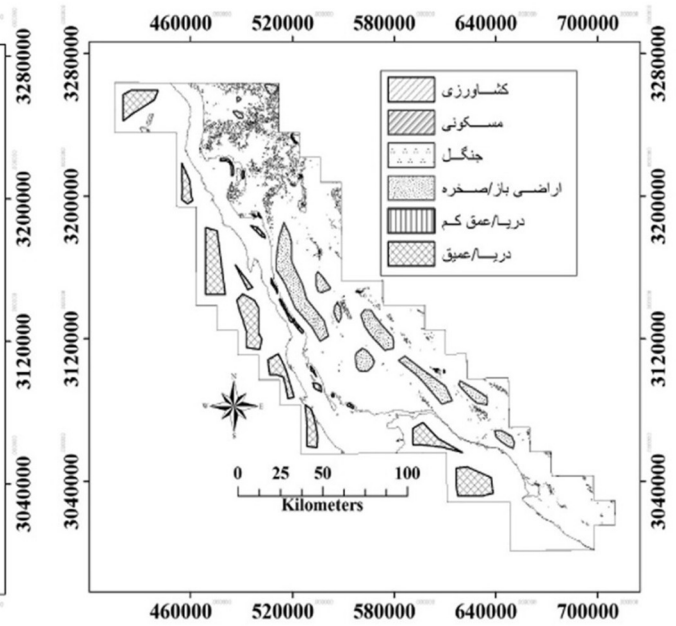
(عدم تغییر)، ضریب کاپا یک است و اگر یک تصویر کاملاً متفاوت از دیگری باشد (هیچ پیکسلی ارزش ثابت در دو تصویر نداشته باشد) ضریب کاپا -۱ است.

$p_i$  = نسبت تصویر کل در طبقه  $i$  در تصویر غیر رفرنس (تاریخ دوم). نمایه توافقی کاپا از -۱ تا +۱ است و نشان دهنده درجه تشابه بین تصاویر است. چنانچه دو تصویر تشابه کامل داشته باشند

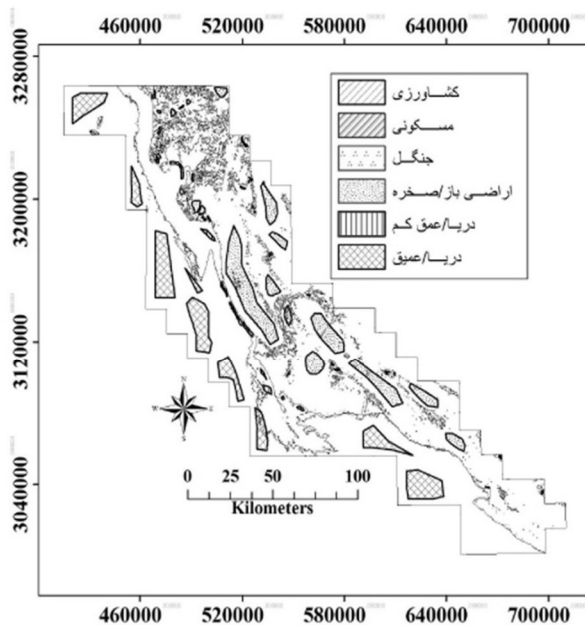
۱۳۶۷



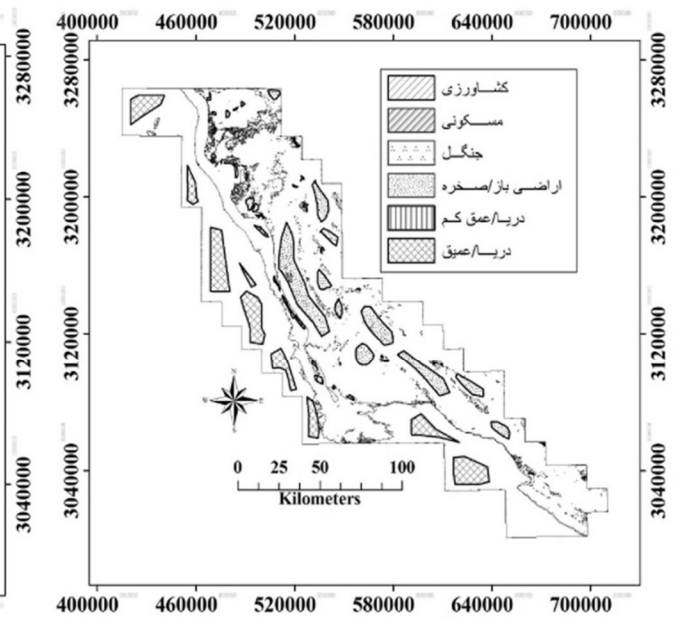
۱۳۷۹



۱۳۸۴

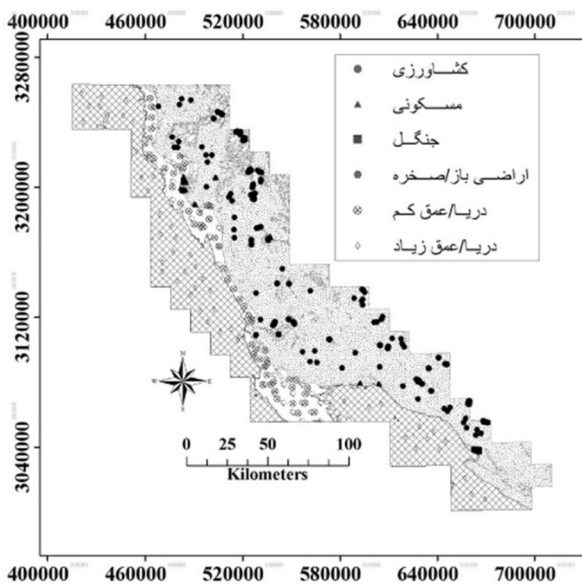


۱۳۹۰

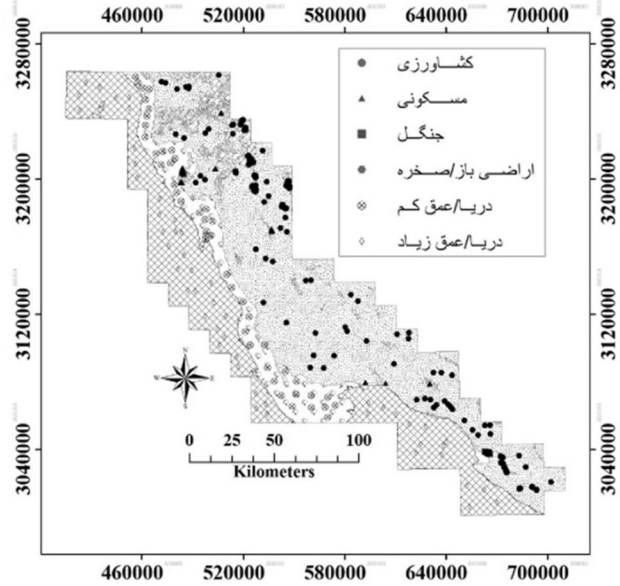


شکل ۳: توزیع مکانی نمونه‌های تعلیمی در سال‌های مورد مطالعه

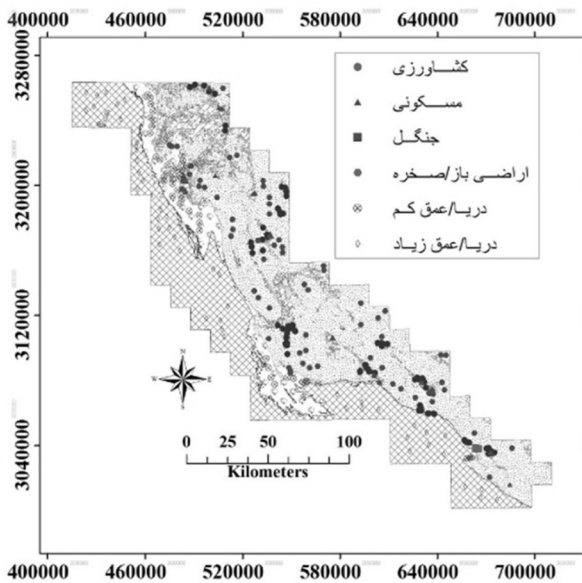
۱۳۶۷



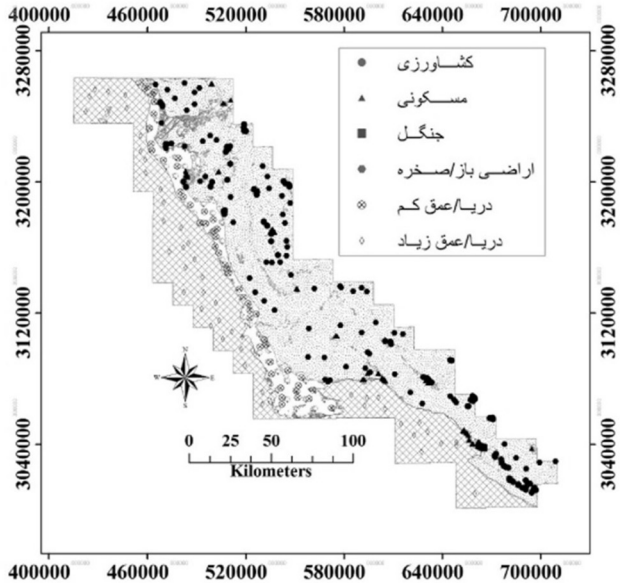
۱۳۷۹



۱۳۸۴



۱۳۹۰



شکل ۴: توزیع مکانی نمونه‌های واقعیت زمینی در سال‌های مورد مطالعه

### ۳. نتایج

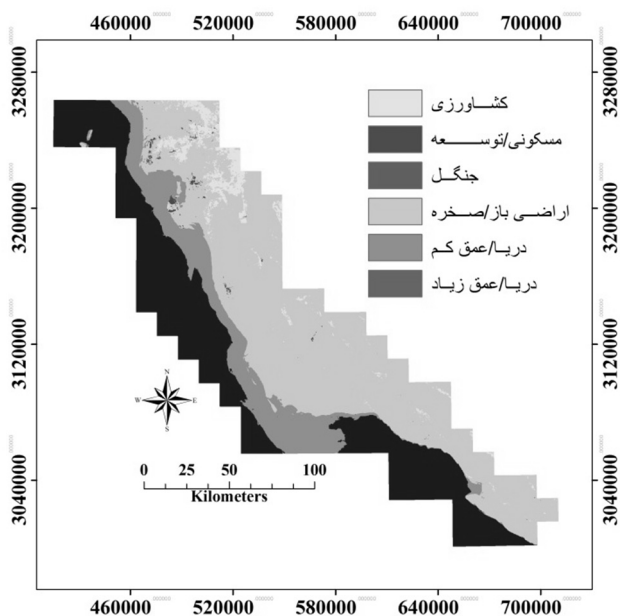
مورد مطالعه وجود داشت. برای نقشه‌های طبقه‌بندی شده ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰ به ترتیب برابر با ۹۰/۵۸، ۸۱/۲۸، ۸۱/۴۰ و ۸۳/۶۱ بود (جدول ۳). نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های مورد مطالعه (۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰) در زیر نشان داده شده است (شکل ۵، ۶، ۷ و ۸).

#### ۱-۳. نقشه‌های کاربری اراضی و صحت طبقه‌بندی

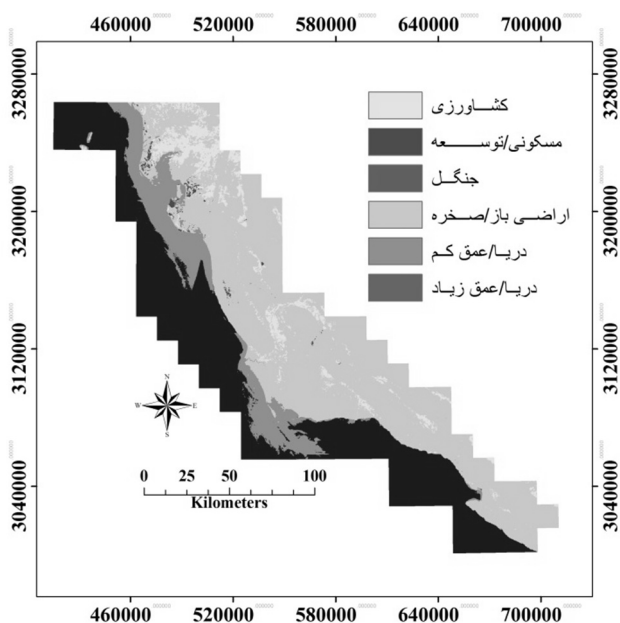
نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال نشان داد که ۶ طبقه‌ی کاربری اراضی در منطقه

هکتار به اراضی باز و صخره‌ای افزوده شده است. رشد و توسعه‌ی مناطق مسکونی و شهری در این مدت چشمگیر بوده و ۲۴۳۵۶ هکتار به این نواحی اضافه شده است.

میزان تغییرات طی دوره‌های مورد مطالعه یکسان نبوده است. به ترتیب ۳۸۹ و ۵۱۰۸۵ هکتار در دوره‌های اول و دوم به وسعت اراضی کشاورزی افزوده شده و در دوره سوم مطالعاتی ۱۰۳۵۳۳ هکتار از مساحت این کلاس کاسته شده است.



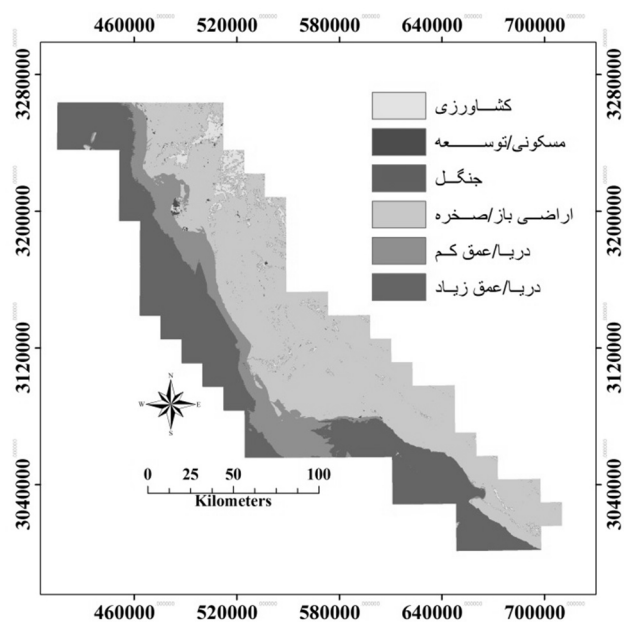
شکل ۶: نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۹ منطقه مورد مطالعه



شکل ۷: نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۴ منطقه مورد مطالعه

جدول ۳: ماتریس ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده

کاپا	طبقات کاربری اراضی	
-/۸۴۷۲	کشاورزی	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۶۷
۱	مسکونی	
-/۸۰۵۷	جنگل	
-/۷۸۰۲	اراضی باز/صخره	
۱	دریا/عمق کم	
-/۹۷۵۵	دریا/عمق زیاد	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۷۹
-/۹۰۵۸	کاپای کلی	
-/۸۲۸۳	کشاورزی	
-/۶۴۶۸	مسکونی	
-/۶۶۴۸	جنگل	
-/۷۲۴۶	اراضی باز/صخره	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۸۴
-/۹۷۴۳	دریا/عمق کم	
۱	دریا/عمق زیاد	
-/۸۱۲۸	کاپای کلی	
-/۸۳۹۱	کشاورزی	
-/۵۴۳۸	مسکونی	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۹۰
-/۷۸۷۳	جنگل	
-/۷۶۵۰	اراضی باز/صخره	
۱	دریا/عمق کم	
-/۹۵۱۳	دریا/عمق زیاد	
-/۸۱۴۰	کاپای کلی	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۹۰
-/۷۵۲۵	کشاورزی	
-/۹۳۷۸	مسکونی	
-/۸۸۳۵	جنگل	
-/۶۶۶۲	اراضی باز/صخره	
-/۹۳۰۴	دریا/عمق کم	نقشه طبقه‌بندی شده ۱۳۹۰
-/۹۷۵۲	دریا/عمق زیاد	
-/۸۲۶۱	کاپای کلی	



شکل ۵: نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۷ منطقه مورد مطالعه

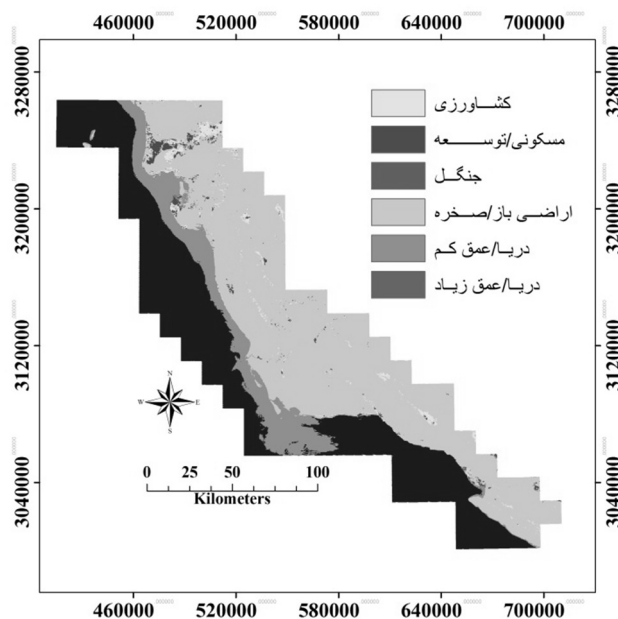
### ۳-۲. آشکارسازی تغییرات

نتایج نشان داد در کل دوره مورد مطالعه (۱۳۶۷-۱۳۹۰)، ۵۳۱۷۵ هکتار از وسعت اراضی کشاورزی کاسته شده و ۲۶۰۲۴



جدول ۵: ماتریس انتقال کاربری اراضی بین دوره‌های مورد مطالعه (بر حسب هکتار)

۱۳۶۷-۱۳۷۹		۱۳۷۹-۱۳۸۴		۱۳۸۴-۱۳۹۰	
۱۳۶۷	۱۳۷۹	۱۳۸۴	۱۳۷۹	۱۳۹۰	۱۳۸۴
کشاورزی	مسکونی	جنگل	اراضی باز/صخره	دریا (عمق کم)	دریا (عمق زیاد)
۴۴۸۷۶/۰۷	۳۷۱/۷	۴۵۱/۶۲	۴۴۱۳۵/۱۹	۰/۸۱	-
۵۲۲	۲۴۸۰/۳۱	۳/۲۴	۳۲۵۷/۴۶	۱۱/۷۹	-
۴۳/۵۶	۱۷/۳۷	۹۵/۰۴	۱۵۷/۷۷	۳۱/۲۳	-
۴۴۷۸۰/۱۳	۵۶۵۱/۰۱	۲۶۲/۹۷	۱۲۶۱۲۸۰/۳۴	۱۱۴۳۰/۱۸	۵۳۹/۲۸
۲/۷	۳۳/۵۷	۱/۰۸	۸۲۳/۱۴	۲۷۵۲۱۷/۸۴	۱۸۱۵۶/۷۸
-	۰/۰۲/۴۲	-	۲۵۵/۶	۶۲۲۲۰/۴۶	۲۶۷۲۲۲/۲۸
۵۰۵۲۷/۷۱	۹/۹	۲۹/۷	۳۹۴۲۲/۹۷	۲۵۳/۴۴	-
۹۲۴/۸۴	۳۹۶۹/۱۸	۰/۶۳	۳۴۶۲/۲	۱۹۳/۴۱	۱۰۲/۸۷
۴۰/۸۶	-	۸۷/۲۱	۱۶۲/۴۲	۱۵۳/۷۳	-
۸۹۴۲۲/۶۵	۶۴۳۲/۱۲	۲۳۳/۴۶	۱۱۹۹۱۷۹/۸	۱۴۴۷۱/۶۴	۲۷۶/۰۳
۴۴/۹۱	۲۳/۳۱	۶۰/۴۸	۶۸۴۳/۰۶	۳۳۶۹۲/۲۳	۱۰۵۴۸۲/۶۱
-	۵/۴	-	۲۳۸/۴۱	۲۹۸۵۶/۴۲	۲۵۵۸۲۳/۱۵
۲۳۴۸۱/۶۸	۹۶۴۲/۰۶	-	۱۰۶۸۹۰/۲۱	۳۰/۶۹	-
۱۴/۷۶	۴۷۷۳/۰۶	-	۵۱۳۳/۹۷	۱۰/۲۵	-
۲۶/۰۱	۱۷/۳۷	۱۱۳/۴	۲۲۶/۵۳	۲۴/۹۳	-
۱۰۰۰۰/۸	۱۵۳۴۶/۳۶	۳۹/۵۹	۱۲۱۵۴۰/۷۰۷	۳۲۰/۲/۵۵	۱۸/۲۷
۲۹۷۰/۹۹	۷۴۵/۶۵	۴/۸۶	۱۴۳۳/۱۰	۲۰۰۱۹۱۱/۳۴	۵۹۸۸۶/۹۹
۱۷/۵۵	۳۱/۷۷	-	۲۰/۱/۲۴	۶۷۶۱۲/۹۵	۷۹۱۴۳۵/۲۵



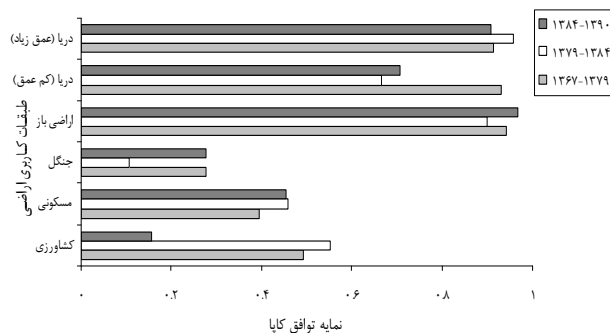
شکل ۸: نقشه پوشش اراضی سال ۱۳۹۰ منطقه مورد مطالعه

بین ۱۳۶۷-۱۳۷۹، ۱۳۸۴-۱۳۷۹ و ۱۳۸۴-۱۳۹۰ به ترتیب ۲۳۸۲، ۱۷۹۵ و ۲۰۵۲۵ هکتار توسعه در کاربری مسکونی مشاهده شد. بین سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۷۹ و ۱۳۸۴-۱۳۷۹، به ترتیب ۶۰۷۰۳ و ۱۴۰۲۶ هکتار از وسعت اراضی باز و صخره‌ای کم شده، در صورتی که در دوره آخر (۱۳۸۴-۱۳۹۰)، ۹۸۶۶۴ هکتار به مساحت این کلاس افزوده شده است. ۴۷۰ هکتار در دوره اول به وسعت جنگل اضافه شد. در دو دوره بعد به ترتیب ۴۰۳ و ۲۴۰ هکتار از کاربری جنگل کم شد (جدول ۴ و ۵).

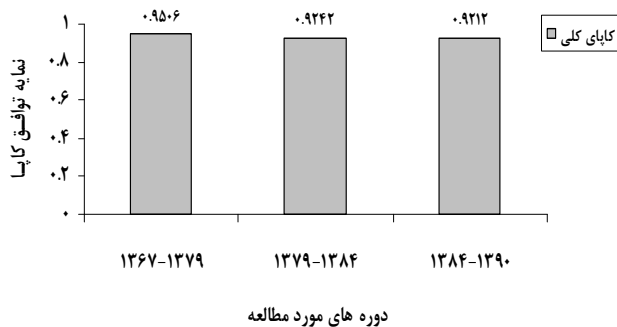
جدول ۴: تغییرات کاربری اراضی طی دوره‌های مورد مطالعه

سال مورد مطالعه	اراضی باز/صخره	دریا (عمیق)	دریا (عمق کم)	کشاورزی	مسکونی	جنگل
۱۳۶۷	۱۳۳۴۱۰۴/۷	۸۳۰۳۱۱/۲۹	۲۹۴۲۵۴/۱	۸۹۸۷۶/۶۱	۶۲۷۸۳/۱	۳۴۴/۹۷
۱۳۷۹	۱۳۱۰۱۴۲/۹	۷۸۵۹۴۶/۶۲	۳۴۹۴۶/۳	۹۰۲۹۳/۵۸	۸۶۵۶/۳۸	۸۱۴/۹۵
۱۳۸۴	۱۳۴۹۴۷/۷	۸۶۱۷۰۸/۷۸	۲۸۱۹۲۳/۷۵	۱۴۱۴۰۸/۶۳	۱۰۴۴۸/۹۱	۴۱۱/۴۸
۱۳۹۰	۱۳۴۲۷۱۰/۵	۸۵۱۳۵۵/۱۸	۲۷۲۸۵۴/۴۴	۳۵۶۹۱/۶۷	۳۰۴۶۱/۹۴	۱۶۷/۸۵

نتایج حاصل از نمایه توافق کاپا در هر طبقه نشان داد که بیشترین تغییر طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۷۹ و ۱۳۸۴-۱۳۷۹ در کلاس جنگل (به ترتیب ۰/۲۷۵۴، ۰/۱۰۷۰) و طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۰ در اراضی کشاورزی (۰/۱۵۶۳) رخ داده است (جدول ۶ و شکل ۹). کاپای کلی نیز نشان داد که بیشترین تغییرات بین سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۰ (۰/۹۲۱۲) اتفاق افتاده است (شکل ۱۰).



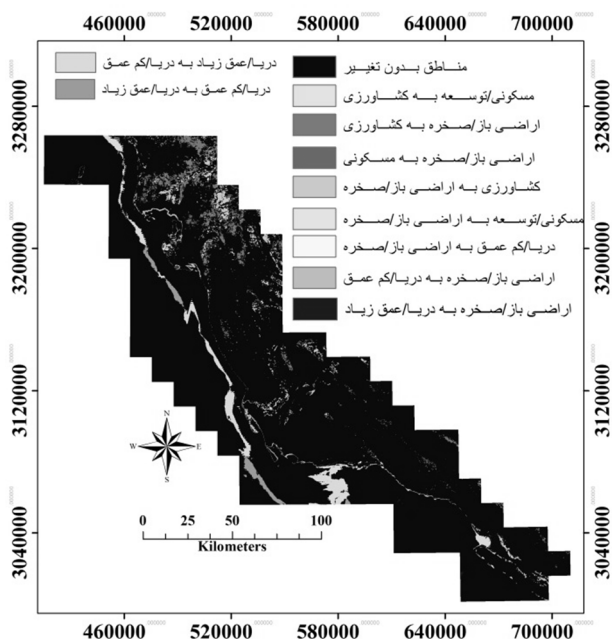
شکل ۹: نمایه توافق کاپا در طبقات کاربری اراضی



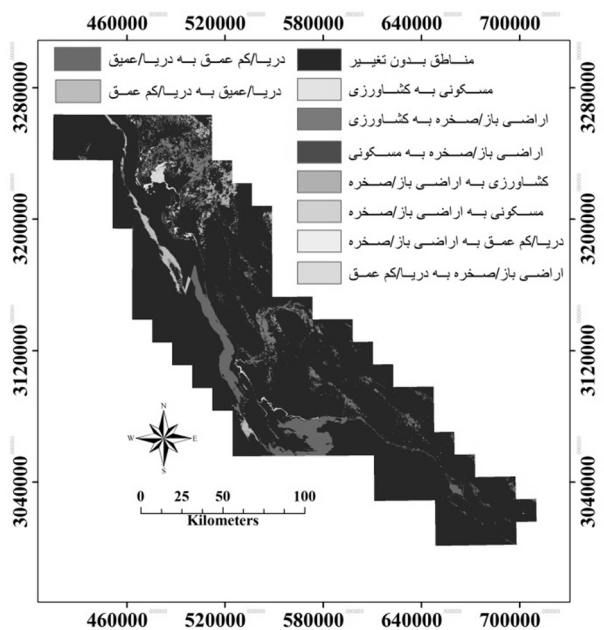
شکل ۱۰: کاپای کلی در دوره مورد مطالعه

۲-۲-۳. نقشه تغییرات

نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۷۹، ۱۳۷۹-۱۳۸۴ و ۱۳۸۴-۱۳۹۰ در شکل‌های ۱۱، ۱۲ و ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۱: نقشه توزیع مکانی تغییرات کاربری اراضی بین ۱۳۶۷ و ۱۳۷۹



شکل ۱۲: نقشه توزیع مکانی تغییرات کاربری اراضی بین ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

جدول ۶: نمایه توافقی کاپا در کلاس‌های کاربری اراضی در ۳ دوره مورد مطالعه

دوره مورد مطالعه	طبقات کاربری اراضی	نمایه توافقی کاپا
۱۳۶۷-۱۳۷۹	کشاورزی	۰/۴۹۳۴
	مسکونی	۰/۳۹۴۴
	جنگل	۰/۲۷۵۴
	اراضی باز و مناطق صخره ای	۰/۹۴۲۹
	دریا با عمق کم	۰/۹۳۲۳
	دریا با عمق زیاد	۰/۹۱۵۴
۱۳۷۹-۱۳۸۴	کشاورزی	۰/۵۵۱۴
	مسکونی	۰/۴۵۷۸
	جنگل	۰/۱۰۷۰
	اراضی باز و مناطق صخره ای	۰/۸۹۹۰
	دریا با عمق کم	۰/۶۶۶۰
	دریا با عمق زیاد	۰/۹۵۶۹
۱۳۸۴-۱۳۹۰	کشاورزی	۰/۱۵۶۳
	مسکونی	۰/۴۵۴۷
	جنگل	۰/۲۷۵۶
	اراضی باز و مناطق صخره ای	۰/۹۶۷۰
	دریا با عمق کم	۰/۷۰۶۱
	دریا با عمق زیاد	۰/۹۰۸۴

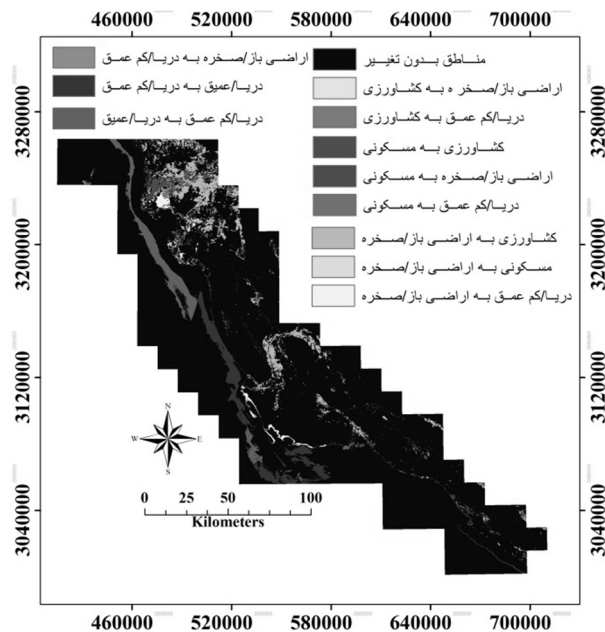
۱-۲-۳. تغییر خالص و انتقال بین کاربری اراضی

در کل دوره مورد مطالعه ۳۷۲۴ هکتار از اراضی کشاورزی به کاربری مسکونی و ۶۷۸۹۰ هکتار به اراضی باز تبدیل شده است. بین سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۰، میزان ۲۰۸۰۷ هکتار تغییر خالص از اراضی باز و نواحی صخره‌ای به کاربری مسکونی و توسعه یافته رخ داده است. بین سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۷۹، تغییر خالص از اراضی باز به مناطق مسکونی و توسعه یافته ۲۳۹۴ هکتار بود. همچنین در این دوره ۱۴ هکتار تغییر خالص از جنگل به مناطق مسکونی و توسعه یافته مشاهده شد.

در دوره‌ی دوم تغییر خالص از جنگل به اراضی کشاورزی ۳۷۹ هکتار بود. طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۴ تغییر خالص از اراضی باز و مناطق صخره‌ای به اراضی کشاورزی ۵۰۰۰۰ هکتار بود. در این دوره ۲۹۶۹ هکتار تغییر خالص از اراضی باز به مناطق مسکونی و توسعه یافته رخ داد. ۹۶۲۷ هکتار تغییر خالص از اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی و ۹۶۸۸۹ هکتار تغییر خالص از اراضی کشاورزی به اراضی باز و مناطق صخره‌ای در دوره آخر مشاهده شد. در دوره‌ی سوم میزان تغییر خالص از جنگل به کشاورزی و اراضی باز و نواحی صخره‌ای به مناطق مسکونی و توسعه یافته به ترتیب ۲۶ و ۱۰۱۱۳ هکتار بود (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱).

مربوط به مطالعه نعیمی نظام‌آباد و همکاران (۱۳۸۹) است که تغییرات خط ساحلی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی منطقه‌ی ساحلی عسلویه را بررسی کردند و گسترش صنایع مختلف (از جمله: نفت و گاز) را عامل اصلی تغییرات بوجود آمده در این منطقه، عنوان کردند. همچنین غلامی‌نیا (۱۳۷۹) به تحلیل فضایی کاربری اراضی شهر بوشهر پرداخت و بیان داشت که بخش قابل توجهی از اراضی این منطقه توسط نیروی هوایی و دریایی و نیروگاه اتمی پوشیده شده است. بنابراین عوامل مذکور خود دلیل محکمی بر تغییر کاربری اراضی این منطقه در جهت کاهش اراضی ساحلی منطقه مورد مطالعه می‌باشند. ضمن اینکه ضیائی‌ان فیروزآبادی (۱۳۸۹) بیان داشت که در سواحل بوشهر قوانین مربوط به مناطق ساحلی رعایت نشده است و بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد. از سوی دیگر، تغییرات کاربری اراضی در این منطقه می‌تواند آسیب‌های زیست‌محیطی زیادی را نیز به دنبال داشته باشد، به طوری که شریفی‌پور و همکاران (۱۳۸۷) حساسیت‌های زیست‌محیطی سواحل بوشهر را مطالعه کردند و بیان داشتند که به دلیل توسعه صنعتی و اقتصادی رو به رشد منطقه، صنایع نفت و گاز از عمده‌ترین تهدیدها برای محیط زیست این منطقه هستند. بنابراین به نظر می‌رسد که توسعه کاربری اراضی این منطقه در جهت استقرار صنایع بزرگ و ارزشمند بوده است و باید تاریخچه‌ی تغییر و تبدیل‌های اراضی و روند کنونی آن مد نظر مدیران قرار گیرد تا در جهت آینده بهتر منطقه، مفید واقع شود.

به طور کلی داده‌های ماهواره‌ای که در این تحقیق استفاده شد، علاوه بر اینکه از ۲۳ سال گذشته تاکنون (۱۳۹۰) را شامل است، مساحت زیادی را (حدود ۲/۵ میلیون هکتار) پوشش داده است که حاوی اطلاعات به روز و ارزشمندی است، و می‌تواند در جهت مدیریت منطقه به برنامه‌ریزان کمک کند. بنابراین با توجه به وضعیت خاص مناطق ساحلی استان بوشهر از لحاظ سیاسی، انرژی (نفت، گاز و اتمی)، فرصت‌های شغلی زیادی فراهم شده است و این امر حساسیت موضوع را آشکارتر کرده است. به طور کلی مدیریت این منطقه ساحلی باید بر اساس برنامه‌های آمایش سرزمین و به صورت اصولی و دقیق انجام شود. شایان ذکر است که در صورت ادامه روند کنونی تخریب اراضی کشاورزی و افزایش اراضی مسکونی، مشکلات زیاد زیست محیطی و اجتماعی، آینده‌ی مناطق ساحلی استان بوشهر را تهدید خواهد کرد.



شکل ۱۳: نقشه توزیع مکانی تغییرات کاربری اراضی بین ۱۳۸۴ و ۱۳۹۰

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه آشکارسازی تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر بر اساس تحلیل طبقه‌بندی و جدول‌بندی متقاطع انجام شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مساحت قابل توجهی از کاربری اراضی مختلف به سایر کاربری‌ها تبدیل شده‌اند. (Shalaby and Tateishi (2007 نیز به بررسی مناطق ساحلی در کشور مصر پرداختند و به نتایج مشابهی با این مطالعه دست یافتند. به رغم اینکه در دوره ۱۳۸۴-۱۳۷۹ افزایش موقتی در اراضی کشاورزی رخ داده است اما این کاربری دوره بعدی (۱۳۸۴-۱۳۹۰)، کاهش چشمگیری را نشان داد. بنابراین این امر بیانگر مدیریت نامتعادل صنعت کشاورزی این منطقه می‌باشد. به هر حال در کل دوره ۲۳ ساله مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۶۷) مساحت قابل توجهی از اراضی کشاورزی به اراضی مسکونی تبدیل شده است. همچنین در تایید وضعیت رو به رشد اراضی مسکونی، نتایج تغییرات کاربری اراضی نشان داد که ۲۰۸۰۷ هکتار از اراضی باز نیز به اراضی مسکونی تبدیل شده است. همچنین نمایه توافق کاپا نشان داد که در دوره سوم (۱۳۸۴-۱۳۹۰) بیشترین تغییرات و در دوره اول مورد مطالعه (۱۳۶۷-۱۳۷۹) کمترین تغییرات را داشته‌ایم. از جمله معهود تحقیقاتی که بر روی تغییرات سواحل این منطقه انجام شده

## ۵. سپاسگزاری

نگارش حاضر بخشی از نتایج طرح پژوهشی مابین اداره کل حفاظت محیط زیست استان بوشهر (کارفرما) و جهاد دانشگاهی واحد صنعتی شریف (مشاور) به شماره قرارداد ۱۱۸۵۴-۱۲۲ مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۲ می باشد. بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی به دلیل فراهم نمودن زمینه و بستر لازم برای انجام این پژوهش علمی و کاربردی ابراز می گردد.

## منابع

- جورایان شوشتری، ش.؛ اسماعیلی ساری، ع.؛ حسینی، س.م.؛ غلامعلی فرد، م.، (تحت چاپ). کاربرد رگرسین لجستیک و زنجیره مارکف در پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شرق استان مازندران. مجله محیط زیست طبیعی.
- سفیانیان، ع.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال-های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). سال سیزدهم، شماره ۴۹، صفحات ۱۶۴-۱۵۳.
- سلمان ماهینی، ع.؛ فقهی، ج.؛ نادعلی، آ.؛ ریاضی، ب.، ۱۳۸۷. بررسی تغییرات پوشش درختی استان گلستان به روش طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از داده های سنجنده TM و ETM+ ماهواره لندست. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. سال شانزدهم، شماره ۳، صفحات ۵۰۵-۴۹۵.
- شریفی پور، ر.؛ دانه کار، ا.؛ نوری، ج.، ۱۳۸۷. ارزیابی حساسیت زیست محیطی سواحل شمالی خلیج فارس با توجه به ارزش های حفاظتی و کانون های آلوده ساز. مجله محیط شناسی. سال سی و چهارم، شماره ۴۸، صفحات ۸۹-۱۰۲.
- ضیائیان فیروزآبادی، پ.؛ ولیخانی، ا.ر.؛ فنواتی، ع.، ۱۳۸۹. تهیه لندفرم و جزر و مد ساحل شهرستان بوشهر با استفاده از GIS، RS و GPS در محدوده قانونمندی ساحلی (CRZ). فصلنامه مدرس علوم انسانی. سال چهاردهم، شماره ۱، صفحات ۲۳۴-۲۱۴.
- غلامی نیا، ع.، ۱۳۸۸. تحلیل فضایی کاربری اراضی شهر بوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان. ۲۶۴ صفحه.
- قرلسفلی، م.؛ علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۹. کاربرد تفسیر بصری داده های ماهواره ای در آشکارسازی تغییرات خط ساحلی. همایش ژئوماتیک
- نعیمی نظام آباد، ع.؛ قهرودی تالی، م.؛ ثروتی، م.ر.، ۱۳۸۹. پایش تغییرات خط ساحلی و لندفرم های ژئومورفولوژیکی خلیج فارس با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله فضای جغرافیایی. سال دهم، شماره ۳۰، صفحات ۶۱-۴۵.
- Abd El-Kawy, O.R.; Rød, J.K.; Ismail, H.A.; Suliman, A.S., 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31(2): 483-494.
- Bakr, N.; Weindorf, D.C.; Bahnassy, M.H.; Marei, S.M.; El-Badawi, M.M., 2010. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. *Applied Geography*, 30: 592-605.
- Bartlett, D.J., 1989. The Design and Implementation of Coastal Zone Management Information Systems. Unpublished MSc thesis, University of Edinburgh, Scotland.
- Beatley, T.D.; Brower J.; Schwab A.K., 2002. An introduction to coastal zone management. Second edition, Island press. 329 pp.
- Carstensen, L.W., 1987. A Measure of Similarity for Cellular Maps, In *The American Cartographer*, 14(4): 345-358.
- Chavez, P.S., 1996. Image-Based Atmospheric Corrections-Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62(9): 1025-1036.
- Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Lambin, E., 2004. Review Article Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9): 1565-1596.
- Dewan, A.M.; Yamaguchi, Y., 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, 29(3): 390-401.
- Eastman, J.R., 2006. *IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University.

- District Swat, Hindu Kush Himalayan region of Pakistan. *Applied Geography*, 31: 820-828.
- Rosenfield, G.H.; Fitzpatrick-Lins, K., 1986. A Coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy, In *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52(2): 223-227.
- Schulz, J.J.; Cayuela, C.; Echeverria, C.; Salas, J.; Rey Benayas, J.M., 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography*, 30(3): 436–447.
- Shalaby, A.; Tateishi, A., 2007. Remote sensing and GIS for Mapping and Monitoring Land Cover and Landuse changes in the northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1): 28-41.
- Van Oort, P.A.J., 2007. Interpreting the change detection error matrix. *Remote Sensing of Environment*, 108(1): 1-8.
- Weng, Q., 2002. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling. *Journal of Environmental Management*, 64: 273-284.
- Zanganeh Shahraki, S.; Sauri, D.; Serra, P.; Modugno, S.; Seifoddini, F.; Pourahmad, A., 2011. Urban sprawl pattern and land-use change detection in Yazd, Iran. *Habitat International*, 35(4): 521–528.
- Worcester, MA.
- Ketchum, B.H., 1972. The water-s edge; critical problems of the coastal zone. Proceeding of the coastal zone workshop, woods hole, Massachusetts. 22 May-3 June, MIT Press, Cambridge, MA.
- Khoi, D.D.; Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. *Remote Sensing*, 2(5): 1249–1272.
- Mallinis, G.; Emmanoloudis, D.; Giannakopoulos, V.; Maris, F.; Koutsias, N., 2011. Mapping and interpreting historical land cover/land use changes in a Natura 2000 site using earth observational data: The case of Nestos delta, Greece. *Applied Geography*, 31(1): 312–320.
- Mendoza, M.E.; Granados, E.L.; Geneletti, D.; Pérez-Salicrup, D.R.; Salinas, V., 2011. Analysing land cover and land use change processes at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). *Applied Geography*, 31: 237-250.
- Pontius, R.G., 2000. Quantification Error versus Location Error in Comparison of Categorical Maps. In *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66(8): 1011-1016.
- Qasim, M.; Hubacek, K.; Termansen, M.; Khan, A., 2011. Spatial and temporal dynamics of land use pattern in