



## فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای

سال ۱۰، شماره پیاپی ۴۰، زمستان ۱۳۹۹

شاپای چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ - شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱-۲۴۲۳

<http://jzpm.miau.ac.ir>

مقاله پژوهشی

# پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در شهر قوچان برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از روش CA مارکوف

صیاد اصغری سراسکانرود؛ دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

احسان قلعه: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

علی اصغر اردشیربی: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مصطفی امیددی‌فر: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰

صص ۱۹۴-۱۷۷

دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۷

## چکیده

میزان گسترش و تخریب منابع را می‌توان با پیش‌بینی تغییرات کاربری مشخص کرد و برنامه‌ریزی‌های آینده را به مسیر مناسبی سوق داد. هدف از این پژوهش ارزیابی کاربری اراضی شهرستان قوچان با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرا و پیکسل پایه و پیش‌بینی تغییرات این کاربری‌ها با استفاده از مدل CA مارکوف تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد. در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست سنجنده‌های ETM و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ (ماه آگوست) استفاده شد. پس از تهیه تصاویر، تصحیحات رادیومتریک بر روی تصاویر اعمال گردید و سپس با استفاده از دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا نقشه کاربری اراضی استخراج گردید. با استفاده از مدل‌سازی CA مارکوف و با توجه به دو نقشه کاربری اراضی به دست آمده، ماتریس احتمال تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر محاسبه شد و نقشه پیش‌بینی تغییرات CA مارکوف برای ۱۲ سال بعد یعنی سال ۲۰۳۰ به دست آمد و مساحت و درصد هر کدام از کاربری‌ها به طور جداگانه محاسبه شد. برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از شاخص‌های دقت کلی و ضریب کاپا استفاده شد. نتایج به دست آمده در طبقه‌بندی شیء‌گرا در هر دو شاخص صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۹۴ درصد و ۰/۹۷ درصد بود که دقیق‌تر از روش پیکسل پایه است. بیش‌ترین مساحت در منطقه با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرا در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری دیمزار و کاربری مناطق کوهستانی و با استفاده از روش پیکسل پایه مربوط به کاربری مرتع ضعیف و کاربری دیمزار می‌باشد. با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته برای سال ۲۰۱۸ با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرا بیش‌ترین میزان مساحت را کاربری مرتع ضعیف و کاربری دیمزار داشته‌اند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان افزایش تغییرات در بین کاربری‌ها را کاربری مرتع ضعیف در سال ۲۰۳۰ خواهد داشت که نسبت به سال ۲۰۱۸ نیز ۲۴۴۹۱/۰۷ هکتار افزایش یافته است. بیش‌ترین میزان کاهش مساحت را کاربری مرتع متراکم با ۲۶۶۱۵/۲۳ هکتار خواهد داشت. کاربری انسان ساخت نیز در طی این بازه ۱۲ ساله ۵۳۰/۶۲ هکتار رشد خواهد داشت. با پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی نه تنها می‌توان میزان گسترش یا تخریب منابع را مشخص کرد بلکه می‌توان این تغییرات را در مسیر برنامه‌ریزی‌های مناسب هدایت کرد.

**واژه‌های کلیدی:** شهرستان قوچان، طبقه‌بندی پیکسل پایه، کاربری اراضی، CA مارکوف، طبقه‌بندی شیء‌گرا.

**مقدمه:**

تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی یکی از عوامل مهم در تغییر رژیم آب‌شناسی، فرآیندهای فرسایشی و وضعیت تنوع زیستی است. با شبیه‌سازی روند تغییرات کاربری اراضی و به کارگیری سیاست‌های مدیریتی مؤثر می‌توان در راستای هدایت اکوسیستم به سمت مسیر مطلوب گام برداشت. تغییر کاربری و پوشش اراضی فرآیندی پویا و پیچیده‌ای است که از تلاقی سیستم‌های طبیعی و انسانی به دست می‌آید و اثر مستقیمی بر آب، خاک و هوا دارد. وقوع این پدیده، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در مقیاس محلی، ناحیه‌ای و جهانی به همراه خواهد داشت (Coleman, 2007). بررسی تغییرات کاربری اراضی یکی از پرکاربردترین موضوعات پژوهشی می‌باشد که نظر بسیاری از پژوهشگران را جلب کرده است. توسعه شهرنشینی در چند سال اخیر به تغییرات گسترده‌ای در اراضی شهر منجر شده و چشم‌انداز این نوع از کاربری‌ها را تغییرات داده است. تغییرات کاربری اراضی باعث ایجاد تغییرات بسیار وسیعی در سیستم‌های سطح زمین می‌شود. از جمله این تغییرات تغییر در سیستم هیدرولوژیکی (Riahi et al. 2017)، تأثیر بر میزان فرسایش (Talebi Khayyavi et al. 2017) (Gracious and merciful, 2017)، تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Jafari et al. 2017) و تغییرات بسیار وسیع در مورفولوژی سطح زمین می‌شود. بنابراین مطالعه تغییرات کاربری اراضی یکی از ضروری‌ترین مطالعه شناخت چهره زمین محسوب می‌شود. شناسایی تغییرات زمانی و دقیق کاربری اراضی پایه‌گذار درک بهتری از ارتباطها و اثرهای متقابل انسان و منابع اراضی می‌باشد. شناخت این روابط موجب مدیریت و استفاده پایدار از این منابع می‌شود. در مطالعه تغییرات باید بررسی لازم در ارتباط با تغییرات سطح کاربری یا پوشش زمین، نرخ تغییرات و توزیع فضایی آن‌ها انجام گردد و همچنین روند تغییرات حاکم بر کاربری‌های مختلف بررسی و ارزیابی صحت انجام شود (Trapthi and kumar 2010). در این میان، مدل‌سازی نقش مهمی در شناخت اثرات تغییرات ایفا می‌کند و به برنامه‌ریزی مؤثر در محیط‌زیست، توسعه و تصمیم‌گیری‌ها کمک شایانی می‌کند (Borana and Yadav 2017). از جمله روش‌هایی که برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی وجود دارد می‌توان به مدل معادلات ریاضی، مدل سیستم، مدل تکاملی و مدل‌های سلولی شامل مدل مارکوف و CA مارکوف اشاره کرد (Parker et al. 2002). در مدل‌سازی‌های زمانی و مکانی، فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش محوری را ایفا می‌کنند، به گونه‌ای که فناوری سنجش از دور با فراهم آوردن داده‌های چند طیفی و چند زمانه‌ای از نظر هزینه و زمان مقرون به صرفه بوده و هم اطلاعات ارزشمندی را برای درک و فهم و پایش الگوها و پروسه پوشش زمین موجب می‌شود، بنابراین داده‌های به دست آمده به وسیله این فناوری می‌تواند به عنوان مهم‌ترین منبع در فراهم‌سازی داده‌های پایه‌ای برای مدل‌سازی تغییرات پوشش زمین برای سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد. با پیش‌بینی تغییرات کاربری می‌توان مقدار گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد (bell, 2009). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در یک منطقه و پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات آینده نیز برای آگاهی از کمیت و کیفیت تصویر تغییرات احتمالی در آینده بسیار حائز اهمیت است. تعیین تغییرات گذشته، عدم تغییرات گذشته، عدم تکرار اشتباهات، اصلاح روش مدیریتی و تصمیم‌گیری را به دنبال خواهد داشت. بنابراین هدف از انجام این پژوهش آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر لندست در شهرستان قوچان و همچنین بررسی توان مدل زنجیره مارکوف و CA مارکوف در مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی این تغییرات برای سال ۲۰۳۰ می‌باشد که نشان دهنده میزان افزایش یا کاهش هر یک از کاربری‌ها در بازه زمانی ۱۸ ساله می‌باشد.

**پیشینه و مبانی نظری تحقیق:**

ضیائی‌ان فیروزآبادی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تغییرات کاربری، شهر شهرکرد با استفاده از مدل سلول خودکار مارکوف پرداختند. نتایج آن نشان داد که با استفاده از این مدل با توجه به وضعیت یک سلول در زمان حال با برقرار بودن شرایط محیط کنونی می‌توان تغییرات را در آینده پیش‌بینی کرده و با استفاده از مدل سلول خودکار مارکوف و می‌توان روند تخریب محیط در گذشته و تغییرات آن را در آینده پیش‌بینی کرد. رضانی و جعفری (۲۰۱۴) در تحقیقی به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA مارکوف (مطالعه موردی: اسفراین) پرداختند. نتایج این مطالعات کاهش ۵۰۰ و ۴۰۰ هکتاری را به ترتیب در سطح مراتع و اراضی کشاورزی نشان داد. به علاوه مدل پیش‌بینی کرد که سطح مراتع فقیر ۳۰ هکتار و اراضی مسکونی ۴۵۰ هکتار در ۱۳ سال آینده (۱۳۸۸-۱۴۰۴) افزایش دارد. کریمی و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از مدل زنجیره مارکوف به پایش، ارزیابی و پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی دشت بسطاق پرداختند. در این مطالعه تعیین نقش‌های کاربری پس از انجام تصحیحات بر روی تصاویر ماهواره‌ای، تعیین نمونه‌های آموزشی و ارزیابی دقت طبقه‌بندی با استفاده از ضریب کاپا صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که طبقه فاقد پوشش بابر و مرتع پویاترین کاربری‌های موجود در منطقه بوده که درصد مساحت این اراضی طی سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۳ به ترتیب برابر با ۶۴ و ۲۱ درصد (افزایشی) و ۱۴ و ۳۱ درصد (کاهش) بوده که بیانگر تخریب کلی و جایگزین کاربری‌های ضعیف‌تر در منطقه است. آرخی (۲۰۱۵) از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM استفاده کرده و با اعمال روش شیء‌گرا تغییرات کاربری منطقه آبدانان را در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۷۹ و ۱۳۶۴ آشکارسازی کرد. این محقق در کار خود نتیجه گرفت که در آشکارسازی تغییرات، روش طبقه‌بندی شیء گرا از دقت بالایی برخوردار است.

هرسینی و همکاران (۲۰۱۷) روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از زنجیره مارکوف و شبکه خودکار در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند.

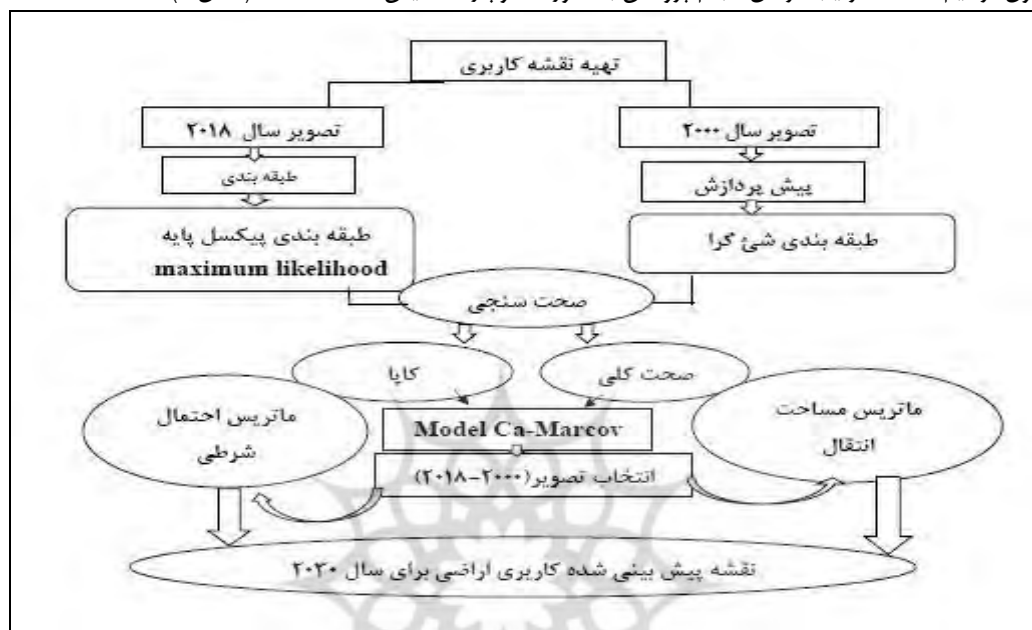
چن و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT نسبت به مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای اقدام نمودند و در پردازش شیء‌گرا تصاویر ماهواره‌ای از مدل رقمی ارتفاع (DEM)، اطلاعات مکانی شامل بافت و شکل به عنوان عاملی به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده کردند و پس از انجام طبقه‌بندی با دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا به این نتیجه رسیدند که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با ضریب کاپای ۰/۹۶ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه با ضریب کاپای ۰/۷۹ درصد، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از دقت بالاتری برخوردار است. هوان یو و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی به شبیه‌سازی روند تغییرات کاربری اراضی در کشور چین روی بزرگ‌ترین تالاب این کشور با استفاده از مدل سلول‌های خودکار پرداختند. در این مطالعه با استفاده از داده‌های به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ مدل تغییرات کاربری اراضی تالاب برای سال ۲۰۰۶ ساخته شد. نتیجه مقایسه بین مدل ساخته‌شده و نقشه‌های تالاب در سال ۲۰۰۶ بیانگر ۰/۸۴ همبستگی و تطابق بین دو نقشه بود که می‌تواند کارایی مدل ساخته‌شده در آینده را نشان می‌دهد پیکوئر و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعه‌ای اثرهای تغییرات کاربری اراضی در گذشته و آینده را بر روی منطقه حفاظت شده‌ای در جنوب اسپانیا با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA مارکوف بررسی کردند. نتایج این مطالعه در منطقه توسعه کشاورزی و مناطق شهری و رهاسازی کاربرهای گذشته را نشان داد. در این مطالعات و مطالعات مشابه دیگر، علاوه بر مشخص شدن وضعیت تغییرات کاربری اراضی در زمان مورد نظر با استفاده از مدل مارکوف، کارایی این مدل در مطالعات پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در تمام این مطالعات از گذشته تا کنون تأیید شده است.

یو و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا، نقشه کاربری اراضی منطقه پکن را از تصاویر TM با ضریب کاپای ۰/۸۴ در روش شیء‌گرا و ضریب کاپای ۰/۶۹ در روش پیکسل پایه استخراج کردند. ریمال و همکاران (۲۰۱۸) به مدل‌سازی روند توسعه شهری در منطقه کاتماندو در کشور نپال با استفاده از تلفیق مدل شبکه خودکار و زنجیره مارکوف پرداختند. در این مطالعه از تصاویر لندست استفاده شد که به منظور تجزیه و تحلیل بهتر، اطلاعات تغییرات کاربری و پوشش زمین را به هفت دوره زمانی (۱۹۸۸ تا ۱۹۹۲، ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶، ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ و ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶) طبقه‌بندی کردند. در این مطالعه طبقه‌بندی با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) انجام شد و با بهره‌گیری از مدل شبیه‌سازی هیبریدی که از تلفیق مدل شبکه خودکار و زنجیره مارکوف به دست آمده است، به پیش‌بینی گسترش و توسعه کاربری شهر در سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۳۰ پرداخته شد. نتایج نشان‌دهنده گسترش بی‌رویه شهر از تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به کاربری شهری است که میانگین رشد سالانه آن‌ها ۹/۱۵ درصد است. تراور و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تلفیق دو مدل شبکه خودکار و زنجیره مارکوف در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) به تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی روند تغییرات کاربری در پایتخت کشور گینه پرداختند. در این مطالعه از داده‌های لندست سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۰۰، ۱۹۸۶ استفاده شد. با استفاده از نقشه تغییر کاربری سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰ نقشه تغییر کاربری سال ۲۰۱۶ بر اساس مدل مارکوف و CA مارکوف شبیه‌سازی شد. به منظور اعتبارسنجی نتیجه شبیه‌سازی با نقشه پوشش زمین و تغییر کاربری سال ۲۰۱۶، از مشخصه عامل نسبی (ROC) استفاده شد که تطابق فراوانی را میان دو نقشه نشان می‌دهد. بر همین اساس، نقشه تغییرات کاربری و پوشش زمین برای سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی شد. نتایج افزایش کاربری شهری از ۴۹ درصد به ۵۹ درصد و کاهش پوشش گیاهی از ۳۵ به ۳۲ درصد را نشان می‌داد. بر اساس نتیجه‌گیری این پژوهشگران، این مطالعه مبنایی را برای ارزیابی پایداری و مدیریت منطقه شهری فراهم می‌کند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که در تمامی پژوهش‌ها طبقه‌بندی شیء‌گرا از دقت و صحت بیشتری نسبت به طبقه‌بندی به روش پیکسل پایه برخوردار بوده است و همچنین نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که کاربری شهری در طی سالیان متمادی با افزایش چشمگیری مواجه بوده و از سوی دیگر کاربری‌هایی از جمله پوشش گیاهی و مراتع با کاهش روبرو بوده‌اند.

### مواد و روش تحقیق:

در مطالعه حاضر برای شناسایی منطقه و تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره Landsat، سنجنده‌های ETM و OLI که مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ (ماه آگوست) استفاده شد. جهت پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای ENVI ۵.۳ و به منظور اخذ خروجی از پردازش انجام‌شده بر روی تصاویر از نرم‌افزار ArcMap ۱۰.۳ استفاده گردید. از نرم‌افزار eCognition Developer برای طبقه‌بندی شیء‌گرا و از نرم‌افزار Edrisi selva برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات استفاده شده است. برای انجام

طبقه‌بندی تصاویر و انجام پیش‌پردازش بر روی آن‌ها، ابتدا پیش‌پردازش لازم بر روی تصاویر صورت گرفت که پیش‌پردازش‌های لازم با روش *FLAASH* صورت گرفت. در نهایت برای انجام طبقه‌بندی پیکسل پایه از روش *Maximum likelihood* استفاده شد. برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی از ضریب کاپا جهت بررسی صحت طبقه‌بندی نقشه‌ها استفاده شد. در محاسبه ضریب کاپا پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی نشده‌اند نیز دخالت داده می‌شوند. برای محاسبه تغییرات، پیش‌بینی و شبیه‌سازی تغییرات برای سال ۲۰۳۰ از مدل سلول خودکار مارکوف استفاده شد. به منظور تعیین تغییرات کلاس‌های مختلف کاربری اراضی، هر یک از کلاس‌های به دست آمده در سال ۲۰۰۰ به طور جداگانه بر روی نتیجه طبقه‌بندی در سال ۲۰۱۸ قرار داده شده‌اند و سپس درصد تغییرات مساحت هر کدام از کلاس‌ها به صورت نمودار و جدول ترسیم شده‌اند. ترتیب مراحل انجام پژوهش به صورت فلوجارت نمایش داده شده است (شکل ۱).



شکل ۱- روش کلی پژوهش - (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸).

**روش پیکسل پایه:** در روش پردازش پیکسل پایه، پیکسل به عنوان واحد اصلی محسوب شده و ارزش‌های عددی تصاویر، مبنای طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهد. این روش طبقه‌بندی بر اساس روش‌های آماری بصورت نظارت شده و نظارت نشده انجام می‌شود و در آن یک پیکسل تنها در یک کلاس قرار می‌گیرد. این دیدگاه کلاسیک بر اساس تئوری باینری استوار است. با این تئوری، یک پیکسل در یکی از کلاس‌ها طبقه‌بندی می‌شود یا اینکه در هیچ یک از کلاس‌ها ارزیابی نشده و بصورت طبقه‌بندی نشده باقی می‌ماند. براساس تئوری باینری، پیکسل‌ها در محدوده‌های همپوشان عوارض تنها در یک کلاس طبقه‌بندی می‌شود، در حالی که این پیکسل‌ها با سایر کلاس‌ها دارای همبستگی هستند و این همبستگی یکی از عوامل مهم کاهش دقت طبقه‌بندی پیکسل پایه است (Feizizadeh, 2007: 8, Yan 2003: 3 Blaschke).

**نمونه تعلیمی:** در دو مرحله، گردآوری و انتخاب جداگانه نمونه‌های آزمایشی انجام شد. مرحله اول هنگام طبقه‌بندی و مرحله دیگر ارزیابی صحت طبقه‌بندی می‌باشد. برای انتخاب این نمونه‌ها باید به ویژگی‌های پوششی/ کاربری منطقه اشراف داشت. به منظور تهیه نمونه‌های آموزشی ابتدا از نرم‌افزار *Google earth* به منظور شناخت بهتر منطقه کمک گرفته شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار *ENVI* نمونه‌های تعلیمی، نمونه‌برداری شدند (جدول ۱).

جدول ۱- کلاس‌های برداشت‌شده از منطقه مورد مطالعه

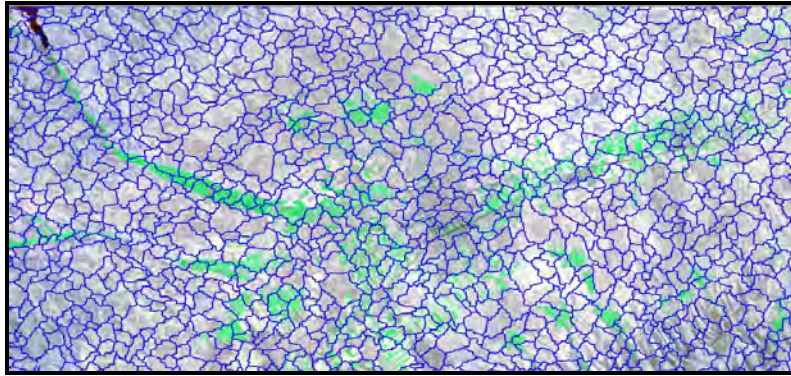
کاربری	نوع پوشش
مناطق انسان ساخت	مناطق شهری و روستایی، مسکونی، شهرک صنعتی.
پهنه آبی	آب رودخانه، سد.
بایر	اراضی بایر، آبرفتی و فاقد پوشش گیاهی و سازه، در این زمین‌ها به صورت پراکنده درختان مقاوم به کمبود آب وجود دارد.
زراعت دیم	مناطق زراعی که به صورت دیم می‌باشند.
زراعت آبی	مناطقی که به صورت آبی بوده‌اند و آبیاری آن‌ها به صورت کامل بوده.
مرتع متراکم	مناطقی که تمامی سطح این مراتع را گیاه فراگرفته و جای خالی و بدون گیاه در آن‌ها بسیار کم دیده می‌شود.
مرتع ضعیف	این مراتع پوشش گیاهی کمی داشته و در جاهای خشک و بی‌آب و علف قرار دارند.
مرتع متوسط	مناطقی که تقریباً نصف سطح این مراتع دارای گیاه و نصف دیگر آن بدون گیاه است.
مناطق کوهستانی	مناطق که ارتفاع بیشتری نسبت به پدیده اطراف دارند و تا حدودی صعب‌العبور بوده.
پوشش گیاهی	مناطقی که شامل گونه‌های گیاهی، درخت و درختچه می‌باشد.

(منبع: نویسنده، ۱۳۹۸).

**الگوریتم حداکثر احتمال:** روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود همه مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در حقیقت نمونه کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در گستره‌ی پیوسته قرار گیرد. بنابراین شرایط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال خاصی دارد (Alavi Panah 0 05 25). در این الگوریتم، کلاسی به پیکسل نسبت داده می‌شود که بزرگ‌ترین احتمال تعلق به آن کلاس را دارا باشد. معمولاً فرض می‌شود که توزیع احتمال برای هر کلاس به صورت توزیع نرمال چندبعدی است که از قانون توزیع گوسن تبعیت می‌کند (Avi Panah et al 146 2004).

**طبقه‌بندی شیء‌گرا:** طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری ارتباط می‌دهد (Fëizizadeh 2007 91 68 2003 Yan, 2009 14, Buschke). در این روش تجزیه و تحلیل‌ها به جای پیکسل، مجموعه‌ای از پیکسل‌ها به عنوان پدیده‌های تصویری است که در نتیجه فرآیند طبقه‌بندی حاصل می‌شوند (Rfifian et al 41 1389). پس از طبقه‌بندی هر یک از اشیاء تصویری به یکی از کلاس‌ها اختصاص می‌یابند. در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌هایی بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص قطعه‌بندی شده و طبقه‌بندی بر اساس همین قطعه‌ها انجام می‌شود. روش‌های طبقه‌بندی در آنالیزهای شیء‌گرا غالباً طبقه‌بندی کننده‌های نرم مبتنی بر منطق فازی هستند. در طبقه‌بندی کننده‌های نرم (عمدتاً سیستم‌های فازی و یا طبقه‌بندی کننده‌های بیز) درجه عضویت را برای نشان دادن تعلق یک شیء به طبقه‌ای خاص به کار می‌برند. مقدار درجه عضویت معمولاً در دامنه پیوسته ۰ و ۱ است که در آن ۱ یعنی عضویت کامل و ۰ یعنی عدم عضویت کامل در طبقه (Jensen 2005 1 11).

**قطعه‌بندی:** شیء‌های تصویری حاصل از فرایند سگمنت‌سازی، مبنای طبقه‌بندی شیء‌گرا هستند و آن‌ها دارای حجم زیادی از مشخصات و خصیصه‌های پدیده‌های زمینی متناظرشان در سطح تصویر می‌باشند و هر چه قدر این فرایند با دقت بیشتری انجام گیرد، مستقیماً در کیفیت طبقه‌بندی شیء‌گرا تأثیر خواهد گذاشت (Batz & Schape, 2000 15). (Caudhuri & Sarkar 1995 75). اولین مرحله در فرایند طبقه‌بندی شیء‌گرا سگمنت‌سازی است. نتایج نیز نشان داد که با پارامترهای مقیاس ۱۵، ضریب شکل ۰/۷ و ضریب فشردگی ۰/۳ برای قطعه‌بندی و جداسازی اشیاء نتایج قابل قبولی به دست می‌آید (شکل ۲).



شکل ۲- قطعه بندی تصویر با مقیاس ۱۵، ضریب شکل ۰/۷ و ضریب فشردگی ۰/۳ - (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

### ارزیابی صحت طبقه بندی:

برای اطمینان از نتایج طبقه بندی اقدام به ارزیابی صحت طبقه بندی شد. در این مطالعه برای ارزیابی دقت طبقه بندی از پارامترهای صحت کلی و ضریب کاپا، دقت تولیدکننده و دقت استفاده کننده استفاده شد. همچنین برای تعیین کاربری هایی که باعث کاهش صحت طبقه بندی شده اند، ماتریس نیز ارائه گردید. صحت کل نسبت پیکسل های درست طبقه بندی شده بر تعداد کل پیکسل های طبقه بندی شده (Rsouli, 2000 # 78) و رابطه 1 شو (Avipannah, 2003 # 478)

$$OA \cong \frac{1}{N} \sum P_{ii}$$

رابطه (۱)

که در رابطه (۱)  $OA$  دقت کل،  $N$  معرف تعداد کل پیکسل های آموزشی و  $\sum P_{ii}$  جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا می باشد. در بسیاری از تحقیقات در کنار شاخص صحت کل از ضریب کاپا استفاده می گردد. ضریب کاپا به دلیل توجه به تعداد پیکسل های نادرست در طبقه بندی استفاده می گردد و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می شو (Hajighaderi 2008 630 Baid &).

$$kappa \cong \frac{P_{i0p_c}}{10 p_c} 100$$

رابطه (۲)

در رابطه (۲)،  $P_{ii}$  درستی مشاهده شده و  $P_{i0p_c}$  توافق مورد انتظار است. حالت ایده آل برای ضریب کاپا عدد یک می باشد و چنان چه این مقدار برابر صفر باشد، طبقه بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به دست بیاید، نشان دهنده خطا در طبقه بندی است.

**مدل CA مارکوف:** این مدل تلفیقی از مدل سلول های خودکار، زنجیره مارکوف و مدل تخصیص چندمنظوره اراضی (MOLA) است که به منظور پیش بینی تغییرات کاربری اراضی به کار می رود (Roshgoftar et al, 2010 3). سلول های خودکار (اتوماتای سلولی)، مدل های دینامیک گسسته ای هستند که در شبیه سازی گسترده وسیعی از هر فرآیند طبیعی و انسانی کاربرد دارند. در این مدل، فضا به صورت یک شبکه تعریف می گردد که به هر خانه آن یک سلول گفته می شود. سلول های خودکار در زمان های گسسته به طور همزمان و بر طبق یک قانون محلی به هنگام می شوند. مقدار هر سلول بر اساس مقادیر سلول های همسایه و خود سلول تعیین می گردد (Aslami et al, ۱۳۹۴: ۷). مدل سلول های خودکار را می توان از رابطه (۳) به دست آورد (song et al, ۲۰۱۱).

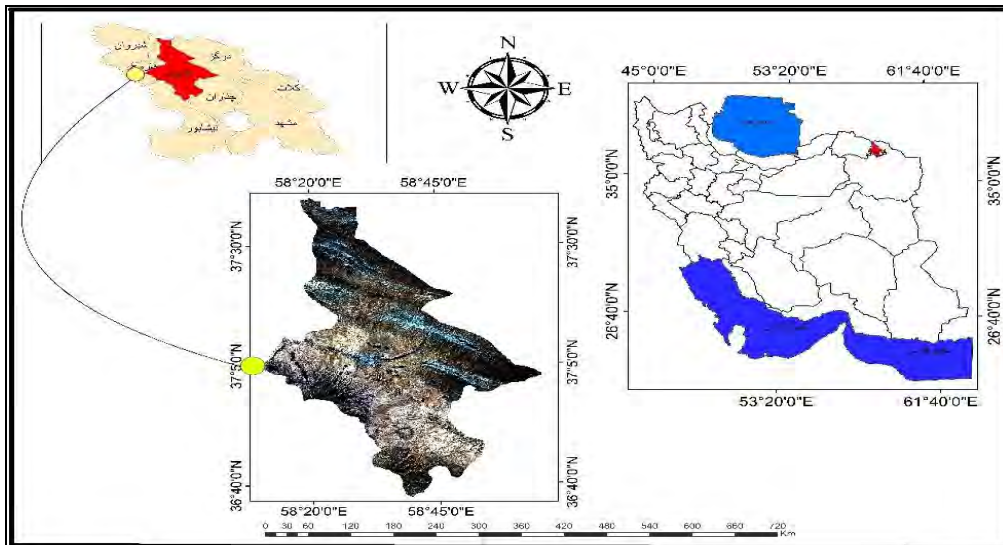
$$S(t) = f(S(t), N) \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه؛  $S$  مجموعه محدود و مجزا از حالت های سلولی،  $t$  زمینه سلولی، و  $t+1$  نشان دهنده زمان های مختلف و  $f$  قوانین انتقال حالت های سلولی در فضای محلی است.

### محدوده مورد مطالعه:

شهرستان قوچان در محدوده ۱۳۰ کیلومتری مشهد مقدس و شمال شرقی کشور قرار دارد. شهرستان قوچان در مدار جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی از استوا و ۵۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی نصف النهار گرینویچ واقع شده است. شهرستان قوچان منطقه ای کوهستانی و سردسیر به وسعت ۳۸۳۸ مترمربع می باشد که از سمت شمال به درگز و کشور ترکمنستان و

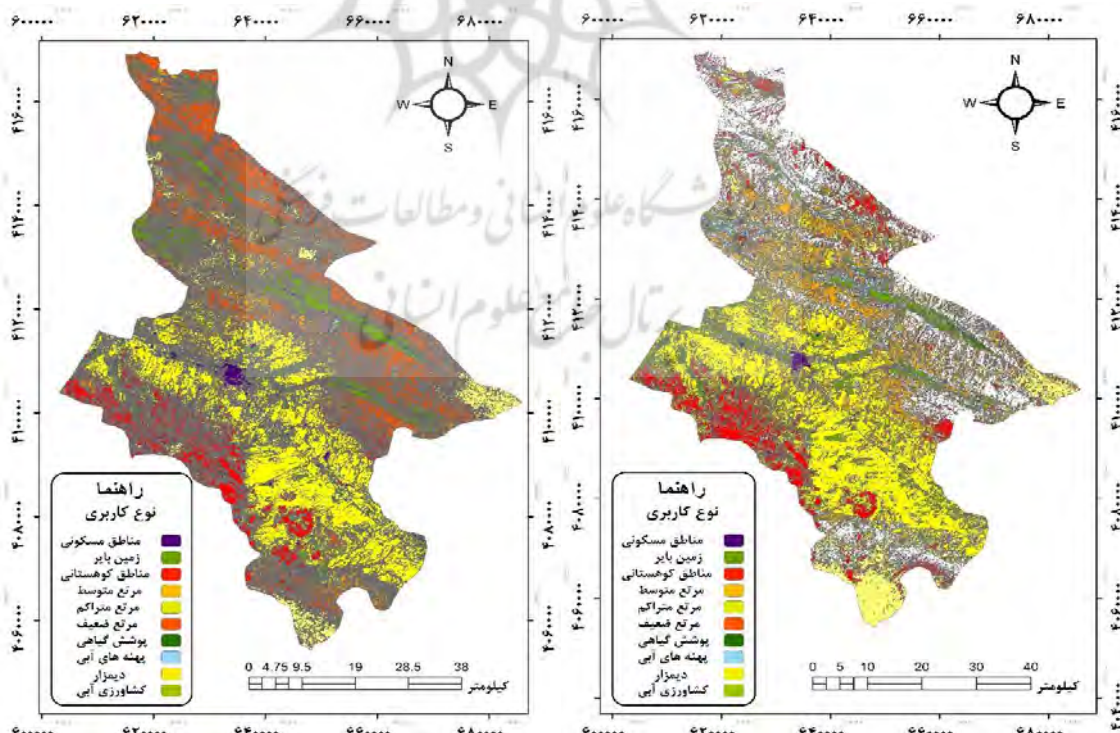
از جنوب به نیشابور و از شرق به چناران و از غرب به فاروج منتهی می‌گردد. حداقل دما ۲۵- درجه سانتی‌گراد و حداکثر دما ۳۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالیانه ۱۲٫۵ درجه سانتی‌گراد است. ارتفاع شهرستان قوچان از سطح دریا ۱۳۵۰ متر، تعداد روزهای یخبندان ۱۲۰ روز و میزان بارندگی سالیانه ۲۹۶ میلی‌متر و دوره خشکی ۱۵۴ روز می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه - (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

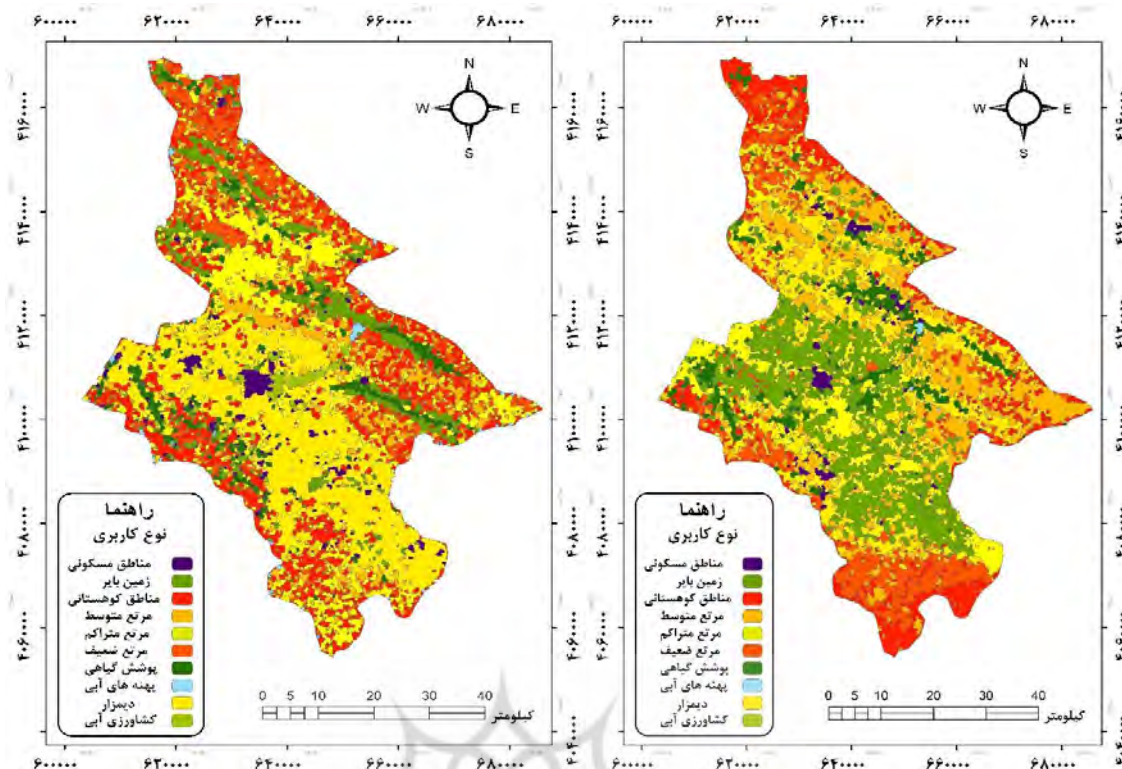
### بحث و ارائه یافته‌ها:

به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، طبقات کاربری اراضی در ۱۰ کلاس انسان ساخت، زراعت دیم، کشاورزی آبی، مناطق کوهستانی، پهنه آبی، مرتع متراکم، مرتع متوسط، مرتع ضعیف، پوشش گیاهی و زمین بایر برای هر دو مقطع زمانی انتخاب گردید. سپس بعد از تعیین کلاس‌ها و انجام طبقه‌بندی با استفاده از هر دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا نقشه کاربری اراضی هر دو روش برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ استخراج گردید (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ (سمت چپ) و ۲۰۱۸ (سمت راست) با روش پیکسل پایه - (منبع:

نویسندگان، ۱۳۹۸)



شکل ۵- نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ (سمت چپ) و ۲۰۱۸ (سمت راست) با روش شی‌گرا- (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸).

با توجه به نقشه ۵ و نتایج به دست آمده از میزان مساحت جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیش‌ترین مساحت در منطقه با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرا در سال ۲۰۰۰ مربوط به کاربری دیمزار که ۹۳۱۴۷/۷۸ هکتار را شامل می‌شود. کاربری دیگر که بیش‌ترین مساحت از منطقه را در بر دارد، کاربری مناطق کوهستانی می‌باشد که ۷۳۰۷۲/۶۶ هکتار از محدوده مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. اما کمترین میزان مساحت مربوط به کاربری‌های پهنه آبی و مناطق کشاورزی می‌باشد که به ترتیب ۱۲۸/۸۸ هکتار و ۷۱۴۶/۵۲ هکتار می‌باشد. بیش‌ترین میزان افزایش تغییرات در منطقه، برای سال ۲۰۱۸ را کاربری مرتع متراکم دارا می‌باشد که با ۲۳۱۳۹/۸۶ هکتار افزایش چشمگیری داشته است. کاربری دیگر که بیش‌ترین میزان افزایش مساحت را در سطح منطقه دارد، کاربری دیمزار می‌باشد که ۸۰۴۲/۱۷ هکتار افزایش یافته است. در مقابل کاربری مرتع متوسط، بیش‌ترین میزان کاهش تغییرات را نسبت به سال ۲۰۰۰ داشته که ۲۹۸۳۴/۰۵ هکتار است. می‌توان گفت کاربری‌های انسان ساخت، کوهستانی، مرتع متراکم، مناطق کشاورزی، دیمزار و پهنه آبی نسبت به سال ۲۰۰۰ نیز افزایش یافته‌اند. اما کاربری‌های زمین بایر، مرتع متوسط، مرتع ضعیف و پوشش گیاهی نسبت به قبل حالت کاهشی داشته‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده از میزان مساحت‌ها از جدول ۲، بیش‌ترین مساحت منطقه در سال ۲۰۰۰ با استفاده از روش پیکسل پایه مربوط به کاربری مرتع ضعیف است که ۸۹۲۳۷/۰۶ هکتار از سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. کاربری دیگر که بیش‌ترین مساحت را شامل می‌شود، کاربری دیمزار بوده که ۹۶۵۴۹/۴۷ هکتار می‌باشد. کمترین کاربری در سطح منطقه به پوشش گیاهی و پهنه آبی که به ترتیب ۲۴۷۴/۷۷ هکتار و ۵۰۳۵/۲۸ هکتار از سطح منطقه را شامل می‌شوند. با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته برای سال ۲۰۱۸ با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرا بیش‌ترین میزان مساحت را کاربری مرتع ضعیف داشته است که ۵۸۹۱۲/۱۲ هکتار می‌باشد که نسبت به دوره قبل ۴۰۲۷/۰۶ هکتار کاهش داشته که علت اصلی آن تبدیل کاربری مرتع ضعیف به زمین بایر و کوهستانی است. کاربری دیگر که بیش‌ترین مساحت از منطقه را شامل می‌شود، کاربری دیمزار می‌باشد که به نسبت سال ۲۰۰۰ نیز ۳۴۰۲۷/۰۶ هکتار کاهش داشته است. اما کمترین کاربری مربوط به پهنه آبی می‌باشد که ۴۸۲۲/۳۸ هکتار از منطقه را به خود اختصاص داده است که به نسبت دوره قبل نیز ۸۷/۱ هکتار افزایش یافته است.



جدول ۲- میزان مساحت و درصد کاربری‌های مختلف با روش شیء‌گرا

کاربری‌ها	سال ۲۰۰۰		سال ۲۰۱۸	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد
انسان ساخت	۳۴۱۴/۹۷۲۵۵۷	۰/۹۰	۹۱۰۵/۶۳۷۲۵۸	۲/۴۱
زمین بایر	۴۳۶۷۹/۶۳۸۲۲۲۷	۱۱/۵۰	۲۹۶۱۴/۸۴۹۶۶۸	۷/۸۶
کوهستانی	۷۳۰۷۲/۶۶۹۴۹۶	۱۹/۴۰	۷۷۳۳۳/۹۰۷۱۸۷	۲۰/۵۴
مرتع متوسط	۶۴۹۵/۹۷۹۶۵۶	۱۷/۲۴	۳۶۳۳۰/۰۳۷۳۳۸	۹/۶۵
مرتع ضعیف	۴۴۹۳۹/۴۰۸۲۳۷	۱۱/۹۳	۹۶۵۹۴/۲۰۰۱۵۲	۹/۷۲
مرتع متراکم	۳۳۹۸۲/۷۱۲۴۴	۹/۰۲	۵۷۱۲۲/۵۷۴۲۳۵	۱۵/۱۷
پوشش گیاهی	۷۱۴۶/۳۲۴۳۴۲	۳/۲۳	۱۹۵۲/۹۵۰۵۴۱	۰/۵۱
مناطق کشاورزی	۷۱۴۶/۵۲۸۸۱۴	۱/۸۹	۷۴۸۸/۴۷۰۷۲۹	۱/۹۸
دیمزار	۹۳۱۴۷/۷۸۸۲۴۷	۲۴/۷۳	۱۰۱۱۸۹/۹۶۶۵۵۳	۲۶/۸۷
پهنه آبی	۱۲۸/۸۸	۰/۰۳	۲۱۵۰/۶۳۳۰۶۸	۰/۵۷

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

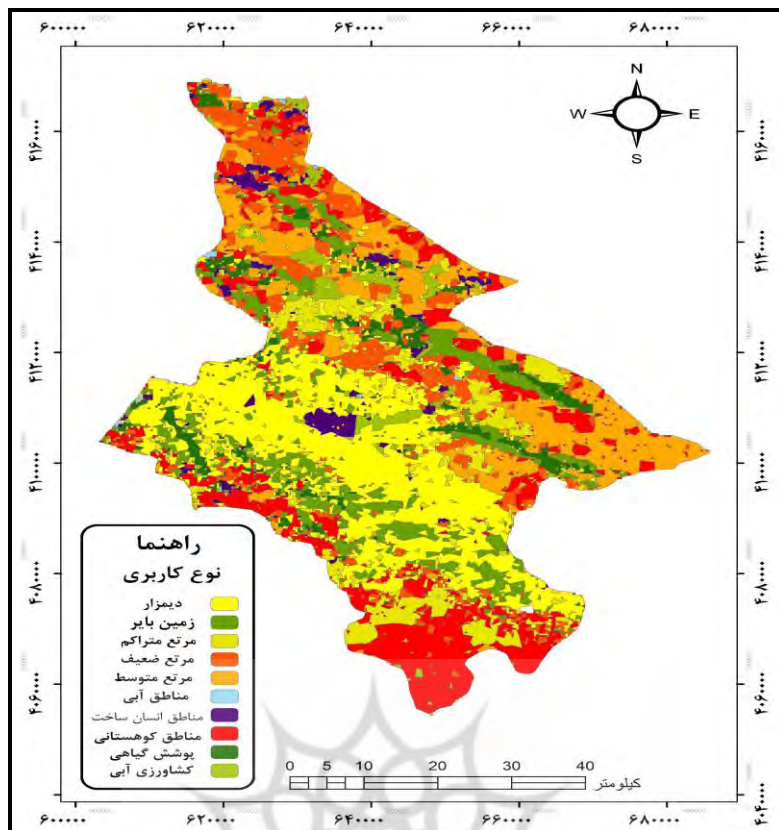
برای مقایسه عملی نتایج، تصاویر ماهواره‌ای شهرستان قوچان در قالب کلاس‌های مشخص شده در هر دو روش با داده‌های آموزشی یکسان مورد طبقه‌بندی قرار گرفت و برای مقایسه نتایج، مهم‌ترین روش‌های ارزیابی صحت شامل دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی استخراج شد (جدول ۳). بدین ترتیب نتایج نشان داد که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در مقایسه با روش پیکسل پایه در هر دو شاخص دقت کلی و ضریب کاپا حدود ۱۸ درصد دقت بالاتری دارد. مقدار افزایش دقت در روش شیء‌گرا ارتباط مستقیمی با پارامترهای قطعه‌بندی دارد (Fazizadeh et al., 2008 2 1).

جدول ۳- دقت کلی و ضریب کاپا طبقه‌بندی شیء‌گرا و پیکسل پایه

طبقه‌بندی شیء‌گرا	تصویر سال	شاخص کاپا	دقت کلی
طبقه‌بندی شیء‌گرا	۲۰۰۰	۰/۹۷	٪۹۴
طبقه‌بندی شیء‌گرا	۲۰۱۸	۰/۹۵	٪۹۱
طبقه‌بندی پیکسل پایه	۲۰۰۰	۰/۸۱	٪۷۹
طبقه‌بندی پیکسل پایه	۲۰۱۸	۰/۸۸	٪۸۳

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

در این تحقیق از مدل زنجیره CA مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات آینده بهره گرفته شد. پیش‌بینی تغییرات با استفاده از تحلیل CA مارکوف برای وضعیت کلاس تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۳۰ و تغییرات زمین در دوره ۱۲ ساله قبلی بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۳۰ متکی است. در این مدل احتمال تغییر از یک طبقه پوشش اراضی به طبقه دیگر در جدولی تحت عنوان احتمال انتقال محاسبه می‌شود. سپس با توجه به این ماتریس و فاصله زمانی مورد نظر نقشه پوشش اراضی برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی خواهد شد. در این مدل از نقشه پوشش اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ استفاده شد تا نقشه تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شود. پس از بررسی نتایج حاصل از صحت مکانی مدل‌سازی در سال ۲۰۱۸ از مدل CA مارکوف با ضریب کاپا معادل ۸۰ درصد برای پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ استفاده شد. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه‌ای است که در صورت ادامه روند موجود در منطقه، بیش‌ترین میزان مساحت را در سال ۲۰۳۰ مرتع ضعیف خواهد داشت که نسبت به سال ۲۰۱۸ نیز ۲۴۴۹۱/۰۷ هکتار افزایش می‌یابد که این افزایش مساحت ناشی از تبدیل مرتع متراکم به مرتع متوسط می‌باشد. کاربری دیگر که بیش‌ترین میزان افزایش را در سال ۲۰۳۰ خواهد داشت، پوشش گیاهی است که نسبت به سال ۲۰۱۸ با ۱۵۲۸۷/۶۱ هکتار افزایش مواجه خواهد شد. از سوی دیگر بیش‌ترین میزان کاهش مساحت را کاربری مرتع متراکم با ۲۶۶۱۵/۲۳ هکتار خواهد داشت (جدول ۴). نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۲۰۳۰ با استفاده از روش CA مارکوف در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ با روش CA مارکوف- (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

جدول ۴- مساحت و درصد طبقات کاربری اراضی حاصل از مدل CA مارکوف سال ۲۰۳۰

CA مارکوف سال ۲۰۳۰		کاربری
درصد	مساحت	
۲/۶۵	۹۶۰۹/۲۶۰۶۲۷	مناطق انسان ساخت
۱۰/۴۹	۳۹۵۸۱/۷۲۵۰۹	زمین بایر
۱۶/۲۷	۶۱۳۲۷/۹۸۴۳۸۷	مناطق کوهستان
۱۶/۱۳	۶۰۸۲۱/۴۴۴۲۴۷	مرتع متوسط
۱۰/۱۰	۴۱۸۳۷/۷۵۱۳۲۷	مرتع ضعیف
۸/۲۰	۳۰۹۰۷/۳۳۸۸۶۶	مرتع متراکم
۴/۵۲	۱۷۲۴۰/۵۶۷۱۲۵	پوشش گیاهی
۳/۴۰	۵۵۴۲/۳۲۸۱۱۶۱	پهنه آبی
۲۶/۰۱	۱۱۶۲۱/۹۶۳۸۹۵	دیمزار
۲/۰۸	۱۰۰۵۴۷/۱۸۵۶۶۴۶	مناطق کشاورزی

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸).

جدول ۵ ماتریس احتمالی انتقال کاربری‌های سال ۲۰۱۸ به سال ۲۰۳۰ را با توجه به روند تغییرات کاربری سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد. بر اساس این احتمال انتقال کاربری زمین بایر به کشاورزی و کاربری مرتع متوسط به مرتع خوب به ترتیب با ۰/۰۱۷۸ و ۰/۰۱۵۰ درصد بالاترین ارزش را دارا می‌باشند. از سوی دیگر کاربری‌های زیادی نیز وجود دارند که با صفر درصد احتمال انتقال، کمترین ارزش را دارا می‌باشند.

جدول ۵- ماتریس احتمالی تبدیل کاربری‌ها در فاصله زمانی ۲۰۱۸-۲۰۳۰ به روش CA مارکوف

کاربری‌ها	مناطق انسان ساخت	زمین بایر	مناطق کوهستانی	مرتع متوسط	مرتع ضعیف	مرتع خوب	پوشش گیاهی	پهنه آبی	دیمزار	مناطق کشاورزی
انسان ساخت	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵	۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۸
زمین بایر	۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۳۳	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۳	۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۲
کوهستان	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۴۸	۰/۰۲۶۵	۰/۰۲۲۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۱۷	۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴
مرتع متوسط	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۰۱	۰/۰۱۰۹	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۵	۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
مرتع ضعیف	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۴۲	۰/۰۱۱۷	۰/۰۰۷۲	۰/۰۱۴۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵
مرتع خوب	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۲۷	۰/۰۱۵۰	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۶	۰	۰/۰۰۲۲	۰
پوشش گیاهی	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۶
پهنه آبی	۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۳
دیمزار	۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲۴
کشاورزی	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۲۷

منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸.

## نتیجه‌گیری:

در این پژوهش مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا با استفاده از تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ ماهواره لندست در شهرستان قوچان صورت گرفت. جهت شناسایی منطقه و تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره LANDSAT سنجنده‌های ETM و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ (ماه آگوست) استفاده شد. جهت پردازش تصاویر و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ENVI ۵.۳ و به منظور اخذ خروجی از پردازش انجام‌شده بر روی تصاویر از نرم‌افزار ArcMap ۱۰.۳ استفاده گردید. از نرم‌افزار eCognition Developer برای طبقه‌بندی شیء‌گرا و از نرم‌افزار Edrisi selva برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات نیز استفاده شده است. در نهایت برای انجام طبقه‌بندی پیکسل پایه از روش Maximum likelihood استفاده شد. برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی از ضریب کاپا جهت بررسی صحت طبقه‌بندی نقشه‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد به طور کلی در همه نقشه‌های تهیه شده برای محدوده مورد مطالعه در سال‌های مختلف، در روش شیء‌گرا ضریب کاپا ۰/۹۷ و صحت کلی ۹۴ از بالاترین دقت برخوردار است؛ که بیانگر دقت بالای روش شیء‌گرا در مقایسه با روش پیکسل پایه که ضریب کاپا ۰/۸۸ و صحت کلی ۸۳ است. به منظور پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ از مدل CA مارکوف استفاده شد. در ابتدا نیز از نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ استفاده شد. سپس صحت‌سنجی خروجی از مدل با استفاده از نقشه به دست آمده سال ۲۰۳۰ مورد آزمون قرار گرفت. نتیجه به دست آمده بیانگر دقت ۸۰ درصدی نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی است. نتایج مقایسه نقشه کاربری اراضی برای مقطع زمانی ۲۰۳۰ نشان‌دهنده تغییر در سطح همه کاربری‌ها بوده است. در صورت ادامه روند موجود در منطقه بیش‌ترین میزان تغییرات بر اساس مدل CA مارکوف را کاربری مرتع ضعیف داشته است که با ۲۴۴۹۱/۰۷ هکتار افزایش چشمگیری نسبت به سال ۲۰۰۰ داشته است. دومین کاربری که بیش‌ترین میزان تغییرات را در منطقه دارد، کاربری پوشش گیاهی می‌باشد که ۱۵۲۸۷/۶۱ هکتار نسبت به دوره قبل افزایش یافته است. بیش‌ترین میزان کاهش مساحت در منطقه در سال ۲۰۳۰ را کاربری مرتع متراکم داشته که با ۲۶۶۱۵/۲۳ هکتار کاهش همراه بوده است. این افت نزولی به علت تبدیل مرتع متراکم به مرتع متوسط می‌باشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج (Raymall et al. 2018) و (Trevor et al 2018) (Ramadan and Ja'fari, 1393) و (Karimi et al 1394) (Peterson et al 2009) (Hua Yu et al: 2010) مطابقت دارد. بهره‌گیری از مدل مارکوف و CA مارکوف در پیش‌بینی تغییرات و تهیه نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری‌های مختلف از جنبه‌های مهم نوآوری این مطالعه محسوب می‌شود. با در اختیار داشتن نقشه موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) تمام پیکسل‌های هر یک از کاربری‌ها می‌توان از این مسئله در برنامه‌ریزی‌های آتی کمک گرفت. نقشه‌های شبیه‌سازی شده در این بررسی می‌تواند راهنمای مناسبی برای مدیران و برنامه‌ریزان در بخش منابع طبیعی باشد. علاوه بر آن نقشه‌های کاربری شبیه‌سازی شده می‌توانند به عنوان سامانه هشداردهنده پیامدها و تأثیر آینده تغییر کاربری به کار گرفته شوند.

**References:**

1. Aburas M. M, Hoa Y. M, Ramlib M. F, Ash'aari Z. H. (1396), *Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, NO. 5: 65-78.
2. Alavi Panah, Seyyed Kazem (1384): *The Application of Remote Sensing in the Earth*, University of Tehran Publications.
3. Alavi Panah, Seyyed Kazem, Ehsani, Amiroushang and Parviz Omidi (1383): "Discussion of Desertification and Playa Damghan Program Using Different Time and Multispectral Satellite Services", *Journal of Desert*, No. 9, No. 1, Pages 143 – 150.
4. Alavipanah, S.K., 2003, *Application Remote Sensing in Geology* ) *Earth Sciences* ( Tehran University Press, 478 pages.
5. Arkhi, Saleh (1394): "Detecting Land Use Changes by Object-Oriented Processing of Satellite Images Using EDRISI SELVA Software Case Study: Abadan Area", *Sepehr Geographic Information System Research Quarterly*, No. 24, pp. 62-51.
6. Aslami, Farnoush, Ghorbani, Ardavan, Sobhani, Behrouz and Mohsen Panahandeh (1394): "Comparison of Neural Network, Vector Machine and Object Oriented Methods in Land Use Extraction and Landscape Vegetation Extraction", *Journal of Remote Sensing and Geographic Information System In Natural Resources Science*, No. 3, pp. 1-14.
7. Baatz, M., & Schpe, A, 2000, *Multiresolution segmentation—an optimization approach for high quality multi-scale image segmenta-tion*. In Strobl J., Blaschke T., & Greisebener G. (Eds.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beitrage zum AGIT-Symposium Salzburg*, vol. 200. Karlsruhe7 Herbert Wichmann Verlag. pp. 12 –23.
8. Bell, EJ, 1974, *Markov analysis of land use change - an application of stochastic processes to remotely sensed data*, *Socio-Economic Planning Sciences*, 8, 6, 311-316. 13. Brown, DG, Pijanowski, BC, Duh, J, 2000, *Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA*. *Journal of Environmental Management*, 59, 4, 247-263.
9. Blaschke.T, 2009 *Object based image analysis for remote sensing* ,ISPRS, *JOURNALhome page:www.elsevier.com/locate/ISPRS JPRS.PP.10-21*.
10. Blaschke.T, Lang.S,2006, *bridng remote sensing and GIS-what are the main supportive pillrs?*, *International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA1385)*, university of Salzburg, Austria,pp.20
11. Boniad, A.E. and Hajighaderi, T., 2008, *Mapping of Natural Forest Stands of Zanjan Province Using Landsat 7ETM+ sensor data*, *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 42)11(: 627-638.
12. Borana S.L., Yadav S.K. (1396). *Prediction of Land Cover Changes of Jodhpur City Using Cellular Automata Markov Modelling Techniques*. *International Journal of Engineering Science*, 17(11), 402-406.
13. Chaudhuri, B., & Sarkar, N. 1995. *Texture segmentation using fractal dimension*. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*,pp. 17, 72– 77.
14. Fazizadeh, B., Azizi, H., Valizadeh, KH., 2007, *Land use Mining of Malekan City using Landsat7 ETM+ Satellite Imagery*, Spatial Puissant, A., Rougier, S., Stumpf, A., 2014, *Object-oriented Mapping of Urban Trees Using Random Forest Classifiers*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26, PP. 235–245.
15. Feizaizadeh.B, rasouli. A,2007, *comparison of pixele-based and object-oriented methods in providing land use maps case study: eastern plain of uru mia lake*,M.SCTHESIS, *Remote sensing and GIS centruns of university of tabriz*.TABRIZ, IRAN.pp68.
16. Feizizadeh, Bakhtiar (1386): "Teaching Basic and Object Oriented Pixels to Land Users", *Thesis of Senior Scientific Paper, Faculty of Literature and Science, University of Tabriz*.
17. Feizizadeh.B, Jafari.F and Nazmfar,H, 2008, *Application remote sensing data in land use change detection of city area*, *journal of Honarhay Zipa*, No 39, summer 2008, pp 17-24

18. Feyzizadeh, Bakhtiar and Mahmood Haji Mir-Rahimi (1387): "Detecting Land Use Changes Using Object-Oriented Classification Methods Case Study: Andisheh Town", *Proceedings of the Tehran Geomatics Conference*
19. Ghaffari, Sedigheh, Moradi, Hamid Reza and Reza Modarres (1397): "Using this law it is possible to study baseline and object-oriented pixels in land use stores: Isfahan Plain - Leader - Najaf Haybad and Chadegan", *Natural Resources*, Volume 9, Number 1, pp. 40-57.
20. Ghiaieian Firouzabadi, Parviz, Shakiba, Alireza, Mekkan, Ali Akbar and Ali Sadeghi (1388): "Modeling of Geographic Information System, Remote Sensing as a Tool for Implementing a Marriages (CA) Workshop" *Shahrekord* », *Journal of Environmental Science*, Volume 7, Number 1, pp. 148-133.
21. Gross, JE, Goetz, SJ, Cihlar, J., 2009, *Application of remote sensing to parks and protected area monitoring: Introduction to the special issue, Remote Sensing of Environment*, 113, 7, 1343-1345.
22. Hofmann, T., Puzicha, J., & Buhmann, J. 1998. *Unsupervised texture segmentation in a deterministic annealing framework. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, NO20, pp.803818
23. Huan, Yu., H. Zhengwei and P. Xin. 2010. *Wetlands shrink simulation using Cellular Automata: a case study in Sanjiang Plains, China. Procedia Environmental Sciences*, 2:225-233.
24. Jafari, Zahra, Nick Nohad Gharabakhar, Hamid, Ghasemi, Maryam and Esa Jafari (1396): "Optimal Properties of Brazilian Land Use Physical and Chemical Soil Properties as well as Erosion in Rosaday Rangelands", *Morteza and Iranian Desert*, Vol. 24, No. 1, pp. 88-80.
25. Jahani, A., Fegghi, J., Zobeiri, M. (1391). *Spatial Forest Simulation to Obtain Forest Statistics (Case Study: Gorazbon District of Kheyroud Forest). Journal of Forest And Wood Products (Jfwp) (Iranian Journal of Natural Resources)*, 65(2): 147-155.
26. Jensen, J. (1384). *Introductory digital image processing :a reamot sensing perss pective (3rded).upper saddle river:NJ: Prenice Hall* 526.
27. Karimi, Kamran and Bayram Choghi (1394): "Monitoring and Providing Proposed Services for Spatial Change of Land / Company Function Using Markov 18-Chain Models Study Study: Bastak Plain - South Khorasan", *Symbol of Remote Establishment and Geographic Samanda In Natural Resources*, Volume 6, Number 2, pp. 88-75.
28. Khoshgoftar, M.M., M. Tallei and P. Malek pour. 2010. *Spatial-temporal modeling of urban scattering, by automated cell based approach and Marcov chain. National Geomatic conference. 9 ( In Persian)*.
29. Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. & Scholten, H.J. (1387). *Modelling Land-use Change, Progress and Applications. Netherlands, Springer*, 410 p.
30. Liu, X., et al., (1396). "Classifying urban land use by integrating remote sensing and social media data", *International Journal of Geographical Information Science* 31(8), Pp 1675-1696.
31. Nafiseh, Ramazani, and Reza Jafari (1393): "Land Use Detection and Land Possibility in Horizon 1404 Using the Studied Sparkain Markov Chain Model", *Modares Scientific Quarterly*, No. 13, pp. 137-130.
32. Omidipour, Reza, Moradi, Hamid Reza and Saleh Arkhi (1392): "Teaching Using Basic and Object Oriented Pixel Books in Land Use Stores Using Satellite Data", *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS* , No. 3, pp. 110-99.
33. Parker, D.C., S.M. Manson, M.A. Janssen. M.J. Hoffmann and P. Deadman. 2002. *Malti agent systems for the simulation of land use and land cover change: a Review*. 43.
34. Peterson, L.k., K.M. Bergen, D.G. Brown, L. Vashcchuk and Y. Blam. 2009. *Forested land cover patterns and trends over changing forest management eras in the Siberian Baikal region. Forest Ecology and Management*, 257:911-922
35. Rasouli, A.A., 2008, *Principles of remote sensing image processing applications, with emphasis on satellite*, Tabriz University Press, 777 pages.

36. Riahi, Mohammad Reza, Soleimani, Karim, Mousavi, Sayyed Ramadan and Masoumeh Bonyadsham (1396): "Land Use Consultation on River Flow Using HEC-HMS Model": Iran, Volume 11, pp. 33-43.
37. Rimal, B.; Zhang, L.; Keshtkar, H.; Haack, B.N.; Rijal, S.; Zhang, P (1397). Land Use/Land Cover Dynamics and Modeling of Urban Land Expansion by the Integration of Cellular Automata and Markov Chain. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 7(4), 154.
38. Saghafi, Mehdi and Abolfazl Rahmati (1396): "Estimation of Wind Erosion Zones Estimation Using IRIFR Model and Land Use and Land Cover Modeling from Satellite Images Case Study: Maghan Village, South Khorasan", Geographic Space, No. 59, Pp. 165-185.
39. Sang, L.; C, Zhang, J, Yang, D, Zhu, and W, Yun (1390). Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA-Markov model. Mathematical and Computer Modelling, Volume 54, Issue 3-4, 938-943.
40. Shahani Havizeh, Samie Maedeh, and Haidar Zarei (1395): "Master of Land Use Licensed Twice Study Study": Abou Abbas Watershed Management, Watershed Management Research, Volume 7, Number 14, pp. 244-223.
41. Talebi Kheyavi, Hossein, Zabihi, Mohsen and Raouf Mostafizadeh (1396): "The Impact of Land Use Scenario on Brotherhood of Soil Erosion Using USLE and GIS Model in Yamchi Dam Ardabil Watershed", Water and Soil Journal, No. 80, pp. 221-234.
42. Traore, Arafan; Mawenda, John; Komba, Atupelye W (1397). Land-Cover Change Analysis and Simulation in Conakry (Guinea), Using Hybrid Cellular-Automata and Markov Model. Urban Sci. Volume 2, Issue 2.
43. Trapathidk and kumaram.2012.Remote sensing based analysis of land use land cover dynamics in takula block,almora district(ut tarkand) journal,f human Ecology,38(3):2007-2012.
44. Yan, GAO, 2003, Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research, <http://www.ITC.com> (accessed in July 2008). pp. 3-99
45. Yar Rafieian, Omid, Darvish Safi, Ali Asghar, Babaei Kafaki, Sasan and Asadollah Motaji (1389): "Printable Selling of Basic Pixels and Aerial Images Glass for Correction Using Study: Chamestan Noor Forestry", No. 1, p. 35-47.
46. YU,w,Zhou,w, Qian,Y,YAN,J,(1395).A new approach for land cover classification and change and analysis: integration backdating and an object-based method. Remote sensing of environment,177,37-47.



Research Paper

**Estimation of land use change for 2030 using CA Markov method  
(Case Study: Quchan City)**

**Sayyad Asghari Sarasekanrood<sup>1</sup>:** Associate Professor, Department of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**Ehsan Ghale:** PhD student of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**Ali Asghar Ardeshirpay:** Masters Student, Remote Sensing, GIS, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**Mostafa Omidifar:** Masters Student, Remote Sensing, GIS, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Received: 2019/7/8 pp: 191-194 Accepted: 2020/1/20

**Abstract**

The purpose of this research is to evaluate the land use of Ghouchan city by using object-oriented and pixel-based classification as well as predicting these changes using the CA Markov model until 2030. In this research, Landsat satellite images of ETM and OLI sensors for the years 2000 and 2018 (August) were used. After the images were taken, radiometric corrections were applied to the images, and then using the ground-object and object-oriented pixel methods, a land use map was extracted. In order to evaluate the classification accuracy, general accuracy and Kappa coefficients were used. The results obtained in the object-oriented classification in both of the general accuracy and kappa coefficients were 94% and 97%, respectively, which is more accurate than the pixel-based method. Most of the area in the region, using Object Oriented Classification in 2000, is related to land use and mountainous land use, and to base land use and land use, respectively. According to the Classification for 2018 using Object Oriented Classification, most of the area had the weakest land use and dry land use. Using the CA Markov modeling and considering the two land use maps, the probability matrix was calculated, and the CA mapping prediction map for the next 12 years, 2030, was obtained, and the area and percentage of each Uses were calculated separately. The results showed that the greatest increase in the variation among the users would be for poor pasture users in 2030, which is also increased by 20192 7449 hectares. The largest reduction in area will be for dense pasture users with a total area of 236666 hectares. Man-made human consumption will grow at 62.530 hectares during this 12-year period. By predicting user variations, the extent to which resources can be expanded or degraded can be guided, and this can be done by directing these changes to appropriate paths.

**Key words:** Quchan city, Basic pixel classification, Land use, CA Markov, Object-oriented classification.

**Extended Abstract**

**Introduction:**

Urban sprawl due to widespread changes in land use and land cover has had a negative impact on global environmental quality. Land use changes, urban and agricultural development, and deforestation have led to a change in local and regional temperature regimes. The surface temperature of the earth as an indication of the intensity of heat is of a particular nature in understanding the climate. Awareness of the surface temperature is important in helping to address a wide range of issues related to earth sciences, such as the urban climate, global environmental

<sup>1</sup> - Corresponding Author's Email: Sayyad.sasghari21@gmail.com, Tel: +989014020251

changes, and the study of human and environmental interactions. What is considered as a major disadvantage in land surface temperature monitoring is the lack of sufficient meteorological stations to know the temperature values at stations without stations. Due to the information constraints that are encountered in data systems especially in large volumes with many problems and obstacles and real-time grasping is difficult or impossible, the need for using remote sensing technology with time conditions, coupled with the connectivity and exploitation feature in Extensive range can be very effective. Nowadays, remote sensing technique is a variable method for estimating surface temperature in any topographic conditions and weather conditions in the region and is used to estimate the surface temperature of the thermal bands. Earth surface temperature is one of the most important components in global studies, which is used in important factors in controlling biological, chemical and physical processes of the earth. Earth's temperature is related to the temperature of the earth's surface and the temperature of the Earth's atmosphere. Since the area studied is the city of Meshkinshahr and its marginal lands, it can be said that the city is located in the northwest of the country and is one of the major centers of the population. So, given the growing trend of the city of Ardabil, considering that the city has long been a tourist destination and climber for the weather especially in the summer, then its climate is essential. To be discussed.

#### **Method and Materials:**

The city of Meshkinshahr was selected as the provincial capital of Ardabil province in February of 1993 with the separation of Ardabil province and has a growing trend with its superior facilities including economic, cultural, scientific and artistic attractions in comparison with other cities of the province. The data used in this study includes Landsat 8 satellite imagery from the Sensor (OLI) from the American Geological Survey. To extract the land use map using visible and infrared bands and extracting surface temperature using thermal bands in the years 1987-2015 and the months of June, July, August. In order to prepare images, geometric and radiometric corrections were performed on images using ENVI 5.3 software, and then land use classification using object-oriented method and using the nearest neighboring algorithm by eCognition software. Then, in order to extract the spatial data of the urban thermal islands, the data space pattern was used to determine the quantity as well as the spatial structure test of the observed parameters from the global Moran statistic. Moran spatial dependence explores spatial dependence based on the distribution of two values and analyzes the desired attribute of the geographical component in that location. To calculate the Moran Index or Index, the standard score is calculated first, Z and P-Value. In the next step, the significance of the index was evaluated and analyzed using ArcGIS 10.5 software. ArcGis10.5 software was used to extract the relevant maps.

#### **Result and Discussion:**

In this research, in order to control the surface temperature and land use with surface temperature and spatial correlation of the city of Meshkinshahr, using OLI imaging images, we used this method. Firstly, in order to study the land use change, land use map of the city was prepared for the years 1987-2015, and after obtaining land use maps each year, land use map of the area was extracted. The highest temperature is recorded for use in urban areas in 1987, and the lowest temperature is recorded for aquatic areas. The results obtained from the images show that the city of Ardabil was experiencing Thermal Island phenomena in 1987, with human-made structures that are mostly heat absorbent having the largest share in this phenomenon. Also, fuel from machinery and factories is also effective in this phenomenon. Considering the land use map and the land surface temperature map for 2015, the above analysis also shows that the highest temperature in this year belongs to urban use, along with rangelands, respectively, with an average of 45 ° C and 42 ° C, respectively, and the lowest recorded temperature In both years, it is also related to water use, which is an average of 33 ° C. In order to evaluate the spatial correlation values, surface temperature data of Ardabil city with a spatial scale of 30 meters was used. The value of the Morgan Index for the two study periods was above 0.99 and the highest Moran World Index with a value of 996725/0 for 2015. The z statistic for the two study periods is 1161. If the surface temperature for the studied courses were to be distributed normally in Ardabil, Moran World Index would be 0.000001-0. The surface



temperature of Ardabil city in all studied years has a positive spatial self-correlation. The combined evaluation of the obtained values with a significant threshold showed that all values obtained for the studied years were significant ( $0.01\alpha$ ). So, we conclude that the surface temperature data of the city of Ardabil has a spatial structure or, in other words, the surface temperature of the city of Ardabil is distributed in cluster form, that is, high and low temperature cells tend to be concentrated or clustered in space.

#### **Conclusion:**

The results from the 1987-2015 time series show that 2015 with an average total accuracy of 94% and a Kappa coefficient of 0.91 and in 2018, the overall accuracy is 90% and the Kappa coefficient is 0.88, and according to the accuracy In general, maps that have accepted overall accuracy coefficients of more than 85% are acceptable, the results from the classification of uses for both individual uses and for the overall accuracy and statistics of the kappa have an acceptable accuracy in relation to the generated data. Then, the area and percentage of applications were investigated individually and the average area in each two years was allocated to the agricultural area and the lowest area to the water areas. The largest changes were in human-made areas and agricultural areas, indicating that agricultural areas were destroyed in urban areas, but overall, due to the low level of this period, there were no significant changes for 4 years. Due to the results obtained from the surface temperature, the earth is affected by surface factors and its characteristics. With these interpretations, the surface temperature obtained results in the conclusion that the highest temperatures in the years 2015 and 2018 are related to human areas on average, due to the thermal attractiveness of this user and indicates the concentration of heat in these areas is urban. The use of Hot Spot Analysis was conducted with the aim of studying the formation and clustering of urban thermal islands in Ardebil. The results of the global moron spatial correlation obtained from the rejection of the hypothesis of the lack of spatial relationship between the surface temperatures of Meshkinshahr city indicate that Ardabil surface temperature data are spatially or clustered.



پښتونستان د علومو او مطالعاتو د کونفرانس  
پرتال جامع علوم انسانی