علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۵ ، تابستان۱۳۹۶

تحلیل وابستگی تغییرات کاربری اراضی شهرستان مشهد با پارامترهای توپوگرافی در محیط GIS

مهدی غلامعلی فرد [۱]

ایمان فاتحی [۲]

حامد بیدل [۳*]

hamedbidel@gmail.com

بهاره غفوری [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۵ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۰۸/۰۳**

چکیده

زمینه و هدف: پایش تغییرات سطح زمین در طی زمان برای درک کنش‌های متقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی به منظور تصمیم-گیری بهینه درباره مدیریت سرزمین از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه، تغییرات کاربری سرزمین شهرستان مشهد و وابستگی این تغییرات به شرایط توپوگرافی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ ماهواره لندست بررسی گردیده است.

روش بررسی: بدین منظور ابتدا کاربری سرزمین با روش تفسیر بصری به شش کلاس اراضی بایر، دیم، جنگل، کشت آبی، مرتع و شهر طبقه بندی شد. در نهایت ارتباط میان تغییرات کاربری سرزمین با مؤلفه‌های توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت) مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در طی دوره مطالعه مساحت کاربری‌های شهر، جنگل و اراضی بایر افزایش یافته و سطح کاربری‌های دیم‌زار، کشت آبی و مراتع کاهش یافته‌است. بیشترین تغییر کاربری از کشاورزی آبی به اراضی دیم زار، به میزان ۳۷۷۰۲/۷۵ هکتار بوده است. شهر مشهد نیز در طی این دوره زمانی ۲۷ ساله ۱۶۷۵۴ هکتار گسترش یافته که بیشترین رشد آن در پهنه هایی با ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ متر، شیب ۸ تا ۱۲ درصد و جهت‌های شمالی و شرقی رخ داده است.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش می‌تواند ابزار مناسبی جهت پیش‌بینی و مدیریت مناطق مستعد تغییر کاربری فراهم آورده و چشم‌انداز مناسبی برای برنامه‌ریزان و تصمیم گیران جهت برنامه ریزی و مدیریت کاربری سرزمین و طرح‌های توسعه آتی ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری سرزمین, کاربری سرزمین, مؤلفه های توپوگرافی, سامانه اطلاعات جغرافیایی, مشهد.

۱- استادیار، گروه محیط زیست (گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲-کارشناس ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳*-(مسوول مکاتبات): کارشناس ارشد، گروه ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴-کارشناس ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.5, Summer 2017

Study of the Relationship between Landuse Change and Topographic Parameters in Mashhad in GIS Environment

Mehdi Gholamalifard [1]
Iman Fatehi [2]
Hamed Bidel [3*]
hamedbidel@gmail.com
Bahareh Ghafouri [4]

Abstract

Background and Objective: Detection of land change during time series is very important for making optimal decisions about land management through understanding the interactions between human and natural phenomena. In this study, changes in landuse in Mashhad and their relation with topographic conditions were investigated using the Landsat images of 1987, 2001 and 2014.
Method: Landuse map was created using visual interpretation method with six classes including bare lands, dry lands, forest, irrigated farming lands, range lands and urban lands. Finally, the relation of landuse changes with topographic components (elevation, slope, and aspect) was studied.
Findings: Results showed that area of urban, forest and bare landuses is increased and area of dry, irrigated farming and range landuses is decreased during the study period. Greatest landuse change was from irrigated farming to dry farming lands, which was about 37702.75 ha. Mashhad urban area has been expanded about 16754 ha in the studied 27-year period, most which happened in locations with 800-1600 m of elevation, 8-12% slope and located in northern and eastern aspects.
Conclusion: The obtained results can be used as a useful mean for managing the regions disposed to landuse change and provide the planners with suitable view to manage the landuse and future development plans.

Keywords: Landuse change, Land use, Topographic parameters, Geographic Information System, Mashhad.

1- Assistant Professor, Department of Environment (Environmental Assessment and Landuse Planning), Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran.
2- MSc Department of Fisheries and Environmental Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3- MSc Department of Environmental Science, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. * *(Corresponding Author)*
4- MSc Department of Fisheries and Environmental Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

مقدمه

کاربری سرزمین همواره یکی از مهم‌ترین عواملی بوده که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است (۱). امروزه افزایش جمعیت باعث شده شهرها با رشدی شتابان در حال گسترش و توسعه باشند. میزان توسعه شهری موجب تغییرات وسیعی در الگوی کاربری سرزمین در سایر کاربری ها به خصوص در نواحی پیرامون شهرها شده است (۲).

شرایط توپوگرافی اهمیت زیادی در توزیع انواع مختلف پوشش سرزمین و فرآیند تغییر پوشش سرزمین دارد (۳).

مطالعات مختلفی در رابطه با شرایط توپوگرافی و کاربری سرزمین صورت گرفته است. به عنوان مثال سوینی (۴) به بررسی الگوهای تغییرات کاربری سرزمین و وضعیت معیشت در شیب‌های کوه کلیمانجارو در تانزانیا با استفاده از عکس‌های هوایی و آنالیز تکه تکه شدن پرداخت. یکی از نتایج به دست آمده حاکی از گسترش کشاورزی در شیب‌های ملایم منطقه بود. فو و همکاران (۵) به بررسی تغییرات زمانی کاربری سرزمین و ارتباط آن با درجات شیب و نوع خاک در آبخیزی در چین پرداختند و از آنالیز تناظر استاندارد و GIS استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که کشتزارها در شیب‌های ملایم و علفزارها و درختستآن‌ها در شیب‌های تندتر مشاهده می‌شوند. وو و همکاران (۳) به بررسی تغییرات پوشش سرزمین در شرایط مختلف توپوگرافی در پکن[1] چین پرداختند، آن‌ها مطالعه را در سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۱ انجام داده و از تصاویر ماهواره‌ی لندست و GIS استفاده نمودند و نتیجه گرفتند ارتفاع تأثیر زیادی در توزیع نوع پوشش سرزمین دارد، به طوری که نواحی با ارتفاع زیر ۱۰۰ متر بیشتر شامل کشتزارها و مناطق انسان‌ساخت و نواحی با ارتفاع بیش از ۱۰۰ متر بیشتر شامل بوته‌زارها و جنگل‌ها می‌شود. کاول (۶) به بررسی ارتباط بین متغیرهای فیزیکی محیط‌زیست و توزیع مکانی پوشش گیاهی در تالاب دره رودخانه بیبرزا[2] با استفاده از تصاویر ماهواره ASTER پرداخت. وی در این راستا از آنالیزهای آماری مختلفی استفاده کرد و به این نتیجه رسید که تغییر نوع پوشش گیاهی در ارتفاعات مختلف از نظر آماری معنی دار بوده اما این موضوع در رابطه با شیب و جهت صدق نمی‌کند. ریز (۷) تغییرات پوشش و کاربری سرزمین را با استفاده از سنجش از دور و GIS در ترکیه تحلیل کرد. وی از طبقه‌بندی نظارت شده برای تصاویر ماهواره لندست استفاده نمود. از جمله نتایج به دست آمده آن بود که کاربری کشاورزی بیشتر در ارتفاع ۵۰۰-۰ متر، پوشش جنگل در ارتفاع ۱۲۵۰-۰ و مناطق شهری در ارتفاع ۲۵۰-۰ وجود دارند. از طرفی بیشتر مناطق شهری در شیب ۵۰٪-۰ و جنگل‌ها در شیب ۶۰٪-۲۰ وجود داشتند. ژائو و همکاران (۸) تأثیر توپوگرافی را بر وضعیت و تغییرات الگوهای پوشش سرزمین در چانگ‌کینگ[3] چین بررسی کردند. در این راستا از داده‌های سنجش از دور سال‌های ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱ استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که پوشش جنگلی در ارتفاعات بالاتر و شیب‌های تندتر و مناطق شهری در ارتفاعات و شیب‌های پایین‌تر وجود دارند.

مطالعه سایر جنبه ها و کاربری های سرزمین موجب دستیابی به دیدگاهی همه جانبه برای مدیریت مناسب‌تر سرزمین های خشکی و آبی می‌شود کاربری هایی هم‌چون تالاب در مطالعه غلامعلی فرد و همکاران (۹) و جنبه هایی نظیر تنوع زیستی در مطالعه اسکولز و همکاران (۱۰) نمونه ای از این دست هستند. تغییرات کاربری و پوشش سرزمین فرآیندها و عملکردهای اکولوژیکی را در سیمای سرزمین تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱). درک وضعیت تغییرات مکانی و زمانی کاربری سرزمین برای بهبود محیط شهری و اجرای اقدامات حفاظتی جهت جلوگیری از اثرات منفی رشد انسانی ضروری است (۸). کما این‌که با مدل‌سازی و پیش بینی این تغییرات بخشی از نگرانی ها مرتفع می شود (۱۲،۱۳). آمار نشان می‌دهند تعداد مهاجران وارد شده طی ۱۰ سال تا سال ۱۳۸۵ به شهرستان مشهد، ۴۸۵۸۳۶ نفر بوده که این میزان مهاجرت بیش از ۵۰٪ مهاجرت‌های صورت گرفته در این زمان در کل ۱۹ شهرستان استان خراسان رضوی بوده است (۱۴).

این آمار نشان می‌دهد شهرستان مشهد به عنوان مرکز استان خراسان رضوی با افزایش بار و فشار جمعیت انسانی رو به روست که این جمعیت رو به افزایش، سیمای سرزمین این شهرستان را با توجه به نیازهای خود تغییر خواهد داد. بنابراین در این تحقیق سعی شد تغییرات کاربری سرزمین در شهرستان

۱-Beijing

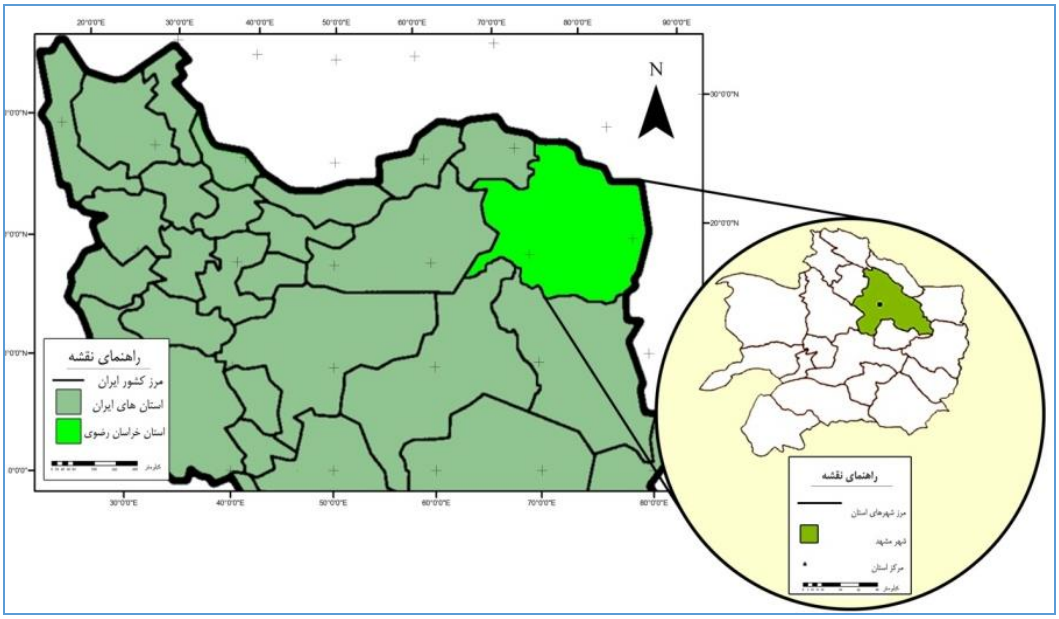
۲-Biebrza

۳-Chongqing

مشهد به ویژه در ارتباط با توپوگرافی که عاملی مهم در تعیین الگوی سیمای سرزمین و گسترش و پراکندگی کاربری سرزمین است (۱۵) به عنوان اساس برنامه‌های مدیریتی مورد مطالعه قرار بگیرد تا در گام‌های بعدی با آگاهی از چگونگی روند تغییرات کاربری سرزمین با توجه به مؤلفه‌های توپوگرافی در طول زمان بتوان برای تغییرات پایدار کاربری آتی سرزمین برنامه‌ریزی نمود. چرا که درک جامع این تغییرات توانایی ما را برای پیش‌بینی سیمای آتی سرزمین افزایش داده و به اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی مناسب کمک می‌کند (۱۶).

معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این بررسی شهرستان مشهد، در محدوده جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی است. بیشینه و کمینه ارتفاع در این شهر به ترتیب ۲۲۱ و ۳۲۲۵ متر از سطح دریا است. شهرستان مشهد در استان خراسان رضوی و بین دو رشته کوه هزارمسجد در شمال و بینالود در جنوب واقع شده است (۱۷) شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان مشهد را در استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 1- The geographical location of the city of Mashhad

مواد و روش ها

تهیه نقشه کاربری سرزمین

در این پژوهش از تصاویرماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷ (۳۱ شهریور ۱۳۶۶) سنجنده TM ماهواره لندست ۵ و ۲۰۰۱ (۲۵ اردیبهشت ۱۳۸۰) و ۲۰۱۴ (۱۰ اردیبهشت ۱۳۹۳) سنجنده +ETM ماهواره لندست ۷ با شماره فریم ۱۵۹/۳۵ استفاده شد. پیش‌پردازش تصاویر با استفاده از نرم افزار ERDAS و تحلیل هندسی[1] با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ صورت پذیرفت. از طرفی تحلیل و پردازش تصاویر با استفاده از نرم افزار ایدریسی نسخه ۱۵ (IDRISI v15 (Andes)) انجام یافت. به منظور تشخیص کاربری‌ها و تحلیل رقومی تصاویر ماهواره‌ای، براساس بازتاب‌های ثبت شده بر روی پیکسل‌های تصاویر ماهواره‌ای یا همان الگوی پاسخ طیفی[2] به روش طبقه‌بندی نظارت شده[3]، نمونه‌های تعلیمی[4] به نرم‌افزار معرفی و طبقه‌بندی صورت گرفت. اولین گام درطبقه‌بندی نظارت شده شناساندن نمونه‌هایی از طبقات اطلاعات موردنظر در تصویر است که نمونه‌های تعلیمی نامیده می‌شوند (۱۸). بدین منظور با تفسیر بصری تصاویر ایجاد شده با رنگ‌بندی

1-Geometric Correction

2-Spectral Response Pattern
3-Supervised classification
4-Training sites/areas

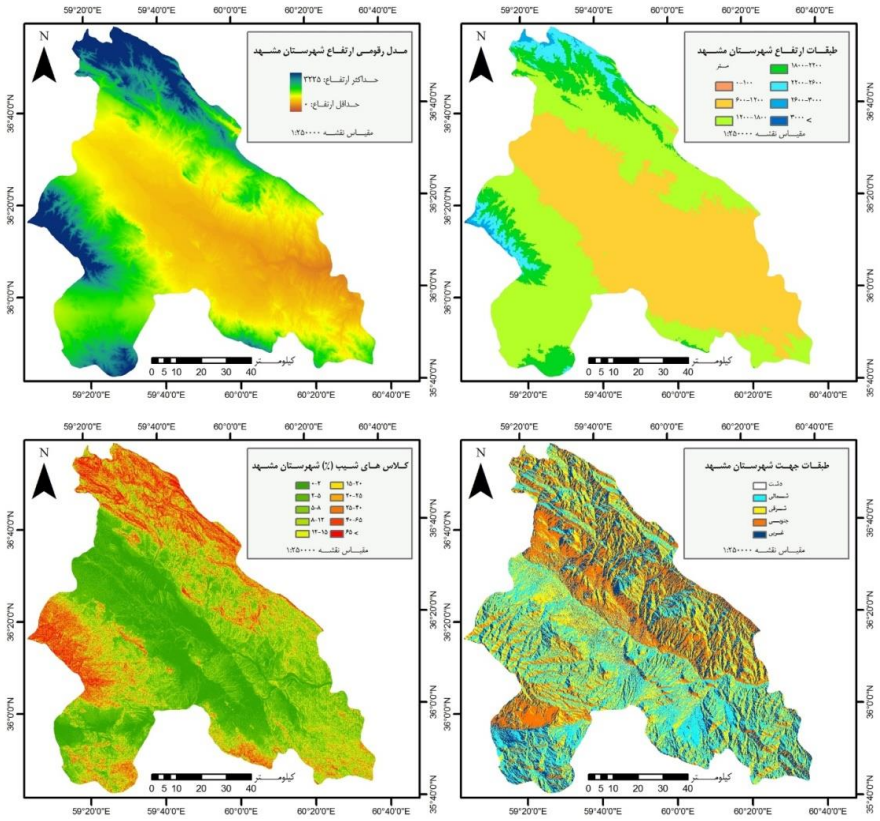
کاذب و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور، نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس تعریف گردید. پوشش/کاربری‌های منطقه مورد مطالعه در این بررسی به ۶ طبقه تقسیم گردیده، که عبارتند از زمین های بایر (BareLand)، کشت دیم (DryFarming)، جنگل (Forest)، کشت آبی (IrrigatedFarming)، مرتع (RangeLand) و شهر (Urban).

لازم به ذکر است، پیش از تهیه نمونه‌های تعلیمی، برای مشاهده و تشخیص بهتر در دید چشمی و تهیه نمونه‌های تعلیمی از باندهای قرمز، آبی و سبز سنجنده‌ها، برای هر سال، تصویر ترکیب رنگی کاذب[1] (FCC) تهیه گردید و طبقه‌بندی کاربری‌ها و اختصاص پیکسل‌ها به هر کاربری به روش سخت (Hard) و از طریق الگوریتم حداکثر احتمال[2](MAXLIKE) صورت پذیرفت. بدین ترتیب هر پیکسل تنها به یک کاربری اختصاص یافت. خصوصیت ویژه طبقه‌بندی‌کننده‌های سخت این است که می‌توانند تصمیمی قطعی درمورد طبقه پوشش سرزمین که به هر پیکسل متعلق است اعمال نمایند (۱۸).

بررسی ارتباط میان تغییرات کاربری سرزمین و مؤلفه‌های توپوگرافی جهت مطالعه و ارزیابی اثر شرایط توپوگرافی بر تغییرات کاربری سرزمین، با توجه به نقشه‌های کاربری سرزمین در ابتدای دوره (۱۳۶۶) و انتهای آن (۱۳۹۳) با استفاده از طبقه‌بندی متقاطع[3] تغییر و تبدیل کاربری‌ها در طی ۲۷ سال تعیین و مساحت تغییرات محاسبه گردیده‌است. سپس با استفاده از مدل رقومی ارتفاع[4] منطقه با دقت ۳۰ متر که از پایگاه علوم جغرافیایی ایالت متحده امریکا[5] دریافت گردیده است، نقشه طبقات ارتفاع، طبقات شیب و طبقات پنج‌گانه جهت تهیه گردیده است (شکل۲). با توجه به نتایج به دست آمده از تغییرات کاربری‌ها (افزایش یا کاهش) در مرحله‌ی طبقه‌بندی متقاطع، نقشه‌های بولین (منطق صفر و یک) که هر کدام فقط نشان دهنده کاهش یا افزایش یک کاربری بوده، ایجاد شده اند. در نهایت هرکدام از این نقشه‌های بولین با نقشه‌های طبقات ارتفاع، شیب و جهت روی هم گذاری[6] گردیده تا تغییرات هر یک از کاربری‌ها در طبقات مورد نظر مشخص شود. مراحل انجام پژوهش در قالب شکل (۳) قابل مشاهده است.

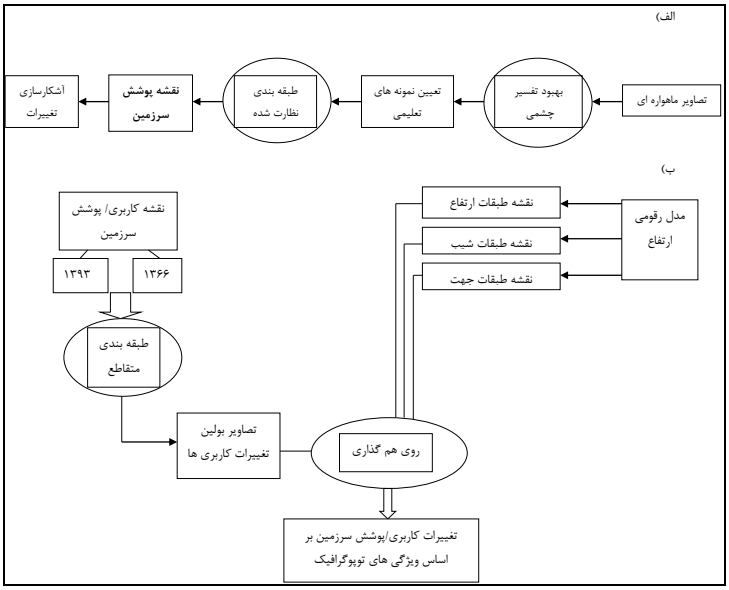
1-False Colour Composite
2-Maximum Likelihood

3-Cross-classification
4-DEM: Digital Elevation Model
5-United States Geographical Survey , available at: [HTTP://glovis.usgs.gov]
6-Overlay



شکل ۲-مدل رقومی ارتفاع و نقشه های طبقه بندی تهیه شده مؤلفه‌های توپوگرافی شهرستان مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 2-Digital elevation model and classified topographic parameter maps of Mashhad

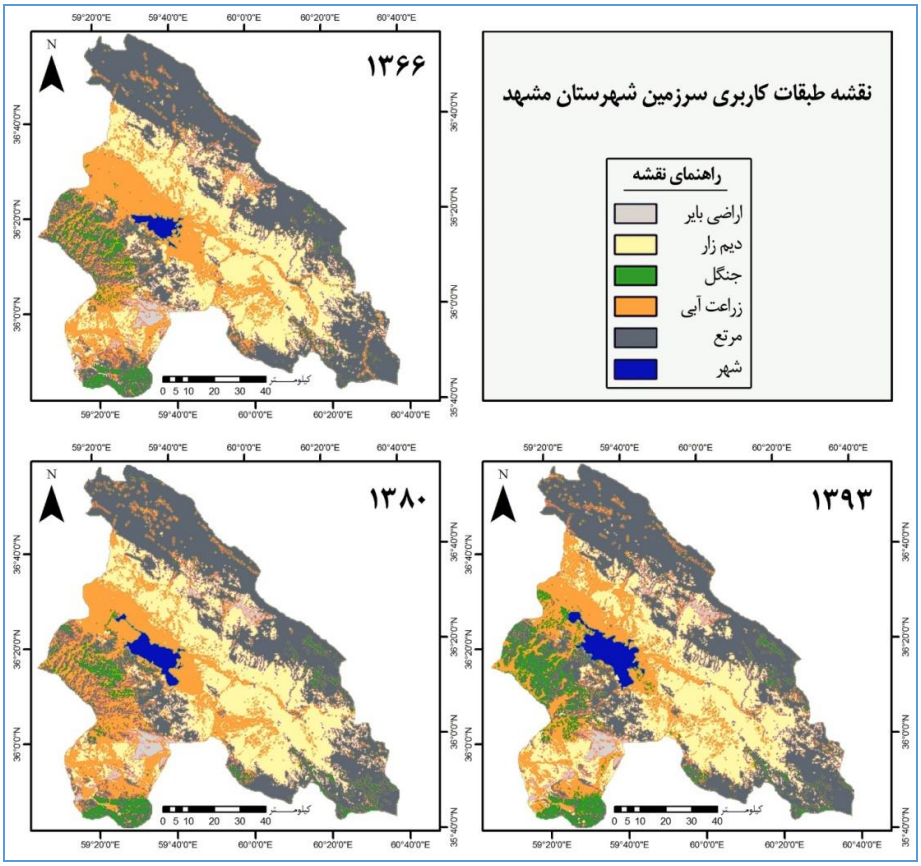


شکل ۳- روند و مراحل انجام پژوهش: الف) تهیه نقشه کاربری سرزمین، ب) بررسی وابستگی تغییرات کاربری سرزمین با مؤلفه‌های توپوگرافی(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 3- The research process and steps: up) land use mapping, down) dependencies study the land use changes with topographic parameters

نتایج

در این پژوهش، از الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) جهت طبقه‌بندی تصاویر استفاده گردیده‌است. نتایج مطالعه و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه آن با داده-های زمینی نشان داده که ۶ نوع کاربری عمده در محدوده شهرستان مشهد قابل تفکیک و بررسی بوده است. نقشه طبقات کاربری سرزمین تهیه شده مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۳ در شکل (۴) قابل مشاهده‌است.



شکل ۴- کاربری سرزمین تهیه شده مربوط به سه دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۳)

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 4-Land use of the three time periods studied (1987, 2001 and 2014)

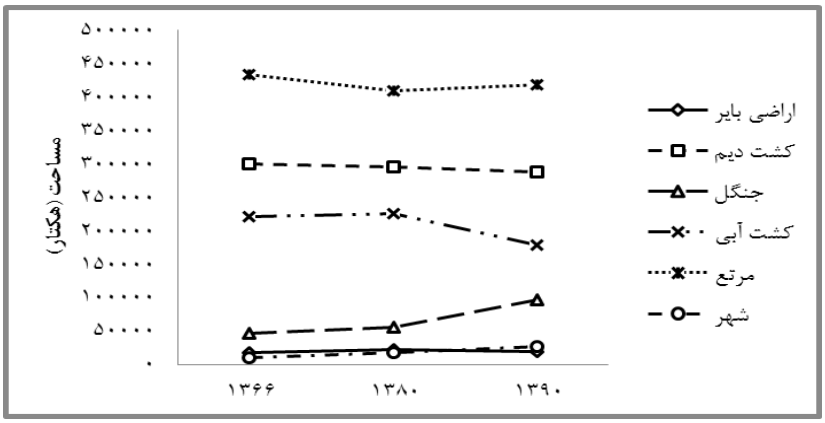
آشکارسازی تغییرات

نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد که در کل دوره مورد مطالعه یعنی طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳، اراضی بایر و فاقد کاربری افزایشی ۲۹۴۹/۲۵ هکتاری داشته اند، هم‌چنین مساحت کاربری جنگل و درختستان‌ها نیز در شهرستان مشهد به میزان ۵۰۶۹۴ هکتار اضافه شده است. کاربری شهری نیز درطی این مدت ۱۶۷۵۴ هکتار افزایش یافته است. در مقابل دیم‌زارهای شهرستان مشهد در طی این مدت کاهشی ۱۲۸۷۸/۳ هکتاری داشته و ۴۲۲۵۶/۵ هکتار از سطح زراعت آبی منطقه در طی این مدت تغییر کاربری داشته و از مساحت پوشش اولیه آن کاسته شده است. مراتع منطقه نیز در طی این بازه زمانی به میزان ۱۵۲۶۲/۵ هکتار کاهش سطح یافته‌اند. ضمن این‌که میزان و روند تغییرات طی دوره‌های مورد مطالعه یکسان نبوده است، بدین صورت که اراضی بایر و فاقد کاربری بین سال‌های ۶۶ تا ۸۰ ابتدا به میزان ۴۵۹۳/۷۵ هکتار کاهش یافته و سپس بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ به میزان ۱۶۴۴/۵ هکتار از سطح اراضی فاقد کاربری کاسته شده است. برای کاربری کشت دیم نیز کاهشی به ترتیب ۵۰۹۰/۲۵ و ۷۷۸۸ هکتاری طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ و ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ در

سطح اراضی منطقه رخ داده است. اراضی جنگلی و درختستان‌های شهرستان مشهد در کل دوره روندی افزایشی داشته‌اند که مقدار این افزایش برای سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، ۱۰۰۱۹/۵ و برای سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳، ۴۰۶۷۴/۵ هکتار اندازه‌گیری شده‌است.

زراعت آبی در محدوده شهرستان مشهد ابتدا بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ به میزان ۵۱۷۷/۷۵ هکتار افزایش سطح داشته است ولی پس از آن تا سال ۱۳۹۳ سطح این کاربری به میزان ۴۷۴۳۴/۳ هکتار کاهش یافته است. مراتع منطقه نیز طی سال-های ۶۶ تا ۸۰ کاهشی ۲۳۱۰۵ هکتاری داشته ولی طی سال-های ۸۰ تا ۹۲ به میزان ۷۸۴۲/۵ هکتار به سطح آن افزوده گردیده‌است. کاربری شهری اما با میزان نسبتاً ثابتی در طی این سال‌ها همواره روندی افزایشی داشته است به طوری که بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ افزایشی ۸۴۰۳/۲۵ و بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ افزایشی ۸۳۵۰/۷۵ هکتاری در روند تغییرات مناطق شهری منطقه مشاهده گردیده‌است.

مساحت هریک از طبقات کاربری سرزمین و تغییرات آن در طی سه دوره زمانی مورد مطالعه در نمودار شکل (۵) قابل مشاهده است.



شکل ۵-تغییرات کاربری سرزمین طی سه دوره مورد مطالعه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 5-Land use changes in studied times periods.

تغییرات خالص و تبدیل بین طبقات پوشش اراضی

در کل دوره مورد مطالعه، بیشترین تغییر اراضی بایر مربوط به تبدیل به اراضی مرتعی به میزان ۱۱۹۲/۷۵ هکتار بوده است، هم‌چنین تبدیل شدن اراضی کشت و زراعت آبی به اراضی بایر به میزان ۴۲۰۶/۲۵ هکتار بیشترین تاثیر را در افزایش کلی اراضی بایر در کل دوره مورد مطالعه داشته است. از سویی در کل دوره مطالعه بیشترین تبدیل دیم‌زارها به کشت آبی بوده است که میزان آن ۳۴۳۹۰ هکتار محاسبه شده که بیشترین نقش را در کاهش سطح این کاربری در طی دوران مورد مطالعه داشته است.

هم‌چنین بیشترین تغییر جنگل‌ها و درختستآن‌ها نیز در کل دوره مورد مطالعه به مراتع و به میزان ۴۳۰۳/۵ هکتار بوده است و بیشترین تبدیل کاربری به جنگل‌ها و درختستآن‌ها نیز از کاربری کشت و زراعت آبی و به میزان ۲۹۲۹۶/۷۵ هکتار بوده است که بیشترین نقش را در افزایش کلی سطح این کاربری در طی کل دوره مطالعه داشته است. بیشترین میزان تبدیل کاربری کشت و زراعت آبی نیز در کل دوره مورد مطالعه به میزان ۳۷۷۰۲/۷۵ هکتار و به دیم‌زارها بوده که بیشترین نقش را در کاهش سطح این کاربری در طی دوران مورد مطالعه در شهرستان مشهد داشته است.

سطح اراضی مرتعی نیز در دوران مورد مطالعه کاهش یافته است که تبدیل این اراضی به اراضی جنگلی و درختستآن‌ها به میزان ۲۶۵۰۲ هکتار بیشترین تأثیر را در این کاهش سطح داشته است. کاربری شهری در طی این مدت رشد نسبتاً ثابتی را داشته است و بیشترین تبدیل اراضی به این کاربری از اراضی کشت و زراعت آبی و به میزان ۱۵۶۳۹ هکتار بوده است. ماتریس ساده شده تبدیل کاربری اراضی بین دوره‌های مورد مطالعه (بر حسب هکتار) در قالب جدول (۱) قابل مشاهده - است.

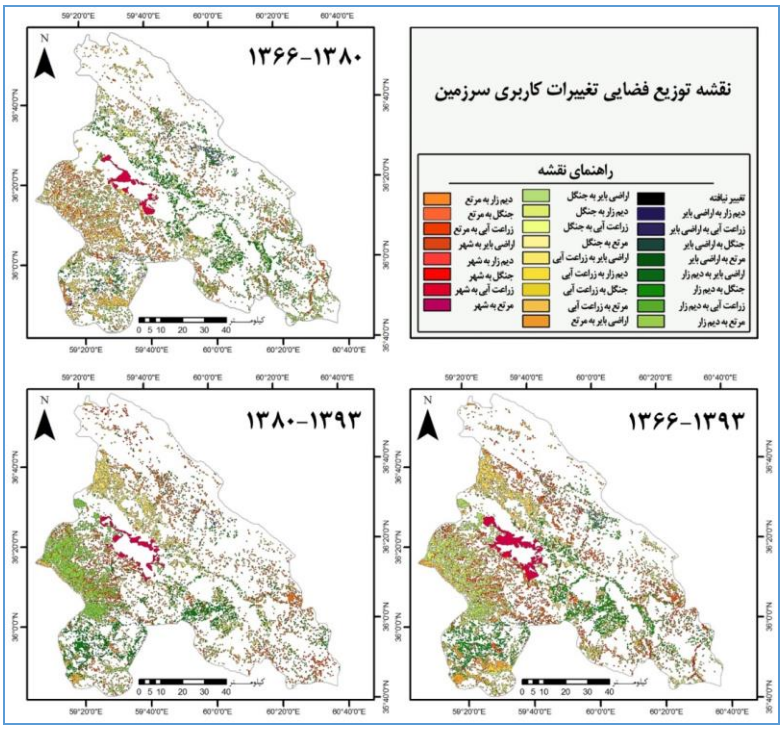
جدول ۱- ماتریس انتقال کاربری اراضی بین دوره‌های مورد مطالعه (برحسب هکتار)(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Table 1- Land use transfer matrix between the studied periods (in hectares)

ردیف	از کاربری	به کاربری	سال ۱۳۶۶-۱۳۸۰		سال ۱۳۸۰-۱۳۹۳		سال ۱۳۶۶-۱۳۹۳ (کل)	
			مساحت (هکتار)	نسبت (درصد)	مساحت (هکتار)	نسبت (درصد)	مساحت (هکتار)	نسبت (درصد)
۱	شهری	شهری	۱۰۱۹۹/۰۰	۹۷/۵۸	۱۸۶۸۰/۷۵	۹۹/۰۸	۱۰۴۲۸/۵۰	۹۹/۷۸
۲	شهری	مرتع	۱۱/۰۰	۰/۱۱	۸/۲۵	۰/۰۴	۰/۰۰	۰
۳	شهری	جنگل	۱۵/۰۰	۰/۱۴	۵۴/۲۵	۰/۲۹	۵/۰۰	۰/۰۵
۴	شهری	کشت	۲۲۶/۵۰	۲/۱۷	۱۱۱/۵۰	۰/۵۹	۱۸/۰۰	۰/۱۷
۵	شهری	کشت	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰
۶	شهری	بایر	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰
مجموع تغییرات			۲۵۲/۵۰	۲/۴۲	۱۷۴/۰۰	۰/۹۲	۲۳/۰۰	۰/۲۲
۷	مرتع	شهری	۱۴۲/۷۵	۰/۰۳	۲۵۸/۵۰	۰/۰۶	۳۸۸/۵۰	۰/۰۹
۸	مرتع	مرتع	۳۷۵۸۷۸/۵۰	۸۶/۷۳	۳۷۳۰۳۴/۵۰	۹۰/۹۲	۳۷۴۴۰۱/۲۵	۸۶/۳۹
۹	مرتع	جنگل	۱۹۴۴۳/۷۵	۴/۴۹	۱۷۲۱۳/۲۵	۴/۱۶	۲۶۵۰۲/۰۰	۶/۱۲
۱۰	مرتع	کشت	۲۴۸۶۴/۷۵	۵/۷۴	۹۶۷۹/۲۵	۲/۳۶	۱۹۵۱۸/۵۰	۴/۵۰
۱۱	مرتع	کشت	۱۱۵۹۳/۷۵	۲/۶۸	۹۴۸۵/۲۵	۲/۳۱	۱۱۴۰۶/۷۵	۲/۶۳
۱۲	مرتع	بایر	۱۴۴۸/۷۵	۰/۳۳	۵۹۶/۵۰	۰/۱۵	۱۱۵۵/۲۵	۰/۲۷
مجموع تغییرات			۵۷۴۹۳/۷۵	۱۳/۲۷	۳۷۲۳۲/۷۵	۹/۰۸	۵۸۹۷۱/۰۰	۱۳/۶۱
۱۳	جنگل	شهری	۳۲/۵۰	۰/۰۷	۱۹۵/۲۵	۰/۳۴	۹۹/۰۰	۰/۲۱
۱۴	جنگل	مرتع	۸۴۸۰/۰۰	۱۸/۱۱	۱۱۹۲۲/۰۰	۲۰/۹۸	۴۳۰۳/۵۰	۹/۱۹
۱۵	جنگل	جنگل	۳۳۰۴۳/۷۵	۷۰/۵۸	۴۳۴۶۱/۵۰	۷۶/۴۷	۴۱۵۱۰/۷۵	۸۸/۶۶
۱۶	جنگل	کشت	۵۲۴۸/۵۰	۱۱/۲۱	۱۲۱۸/۷۵	۲/۱۴	۸۷۶/۰۰	۱/۸۷
۱۷	جنگل	کشت	۱۳/۰۰	۰/۰۳	۳۹/۷۵	۰/۰۷	۲۸/۲۵	۰/۰۶
۱۸	جنگل	بایر	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰	۰/۲۵	۰/۰۱
مجموع تغییرات			۱۳۷۷۴/۰۰	۲۹/۴۲	۴۴۹۱۵/۲۵	۵۳,۲۳	۵۶۰۰۱/۰۰	۱۱/۳۴
۱۹	کشت	شهری	۸۳۰۷/۲۵	۳/۷۵	۷۹۳۷/۷۵	۳/۵۰	۱۵۶۳۹/۰۰	۷/۰۷
۲۰	کشت	مرتع	۵۸۸۷/۷۵	۲/۶۶	۱۳۴۷۸/۰۰	۵/۹۵	۱۰۹۸۷/۲۵	۴/۹۶
۲۱	کشت	جنگل	۴۲۹۹/۲۵	۱/۹۴	۳۶۶۷۱/۰۰	۱۶/۲۰	۲۹۲۹۶/۷۵	۱۳/۲۳
۲۲	کشت	کشت	۱۶۸۱۵۹/۵۰	۷۵/۹۵	۱۳۵۰۱۵/۰۰	۵۹/۶۰	۱۲۳۵۸۱/۲۵	۵۵/۸۱
۲۳	کشت	کشت	۳۰۶۱۷/۷۵	۱۳/۸۳	۳۲۱۶۰/۰۰	۱۴/۱۹	۳۷۷۰۲/۷۵	۱۷/۰۳
۲۴	کشت	بایر	۴۱۴۰/۷۵	۱/۸۷	۱۳۲۹/۲۵	۰/۵۹	۴۲۰۶/۲۵	۱/۹۰
مجموع تغییرات			۵۳۲۵۳/۸۰	۲۴/۰۵	۹۱۵۷۶/۰۰	۴۰/۴	۵۵۵۷۵/۵۵	۴۴/۱۹
۲۵	کشت	شهری	۱۷۳/۲۵	۰/۰۶	۱۳۳/۲۵	۰/۰۵	۶۵۰/۵۰	۰/۲۲
۲۶	کشت	مرتع	۱۹۵۰۰/۰۰	۶/۴۷	۱۷۹۴۰/۲۵	۶/۰۶	۲۷۲۲۵/۰۰	۹/۰۴
۲۷	کشت	جنگل	۳۵/۵۰	۰/۰۱	۱۱۱/۵۰	۰/۰۴	۱۷۷/۲۵	۰/۰۶
۲۸	کشت	کشت	۲۶۷۳۵/۰۰	۸/۸۸	۳۲۵۲۲/۷۵	۱۱/۰۰	۳۴۳۹۰/۰۰	۱۱/۴۲
۲۹	کشت	کشت	۲۵۳۲۴۸/۷۵	۸۴/۱	۲۴۴۰۸۷/۵۰	۸۲/۴۵	۲۳۷۹۲۵/۵۰	۷۹/۰۱
۳۰	کشت	بایر	۱۴۳۴/۵۰	۰/۴۸	۱۲۴۱/۵۰	۰/۴۲	۷۵۸/۷۵	۰/۲۵
مجموع تغییرات			۴۷۸۷۸/۲۵	۱۵/۹	۵۱۹۴۹/۳۰	۱۷/۵۵	۵۰۳۲۳/۳۰	۲۰/۹۹

۳۱	بایر	شهری	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰	۰/۰۰	۰
۳۲	بایر	مرتع	۵۱۰/۰۰	۲/۹۱	۱۷۲۶/۷۵	۷/۸۱	۱۱۹۲/۷۵	۶/۸۱
۳۳	بایر	جنگل	۰/۰۰	۰	۰/۲۵	۰/۰۱	۲۰/۰۰	۰/۱۱
۳۴	بایر	کشت	۱۳۵۶/۷۵	۷/۷۵	۶۰۸/۵۰	۲/۷۵	۷۷۳/۰۰	۴/۴۲
۳۵	بایر	کشت	۵۶۳/۵۰	۳/۲۲	۲۴۷۶/۲۵	۱۱/۲۰	۱۱۸۵/۵۰	۶/۷۷
۳۶	بایر	بایر	۱۵۰۷۸/۲۵	۸۶/۱۲	۱۷۲۹۰/۵۰	۷۸/۲۳	۱۴۳۳۷/۲۵	۸۱/۸۹
مجموع تغییرات			۲۴۳۰/۲۵	۱۳/۸۸	۴۸۱۱/۷۵	۲۱/۷۷	۶۱۲۰/۵۰	۱۸/۱۱

در این مطالعه برای مقایسه تغییرات کاربری بین هر دو دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۶ با ۱۳۸۰، ۱۳۸۰ با ۱۳۹۳ و نهایتاً ۱۳۶۶ با ۱۳۹۳)، از روش جدول‌بندی متقاطع استفاده شد. مقدار ضریب کاپا که شاخصی برای تعیین میزان تغییرات بین دو تصویر مورد بررسی و هم‌چنین دقت تعیین نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی است، برای بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۶۶ به میزان ۰/۸۷۱ بود؛ بدین معنی که کاربری سرزمین در ابتدا و انتهای این دوره حدود ۱۳٪ تغییر کرده‌است. از طرفی مقدار ضریب کاپا برای بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۰، ۰/۸۵۵ محاسبه و برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۶ به میزان ۰/۸۳۳ بود. بنابراین در طی ۲۷ سال، کاربری سرزمین نسبت به ابتدای دوره ۱۶٫۷٪ تغییر یافته است. نقشه توزیع فضایی تغییرات کاربری سرزمین بین دوره های زمانی مورد مطالعه، در قالب شکل (۶) قابل مشاهده است.



شکل ۶- نقشه توزیع فضایی تغییرات کاربری سرزمین بین۱۳۸۰ - ۱۳۶۶و ۱۳۹۳– ۱۳۸۰ و تغییرات نهایی بین سال‌های ۱۳۹۳– ۱۳۶۶(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Figure 6-Spatial distribution of land use changes between 1987-2001, 2001-2014 and 1987-2014

وابستگی تغییرات کاربری سرزمین با توپوگرافی

جداول (۲، ۳ و ۴) تغییرات کاربری/ پوشش سرزمین را در ارتباط با طبقات ارتفاعی، شیب و جهت نشان می‌دهند. علامت منفی در این جداول نشان دهنده‌ی کاهش مساحت کاربری سرزمین در طبقه مورد بررسی است.

جدول ۲- تغییر کاربری‌ها بر مبنای طبقات ارتفاع (هکتار) طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Table 2- Landuse change based on elevation classes during 1366 to 1393

ردیف	تغییرات مساحت کاربری ها (هکتار) / طبقات ارتفاع (متر)	شهری	مرتع	جنگل	کشت آبی	کشت دیم	بایر
۱	۰ تا ۱۰۰	–	–	–	–	–	–
۲	۱۰۰ تا ۲۰۰	–	–	–	–	–	–
۳	۲۰۰ تا ۴۰۰	–	–	–	–	–	–
۴	۴۰۰ تا ۶۰۰	–	–	–	–	–	–
۵	۶۰۰ تا ۱۲۰۰	۱۶۷۴۴/۰۰	-۱۴۵۳۶/۵۰	۹۴۸۹/۲۵	-۵۱۲۶۰/۷۵	-۴۵۵۴۷/۵۰	۲۰۲۶/۰۰
۶	۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰	۳۳/۰۰	-۲۸۱۶۰/۰۰	۲۲۴۵۶/۰۰	-۳۳۱۵۶/۰۰	-۱۷۴۴۹/۵۰	۴۰۳۷/۷۵
۷	۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰	۰/۰۰	-۹۱۱۱/۵۰	۱۶۱۵۴/۲۵	-۱۰۱۲۰/۰۰	-۱۹۸/۲۵	۴۰/۷۵
۸	۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰	۰/۰۰	-۴۲۲۱/۰۰	۶۳۱۶/۷۵	-۲۹۰۷/۰۰	-۶/۲۵	۱۶/۰۰
۹	۲۶۰۰ تا ۳۰۰۰	۰/۰۰	-۲۷۷۷/۷۵	۱۵۶۱/۰۰	-۳۸۶/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱۰	بیشتر از ۳۰۰۰	۰/۰۰	-۱۶۴/۲۵	۲۳/۷۵	-۱/۷۵	۰/۰۰	۰/۰۰
مجموع تغییرات		۱۶۷۷۷	-۵۸۹۷۱	۵۶۰۰۱	-۹۷۸۳۲	-۶۳۲۰۱/۵	۶۱۲۰/۵

براساس جدول (۲)، کمترین ارتفاع شهرستان مشهد، ۶۰۰ متر بوده که بیشترین مساحت گسترش کاربری شهری نیز در طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ متر دیده می‌شود. هم‌چنین براساس نتایج ارایه شده در این جدول، درطی این دوره زمانی بیشترین کاهش کاربری مرتع در ارتفاعات ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بوده است و با افزایش ارتفاع، تخریب و تغییر مراتع نیز کاهش یافته است. کاربری جنگل نیز بیشترین گسترش مساحتش در طبقه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر ثبت گردیده است. کشت آبی نیز در طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ متر بیشترین کاهش مساحت را به میزان ۵۱۲۶۰/۷۵ هکتار داشته است. اراضی دیم زار نیز بیشترین کاهش مساحت‌شان در طی این دوره زمانی در طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ متر صورت پذیرفته است، اما اراضی لخت و بایر بیشترین تغییر مساحت را که به صورت افزایشی بوده است در طبقه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر تجربه نموده است.

جدول ۳- تغییر کاربری‌ها بر مبنای طبقات شیب (هکتار) طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Table 3-Landuse change based on slope classes during 1366 to 1393

ردیف	تغییرات مساحت کاربری ها (هکتار) / طبقات شیب (٪)	شهری	مرتع	جنگل	کشت آبی	کشت دیم	بایر
۱	۰ تا ۲	۶۱۰۲/۲۵	-۱۷۷۲/۷۵	۲۱۴۱/۲۵	-۲۶۶۳۷/۵۰	-۱۷۸۳۹/۰۰	۴۰۵/۵۰
۲	۲ تا ۵	۸۸۰۰/۰۰	-۶۲۲۲/۷۵	۴۹۹۹/۵۰	-۲۸۶۶۰/۷۵	-۱۹۰۲۷/۰۰	۱۶۲۵/۰۰
۳	۵ تا ۸	۱۳۵۳/۷۵	-۹۶۴۲/۰۰	۳۴۹۰/۷۵	-۸۰۶۵/۵۰	-۱۱۳۴۵/۷۵	۱۳۵۴/۰۰
۴	۸ تا ۱۲	۳۵۰/۷۵	-۱۰۹۸۳/۷۵	۵۷۸۹/۷۵	-۶۳۶۵/۷۵	-۸۷۵۲/۷۵	۱۲۱۱/۵۰
۵	۱۲ تا ۱۵	۷۶/۷۵	-۵۸۲۶/۷۵	۴۴۳۱/۰۰	-۳۷۵۲/۰۰	-۲۸۵۶/۷۵	۵۲۶/۷۵
۶	۱۵ تا ۲۰	۵۴/۰۰	-۶۴۹۴/۰۰	۶۸۳۵/۲۵	-۵۳۹۲/۷۵	-۲۰۹۶/۵۰	۴۹۵/۲۵

۷	۲۰ تا ۲۵	۲۳/۲۵	-۴۳۸۱/۲۵	۵۹۹۶/۲۵	-۴۵۵۵/۷۵	-۷۴۵/۵۰	۲۴۶/۰۰
۸	۲۵ تا ۴۰	۱۳/۷۵	-۷۸۴۰/۷۵	۱۳۰۰۹/۷۵	-۹۱۱۹/۷۵	-۴۹۶/۲۵	۲۲۵/۰۰
۹	۴۰ تا ۶۵	۲/۵۰	-۵۱۳۸/۰۰	۸۳۳۸/۲۵	-۴۸۲۳/۲۵	-۴۱/۷۵	۳۱/۲۵
۱۰	بیشتر از ۶۵	۰/۰۰	-۶۶۹/۰۰	۹۶۹/۲۵	-۴۵۹/۰۰	-۰/۲۵	۰/۲۵
مجموع تغییرات		۱۶۷۷۷	-۵۸۹۷۱	۵۶۰۰۱	-۹۷۸۳۲	-۶۳۲۰۱/۵	۶۱۲۰/۵

بر اساس جدول (۳)، بیشترین افزایش صورت پذیرفته در وسعت کاربری شهری در کلاس شیب ۲ تا ۵ درصد صورت پذیرفته است. تغییرات سطح در کاربری مرتع نیز در کلاس شیب ۸ تا ۱۲ درصد بیشترین افزایش را داشته است. کاربری جنگل نیز در کلاس شیب ۲۵ تا ۴۰ درصد بیشترین افزایش را در طی این سال ها شاهد بوده است. این در حالی است که بیشترین تغییرات کاربری های کشت آبی و دیم و اراضی فاقد پوشش و بایر در کلاس شیب ۲ تا ۵ درصد صورت پذیرفته است.

جدول (۴)- تغییر کاربری‌ها بر مبنای طبقات جهت (هکتار) طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۳)

Table (4) Landuse change based on aspect classes during 1366 to 1393

ردیف	تغییرات مساحت کاربری ها (هکتار) / طبقات جهت	شهری	مرتع	جنگل	کشت آبی	کشت دیم	بایر
۱	مسطح	۱۳۷۰/۵۰	-۱۲۱۹/۲۵	۱۱۲۵/۷۵	-۶۰۸۰/۲۵	-۳۸۵۹/۰۰	۱۹۰/۷۵
۲	شمال	۵۸۳۷/۲۵	-۱۹۰۴۸/۲۵	۱۴۴۱۷/۰۰	-۲۶۴۷۴/۲۵	-۱۲۷۴۶/۰۰	۱۱۷۱/۲۵
۳	شرق	۵۶۵۲/۷۵	-۱۴۷۴۰/۷۵	۱۸۴۳۴/۵۰	-۲۹۰۶۱/۷۵	-۱۳۲۴۹/۷۵	۱۴۴۹/۰۰
۴	جنوب	۲۳۷۲/۰۰	-۱۰۲۴۳/۵۰	۱۳۳۵۹/۷۵	-۲۲۹۶۲/۲۵	-۱۸۸۶۴/۲۵	۱۹۰۱/۲۵
۵	غرب	۱۵۰۸/۵۰	-۱۳۷۱۹/۲۵	۸۶۶۴/۰۰	-۱۳۲۵۳/۵۰	-۱۴۴۸۲/۵۰	۱۴۰۸/۲۵
مجموع تغییرات		۱۶۷۷۷	-۵۸۹۷۱	۵۶۰۰۱	-۹۷۸۳۲	-۶۳۲۰۱/۵	۶۱۲۰/۵

بیشترین تغییرات کاربری‌های شهری و مرتع در پهنه های رو به شمال صورت یافته است، این در حالی است که بیشترین تغییرات کاربری های جنگل و کشت آبی در اراضی با جهت شرقی و بیشترین تغییرات در وسعت دیم زارها و اراضی لخت و بایر دره های رو به جنوب صورت پذیرفته است.

بحث ونتیجه گیری

تبدیل کاربری سرزمین

در تحقیق حاضر، آشکارسازی تغییرات با استفاده از روش جدول‌بندی و طبقه بندی متقاطع انجام شده است. کاپین و همکاران (۱۹) بیان داشته‌اند که مزایای عمده این روش که در آن بررسی پیکسل به پیکسل تغییر کاربری انجام شده و طی آن نقشه آشکارسازی تغییرات تهیه خواهد شد، این است که تصاویر دو تاریخ، به طور جداگانه طبقه‌بندی شده، در نتیجه کمترین مشکل تصحیح رادیومتریک بین دو تاریخ خواهد بود. دراین روش ارزیابی مقایسه پس از طبقه‌بندی به‌طور کامل به دقت طبقه‌بندی اولیه وابسته است.

با نگاهی دوباره به ماتریس انتقال کاربری سرزمین بین دوره-های مورد مطالعه مشخص می‌شود که بیشترین تغییرات بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۳ تبدیل اراضی کشاورزی به دیم‌زار و به میزان ۳۷۷۰۲/۷۵ هکتار بوده‌است که به‌نوعی می‌توان آن را مرحله گذار از اراضی کشاورزی ودیم به سمت اراضی بایر دانست، دلیل اصلی آن نیز قراردادن بار کاربری کشاورزی و استفاده از ادوات و کودها در مناطقی است که از نظر اکولوژیکی و بافت خاک توان تحمل این بار را در طولانی مدت نداشته و از

طرفی نیز شهرستان مشهد از نظر اقلیمی در منطقه نیمه خشک قرار دارد که بارندگی آن درحدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است و از لحاظ آب لازم برای کشت آبی نیز معمولاً با محدودیت‌هایی روبه‌رو است. با بررسی روند تغییرکاربری از کشاورزی به دیم‌زار دربین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ مساحتی بالغ بر ۳۰۶۱۷ هکتار از اراضی زراعت آبی به دیم‌زار تغییرکاربری یافته و طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ نیز ۳۲۱۶۰ هکتار دیگر از اراضی کشاورزی شهرستان مشهد به دیم‌زار تبدیل شده‌است. از طرفی بررسی کاربری کشاورزی آبی نتایج جالب توجهی در برداشته، به طوری که طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ مساحتی بالغ بر ۵۱۷۷/۷۵ هکتار به وسعت زمین‌های کشت و زراعت آبی استان به واسطه رشد شدید جمعیت و نیاز به محصولات کشاورزی، بدون درنظر گرفتن اصول آمایش سرزمین افزوده گردیده ولی به دلایل مختلف از جمله فرسایش خاک، تبدیل کاربری، کمبود آب و سیاست‌های حمایتی دولتی بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ سطح اراضی زیرکشت آبی به میزان ۴۷۴۳۴/۳ هکتار کاهش یافته‌است. جعفری و همکاران نیز در مطالعه خود که با هدف آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی بخش مرکزی شهرستان بویراحمد بین سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ صورت پذیرفت در نتایج خود به کاهش اراضی کشاورزی در طی این دوره اشاره کرده اند. در حالی که ممکن است از سمت رشد شهر، سطح اراضی کشاورزی کاهش یابد اما باز به دلیل نیاز، این سطح از سمت دیگر افزایش می یابد، به طوری که در مطالعه اسکولز و همکاران نیز به آن اشاره شده است. اسکولز و همکاران در مطالعه خود شاهد کاهش سطح جنگل وبوته زار و تبدیل به کشاورزی مفرط و افزایش مناطق شهری،کشاورزی وکشت الوار بوده اند که در نتیجه آن تنوع زیستی وخدمات بوم شناختی حاصل از آن نیز کاهش یافته است (۱۰).

نکته قابل توجه دیگر در بررسی نمودار تغییرات کاربری سرزمین و ماتریس انتقال این کاربری‌ها، افزایش سطح کاربری شهری با میزان رشد نسبتا ثابتی درطی این سال‌ها است به طوری که مساحت کاربری شهری درسال ۱۳۶۶ چیزی حدود ۱۰۴۵۱ هکتار بوده و درطی این ۲۷ سال به وسعتی بالغ بر ۲۷۲۰۵ هکتار رسیده است که این به معنی رشدی ۱۶۰درصدی درطی این مدت می‌باشد. در این‌جا این سوال مطرح می‌شود که آیا بستر و توان طبیعی لازم برای این رشد وجود داشته و آیا این توسعه به‌طور پایدار در آینده نیز توان ادامه خواهد داشت یا خیر. با توجه به ماتریس انتقال کاربری‌ها، مشخص می‌شود که در بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰و ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ تبدیل اراضی زراعت آبی در اطراف شهر مشهد مهم‌ترین سهم را در رشد کاربری شهری داشته است. هم‌چنین کاتوریا (۲۰) نیز در نتایج پژوهش های خود آورده است که در اغلب مناطق دنیا، به‌ویژه کشورهای درحال توسعه اراضی مرغوب کشاورزی بیشترین سهم را در تبدیل به کاربری شهری و فعالیت‌های مرتبط با آن به خود اختصاص داده اند. از طرفی مومنی و همکاران (۲۱)، در نتایج مطالعه خود آورده اند که آهنگ نسبتا سریعی درتغییر کاربری اراضی کشاورزی درحواشی کلان‌شهرهای ایران در فاصله سال‌های ۱۳۳۲ تا ۱۳۸۰ قابل مشاهده بوده است وحدود ۷۰ درصد از مجموع ۱۹ هزار هکتار اراضی تغییر یافته مربوط به مناطق شهری دارای کاربری کشاورزی بوده است. هم‌چنین در مطالعه غلامعلی فرد و همکاران (۲۲) که بر اساس آماره کاپا انجام شده است نیز مساحت قابل توجهی از اراضی کشاوزی به اراضی مسکونی تبدیل شده است.

رشد شهرها همواره پدیده حاشیه نشینی را نیز درپی دارد، مناطق شمال غربی شهرستان مشهد که مناطق ییلاقی طبیعی بوده اند با رشد شهر مشهد دستخوش تغییرات زیادی از جمله تبدیل اراضی به باغستان‌های شخصی و تجاری شده اند که این مسأله به همراه ایجاد کمربند سبز حاشیه شهر مشهد و ایجاد درختستان‌های دست‌کاشت در سطح شهرستان نقش مهمی در افزایش سطح پوشش جنگل‌ها و درختستان‌ها در طی دوره مورد مطالعه داشته است. بیشترین تبدیل کاربری به جنگل‌ها و درختستان‌ها از کاربری کشاورزی آبی بوده است. نتایج بسیاری از مطالعات (برای نمونه؛ ۲۳،۲۴،۲۵) در مناطق مختلف ایران در طی دوره های زمانی مشابه نشان از کاهش سطح پوشش جنگلی در مناطق مورد مطالعه داشته است.

تغییرکاربری دیگری که در طی این ۲۷ سال قابل مشاهده است، کاهش سطح دیم‌زارها است که دلیل عمده آن را می‌توان در خشک‌سالی‌های سال‌های اخیر، فرسایش خاک و تبدیل کاربری اراضی جستجو نمود. هم‌چنین در طی این دوره زمانی مراتع شهرستان مشهد نیز به میزان ۱۵۲۶۲/۵ هکتار کاهش

سطح یافته اند. مطالعه سلاجقه و همکاران (۲۵) نیز حاکی از کاهش سطح مراتع منطقه مورد مطالعه در دوره زمانی مورد مطالعه بوده است.

ارزیابی اثر شرایط توپوگرافی بر تغییرات کاربری سرزمین

در مورد بررسی و ارزیابی نقش شرایط توپوگرافی بر تغییرات کاربری سرزمین با توجه به جداول (۲، ۳ و ۴) مشاهده می‌شود که ارتفاع ۱۸۰۰-۶۰۰ متر بیشترین پتانسیل رشد و توسعه طبقه شهری را داشته‌است و دارد. هم‌چنین عمده رشد کاربری شهری در شیب ۰ تا ۱۲ درصد و به طور ویژه در شیب ۸-۰٪ به وقوع پیوسته است. هم‌چنین جهت‌های شمال و شرقی بیشترین پتانسیل رشد کاربری شهری را داشته و دارند. در مطالعاتی هم‌چون وو و همکاران (۳) و ژائو و همکاران (۸) با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به توسعه‌ی مناطق شهری در ارتفاعات پایین‌تر و شیب‌های ملایم‌تر نسبت به سایر کاربری‌ها اشاره شده است. در تحقیق حاضر نیز با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه که بیش از ۷۰٪ مساحت شهرستان (۷۹۶۵۱۵ هکتار) دارای ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ متر است، توسعه طبقه شهری در این ارتفاعات و شیب بسیار ملایم منطقی است. ضمن این‌که شهر مشهد در دشت مشهد که حدفاصل کوه های بینالود و هزار مسجد قرار دارد و برای توسعه شهر محدودیت توپوگرافیک ندارد و عمده محدودیت معطوف به نیاز به تغییر کاربری در صورت ادامه همین میزان رشد شهر است.

عمده کاهش طبقه کشاورزی (کشت دیم و کشت آبی) نیز در طبقات ارتفاعی ۱۸۰۰-۶۰۰ متر بوده است. این کاربری که در ارتباطی تنگاتنگ با کاربری شهری است و در ادامه لکه‌های شهری مشاهده می‌شود، به دلیل توسعه و رشد شهرها در این طبقات تحت تأثیر قرار گرفته و از مساحت آن کاسته شده است. به علاوه از آن‌جا که بیشتر زمین‌های کشاورزی در ارتفاعات پایین وجود دارند بنابراین عمده کاهش این طبقه در جایی مشاهده می‌شود که قبلاً بیشترین مساحت را داشته است. به علاوه بیشترین کاهش این طبقه در شیب ۵-۲٪ جایی که بیشترین توسعه شهری وجود داشته مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان به طور قطع بیان کرد که توسعه‌ی شهرها و حاشیه‌ی آن‌ها علت عمده و اصلی کاهش اراضی کشاورزی بوده است. کشت آبی در جهت شرق و کشت دیم در جهت جنوب بوده است. در مطالعاتی همچون سوینی(۴)، فو و همکاران (۵)، و نیز وو و همکاران (۳) به گسترش کشاورزی در شیب‌های ملایم و ارتفاعات پایین‌تر اشاره شده است.

بیشترین کاهش پوشش مرتعی در ارتفاع ۱۸۰۰-۶۰۰ متر، شیب ۱۲-۵٪ و در جهت شمال رخ داده است. با توجه به جدول (۱) بیشترین تبدیل در پوشش مرتعی به پوشش جنگلی و درختستآن‌ها صورت گرفته است. ارتفاع و شیب ذکر شده در محدوده‌ای قرار می‌گیرند که محدودیتی برای رشد جنگل‌های دست کاشت وجود ندارد (۲۶).

بیشترین گسترش جنگل‌ها در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۲۰۰ متر و شیب ۴۰-۲۵٪ بوده است. بر اساس جدول (۱) پوشش مرتعی و کشت آبی بیش از سایر طبقات به پوشش جنگلی تبدیل شده-اند و این کاهش پوشش مرتعی در ارتفاعی بیشینه است که در آن ارتفاع بیشترین رشد طبقه جنگل وجود داشته است (۱۸۰۰-۱۲۰۰ متر) و بخش زیادی از تبدیل کشت آبی به جنگل در طی دوره مطالعه نیز در این طبقه ارتفاعی مشاهده شده است. باتوجه به حضور طبیعی پوشش جنگلی در ارتفاعات بالاتر و شیب‌های تندتر (۷،۸)، به نظر می‌رسد حضور پوشش جنگلی در مناطق قابل دسترس برای انسان نشان‌دهنده‌ی مداخله‌ی انسانی برای افزایش سطح درختستآن‌های دست کاشت در منطقه باشد. هم‌چنین بیشترین توسعه جنگل‌ها به ترتیب در جهت شرق و شمال (که از بیشترین کاهش کاربری کشت آبی برخوردار بوده است) مشاهده گردیده است.

بیشترین کاهش سطح اراضی کشت آبی نیز در ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ متر، شیب ۰ تا ۵ درصد و جهت‌های شمالی و شرقی صورت پذیرفته‌است که تطابق قابل قبولی با شرایط توپوگرافی مساعد برای گسترش کاربری‌های جنگل و دیم‌زارها دارد. بیشترین کاهش در سطح دیم‌زارهای شهرستان مشهد نیز در ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ متر، شیب ۲ تا ۵٪ و جهت جنوبی صورت پذیرفته است که علاوه بر اینکه با شرایط توپوگرافی مساعد رشد کاربری‌های هدف اصلی آن یعنی مراتع و کشت آبی تطابق داشته، میانگین بارش و رطوبت کمتر در جهت جنوبی نیز از دلایل اصلی کاهش اراضی دیم‌زار بوده که وابستگی بنیادی با بارش طبیعی جو دارد.

در این پژوهش، تغییرات کاربری سرزمین شهرستان مشهد و وابستگی این تغییرات به شرایط توپوگرافی با استفاده از تصاویر ماهواره ای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ ماهواره لندست

بررسی گردیده است. بدین منظور ابتدا کاربری سرزمین با روش تفسیر بصری به شش کلاس اراضی بایر، دیم، جنگل، کشت آبی، مرتع و شهر طبقه بندی شده اند. در نهایت ارتباط میان تغییرات کاربری سرزمین با مؤلفه‌های توپوگرافی (ارتفاع، شیب و جهت) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طی دوره مطالعه مساحت کاربری‌های شهر، جنگل و اراضی بایر افزایش یافته و سطح کاربری‌های دیم‌زار، کشت آبی و مراتع کاهش یافته‌است. بیشترین تغییر کاربری از کشاورزی آبی به اراضی دیم زار و به میزان ۳۷۷۰۲/۷۵ هکتار بوده است. شهر مشهد نیز در طی این دوره زمانی ۲۷ ساله ۱۶۷۵۴ هکتار گسترش یافته که بیشترین رشد آن در پهنه هایی با ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۸۰۰ متر، شیب ۸ تا ۱۲ درصد و جهت‌های شمالی و شرقی رخ داده است.

این مطالعه نیز همانند مطالعات مشابه نشان می‌دهد که تغییرات کاربری سرزمین تا حد زیادی به موقعیت و مؤلفه‌های توپوگرافی وابسته است به طوری که این تغییرات در رابطه با کاربری‌های انسانی از قبیل شهری و کشاورزی در ارتفاعات پایین‌تر و شیب‌های ملایم‌تر بیشتر قابل رؤیت بوده و پوشش-های جنگلی به نسبت سایر کاربری‌ها با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی منطقه در ارتفاعات بالاتر و شیب‌های تندتر مشاهده می‌شود (۴،۷،۸). فو و همکاران در سال ۲۰۰۶ مشاهده کردند در شیب‌های ملایم زمین‌های زراعی کاربری غالب هستند و نتیجه گرفتند این شیب‌ها دارای بیشترین پتانسیل برای کشاورزی شدید هستند (۵). با این حال در تحقیق حاضر با توجه به شرایط مشابه توپوگرافی برای توسعه کاربری شهری و کشاورزی و توسعه شهری به دلیل افزایش جمعیت و در نتیجه کاهش قابل توجه فعالیت‌های کشاورزی در منطقه مورد مطالعه، به نظر می‌رسد برنامه‌ریزی برای برآورد نیازهای این جمعیت از جمله نیاز به محصولات کشاورزی از طریق اجرای فعالیت‌های نوین کشاورزی در جایی که مناسب برای این کاربری است ضروری می‌باشد. یکی از مهم‌ترین نتایج تحقیق حاضر گسترش کاربری شهری و سطح جنگل‌ها و همزمان کاهش مساحت اراضی کشاورزی در همان شرایط توپوگرافیک است. در مطالعه وو و همکاران نیز توسعه شهری و مساحت جنگل‌ها از مهم‌ترین تغییرات کاربری سرزمین بوده است (۳). این تغییرات سرعت بالای توسعه شهری و عملیات جنگل‌کاری را در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. به علاوه همانند نتایج وو و همکاران (۳)،کاول (۶) و ژائو و همکاران (۸) در پژوهش حاضر نیز به نظر می‌رسد در بین مؤلفه‌های توپوگرافیک ارتفاع، شیب و جهت، ارتفاع در نمایاندن تغییرات کاربری سرزمین مناسب‌تر بوده و در رده بعدی شیب شاخص مناسبی برای درک این تغییرات محسوب می‌شود. در نهایت توجه به این تغییرات می‌تواند ابزار بسیار مناسبی برای مدیران ناحیه‌ای و فراناحیه‌ای جهت شناسایی و مدیریت مناطق مستعد تغییر کاربری به خصوص در رابطه با کاربری‌هایی که با سند چشم انداز توسعه منطقه در تضاد بوده، فراهم آورد و چشم‌انداز مناسبی را برای برنامه‌ریزان جهت مدیریت کاربری سرزمین و طرح‌های توسعه آتی ایجاد نماید.

پیشنهادات

در راستای این پژوهش پیشنهاد می‌شود با بهره گیری از روش های مدل‌سازی تغییرات کاربری سرزمین، ضمن پیش‌بینی تمایل آتی تغییرات کاربری منطقه، اقدامات مدیریتی لازم برای پیش‌بینی و آمادگی جهت جلوگیری یا مدیریت تغییرات کاربری در چهارچوب برنامه ریزی شده منطقه ای ایجاد گردد. هم‌چنین ضروری است ضمن بهره گیری از نتایج این پژوهش، براساس شرایط توپوگرافی مستعد رشد یا کاهش هر کاربری، پیش‌بینی های لازم برای جلوگیری یا ایجاد زیرساخت های لازم جهت حمایت از این تغییرات صورت پذیرد.

منابع

۱- زبردست. لعبت، جعفری. حمیدرضا، باده‌یان. ضیاالدین، عاشق معلا. مریم ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران در فاصله زمانی ۲۰۰۲، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره ای، پژوهش های محیط زیست، ۱، ۱، صص ۲۳-۳۳.

2- Hall, P; Pfeiffer, U. (2000). Urban Future 21: A Global Agenda for Twenty-first Century Citie". London, Earthscan.

3- Wu, X; Zhiyao, T; Haiting, C; Jingyun, F. (2007). Land cover dynamics of different topographic conditions in Beijing, China, Frontiers of Biology in China, 2, 4, 463-473.

4- Soini, E. (2005). Land use change patterns and livelihood dynamics on the slopes of Mt. Kilimanjaro, Tanzania, Agricultural systems, 85, 3, 306-323.

5- Fu, B.J; Zhang, Q.J; Chen, L.D; Zhao, W.W; Gulinck, H; Liu, G.B; Yang, Q.K; Zhu, Y.G. (2006). Temporal change in land use and its relationship to slope degree and soil type in a small catchment on the Loess Plateau of China. Catena, 65, 1, 41-48.

6- Kawule, W. (2007). The Relationship between Physical Environmental Variables and the Spatial Distribution of Vegetation Cover within the Biebrza River Valley Wetland, Thesis submitted to the International Institute for Geo-information Scienceand Earth Observation, Enschede, the Netherlands,1-65.

7- Reis, S. (2008). Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey, Sensors, 8, 10, 6188-6202.

8- Zhao, Y; Mizuki, T; Keitarou, H; Michiro, F; YongChuan, Y; LiangJun, D. (2014). Effects of topography on status and changes in land-cover patterns, Chongqing City, China. Landscape ecological engineering, 10, 1, 125-135.

9- Gholamalifard, M; ZareMaivan, H; JoorabianShooshtari, Sh; Mirzaei, M. (2012). Monitoring Land Cover Changes of Forests and Coastal Areas of Northern Iran (1988-2010): A Remote Sensing Approach, Journal of the Persian Gulf, 3, 10, 47-56.

10- Schulz, J.J; Cayuela, L; Echeverria, C; Salas, L; Rey Benayas, J.M. (2010). "Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008)." Applied Geography 30, 3, 436-447.

11- Hietel, E; Waldhardt, R; Otte, A. (2004). Analysing land cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany, Landscape ecology, 19, 5, 473-489.

۱۲- غلامعلی فرد. مهدی، جورابیان شوشتری. شریف، کهنوج. سید حمزه حسینی، میرزایی. محسن، ۱۳۹۱. مدلسازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از LCM درمحیط GIS، محیط شناسی ۳۸، ۴، صص ۱۰۹-۱۲۴.

۱۳- طاهری. محمد، غلامعلی فرد. مهدی، ریاحی بختیاری. علیرضا، رحیم اوغلی. شاهین، ۱۳۹۳. مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده ازشبکهٔ عصبی مصنوعی و زنجیرهٔ مارکف. پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۵، ۴، صص ۹۷-۱۲۱.

۱۴- مرکز آمار ایران(۱۳۹۰). سال‌نامه آماری استان خراسان رضوی.

15- Viedma, O. (2008). The influence of topography and fire in controlling landscape composition and structure in Sierra de Gredos (Central Spain). Landscape ecology, 23, 6, 657-672.

16- Kienast, F. (1993). Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System-a methodological outline, Landscape Ecology, 8, 2, 103-118.

۱۷- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی ۱۳۸۹. طرح جامع آمایش استان خراسان رضوی.

18- Eastman, J.R. (2009). IDRISI Taiga, Guide to GIS and Image Processing. Manual version 16.02, Clark University, Massachusetts.

19- 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.

20- Kathuria, V. (2007). Utilization of Fly-ash by Brick Manufacturers-Environmental Costs vs. Benefits, Report submitted to Ministry of Environment and Forests, Govt. of India, N. Delhi.

۲۱- مومنی. عزیز، فرج نیا. اصغر، طاهرزاده. محمدحسن، جمشیدی. محمد، ۱۳۸۶. بررسی ابعاد جغرافیایی وپتانسیل تولید اراضی کشاورزی تغییرکاربری یافته دراثر توسعه بی برنامه کلان‌شهرهای ایران. تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۸۶، ۲۳، ۳، صص ۳-۳۶.

۲۲- غلامعلی فرد. مهدی، جورابیان شوشتری. شریف، کهنوج. سیدحمزه حسینی. بالی. علی، دلشب. حسین، معین. حسین، ۱۳۹۱ کاربرد نمایه توافق کاپا در پایش تغییرات پوشش سرزمین سواحل استان بوشهر (دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۶۷). اقیانوس شناسی ۳، ۱۲، صص ۶۳-۷۵.

۲۳- پیرباوقار. مهتاب، درویش صفت. علی اصغر، ۱۳۸۳. بررسی تغییرات گسترهٔ جنگل در ارتباط باعوامل توپوگرافی، همایش ژئوماتیک ۸۳، تهران،سازمان نقشه برداری کشور.

۲۴- جعفری. حمیدرضا، حمزه. محمد، نصیری. حسین، رفیعی. یوسف، ۱۳۹۰. توسعه مدل مفهومی مبتنی بر الگوریتمDecision Tree وداده کاوی به منظور آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی بااستفاده از تصاویر سنجنده TM وداده های کمکی «مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان بویراحمد»، علوم محیطی، ۱۳۹۰، ۸ ، ۳، صص ۱-۱۹.

۲۵- سلاجقه.علی، رضوی زاده، سمانه، خراسانی. نعمتاله، حمیدی فر، مینا، سلاجقه. سوسن، (۱۳۹۰). تغییرات کاربری اراضی وآثار آن برکیفیت آب رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیزکرخه). محیط شناسی، ۱۳۹۰، ۳۷، ۵۸، صص۸۱-۸۶.

۲۶- مخدوم، مجید ۱۳۸۷. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ هشتم.