

جغرافیا و توسعه شماره ۴۶ بهار ۱۳۹۶

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۱۸

تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۱۳

صفحات: ۳۵ - ۴۲

مطالعه‌ی تغییرات کاربری اراضی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان اندیمشک)

دکتر غلامرضا سبزیانی*^۱، سبیده راز^۲، دکتر سولماز دشتی^۳، دکتر شهرام یوسفی خانقاه^۴

چکیده

افزایش پرشتاب جمعیت در بسیاری از شهرها، موجب تغییر کاربری اراضی و تغییر شکل فیزیکی شهر شده است. مطالعه‌ی تغییرات کاربری‌های اراضی شهرها و بررسی علل آن طی دوره‌های زمانی مختلف، می‌تواند در مدیریت بهینه شهرها و منابع طبیعی مؤثر باشد. در این مطالعه که در جنوب غرب ایران، در شهر اندیمشک انجام شده است، با استفاده از تصاویر ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و لندست ۸ در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲ به عنوان منبع داده و با توصیف تصاویر به کمک طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم maximum likelihood در نرم‌افزار ENVI 4/8 تغییرات کاربری اراضی بخش جنوبی شهر اندیمشک طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ بررسی شد.

نتایج نشان داد که از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده است. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در کل بازه ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که میزان ۱۷۹۰۵٫۰۹ هکتار کاهش داشته است و کم‌ترین تغییر مربوط به مناطق شهری می‌باشد که میزان ۲۸۴۰٫۹۷ هکتار افزایش داشته است.

کلیدواژه‌ها: سنجش از دور، پایش تغییرات، طبقه‌بندی نظارت شده، کاربری اراضی، GIS.

مقدمه

با وجود این که مناطق انسان‌ساخت تنها ۳٪ سطح کره زمین را فرا گرفته‌اند، اما در مقیاس جهانی و محلی آثار مهمی را بر شرایط محیطی داشته‌اند (Herold et al, 2003: 286-302)، به‌عنوان مثال تجاوز مناطق شهری به زمین‌های کشاورزی عواقب زیست‌محیطی بسیار نامطلوبی مانند بیابان‌زایی و فرسایش خاک در برداشته است (Shalaby et al, 2004: 375-384). از این رو داشتن اطلاعات به‌روز و صحیح از تغییر کاربری اراضی برای درک و مدیریت پیامدهای چنین تغییراتی لازم است (Giri et al, 2005: 123-132). بخش مهم مطالعه‌ی سنجش از دور گسترش شهرها، یافتن تغییراتی است که در کاربری‌های مجاور اتفاق افتاده و شناسایی انواع تغییرات، میزان آن‌ها و تفاوت‌های فضایی کاربری‌هایی که تغییر کرده‌اند. مطالعه‌ی تغییر کاربری اراضی، شامل مراحل استخراج، آنالیز و آشکارسازی تغییرات با استفاده از ابزار سنجش از دور است (WafaNori et al, 2009: 88-91). شناسایی تغییرات پوشش زمین با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور عمیقاً به ویژگی‌های طیفی، مکانی و زمانی سنجنده مورد استفاده بستگی دارد (Burnett & Blaschke, 2003: 233-249). هدف اول در این روش این است که سیر تغییرات بین دو بازه‌ی زمانی یا بیشتر را که از روال تغییرات طبیعی آن منطقه خارج هستند شناسایی کند (Chan et al, 2001: 213-225). این تغییرات که به وسیله‌ی فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شود در کشورهای درحال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته با سرعت بیشتری درحال پیشروی است، تا جایی که تخمین زده می‌شود تا سال ۲۰۲۰ بیشتر ابر شهرهای جهان متعلق به کشورهای در حال توسعه

خواهد بود (The World Bank, 2007). در این مسیر، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) ابزارهای بسیار قدرتمند و مؤثری برای ارزیابی مکانی و پویایی تغییرات کاربری اراضی هستند (Hathout, 2002: 229-238). بر این اساس انواع بی‌شماری از روش‌های مطالعه‌ی تغییرات کاربری اراضی پیشرفت یافته‌اند تا بتوان به طیف متنوع‌تری از داده‌های سنجش از دور دست پیدا کرد (Coppin et al, 2004: 1565-1596). هدف از انجام این پروژه دست یافتن به اطلاعات جدیدی از پوشش اراضی شهرستان اندیمشک و میزان تغییر مساحت کاربری‌های آن طی ۲۸ سال گذشته است.

پیشینه‌ی تحقیق

مطالعات متعددی تغییر کاربری اراضی را در مناطق مختلف مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند. آگویی و همکاران (۲۰۱۲) به کمک داده‌های سنجش از دور به منظور دستیابی به بهترین طبقه‌بندی کاربری اراضی در مناطق کوهستانی در مکزیک به تلفیق دو روش Pixel-based و Object-based پرداخته است و به مدلی قابل استفاده برای سایر مطالعات مشابه دست یافته است (Aguirre et al, 2012: 29-37).

جانسن و دی گرگوریو (۲۰۰۲) در مقاله‌ای به بررسی قابلیت ابزارهای طبقه‌بندی کاربری اراضی و پوشش اراضی برای یافتن تغییرات محیط زیست پرداختند (Jansen & De gregorio, 2002 89-100). گرکی و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی چندمعیاره برای ارزیابی اثرات گسترش کشاورزی، به بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که پوشش گیاهی ۴۲٪

اجرای طرح‌های توسعه‌ی توریسم و کشاورزی، تغییرات وسیعی در پوشش اراضی اتفاق افتاده که منجر به کاهش پوشش گیاهی و ورود آب به منطقه‌ی مورد مطالعه شده است (Shalaby & Tateishi, 2004: 375-384).

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

شهر اندیمشک بین ۴۷ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و یک دقیقه عرض شمالی از خط استوا، در شمال‌غربی استان خوزستان واقع گردیده است. این مطالعه در نیمه‌ی جنوبی شهرستان اندیمشک به انجام رسیده است (شکل ۱). شهرستان اندیمشک در پایین‌دست سد مخزنی دز و در فاصله ۱۵۰ کیلومتری شمال اهواز واقع شده است و دارای مساحتی در حدود ۳۳۶۴ کیلومترمربع می‌باشد (گزارش توجیهی وزارت کشور، ۱۳۹۰). این شهرستان دارای ۱۶۸۵۹۴ نفر جمعیت می‌باشد (سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹). از عوامل مهم توسعه در این شهرستان وجود بزرگ‌ترین سد مخزنی کشور یعنی سد کرخه می‌باشد. این سد علاوه بر هدف تولید انرژی برق آبی با هدف کنترل سیلاب‌های مخرب و جلوگیری از خسارت‌های ناشی از آن و تأمین آب جهت آبیاری ۳۴۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی پایین‌دست ساخته شده است (پرتال شرکت توسعه آب و نیروی ایران). به موازات آبیگری سد در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۴ تغییرات قابل مشاهده‌ای در وضعیت برق‌رسانی و آبرسانی و کشاورزی منطقه رخ داده است.

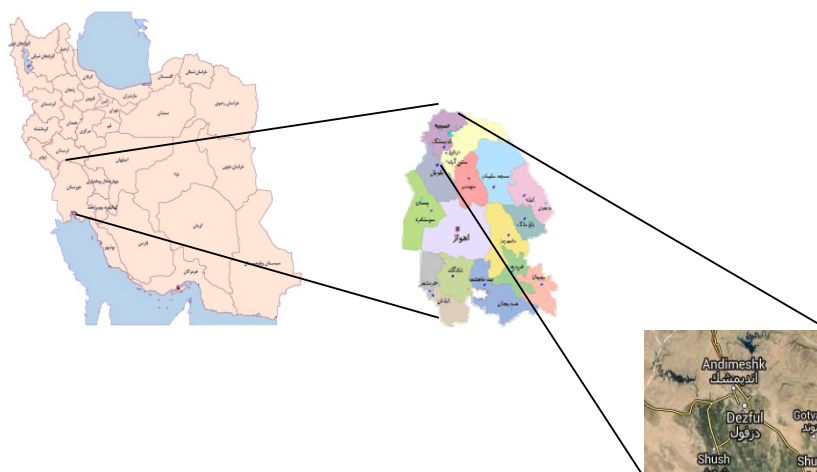
کاهش یافته است و به موازات آن ریسک فرسایش به شکل معنی‌داری افزایش یافته است (Grecchi et al, 2014: 300-312).

کوکانن و کی (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های سنجش از دور با انجام تحلیل زمانی- مکانی به بررسی تضاد میان تغییرات کاربری اراضی و تغییرات جنگل در تانزانیا پرداختند. نتایج نشان داد که گسترش مهاجرت داخلی، رشد جمعیت، شهرسازی، توریسم و نیاز فزاینده به محصولات کشاورزی و جنگلی اصلی‌ترین عوامل جنگل‌زدایی در منطقه‌ی مورد مطالعه محسوب می‌شوند (Kayhk & Kukkonen, 2014: 193-202).

ارلک و لمبن (۱۹۹۷) داده‌های ده ساله از ماهواره NOAA-AVHRR را برای بررسی و تحلیل تغییرات پوشش زمین در قاره‌ی آفریقا طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۱ مورد استفاده قرار دادند. این مطالعه نشان داد که فرایند پیوسته و بی‌نظم تغییرات، کمتر از ۴٪ مناطق نیمه‌صحرائی را در بازه‌ی زمانی مطالعه تحت تأثیر قرار داده است (Lambin & Ehrlich, 1997: 181-200).

کایزر (۲۰۰۴) با استفاده از داده‌های ۱۹ ساله از ماهواره لندست TM، به بررسی تغییرات پوشش زمین در بندرگاه شرقی مصر پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت مناطق تالابی از ۱۰۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۴ به ۳۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۳ کاهش یافته است (Kaiser, 2004: 270-271).

شلیبی و تاتیشی (۲۰۰۴) با استفاده از داده‌های ۱۴ ساله از ماهواره لندست، به بررسی تغییرات پوشش اراضی ساحل شمال‌غربی مصر در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ پرداختند. نتایج نشان داد که بر اثر



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان نقشه‌ی طبقه‌بندی شده‌ی کاربری اراضی را به‌دست آورد (Campbell, 1987: 551). جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آنها، که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نامیده می‌شود (علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۷). به این منظور ابتدا به‌کمک نرم‌افزار ENVI 4/8 نمونه‌برداری تعلیمی انجام شد، پس از آن هر تصویر جداگانه به روش نظارت شده (supervised classification) طبقه‌بندی شد. در گام بعد به‌منظور استخراج میزان تغییر کاربری‌های مذکور، اقدام به مساحت‌گیری و مقایسه‌ی مساحت‌ها طی بازه زمانی مطالعه‌شد. پس از انجام طبقه‌بندی و تفکیک کاربری‌ها، به منظور سنجش صحت طبقه‌بندی، مطالعات میدانی انجام و ضریب کاپا محاسبه شد.

نتایج

نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری‌ها برای منطقه‌ی مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ بطور مجزا در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین مساحت تمام کاربری‌ها و میزان تغییرات آنها طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ و تغییرات کلی از ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳ در جدول ۱ ذکر شده است.

تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزارهای مورد استفاده

داده‌های سنجش از دور، داده‌های چند زمانه‌ی گرانبهایی درباره‌ی فرآیندها و الگوهای تغییر پوشش زمین و کاربری اراضی فراهم می‌کند (Dewan & Yamaguchi, 2009: 390-401).

در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای منطقه‌ی مورد مطالعه از ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و لندست ۸ در می ۱۹۸۵، سپتامبر ۲۰۰۰ و اکتبر ۲۰۱۳ برای استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی استفاده شد. برای توصیف و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از نرم‌افزار ENVI 4/8 استفاده شد. همچنین برای تعریف مرز منطقه‌ی مورد مطالعه و گرفتن مساحت و خروجی کاربری‌ها، از نرم‌افزار Arc Map 10 استفاده گردید.

روش‌ها

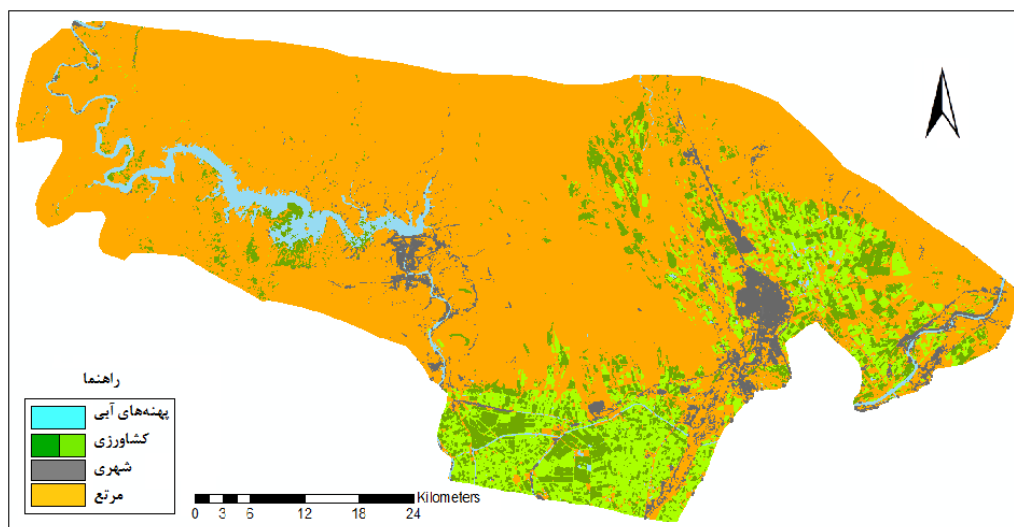
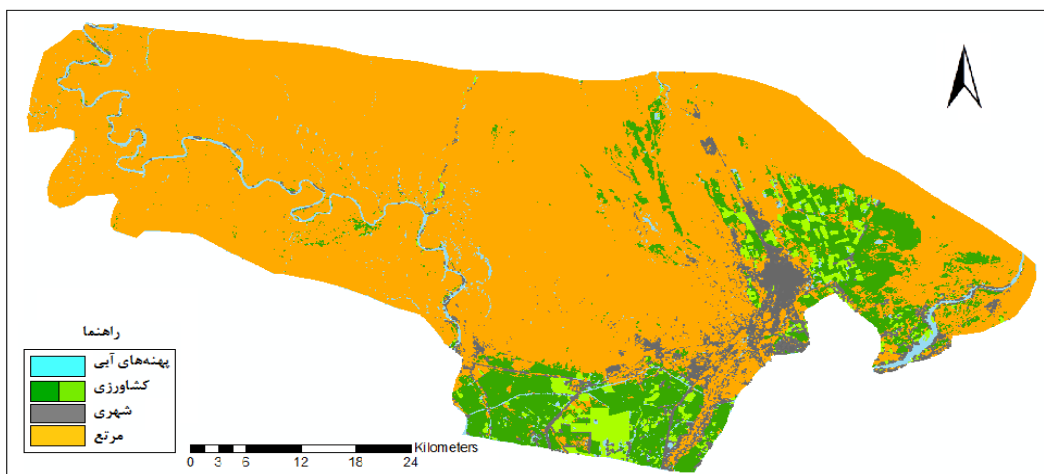
در آغاز مطالعه، مرز منطقه‌ی مورد مطالعه تعریف شد، این منطقه شامل شهر اندیمشک و اطراف آن می‌باشد که حدوداً یک سوم پایینی مرز شهرستان اندیمشک را در بر می‌گیرد. در این مطالعه برای مطالعه‌ی روند تغییرات کاربری اراضی، ۴ کاربری مختلف شامل مناطق شهری (یا مناطق ساخت و ساز شده)، پهنه‌های آبی، مراتع و زمین‌های کشاورزی در نظر گرفته شد. با انجام طبقه‌بندی نظارت شده بر

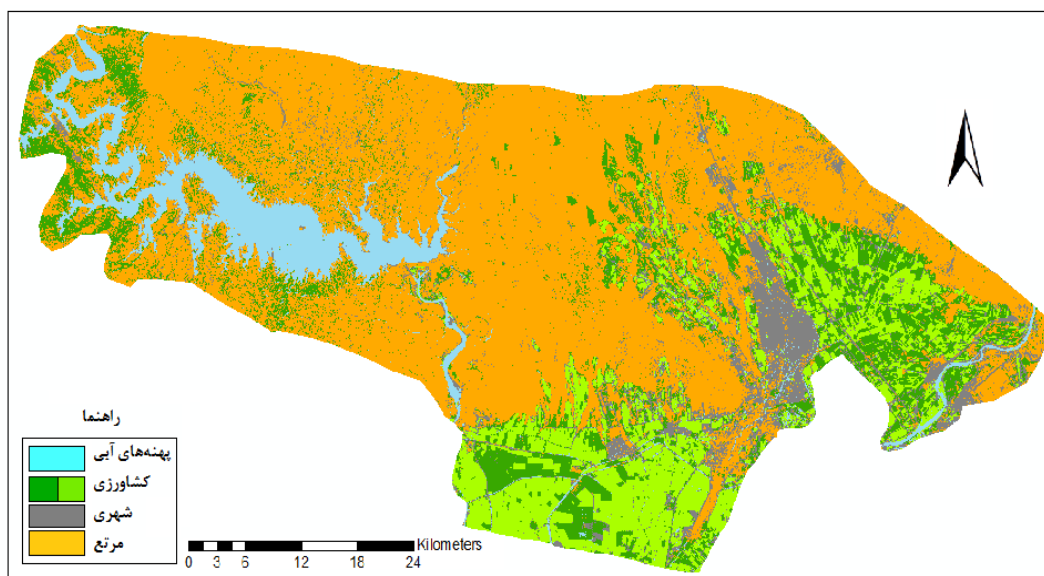
جدول ۱: مساحت کاربری‌ها از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳ بر حسب هکتار

تغییر در بازه‌های زمانی			مساحت (هکتار)			کاربری
۱۹۸۵-۲۰۱۳	۲۰۰۰-۲۰۱۳	۱۹۸۵-۲۰۰۰	۲۰۱۳	۲۰۰۰	۱۹۸۵	
10597/0820	6414/5700	4182/5120	24945/2100	18530/6400	14348/1279	کشاورزی
-17905/0924	-13121/5500	-4783/5424	56735/4600	69857/0100	74640/5524	مرتع
2840/9792	2875/8600	-34/8807	6573/4200	3697/5600	3732/4407	شهری
4465/2535	3829/0500	636/2035	7314/7500	3485/7000	2849/4964	آب

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۳

با تبدیل فرمت تصاویر و به کمک نرم‌افزار Arc Map 10 نقشه‌ی کاربری‌های هر سال تهیه شد.





شکل ۲: نقشه طبقه‌بندی کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه از بالا به پایین به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۳

جدول ۲: میزان صحت کلاسه‌بندی کاربری‌ها برای سال‌های مورد مطالعه

overall accuracy	Kapa coefficient	سال / مقدار کاپا
٪۸۸،۳۹	۰،۷۸	۱۹۸۵
٪۹۶،۰۴	۰،۹۳	۲۰۰۰
٪۹۷،۱۹	۰،۹۶	۲۰۱۳

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۳

بحث

هدف از انجام این پروژه دست یافتن به اطلاعات جدیدی از کاربری و پوشش اراضی شهرستان اندیمشک است که طی ۲۸ سال گذشته دستخوش تغییرات بسیار شده است. از جمله این تغییرات، گسترش فیزیکی شهر می‌باشد؛ از علل آشکار این امر می‌توان به ازدیاد جمعیت شهرستان بر اثر پذیرفتن جمعیت‌های مهاجر اشاره کرد (سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹).

بر اساس نتایج به دست آمده مساحت مناطق شهری، اراضی پوشیده از آب و اراضی کشاورزی افزایش و مساحت مراتع کاهش یافته است. مناطق آبی از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳ به اندازه ۴۴۶۵،۲۵ هکتار افزایش داشته است. مساحت زمین‌های کشاورزی نیز به اندازه ۱۰۵۹۷،۰۸ هکتار افزایش یافته است. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در کل بازه ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که میزان ۱۷۹۰۵،۰۹ هکتار کاهش داشته است و کم‌ترین تغییر مربوط به مناطق شهری می‌باشد که میزان ۲۸۴۰،۹۷ هکتار افزایش داشته است.

نتایج صحت‌سنجی

این کار با دقت قابل قبول انجام پذیرفت که این مقادیر برای سه سال در جدول ۲ آورده شده است.

منبع مناسبی برای تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و حاصلخیزی خاک‌های منطقه امکان‌پذیر شده است.

نتیجه

تکنیک سنجش از دور در زمینه‌ی مطالعه و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی روشی کارآمد و به روز می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان با دقت بالا، حجم وسیعی از داده‌ها را در مقیاس بالا و در زمان کم و بصورت همزمان مورد پردازش و بررسی قرار داد. با توجه به این که تغییرات در کاربری اراضی می‌بایست به تدریج و بر مبنای توجیهات منطقی صورت بگیرد، ضرورت استفاده از تکنیک‌های ارزیابی و آمایش سرزمین، در مورد تغییر کاربری اراضی به‌خوبی آشکار می‌گردد، لذا لازم است که کار تحلیل کاربری اراضی موجود با ابزارهای به روز و مرتبط صورت گیرد تا تغییرات در کاربری‌ها نمایان و از بروز عدم تناسب میان کاربری‌ها جلوگیری گردد.

منابع

- Aguirre-Gutiérrez, J., A.C. Seijmonsbergen & J.F. Duivenvoorden (2012). Optimizing land cover classification accuracy for change detection, a combined pixel-based and object-based approach in a mountainous area in Mexico. *Applied Geography* 34 (2012), 29-37.
- Aboel Ghar, M., Shalaby, A., & Tateishi, R. (2004). Agricultural land monitoring in the Egyptian Nile Delta using Landsat data. *The International Journal of environmental studies*, 61(6), 651-657.
- Burnett, C., & Blaschke, T. (2003). A multi-scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis. *Ecological Modelling*, 168(3), 233-249.
- Campbell, J. B. (1987). *Introduction to remote sensing*. The Guilford Press, pp: 551.
- Chan, J. C., Chan, K. P., & Yeh, A. G. O. (2001). Detecting the nature of change in an urban environment: A comparison of machine learning algorithms. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67, 213-225.

جمعیت شهرستان در سال ۱۳۶۳ برابر با ۸۸۵۸۸ نفر و در سال ۱۳۹۱ معادل ۱۶۸۵۹۴ نفر می‌باشد (آمارنامه‌ی سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰). بدین ترتیب که به موازات افزایش شمار ساکنان، سکونت‌گاه‌های بیشتری مورد نیاز بوده است، به این علت مناطق مسکونی زیادی در این بازه زمانی مورد ساخت و ساز قرار گرفته‌اند و به مساحت شهر افزوده‌اند. شایان ذکر است که جمعیت جویای کار در کل استان خوزستان در سال ۱۳۶۵ برابر با ۱۳۴۰۲۳ نفر و در سال ۱۳۹۰ به ۳۳۰۰۴۴ نفر افزایش یافته است که طبق آمارهای موجود از این میزان جمعیت بیکار در استان، سهم شهرستان اندیمشک در سال ۱۳۹۰ از جمعیت بیکار، معادل ۱۸۰۶۴ نفر بوده است (آمارنامه‌ی سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰). همچنین به علت وجود راه‌آهن اندیمشک- تهران، این توسعه‌ی فیزیکی عمدتاً در شمال شهر و در حول محور راه‌آهن ایجاد شده است. این گسترش واحدهای مسکونی و فعالیت‌ی به سمت کمربندی شمال و شرق شهر، تخریب و تبدیل کاربری اراضی کشاورزی را در این سمت نیز به دنبال داشته است (سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹). این فضاها شامل کاربری‌های شهری مانند شبکه‌های ارتباطی، مناطق مسکونی، خدمات رفاهی و عمومی، فضای سبز تجهیز شده و مراکز کار و فعالیت شهری و کاربری‌های غیرشهری مانند اراضی بایر و بدون استفاده، حریم‌ها، رودخانه‌ها و باغ‌ها می‌باشد. از تغییرات دیگری که در این دوره‌ی زمانی اتفاق افتاده است افزایش ۱۰۵۹۷,۰۸۲۰ هکتاری مساحت زمین‌های کشاورزی می‌باشد. از علل این امر می‌توان به مساعد بودن زمین‌های این مناطق برای کشاورزی و همچنین افزایش جمعیت شاغلین به پیشه‌ی کشاورزی اشاره کرد. این افزایش با وجود آبرگیری سد کرخه به‌عنوان

- Lambin, E. F., & Ehrlich, D (1997). Land-cover changes in sub-Saharan Africa (1982-1991): Application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. *RemoteSensing of Environment*, 61, 181-200.
- Shalaby, A., Aboel Ghar, M., & Tateishi, R. (2004). Desertification impact assessment in Egypt using low resolution satellite data and GIS. *The International Journal of Environmental Studies*, 61(4), 375-384.
- The World Bank (2007). Dhaka: Improving living conditions for the urban poor. Sustainable Development Unit, South Asia Region, Report No. 35824-BD.
- WafaNori, Hussein M. & Sulieman, Irmgard Niemeyer (2009). "Detection of Land Cover Changes in EL Rawashda Forest, Sudan: A Systematic Comparision", *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Vol. 1, pp. I88-I91, , 2009 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2009- Proceedings.
- W. W. Zhang, L. Yao, H. Li, D. F. Sun, L. D. Zhou. (2011). Research on Land Use Change in Beijing Hanshiqiao Wetland Nature Reserve Using Remote Sensing and GIS. *Procedia Environmental Sciences* 10, 583-588.
- آمارنامه‌ی استان خوزستان، معاونت آمار و اطلاعات، سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۰.
- سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۹، مرکز آمار ایران.
- علوی پناه، سید کاظم؛ حمیدرضا متین‌فر؛ عمار رفیعی امام (۱۳۸۷). کاربرد فناوری اطلاعات در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- وضعیت اجرای قانون تعاریف و تقسیمات کشوری استان خوزستان، گزارش توجیهی وزارت کشور.
- <http://fa.iwpc.ir>
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E (2004). 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: 390-401.
- Grecchi, R. C., Q. Hugh J. Gwyn, Goze Bertin B_eni_e, Antonio Roberto Formaggio, Fernando C_esar Fahl (2014). Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: A multidisciplinary approach to assess the impacts of agricultural expansion. *Applied Geography* 55, 300-312.
- Giri, C., Zhu, Z & Reed, B (2005). A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets. *Remote Sensing of Environment*, 94, 123-132.
- Hathout, S (2002). The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal of Environmental Management*, 66, 229-238.
- Herold, M., Goldstein, N. C & Clarke, K. C (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, 86, 286-302.
- Jansen, L. J. M. & Di Gregorio, A (2002). Parametric land cover & land-use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91, 89-100.
- Kaiser, M. F. M (2004). Monitoring and modelling the impact of engineering structures on coastline change, Nile Delta, Egypt, Ph.D. thesis, University of Reading, UK, 270-271.
- Kukkonen, M. & Niina Kayhko. (2014). Spatio-temporal analysis of forest changes in contrasting land use regimes of Zanzibar, Tanzania. *Applied Geography* 55, 193-202.