پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 3 - Number 43, Fall 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76794.1231

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و سوم، پاییز ۱۴۰۱، صص ۲۸۳-۲۶۹

مقاله پژوهشی

تحلیل الگوی توسعه و رشد و پراکندگی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (محدوده موردبررسی: شهر کاشمر)

علی حاجی‌زاده شیخوانلو[1] – کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.
حبیب خاوری – کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.
مهناز رمضانی – کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور واحد ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۰ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۳/۳۰ **تاریخ تصویب:** ۱۴۰۱/۴/۱۵

چکیده

یکی از چالش‌های برنامه ریزان در قرن حاضر، رشد سریع شهرنشینی است. در ایران رشد زیاد شهرنشینی دلیل هجوم مهاجران به شهرها و نبود برنامه‌ریزی مناسب و کارآمد برای اسکان مهاجران سبب بروز مناطق حاشیه‌ای پیرامون شهرها، گسترش شهر به اطراف و تخریب اراضی مرغوب و باغ‌ها شده است. هدف این پژوهش تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری کاشمر بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹ و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی تا افق‌های پیش رو است. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI نقشه کاربری اراضی طبقه‌بندی شده و با استفاده از الگوریتم LEI در نرم‌افزار GIS گونهٔ رشد شهری به دست آمد. نتایج نشان داد که بر اساس مدل مارکوف طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ درصد محدوده ساخته شده، کشاورزی و باغات رشد یافته است و از میزان اراضی بایر و مراتع کاسته شده همچنین تغییرات مساحت کاربری‌ها برای افق ۱۴۲۰ نسبت به حال حاضر نیز به همین صورت است. بیشترین تغییرات اختصاص به کاربری محدوده ساخته شده دارد. همچنین برای پیش‌بینی سال هزار و

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۰۰۵۲۷۵۹۶
Email: Alihajizadeh3773@gmail.com

نحوه ارجاع به این مقاله:
حاجی زاده شیخوانلو، علی؛ خاوری، حبیب؛ رمضانی، مهناز. (۱۴۰۱). تحلیل الگوی توسعه و رشد و پراکندگی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (محدوده مورد بررسی: شهر کاشمر). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۳). صص۲۸۳-۲۶۹
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76794.1231

چهارصد و بیست رشد شهر کاشمر ۷,۱۲ درصد از نوع گسترش به سمت حاشیه شهر (infilling) و حدود ۹۱,۵۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) خواهد بود و حدود ۱,۲۸ درصد توسعه بیرونی (Outlaying) خواهد داشت؛ لذا مدیران و برنامه ریزان شهری با تأکید بر نتایج این تحقیق می‌توانند از رشد افقی و افسارگسیختهٔ شهر در دوره‌های آینده جلوگیری نمایند.

کلیدواژه‌ها: زنجیره مارکوف، گونه شناسی رشد، لندست، LEI، کاشمر.

۱- مقدمه

تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری یکی از مباحث اساسی است که امروزه در دنیا مطرح می‌گردد که همگام با رشد لجام‌گسیخته شهرها به سوی نواحی پیرامونی شکل گرفته است و موجب از بین رفتن عرصه‌های کشاورزی و ناپایدار شدن اقتصادی شده است و در کنار خود مشکلات عدیده‌ای را به وجود آورده است. عواملی مانند محدودیت اراضی در محدوده شهرها ازیک‌طرف و تقاضای روزافزون برای زمین و مسکن از طرف دیگر، شهرنشینان را برای یافتن محل جایگزین اسکان به مناطق حاشیه‌ای تحت‌فشار قرار می‌دهد. این تغییر با فرآیند تبدیل زمین از فضای بکر و سبز به منطقه ساخته شده همراه است و لذا تبدیل و تغییر کاربری زمین در محدوده‌های پیرامونی شهرها به‌طور چشمگیری گسترش می‌یابد (کاهیا و همکاران[1]، ۲۰۱۸). بحث گونه‌های رشد شهری یکی از موضوعات مهم در ارتباط با ارزیابی و سنجش برنامه‌های توسعه شهری و چگونگی حرکت به سوی توسعه پایدار تبدیل گشته و به همین دلیل، شکل‌گیری فضایی و فعل‌وانفعالات رشد شهر همواره و به‌ویژه در سال‌های اخیر، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مطالعات شهری و منطقه است. گسترش جهانی شهرنشینی باعث ایجاد رغبت برای تبدیل فضاهای بکر و سبز طبیعی به مناطق مسکونی انسان‌ساخت می‌شود(باگنان و یاماگاتا[2]،۲۰۱٤). داده‌های سنجش‌ازدور یکی از منابع اطلاعات غنی، مفید و قابل کاربرد در شناسایی پدیده‌های روی زمین و تغییرات محیط است (ضیائیان و همکاران، ۱۳۸۷، نیازی و همکاران، ۱۳۸۸). تاکنون مطالعات خاصی برای بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه موردمطالعه صورت نگرفته است. داده‌های سنجش‌ازدور در راستای افزایش کارایی مدیریت با دارا بودن قابلیت‌هایی مثل ارائه اطلاعات به جامع و دقیق از کمیت و کیفیت محل‌های طبیعی و شهری، پردازش رقومی تصاویر، فراهم نمودن امکانات مقایسه زمانی و مکانی پدیده‌ها، عوارض و تنوع محصولات و همچنین به‌عنوان ابزاری قدرتمند محسوب می‌شود. پایه و اساس درک بالاتر از روابط و برخوردهای بین انسان و پدیده‌های طبیعی را در جهت تشخیص به‌موقع و دقیق تغییرها و ویژگی‌های محیط فراهم می‌کند و باعث مدیریت کارآمدتر و استفاده بهینه از زمان و مکان می‌شود. درنتیجه هدف تحقیق حاضر تحلیل الگوی توسعه و گسترش شهری شهر کاشمر با استفاده از

1 Cahya et al
2 Bagnan and Yamagata

تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و مدل زنجیره مارکوف است. وجه تمایز تحقیق حاضر با سایر پژوهش‌ها در بخش اصلی استخراج الگوهای توسعهٔ شهری محدوده موردمطالعه است که با شاخص و الگوریتم LEI انجام شده است و نتایج آن کمک قابل‌توجهی به برنامه ریزان در راستای مدیریت رشد و گسترش شهری می‌نماید. در این پژوهش هدف اصلی تحلیل الگوی توسعه و رشد شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهر کاشمر است. همچنین تغییرات کاربری‌ها در بازه زمانی چندین ساله و آینده‌نگری برای افق‌های آینده در این پژوهش بررسی و انجام شده است. در این راستا برخی تحقیق‌هایی صورت گرفته که برخی ساختارهای آن‌ها مشابه تحقیق حاضر می‌باشد در ادامه ارائه شده است. عزیزی قلاتی و همکاران (۱۳۹۵)، بازبینی مدلسازی و آینده‌نگری تغییر کاربری اراضی در بازه ۲۵ ساله ۱۳۹۱_۱۳٦٦ با مدل سنجش‌ازدور مارکوف در محدوده کوهمره سرخی استان فارس نتایج نهایی نشان از آن دارد که بیشترین تغییر کاربری نسبت به افق ۱۳۹۱ در ناحیه جنگلی بوده و به کاربری‌های کشاورزی باغات آبی و مرتع تبدیل می‌شود که باید در برنامه‌ریزی آینده توسط مسئولان موردتوجه و استفاده گردد. اسدی و همکاران (۱۳۹۸) پیش‌بینی رشد و توسعه فیزیکی شهر قائن که نشان داد طی سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹٦ مساحت کاربری اراضی ساخته شده در شهر قائن افزایش داشته و این افزایش سبب نزدیکی به حریم سازندهای رسی، گسل و رودخانه اصلی شده است. میراندا[1] و همکاران (۲۰۱۲) مدل‌سازی مناطق مستعد تغییر پوشش جنگلی با استفاده از رگرسیون لجستیک در جنگل‌های بارانی شمال مکزیک نتایجشان نشان داد که منطقه به‌شدت مستعد تغییر پوشش جنگلی و کاربری زمین می‌باشد و افزایش روزافزون جمعیت را عامل اصلی تغییر پوشش جنگلی برآورد کردند. الشریف و همکاران (۲۰۱۳)از مدل زنجیره مارکوف_ CA برای پیش‌بینی جابجایی کاربری اراضی برای شهر طرابلس لیبی نتایج حاصله نشان داد منطقه موردمطالعه به‌خصوص در دهه‌های اخیر به‌سرعت در حال رشد می‌باشد و این گسترش سریع شهر منجر به کاهش مداوم و قابل‌توجه اراضی کشاورزی شده است.

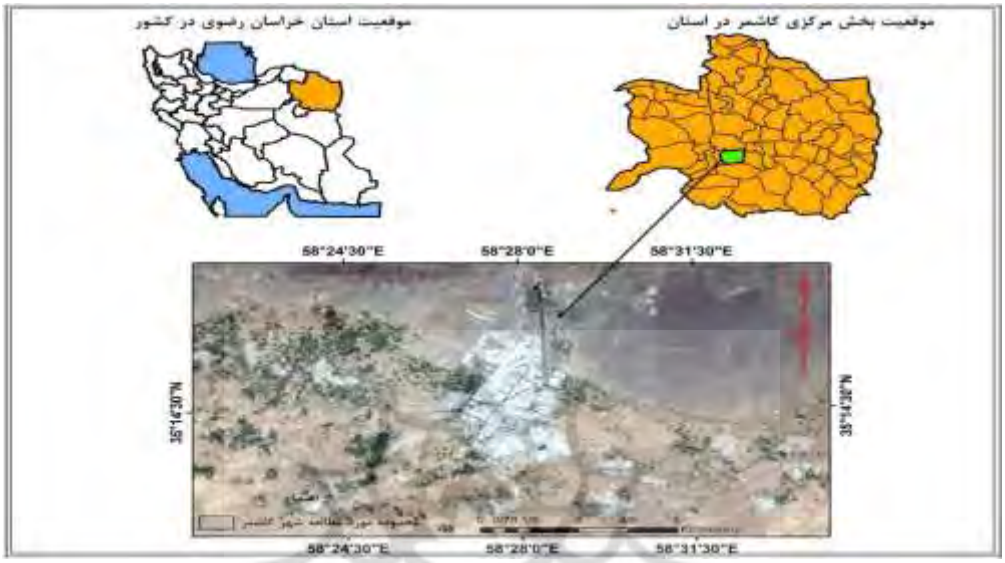
۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

کاشْمَر با نام تاریخی کِشمَر مرکز شهرستان کاشمر، در شرق ایران و جنوب غربی استان خراسان رضوی، در حدود ۲٤۰ کیلومتری شهر مشهد قرار دارد. بر پایه سرشماری مرکز آمار ایران سال ۱۳۹۵ جمعیت این شهر ۱۰۲,۲۸۲(در ۳۱,۷۷۵ خانوار) بوده است. شهرستان کاشمر با دو بخش مرکزی و فرح دشت و به مرکزیت شهر کاشمر مساحتی در حدود ۱۱۵۲ کیلومترمربع از استان خراسان رضوی را اشغال نموده است. این شهرستان از غرب با خلیل‌آباد و بردسکن، از شمال و شمال غربی با نیشابور، سبزوار، از شرق و شمال شرقی با تربت‌حیدریه و از جنوب

1 Miranda

و جنوب غربی با شهرستان مه‌ولات هم‌جوار است. شهرستان کاشمر دارای دو منطقه کوهستانی کوهسرخ در شمال و ارتفاعات فغان بجستان در جنوب و منطقه‌ای کویری و خشک در غرب و جنوب و جلگه‌ای حاصلخیز در محدوده حومه شهر و قصبات آن می‌باشد.



شکل ۱- نقشه منطقه موردمطالعه

۲-۲- روش انجام پژوهش

۲-۲-۱- داده های مورد استفاده

در این تحقیق از تصاویر سنجنده لندست، استفاده شده که در ادامه اطلاعات آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای اخذشده

ماهواره	سنجنده	گذر	ردیف	تاریخ	تفکیک مکانی (متر)
لندست ۵	TM	۱۶۷	۳۷	۲۰۰۰,۰۵,۳۱	۳۰
لندست ۷	ETM+	۱۶۷	۳۷	۲۰۱۰,۰۴,۳۰	۳۰
لندست ۸	OLI	۱۶۷	۳۷	۲۰۲۰,۰۵,۰۱	۳۰

۲-۲-۲- طبقه‌بندی شیءگرا

ابتدا تصاویر پیش‌پردازش و خطاهای آن‌ها رفع گردید سپس با استفاده از روششی گرا طبقه‌بندی شده است. در این فرآیند، هر یک از شیءهای تصویری به یکی (یا هیچ‌کدام) از طبقات اراضی اختصاص داده می‌شوند؛ به‌طوری‌که درجات عضویت هر شیء بر اساس شرایط تعریف شده به‌وسیله مفسر برای طبقات می‌شود و بر اساس بیشترین درجه عضویت در یک طبقه مشخص ادغام می‌شود. پایهٔ تجزیه‌وتحلیل در این الگوریتم به جای یک پیکسل، مجموعه‌ای از چندین پیکسل با عنوان پدیده‌های تصویری یا کلاس می‌باشد(رضایی مقدم و همکاران،۱۳۸۸) که درنتیجه فرآیند قطعه‌بندی به دست خواهد آمد(رفیعیان و همکاران،۱۳۹۰). در این تحقیق برای بررسی میزان صحت و دقت نمونه‌های تعیین شده انتخاب و با تصویر طبقه‌بندی و کلاس‌بندی شده سنجش شد که نتیجه حاصل از ارزیابی خطای طبقه‌بندی در جدول ۲ ارائه شده است. دقت ارزیابی‌ها نشان‌دهنده طبقه‌بندی با دقت بالا است. دلیل این دقت بالا استفاده از شاخص‌هایی مثل شکل، بافت، رنگ، بافت و الگوی عارضه‌ها می‌باشد که ابهام در مورد ماهیت پدیده‌ها و عوارض را به‌صورت چشم‌گیری کاهش می‌دهد.

جدول ۲- خطای کلی و کاپا کلاس‌بندی

تصویر	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
دقت کلی	۸٤,۰	۹۱,۰	۹۲,٤
کاپا	۰,۸۲	۰,۸۸	۰,۹

۲-۲-۳- مدل زنجیره ی مارکوف و CA مارکوف

مدل مارکوف به‌صورت یک الگوریتم و فرایند تصادفی عمل می‌کند که در آن چگونگی وضعیت آینده یک پیکسل تنها به وضعیت گذشته و قبلی آن بستگی دارد و بر اساس آن آینده‌نگری می‌شود. نتیجه نخایی حاصل از این مدل، ماتریس احتمال انتقال است. پیش‌بینی این مدل با استفاده از رابطهٔ ۱ صورت می‌پذیرد.

رابطه (۱) $$S(t+1)=Pij*s(t)$$

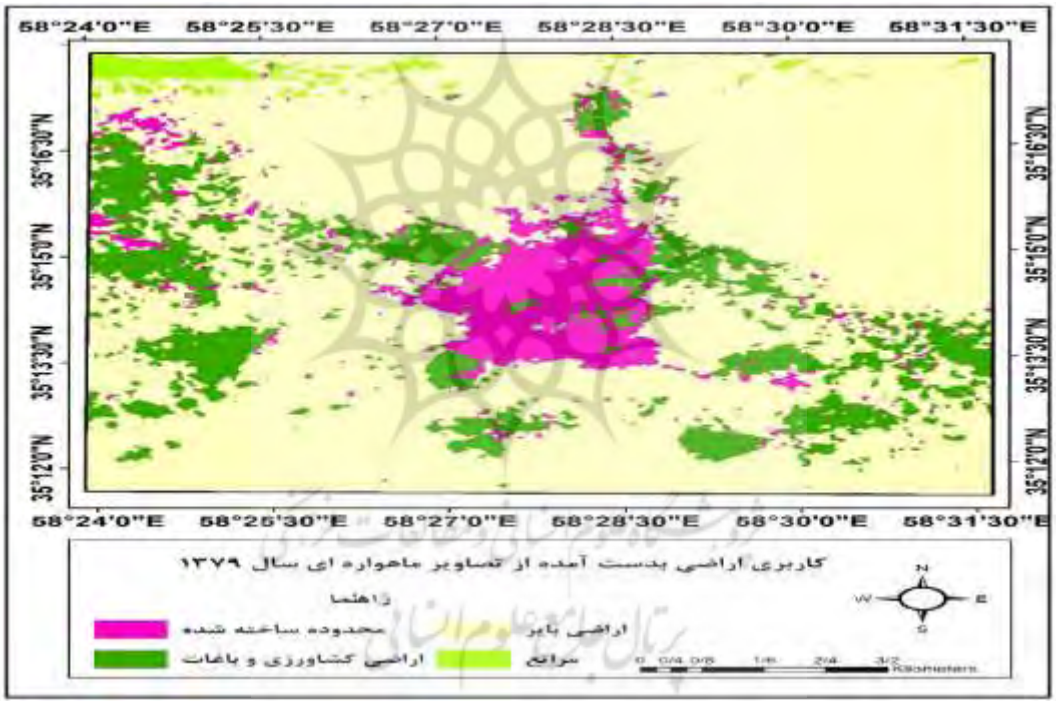
در این فرمول؛ $S(t+1), s(t)$ شیوه‌ها و حالت‌های سیستم در زمان t و t+1 می‌باشند و pij همان ماتریس احتمال انتقال در یک حالت می‌باشد که از روش رابطهٔ ۲ به دست می‌آید:

رابطه (۲)
$$p_{ij}=\begin{matrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{matrix}$$

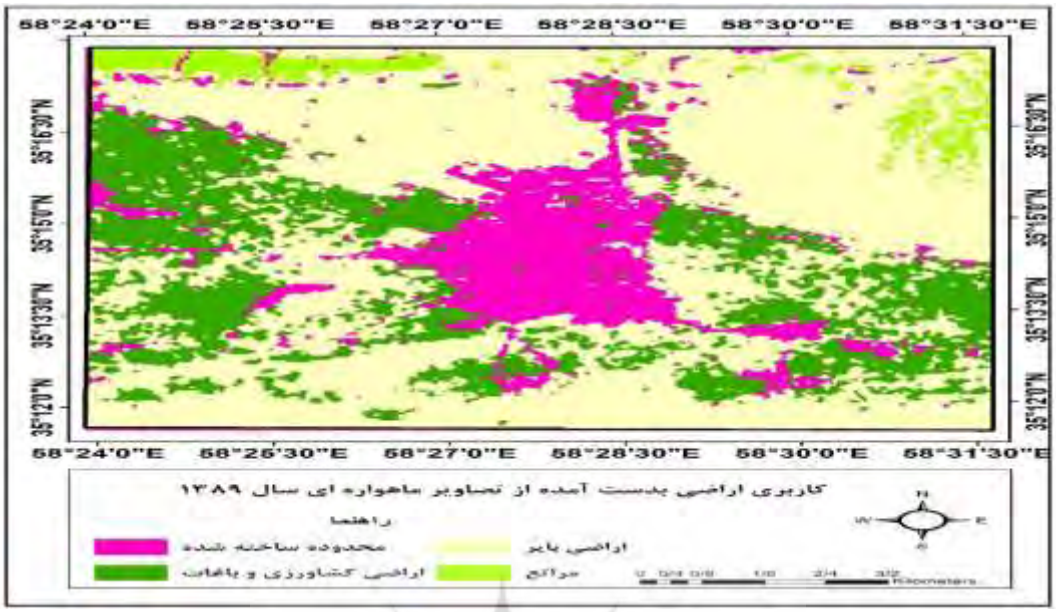
۳- نتایج تحقیق

۳-۱-تغییرات کاربری اراضی محدوده موردبررسی در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹

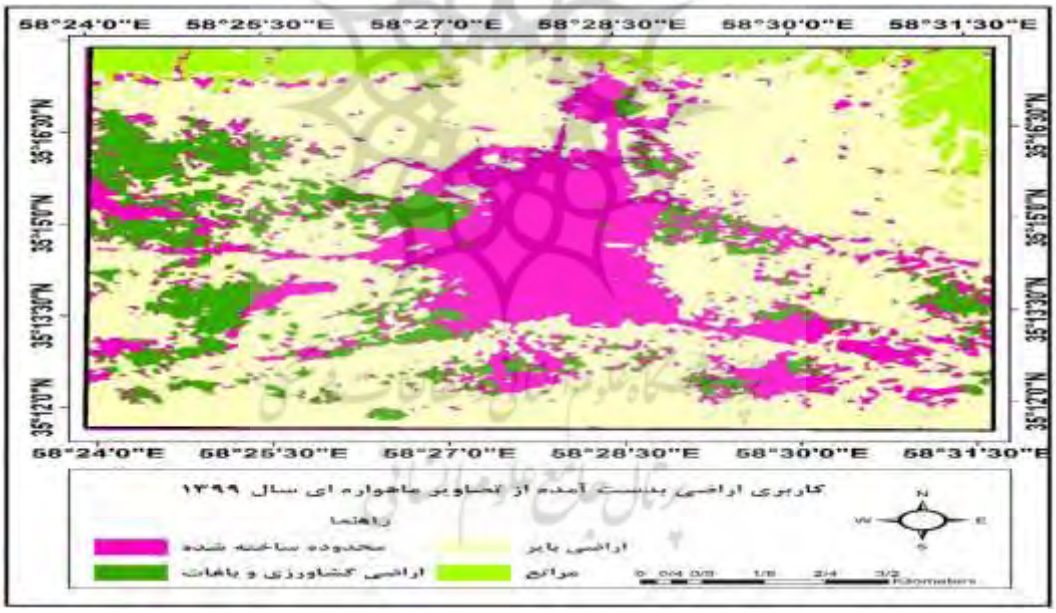
بررسی توسعه شهر در سال‌های مختلف ناشی از عوامل مختلفی می‌باشد که مهم‌ترین آن افزایش جمعیت می‌باشد. از طرفی دیگر این رشد باید از مخاطرات ژئومورفولوژی و به‌طورکلی مخاطرات انسانی و طبیعی به دور باشد؛ اما اکثر برنامه‌ریزی‌ها و راهبردها برای توسعه اصولی و منطقی نبوده و همین برنامه اشتباه، خطر بروز حوادث ناگوار پیش‌بینی‌ناپذیر را افزایش داده است نقشه های ۲، ۳ و ٤ به نمایش چگونگی تغییرات کاربری حریم شهر کاشمر در بازه‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ در چهار کلاس و طبقه (محدوده ساخته شده، باغ‌ها و حریم‌های کشاورزی، اراضی بایر و بیابانی و مراتع) است.



شکل ۲- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۷۹



شکل ۳- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۸۹



شکل ٤- پوشش زمین شهر کاشمر در سال ۱۳۹۹

با بررسی نشان داده شد که بیشترین تغییرات و جابجایی‌ها به محدوده‌های ساخته شده (مسکونی)اختصاص دارد. لذا با تأکید بر نتایج به دست آمده در ارتباط با تغییرات شهر در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۹ بیشترین رشد و انتقال شهر در سمت شمال و به میزان کمتری در سمت جنوب شرق روی داده است.

۳-۲- ماتریس تبدیل وضعیت

از نقشــه‌های پوشش سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹، ماتریس تبدیل وضعیت ابتدا را نمایش می‌دهد و نقشه‌های سطح زمین سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹، این ماتریس‌ها حاوی مقادیر و خروجی‌های اطلاعات تبدیل هر کلاس به دیگر کلاس‌ها می‌باشد و در پایان مساحت کاربری‌ها در افق زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ در شهر کاشمر مشخص گردیده است. ماتریس مساحت انتقال گویای میزان مساحتی که از هر کلاس به کلاس مجاور تغییر هویت داده است می‌باشد.

جدول ۳- مساحت انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۱۰٤٥٦	۱٦۹۲	۸٤٥۹	۳۹٤
باغات و کشاورزی	٥۹۱	۱۷۲۱۰	۱٦۲٦۸	۱
بایر	۹۰٥	۲۱۹۱	۸٦۳٥۹	۲٦٤
مرتع	۱۱	۰	۳۳۱۷	۱۷۷۹

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

بین سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ مقادیر انتقال وضعیت بر حسب مترمربع نشان بیان کنندهٔ بیشترین تغییرات در تبدیل و تغییر اراضی بایر به باغ‌ها و کشاورزی و همچنین گویای تغییرات اراضی باغ‌ها و کشاورزی به بایر می‌باشد.

جدول ٤- احتمال انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۰,۰٦۹۳	۰,۰۱۱۲	۰,۰٥٦	۰,۰۰۲٦
باغات و کشاورزی	۰,۰۰۳۹	۰,۱۱٤	۰,۱۰۷۸	۰
بایر	۰,۰۰٦	۰,۰۱٤٥	۰,۰٥۷۲۲	۰,۰۰۱۷
مرتع	۰,۰۷۹۳	۰,۱۳۹۸	۰,۷٥۸	۰,۰۱٦۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

ماتریس احتمال انتقال، میزان تغییر هر کلاس به کلاس دیگری را بیان کرده و نمایان می‌ســازد. طبق خروجی‌های جدول ٤ بیشترین احتمال انتقال کلاس‌ها و کاربری در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ گویای تبدیل اراضی بایر به باغات و مراتع اختصاص داده می‌شود.

جدول ۵- مساحت انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۱۸۸۵۸	٦۷۰۷	۷۱۳۱	۳۵
باغات و کشاورزی	۱۸۱	۱۵٤۸۰	۱۷۱۰	۰
بایر	۱٦۱۷	۱۱۸٦٦	۷۵۳۰۰	۷۹۰
مرتع	۳٤۵	۱۷	۵۵۷۸	٤۲۸۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

خروجی‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که حریم و محدوده‌های ساخته شده شهر کاشمر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ روند افزایشی و رو به رشدی داشته و توسعه شهری آن به شکل گسترده و افقی می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که محدوده ساخته شده در بازۀ ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ بدین‌صورت ۱۰۷,٦٦۷، ۱۹۸۱,۹۸ و ۲۹٤۵,۷۹ به واحد هکتار می‌باشد. همچنین از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ به خاطر توسعه شهر، از وسعت و مساحت اراضی باغی و کشتزار، اراضی بایر و مراتع کاسته شده است.

جدول ٦- احتمال انتقال وضعیت در بازه سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	ساخته شده	باغات و کشاورزی	بایر	مرتع
ساخته شده	۰,۱۲۵	۰,۰٤٤٤	۰,۰٤۷۳	۰,۰۰۰۲
باغات و کشاورزی	۰,۰۰۱۲	۰,۱۰۲٦	۰,۰۱۱۳	۰
بایر	۰,۰۱۰۷	۰,۰۷۸٦	۰,٤۹۸۹	۰,۰۰۵۲
مرتع	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۰۱	۰,۰۳۷	۰,۰۲۸٤

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

خروجی‌های جدول ٦ نشان داد بالاترین احتمال انتقال کاربری‌های موردبررسی در این پژوهش به ترتیب در بازه زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ انتقال و اختصاص باغ‌ها و کشاورزی به اراضی بایر (و برعکس) و همچنین در اولویت بعدی تبدیل مرتع به بایر اختصاص و مربوط می‌شود. همچنین محدوده و حریم ساخته شده شهر کاشمر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ روند رو به رشد فیزیکی و افزایشی دارد.

جدول ۷- مساحت کاربری محدوده موردبررسی سال ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ (مترمربع)

ردیف	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
ساخته شده	۱۰۷٦٦۷۰	۱۹۸۱۹۸۰۰	۲۹٤۵۷۹۰۰
کشاورزی و باغ	۱۸۹۸۳۷۰۰	۳۰٦٦۳۰۰۰	۱۵٦۳۳۹۰۰

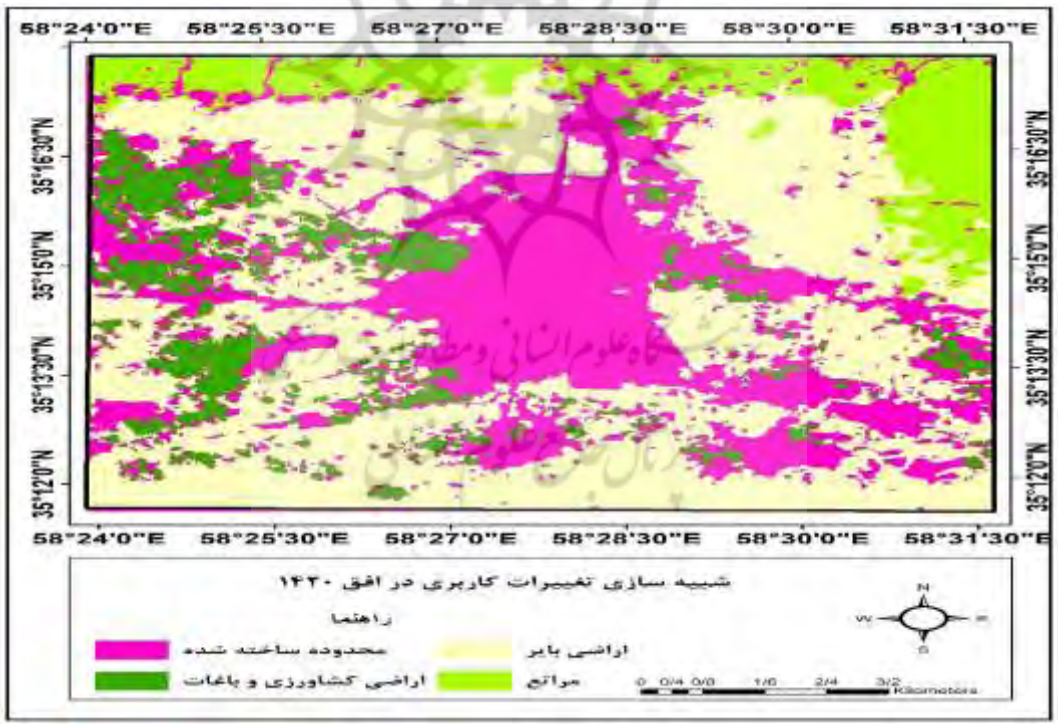
ردیف	۱۳۷۹	۱۳۸۹	۱۳۹۹
بایر	۱۰۲۹۶۲۷۰۰	۸۰۷٤۸۹۰۰	۸۰٦۱٥۷۰۰
مرتع	۲۱۹٤۲۰۰	٤٥۹٦۳۰۰	۹۱۹۹۸۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

بر اساس جدول ۷ مساحت محدوده شهری از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده، کاربری باغات و کشتزار از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ رویه‌ای افزایشی ولی از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ به دلیل افزایش محدوده شهری روند کاهشی را نشان می‌دهد. اراضی بایر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ کاهش و اراضی مرتعی روندی افزایشی را تجربه کرده است..

٤-پیش‌بینی و آینده‌نگاری کلاس‌های کاربری برای ۱٤۲۰

در زنجیره مارکوف کلاس‌های طبقه‌بندی به مثابه وضعیت‌های زنجیره به کار گرفته شده است. همچنین ماتریس مساحت انتقال نشان دهنده مقدار مساحتی از کاربری و کلاس می‌باشد که به کلاس دیگر در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ تغییر و تبدیل شده است.



شکل ۵- پوشش کاربری زمین شهر کاشمر برای آینده‌نگاری۱٤۲۰

جدول ۸- وسعت پوشش کلاس‌های زمین در افق ۱۳۹۹-۱۴۲۰ (مترمربع)

ردیف	۱۳۹۹	۱۴۲۰
ساخته شده	۲۹۴۵۷۹۰۰	۴۱۹۰۹۴۰۰
کشاورزی و باغ	۱۵۶۳۳۹۰۰	۱۲۲۳۷۳۰۰
بایر	۸۰۶۱۵۷۰۰	۶۴۵۶۶۹۰۰
مرتع	۹۱۹۹۸۰۰	۱۶۱۹۳۷۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

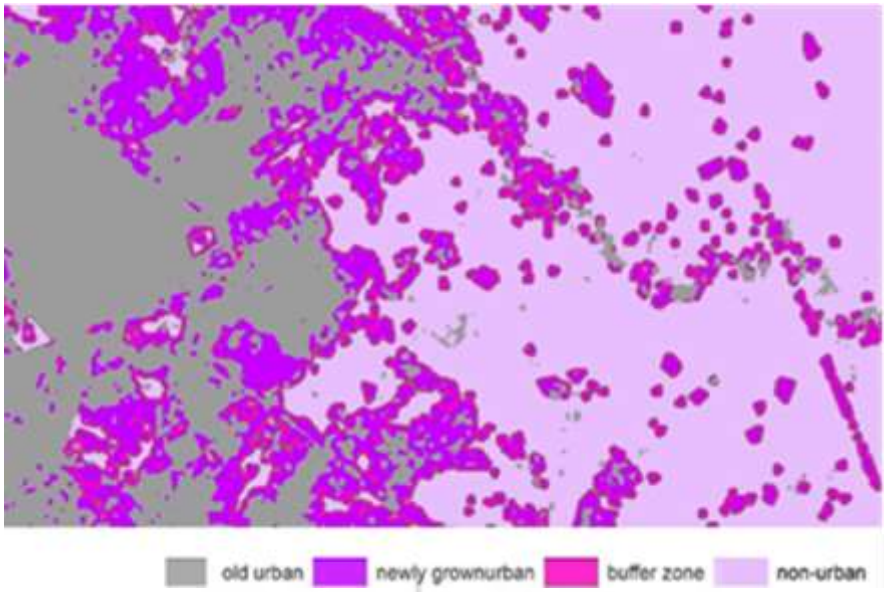
این اطلاعات و مقادیر به دست آمده وسعت کلاس‌های محدوده ساخته شده، باغات و کشتزارهای کشاورزی، اراضی بایر و مراتع را در سال ۱۴۲۰ برای محدوده شهر کاشمر مشخص می‌کند. جدول۸ میزان و مساحت کاربری‌ها را در سال ۱۳۹۹ و پیش‌بینی انتقال‌ها و تغییرات آن‌ها را در سال ۱۴۲۰ نمایان می‌سازد. بر اساس این جدول عمدهٔ تغییرات در محدوده و حریم ساخته شده و پس از آن کاربری‌های کشاورزی و باغ، و در اولویت بعدی مراتع و اراضی بایر کاهش یافته‌اند.

۵-گونه شناسی و تحلیل الگوهای رشد شهری (شاخص سیمای سرزمین *(LEI)*)

طبق شاخص‌های به دست آمده توسعه شهری وبراساس ارزش‌های عددی که بیشترین توسعه رشد شهر کاشمر حدود ۰,۰۰۰۰۰۱ درصد از نوع (infilling) به سمت حاشیه شهر خصوصاً شمال شهر و حدود ۹۹,۹۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) که رشد لبه‌ای نیز در شمال شهر بیشتر می‌باشد و ۰,۰۰۰۱۱ درصد توسعه بیرونی شهر (Outlaying) است. همچنین برای پیش‌بینی سال هزار و چهارصد و بیست رشد شهر کاشمر ۷,۱۲ درصد از نوع گسترش به سمت حاشیه شهر (infilling) و حدود ۹۱,۵۹ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) خواهد بود و حدود ۱,۲۸ درصد توسعه بیرونی (Outlaying) خواهد داشت.

جدول ۹- اطلاعات گونه رشد شهر کاشمر ۱۴۲۰-۱۳۷۹

۱۳۹۹-۱۳۷۹			۱۴۲۰-۱۳۹۹		
درصد	مساحت ۱۳۹۹(km)	LEI	درصد	مساحت ۱۴۲۰ (km)	LEI
۰,۰۰۰۱	۳۶,۳۷	۰	۱,۲۹	۵,۸۸	۰
۰,۰۰۰۰۰۱	۰,۳۴	>۵۰	۶,۱۱	۲۸,۰۲	<-۲
۹۹,۹۸	۳۲۱,۴۸	۵۰>,۰<	۹۲,۶۱	۴۲۴,۶۲	۰<۲>
۱۰۰	۳۲۱,۲۲	مجموع	۱۰۰	۴۵۸,۵۲	مجموع



شکل ٦- گونه رشد شهری از سال ۱۳۹۹ تا سال ۱٤۲۰

٦- جمع‌بندی

زندگی شـهری به‌سـرعت در سـطح جهان گسـترش و در حال رشـد می‌باشـد. این سـرعت در کشـورهای درحال‌توسـعه بسیار سریع‌تر و عجولانه‌تر از کشورهای پیشرفته است. روند شهرنشینی در ایران خیلی سریع و شتابان می‌باشد که این مسئله باعث شکل‌گیری مشکلات و معضلات عدیده‌ای شده است. علیرغم توجه برنامه ریزان توسعه افقی شـهرها موجب انهدام و تخریب اراضـی اطراف و حریم شـهر، شهرک‌ها و محلات می‌شود. در این پژوهش با اسـتفاده از تکنیک‌های نرم‌افزاری و سـنجش‌ازدور در دوره زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ تغییرات و جابجایی کاربری‌های باغات و زمین‌های کشـتزار،محدوده سـاخته شـده، زمین‌های بایر و بیابانی و مراتع موردبررسی و سنجش قرار گرفته اسـت. برای ارزیابی این موارد از روش طبقه‌بندی شـیءگرا و یا به‌نوعی شـئ پایه در نرم‌افزار Ecogonation و برای ارزیابی آینده‌نگاری و شبیه‌سازی از روش زنجیره مارکوف کمک گرفته شده است. با استفاده از مدل زنجیره مارکوف گونه و الگوی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱٤۲۰ پیش‌بینی، شبیه‌سازی و مدل‌سازی گردید. این مدل بر اساس تغییرات ایجاد شده در سال‌های قبل به محاسبه احتمال تغییرات در افق‌های آینده و تخصیص مکانی این جابجایی‌ها و تغییرات می‌پردازد و صـرفاً روند کلی و اصلی تغییرات را در نظر نمی‌گیرد، بلکه روند کلاس‌ها در تمامی سال‌ها را در نظر و لحاظ می‌کند. بر اساس خروجی‌های حاصل از مدل مارکوف در بازه زمانی۱۳۷۹ تا۱۳۹۹ مساحت محدوده سـاخته شـده، کشـاورزی و باغات روبه رشـد بوده و افزایش یافته است و در مقابل از مساحت اراضی بایر و مراتع کاسته شده و روندی نزولی گرفته است. تغییرات مساحت کلاس‌ها و شئ ها در سال ۱٤۲۰ نسبت به ۱۳۹۹ نزولی و

صـورت کاهشـی بوده است. طبق شاخص‌های به دست آمده الگوهای توسعه شهری و بر اساس ارزش‌های عددی مسـتخرج از مدل‌ها بیشـترین توسـعه رشد شهر کاشمر حدود ۰,۰۰۰۰۰۱ درصد از نوع (infilling) به سمت حریم حاشـیه شـهر خصوصاً جهت شمال شهر و حدود ۹۹,۹۹ درصد از نوع گونه توسعه از لبه شهر (edge-expansion) اسـت که رشـد لبه‌ای نیز در شـمال شـهر به‌طور کامل‌تری نمود یافته اسـت و ۰,۰۰۰۱۱ درصد توسعه بیرونی شهر کاشـمر (Outlaying) می‌باشد. درمجموع این الگوی تغییر ساختارها بیانگر و نشان‌دهندهٔ افزایش دخالت‌های بشر و غلبه چشم‌اندازهای انسانی بر محیط بکر پیرامونی طبیعی (مخصوصاً مراتع) است. در این راستا کاهش اراضی مرتعی با توجه به پیامدها و عواقب مختلف زیسـت‌محیطی ناشـی تخریب و نابودی پوشـش گیاهی مثل افزایش ریزگردها، افزایش احتمال وقوع خطر سـیلاب، کاهش نفوذپذیری و ذخیره آب در سـفره‌های زیرزمینی و نیز پیامدهای و اثرات زیان‌بار اقتصادی–اجتماعی مثل آسیب به بخش‌های دامداری و کشاورزی که مهم‌ترین مسئله در هر جامعه‌ای هستند، بیکاری و مهاجرت خصوصاً در بین قشر جوان و جویای کار را به همراه خواهد داشت؛ از اهمیت زیاد و قابل‌توجهی برخوردار است. نتایج مقاله حاضر می‌تواند به‌عنوان هشداری بسیار جدی و مهم برای برنامه ریزان و مدیران و فعالان اقتصادی جامعهٔ موردمطالعه باشد تا با برنامه‌ریزی مناسب و در اولویت قرار دادن سیاست‌های درست و کارآمد مانند عمودی سازی و توجه به رشد درون‌زا و توسعهٔ میان افزا، به‌عبارت‌دیگر گسترش در ارتفاع و نه در سطح، از گسترش بی‌رویهٔ افقی و پراکنده رویی بدون برنامه‌ریزی قبلی جلوگیری و ممانعت نمایند.

کتابنامه

ابراهیمی، حمید؛ رسـولی، علی‌اکبر؛ احمدپور، احمد. ۱۳۹٦. مدلسـازی تغییرات دینامیک کاربری اراضـی با استفاده از پردازش شـــی‌ءگرا تصـــاویر مـاهواره‌ای و مـدل CA_ Markov(مطالعه موردی:شـــهر شـــیراز). فصـــلنامه علمی_پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۷،شماره۱۰۸، زمستان ۱۳۹۷.
https://www.sepehr.org/article_34625.html

اســدی، احمد؛ اکبری، ابراهیم؛ شـفیعی، نجمه. ۱۳۹۸. پیش‌بینی توسـعه فیزیکی شـهر قائن با اسـتفاده از تصـاویر ماهواره‌ای. فصلنامه علمی–پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا). سال دهم، شماره یکم، (پیاپی ۳٦)، بهار۱۳۹۹.
https://doi.org/10.22108/sppl.2019.114824.1336

اسـدی، احمد؛ محمدپورسـنگانی، زینت؛ حاجی‌زاده شـیخوانلو، علی. ۱٤۰۰. شـبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (نمونه موردی: تربت‌جام سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹). جغرافیا و مخاطرات محیطی، بهار ۱٤۰۰، شماره۳۷، ص ۱٤۳–۱٦۰.
https://geoeh.um.ac.ir/article_39382.html

حسـین‌آبادی، سـعید؛ اکبری، ابراهیم؛ نقدبیشی، افسانه.۱۳۹۸. ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شـــی گرا و مدل زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: شـــهر بیرجند و پیرامون آن). جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و سوم، بهار ۱۳۹۹، صص ۱۸۸–۱٦۹.

https://geoeh.um.ac.ir/article_34046.html

حیدریان، پیمان؛ رنگزن، کاظم؛ ملکی، سعید؛ تقی زاده، ایوب. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعهٔ موردی: اراضی شهر تهران) .سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی .4(4), 1-10.

https://girs.bushehr.iau.ir/article_516552.html

رضایی مقدم، محمدحسین؛ رضایی بنفشه درق، مجید؛ فیضی زاده، بختیار؛ نظم فر، حسین. ۱۳۸۹. طبقه‌بندی پوشش اراضی کاربری اراضی بر اساس تکنیکشی گرا و تصاویر ماهواره‌ای. مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی). (پیاپی ۸۷):۱۹-۳۲

https://journals.iau.ir/article_537511_d40c916b3ddc13176c9830ba5a426f2a.pdf

رفیعیان، امید؛ درویش صفت، علی اصغر؛ بابایی کفاکی، ساسان؛ متاجی، اسداله.۱۳۹۰. ارزیابی طبقه‌بندی‌های پیکسل-پایه و شی- پایه تصاویر هوایی برای تشخیص گونه‌های درختی (مطالعه موردی: جنگلکاری چمستان نور). مجله جنگل ایران. ۱۳۹۰.

http://www.ijf-isaforestry.ir/article_4638.html

ضیاییان، فیروزآبادی پرویز؛ شکیبا، علیرضا؛ متکان، علی اکبر؛ صادقی، علی. ۱۳۸۷ سنجش‌ازدور (RS), سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل سلول‌های خودکار (CA) به‌عنوان ابزاری برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری. (مطالعه موردی: شهر شهرکرد). علوم محیطی. (۱۳۸۷)، ۷ (۳)، ۱۳۳-۱۴۸.

https://envs.sbu.ac.ir/article_94444.html

عزیزی قلاتی، سارا؛ رنگزن، کاظم؛ سدیدی، جواد؛ حیدریان، پیمان؛ تقی زاده، ایوب. ۱۳۹۵. پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف) CA-مطالعهٔ موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی.7(1), 59-71.

https://girs.bushehr.iau.ir/article_521996.html

محمودزاده، حسن. ۱۳۹۳. ارزیابی و تحلیل اکولوژیکی توسعه فضایی کلانشهر تبریز، رساله دکتری جغرافیا و برنامهریزی شهری، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز.

https://www.virascience.com/thesis/793053/

میرزایی زاده، وحید؛ نیک نژاد، مریم؛ اولادی قادیکلایی، جعفر. ۱۳۹٤. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده غیرپارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. ٦ (۳)، ۲۹-٤٤.

https://girs.bushehr.iau.ir/article_516794.html

نیازی، یعقوب. ۱۳۸۸. مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مطالعه موردی: منطقه سد ایلام، جغرافیا و توسعه. ۸ (۲۰) ۱۱۹-۱۳۲.

https://gdij.usb.ac.ir/article_633.html

AL-Sharif, A.A.A., Pradham, B., (2013), Monitoring and predicting use-land change in Tripoli Metropolitan City using an integrated Markov chain and cellular automata models in GIS, Saudi Society for Geosciences 2013. https://doi.org/10.1007/s12517-013-1119-7

Aslami, F., Ghorbani, A., Sobhani, B., Panahandeh, M. (2015). Comparing artificial neural network, support vector machine, and object-based methods in preparation of land use/cover maps using Landsat-8 images. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 6(3), 1-14. (in Persian). https://girs.bushehr.iau.ir/article_516792.html?lang=en

Bagnan ,Hasi and Yamagata, Yoshiki.,2014. Land-cover change analysis in 50 global cities by using a combination of Landsat data and analysis of grid cells. Environmental Research Letters, Volume 9, Number 6. https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/6/064015

Cahya, D L., Martini, E., and K M Kasikoen.,2018. Urbanization and Land Use Changes in Peri-Urban Area using Spatial Analysis Methods (Case Study: Ciawi Urban Areas, Bogor Regency). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 123, 012035. https://doi.org/10.1088/1755-1315/123/1/012035

Chavez, P. S. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote sensing of environment, 24(3), 459-479. https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90019-3

Fan, Fenglei, Wang, Yunpeng, and Wang, Zhishi, 2008, Temporal and spatial change, detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl pp: 127-147. https://doi.org/10.1007/s10661-007-9734-y

Gilmore, M. S., Wilson, E. H., Barrett, N., Civco, D. L., Prisloe, S., and Hurd, J. D . (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. https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.05.020

Kim M; Madden, M; Warner, T; "Forest type mapping using object-specific texture measures from multispectral IKONOS imagery: segmentation quality and image classification issues", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2009. https:// doi.org/ 10.14358/ PERS.75.7.819

Li, E; Du, P; Samat, A; Xia, J; Che, M; "An automatic approach for urban land-cover classification from Landsat-8 OLI data", International Journal of Remote Sensing, 36, 24, 5983-6007, 2015. https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1109726

Miranda-Aragón, L., Treviño-Garza, E. J., Jiménez- Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., González Tagle, M. A., Pompa-García, M. and Aguirre-Salado, C. A. (2012). Modeling susceptibility to deforestation of remaining ecosystems in North Central Mexico with logistic regression. Journal of Forestry Research, 23(3), 345-35. https://doi.org/10.1007/s11676-012-0230-z