Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۷ شماره ۳، صفحه ۳۳۴-۳۲۲، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2019.126399.1839
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1398.27.322.77.3.1578.41

تحلیل احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی در دامنه‌های جنوبی البرز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کن در استان تهران)

مریم اقنوم [۱]، جهانگیر فقهی [۲*]، مجید مخدوم [۳]، علیرضا مقدم‌نیا [۴] و وحید اعتماد [۵]

۱- دانش‌آموخته دکتری جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

پست الکترونیک: jfeghhi@ut.ac.ir

۳- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- دانشیار، گروه مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۵- دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۶

چکیده

حوزه‌های آبخیز مشرف به شمال شهر تهران که در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی قرار دارند، در دهه‌های اخیر در معرض تغییر کاربری و استفاده‌های غیراصولی بوده‌اند، بنابراین آگاهی از تغییر و تحولات کاربری‌ها و تهیه نقشه‌های احتمال تغییرات مکانی کاربری اراضی به‌منظور چاره‌اندیشی برای مقابله با این پدیده، ضروری به‌نظر می‌رسد. در پژوهش پیش‌رو با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ حوزه آبخیز کن به‌روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال تهیه شد. به‌منظور تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی و پهنه‌بندی احتمال وقوع تغییرات، داده‌های رقومی نه عامل محیطی و چهار عامل انسانی در محیط GIS تهیه شدند. نقشه احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی با استفاده از رگرسیون لجستیک تهیه شد. صحت مدل‌سازی با استفاده از منحنی مشخصه عملکرد سیستم تعیین شد که بیانگر قابلیت مناسب مدل برای توصیف تغییرات و تعیین مناطق مستعد تغییر بود. نتایج نشان داد که حدود ۶۰ درصد از وسعت حوزه آبخیز کن در طبقه‌های متوسط تا بسیار زیاد حساسیت به تغییر کاربری قرار دارند. در این میان، متغیرهای شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، عمق خاک، متوسط بارندگی و دما در فصل رویش، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تعیین احتمال تغییر کاربری اراضی بودند. به‌طور کلی، نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که در سال‌های اخیر روند تغییر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه چشمگیر بوده و احتمال وقوع تغییرات در آینده نیز بسیار زیاد است.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، رگرسیون لجستیک، عوامل انسانی، عوامل محیطی، کاربری اراضی.

مقدمه

حوزه‌های آبخیز مشرف به شمال شهر تهران که در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی قرار دارند، به‌دلیل افزایش جمعیت و توسعه فعالیت‌های عمرانی، تغییرات زیادی را در سال‌های اخیر تجربه کرده‌اند. این تغییرات علاوه‌بر افزایش آسیب‌پذیری بوم‌سازگان این محدوده، کلان‌شهر تهران را در

www.SID.ir

Archive of SID

معرض ناپایداری ناشی از سیلاب قرار داده‌اند (Esmaeilzadeh & Shafiee Sabet, 2013). پژوهش‌های مختلفی در ایران با هدف بررسی روند تغییر کاربری اراضی در گذر زمان انجام شده که در بیشتر آن‌ها از روش‌های پرکاربرد تحلیل تصاویر ماهواره‌ای (Amini *et al.*, 2008)، تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین (Sheikh Goodarzi *et al.*, 2012) و مدل‌های پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی (Vafaei *et al.*, 2013) استفاده شده است. با این‌حال، پژوهش‌هایی که در دامنه‌های جنوبی البرز انجام شده‌اند، فقط روند تغییرات را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در یک دوره زمانی مشخص بررسی کرده و دلایل این تغییرات را به‌صورت تئوری ذکر کرده‌اند (Esmaeilzadeh & Shafiee Sabet, 2013)، اما تحلیل احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی که نیازمند بررسی و نقشه‌سازی تمام عوامل تأثیرگذار بر تغییرات است (Zhao *et al.*, 2018)، در دامنه‌های جنوبی البرز مطالعه نشده است.

روش‌های متعددی برای پیش‌بینی و برآورد احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به‌روش‌های تجزیه‌وتحلیل تطبیقی کانونی (Zhang *et al.*, 2014) و مدل‌های خطی تعمیم‌یافته (Aspinall, 2004) اشاره کرد. روش‌های مذکور، ارتباط بین عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی و توزیع مکانی تغییرات را به‌صورت خطی بررسی می‌کنند، در صورتی‌که بیشتر این ارتباط‌ها غیرخطی هستند (Zhao *et al.*, 2018). در این راستا، روش رگرسیون لجستیک برای بررسی ارتباط غیرخطی متغیر پاسخ (بروز یا عدم بروز تغییر کاربری اراضی) با متغیرهای مستقل (عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری) به‌کار می‌رود (Zhao *et al.*, 2018). با استفاده از این روش، Kim و همکاران (۲۰۱۴) و Zhao و همکاران (۲۰۱۸) به‌ترتیب توپوگرافی و فاصله مبنا را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی گزارش کردند. در پژوهش‌های Zare Garizi و همکاران (۲۰۱۲) و Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۳) نیز نقشه احتمال وقوع تغییر و تخریب پوشش جنگلی تهیه شد.

نقشه‌های احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی می‌توانند اطلاعات ارزشمندی را برای درک بهتر فرآیند تغییرات و پیش‌بینی مناطق در معرض وقوع تغییر فراهم کنند (Amini *et al.*, 2008). از آنجایی‌که در سال‌های اخیر، تغییر کاربری بی‌رویه و غیراصولی در حوزه آبخیز کن که بزرگ‌ترین حوزه شمال تهران است، مشاهده شده (Anonymous, 2008)، بنابراین ضروری است مناطق مستعد تغییر کاربری در این حوزه شناسایی شوند تا از این طریق بتوان باتوجه به میزان احتمال تغییرات در آینده و اولویت‌بندی مناطق مستعد تغییر، اقدامات مدیریتی مناسبی را در راستای حفظ پایداری بوم‌سازگان پیش‌بینی کرد. از این‌رو، باتوجه به آمار و اطلاعات موجود از منطقه، سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ به‌منظور آشکارسازی روند تغییر کاربری اراضی انتخاب شدند. با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، ارتباط عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی و نقشه کاربری اراضی فعلی حوزه (نقشه سال ۲۰۱۷) بررسی شد تا از این طریق، امکان شناسایی مناطق مستعد تغییر در آینده فراهم شود. براین‌اساس، اهدافی مانند بررسی مقدار تغییر کاربری اراضی، برازش مدل رگرسیون لجستیک به‌منظور شناسایی اصلی‌ترین متغیرهای تأثیرگذار و تهیه نقشه احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی از مهم‌ترین اهداف پژوهش پیش‌رو بود.

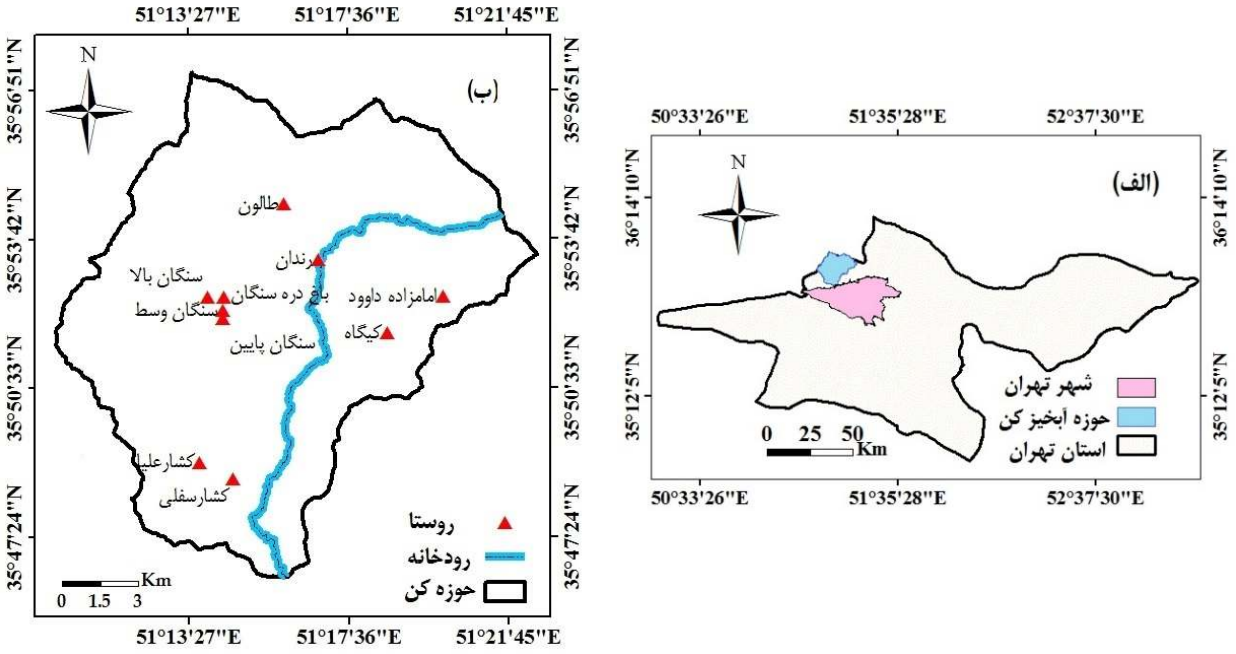
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز کن با مساحت ۲۰۵/۷ کیلومتر مربع، بزرگترین حوزه شمال تهران است که در بالادست منطقه ۲۲ قرار گرفته است (Error! Reference source not found.). ارتفاع متوسط حوزه ۲۴۱۱ متر از سطح دریا و شیب متوسط آن ۴۳/۵ درصد است. از مشکلات مهم این حوزه می‌توان به فرسایش خاک، سیل‌خیز بودن منطقه به‌دلیل کاربری نادرست اراضی، احداث آزادراه تهران- شمال و چرای بی‌رویه دام اشاره کرد (Anonymous, 2008)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز کن در استان تهران (الف) و موقعیت روستاهای حوزه آبخیز کن (ب)

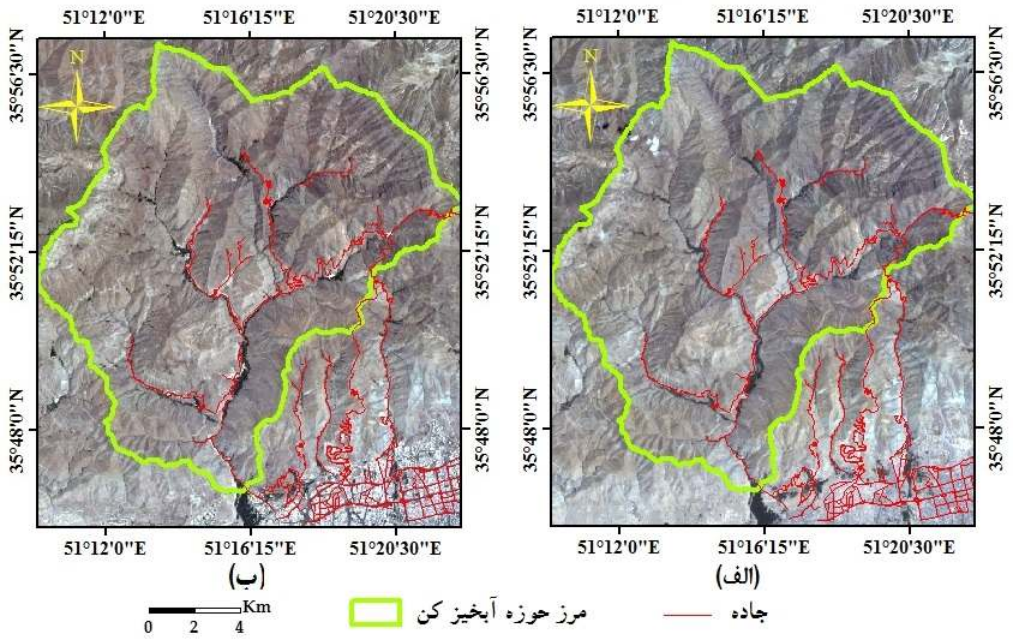
روش پژوهش

تهیه نقشه کاربری اراضی و بررسی روند تغییرات

به‌منظور تهیه نقشه کاربری اراضی، تصاویر ماهواره لندست ۷ (سنجنده ETM+) و ۸ (سنجنده OLI) مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ (2000-05-30) و ۲۰۱۷ (2017-06-30) از وب‌سایت USGS دانلود شدند. به‌دلیل موجود بودن نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۷ به‌عنوان نقشه واقعیت زمینی، سال ۲۰۰۰ برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی انتخاب شد. همچنین، به‌علت عدم وجود تصاویر در برخی از ماه‌های فصل رویش سال ۲۰۰۰، تصاویر به‌نحوی انتخاب شدند که حداقل فاصله زمانی را داشته باشند. در مرحله پیش‌پردازش تصاویر، بارزسازی و تصحیحات اتمسفری انجام شد. با استفاده از نقشه توپوگرافی (۱:۲۵۰۰۰) و نقشه جاده‌ها، تطابق هندسی تصاویر ارزیابی شد. انطباق کلی تصاویر حاکی از عدم نیاز به تصحیح هندسی تصاویر مربوطه بود (شکل ۲). در مرحله پردازش تصاویر، ابتدا با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-Means پیکسل‌های دارای ویژگی‌های طیفی مشابه در یک خوشه طبقه‌بندی شدند. سپس به‌منظور تعیین نمونه‌های تعلیمی در هرکدام از طبقه‌ها، نقاط تصادفی تهیه شدند (Kiyani *et al.*, 2014). برای بهینه‌سازی نقاط تصادفی از معیار Jeffries-Matusita استفاده شد (Keshtkar *et al.*, 2017). برای تفسیر و تعیین طبقه‌های نقاط تصادفی تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ به‌ترتیب از نقشه کاربری اراضی موجود (Anonymous, 1999) (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) و تصاویر پایگاه اطلاعاتی گوگل‌ارث استفاده شد. درنهایت، تصاویر مذکور با استفاده از روش نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی و ارزیابی صحت شدند. سپس با استفاده از روش Cross-tabulation، میزان تغییرات کاربری‌ها در طول این دوره محاسبه و با استفاده از آزمون مربع کای و ضریب Cramer's V، معنی‌داری تغییرات کاربری اراضی بررسی شد (Akingbogun *et al.*, 2012).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ارزیابی صحت هندسی تصویر ماهواره لندست ۷ در سال ۲۰۰۰ (الف) و ماهواره لندست ۸ در سال ۲۰۱۷ (ب)

مدل‌سازی رگرسیونی احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی و ارزیابی دقت مدل رگرسیونی

برمبنای پژوهش‌های پیشین (Kim *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2018) و بررسی طرح‌های انجام‌شده در منطقه مورد مطالعه (Anonymous, 1999; Anonymous, 2008)، عوامل احتمالی اثرگذار بر تغییر کاربری اراضی شناسایی شدند. درنهایت، با توجه به داده‌ها و نقشه‌های موجود، عوامل محیطی شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت، عمق و بافت خاک، متوسط بارندگی و دمای سالانه، متوسط بارندگی و دما در فصل رویش (داده‌های سازمان آب منطقه‌ای تهران) و عوامل انسانی تراکم نسبی جمعیت (داده‌های مرکز آمار ایران، سال ۱۳۹۵) و فاصله از روستا، جاده و آبراهه انتخاب شدند (شکل ۳).

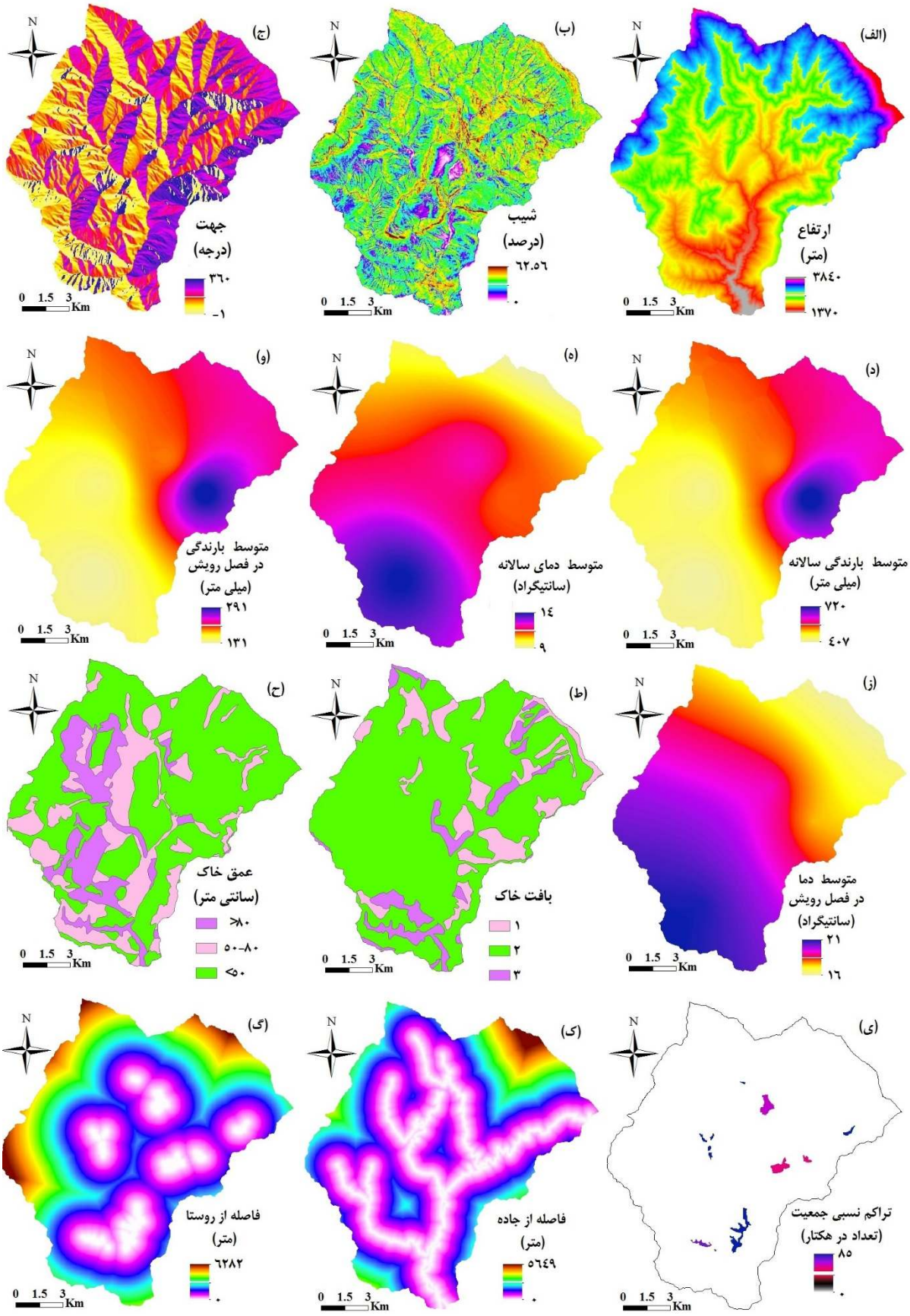
برای بررسی نقش عوامل مذکور از رگرسیون لجستیک استفاده شد. برای این منظور، تمام نقشه‌های تهیه شده به‌عنوان متغیرهای مستقل و نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۷ (به‌تفکیک طبقه‌های کاربری اراضی) به‌عنوان متغیر وابسته تعیین شد و رگرسیون لجستیک با استفاده از نرم‌افزار SPSS برازش داده شد (رابطه ۱) (Verburg, 2010).

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: pi احتمال یک سلول برای وقوع یک نوع کاربری و Xها، عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی هستند.

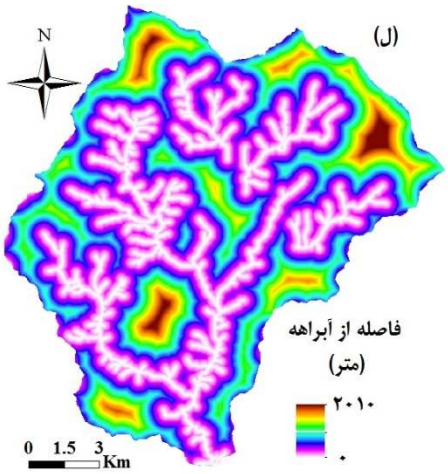
www.SID.ir

Archive of SID



www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نقشه‌های ارتفاع (الف)، شیب (ب)، جهت (ج)، متوسط بارندگی سالانه (د)، متوسط دمای سالانه (ه)، متوسط بارندگی در فصل رویش (و)، متوسط دما در فصل رویش (ز)، بافت خاک (طبقه ۱: شنی، لومی شنی، سیلت، لوم)، (طبقه ۲: شنی- رسی- لومی، سیلتی- رسی- لومی)، (طبقه ۳: رسی، سیلتی- رسی، شنی- رسی) (ط)، عمق خاک (ح)، تراکم نسبی جمعیت (ی)، فاصله از جاده (ک)، فاصله از روستا (گ) و فاصله از آبراهه (ل)

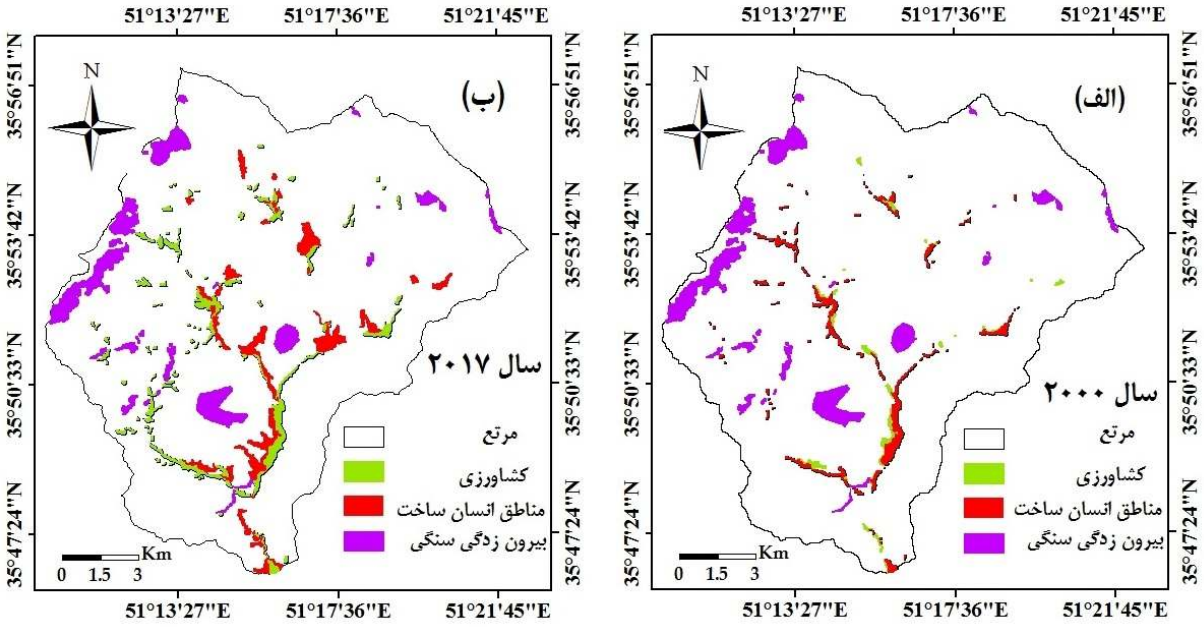
با استفاده از نتایج حاصل از رگرسیون لجستیک، نقشه احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی با استفاده از نرم‌افزار Dyna-CLUE تهیه شد. سپس برای ارزیابی کلی مدل و معنی‌داری ضرایب عوامل مستقل به‌ترتیب از آزمون‌های Omnibus و Wald استفاده شد. مقدار ضریب تبیین نیز باتوجه به آماره Nagelkerke's R square تعیین شد. اگر مقدار این ضریب بین ۰/۲ تا ۰/۴ باشد، بیانگر برازش خوب مدل است (Wilson *et al.*, 2005). سپس نتایج احتمال وقوع کاربری‌ها با استفاده از منحنی ROC (شاخص عملکرد نسبی) ارزیابی و دقت روش رگرسیون محاسبه شد (تطابق نقشه حاصل از مدل با نقشه سال ۲۰۱۷). سطح زیر منحنی ROC (Area Under Curve, AUC) کیفیت پیش‌بینی مدل را نشان می‌دهد. مقدار قابل قبول این شاخص برای تأیید عملکرد مناسب مدل در محدوده ۰/۵ تا یک قرار دارد (Pontius & Schneider, 2001).

نتایج

شکل ۴ نقشه‌های کاربری اراضی تهیه‌شده برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ را نشان می‌دهد. صحت کلی و ضریب کاپا برای نقشه سال ۲۰۰۰ به‌ترتیب ۹۲/۵۳ درصد و ۰/۵۵ و برای نقشه سال ۲۰۱۷، ۹۱/۰۱ درصد و ۰/۴۶ به‌دست آمد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین تغییرات از تبدیل کاربری مرتع به مناطق انسان‌ساخت و کشاورزی حاصل شده است. باتوجه به مقدار *p*-value حاصل از آزمون مربع کای که کمتر از ۰/۰۱ بود، تغییرات ایجادشده در طول دوره مورد بررسی در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود. همچنین، مقدار زیاد ضریب Cramer's V (۰/۸) معنی‌داری تغییرات کاربری اراضی را تأیید کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز کن در سال ۲۰۰۰ (الف) و سال ۲۰۱۷ (ب)

جدول ۱- مساحت (هکتار) و میزان تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز کن و بررسی معنی‌داری تغییرات کاربری

کاربری	مرتع	مناطق انسان‌ساخت	کشاورزی	صخره	سال ۲۰۱۷
مرتع	۱۸۶۱۸/۴۸	۰	۰	۰	۱۸۶۱۸/۴۸
مناطق انسان‌ساخت	۴۲۹/۱۵	۱۰۴/۱۳	۶	۰	۵۳۹/۲۸
کشاورزی	۱۸۵/۲۲	۰	۳۹۵/۸۵	۰	۵۸۷/۰۷
صخره	۰	۰	۰	۸۲۵/۶۶	۸۲۵/۶۶
سال ۲۰۰۰	۱۹۲۳۸/۸۵	۱۰۴/۱۳	۴۰۱/۸۵	۸۲۵/۶۶	جمع کل = ۲۰۵۷۰/۴۹
نرخ رشد (سال ۲۰۱۷)	- ۰/۱۹	+ ۱۰/۱۶	+ ۲/۲۵	۰	-
Cramer's V = ۰/۸۰۵۵		Sig. = ۰/۰۰۰*	*df* = ۱۶	Chi-Square = ۱۰۷۲۲۵۶/۰۰۰۰	

* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

براساس نتایج رگرسیون لجستیک (جدول ۲)، با کاهش عوامل ارتفاع، شیب، جهت و متوسط دمای فصل رویش و افزایش عوامل بارندگی در فصل رویش و عمق خاک، احتمال وقوع کاربری‌های مناطق انسان‌ساخت و کشاورزی افزایش می‌یافت. همچنین، کاهش فاصله از جاده، اثر معنی‌داری بر کاربری مناطق انسان‌ساخت داشت، اما هیچ‌گونه تأثیری بر وقوع کاربری‌های دیگر نداشت. با کاهش فاصله از آبراهه نیز احتمال وقوع کاربری کشاورزی افزایش می‌یافت. متغیرهای تراکم نسبی جمعیت، فاصله از روستا، متوسط بارندگی و دمای سالانه، متوسط دمای سالانه، عمق و بافت خاک رابطه معنی‌داری با تغییرات کاربری اراضی در این حوزه نداشتند، زیرا در رابطه رگرسیونی اعمال نشدند و باتوجه به مقدار معنی‌داری در آزمون کلی‌نگر Omnibus که کمتر از ۰/۰۰۱ بود، بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد عدم حضور آن‌ها در رابطه رگرسیونی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقادیر معنی‌داری آزمون Wald در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ نیز نشان داد که متغیرهایی که سطح معنی‌داری آن‌ها کمتر از ۰/۰۵ بود، رابطه معنی‌داری با تغییرات کاربری اراضی داشتند و حضور آن‌ها در رابطه رگرسیونی تأیید شد. ضریب تبیین Nagelkerke نیز نشان داد که متغیرهای مستقل استفاده‌شده در این پژوهش توانستند ۳۳ تا ۶۹ درصد از تغییرات کاربری اراضی را تبیین کنند. از آنجایی‌که مقادیر ضریب مذکور بیشتر از ۰/۲ بود، بنابراین متغیرهای مستقل به‌خوبی قادر بودند که تغییرات متغیر وابسته را تبیین کنند.

جدول ۲- ضریب‌های β استانداردنشده عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی و نتایج آزمون معنی‌داری ضرایب

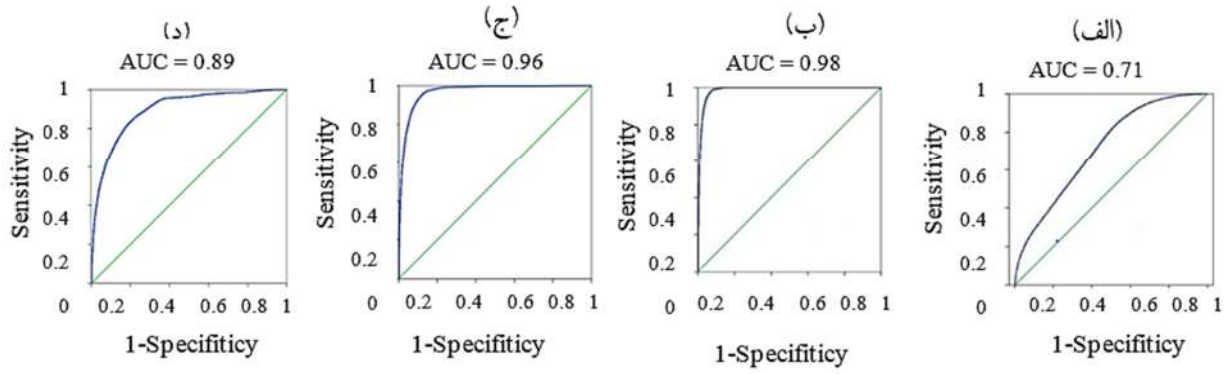
متغیر	مرتع		مناطق انسان‌ساخت		کشاورزی		صخره	
	β	Wald (Sig.)*	β	Wald (Sig.)*	β	Wald (Sig.)*	β	Wald (Sig.)*
ارتفاع	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	−۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	− ۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
شیب	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	− ۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	− ۰/۱۰۵	۰/۰۰۰	−۰/۰۴۳	۰/۰۰۰
جهت	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	− ۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	− ۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	− ۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
متوسط دمای سالانه	۰/۱۹۵	۰/۰۰۰	–	۰/۲۴۷	–	۰/۰۵۱	–	۰/۲۹۱
متوسط دمای فصل رویش	۰/۱۱۵	۰/۰۰۱	− ۰/۰۱	۰/۰۰۰	− ۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	−۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
متوسط بارندگی فصل رویش	۰/۰۰۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	− ۰/۰۳۴	۰/۰۰۰
عمق خاک (طبقه یک)	۰/۴۲۲	۰/۰۰۰	۰/۳۰۱	۰/۰۰۰	۰/۶۶۹	۰/۰۰۰	− ۳/۴۳	۰/۰۱۷
عمق خاک (طبقه دو)	۰/۳۱	۰/۰۰۰	–	۰/۰۶۸	–	۰/۰۷۲	− ۳/۴۰۷	۰/۰۱۹
بافت خاک (طبقه یک)	–	۰/۱۲۸	–	۰/۱۲۱	–	۰/۵۲۹	− ۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
فاصله از جاده	–	۰/۱۵۵	− ۰/۰۲۵	۰/۰۰۰	–	۰/۴۳۹	–	۰/۲۵۳
فاصله از آبراهه	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	–	۰/۷۴۲	− ۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
Constant (β)	− ۶/۳۹	۰/۰۰۰	۴/۳۶۶	۰/۰۰۰	۶/۲۳۲	۰/۰۰۰	− ۹/۸۴۱	۰/۰۰۰
Nagelkerke	۰/۳۳		۰/۶۹		۰/۶۳		۰/۳۵	
Omnibus (Sig)*	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰		۰/۰۰۰		۰/۰۰۰	

علامت – بیانگر عدم حضور متغیر مربوطه در رابطه رگرسیونی موردنظر است. * معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

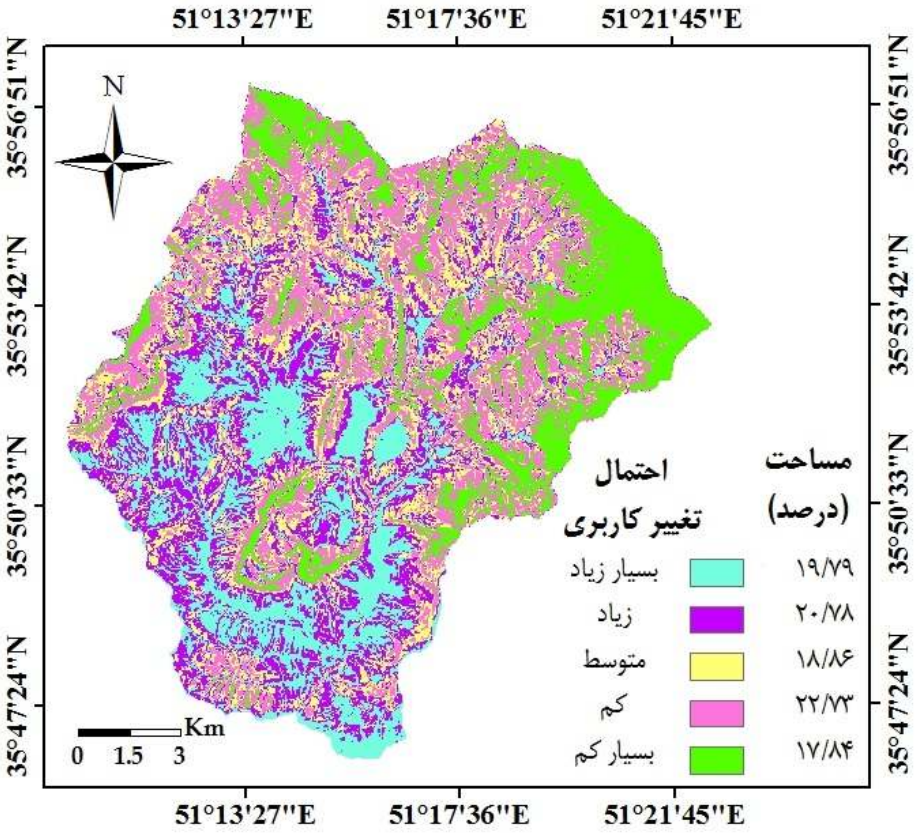
سطح زیر منحنی ROC (شکل ۵) برای هر چهار کاربری در دامنه ۰/۵ تا یک قرار داشت که بیانگر دقت قابل‌قبول روش رگرسیون در پیش‌بینی احتمال وقوع کاربری‌ها و تعیین مناطق مستعد تغییر بود. شکل ۶ نقشه نهایی پهنه‌بندی احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی را براساس روش میزان انحراف‌معیار و محاسبه درصد مساحت هر طبقه نشان می‌دهد. همان‌طور که از این شکل مشهود است، اگرچه وقوع تغییرات در بیشتر قسمت‌های حوزه دیده می‌شد، اما تمرکز تغییرات در قسمت‌های جنوب غربی و مرکز حوزه بود. براساس نتایج این بررسی، حدود ۶۰ درصد از این حوزه در طبقه‌های متوسط تا بسیار زیاد حساسیت به تغییر کاربری قرار داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- شاخص عملکرد نسبی برای کاربری مرتع (الف)، مناطق انسان‌ساخت (ب)، کشاورزی (ج) و بیرون‌زدگی سنگی (د)



شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی احتمال وقوع تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز کن

بحث

در پژوهش پیش‌رو، فرآیندهای حاکم بر تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز کن بررسی شد. نتایج نشان داد که در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ تبدیل مراتع به کاربری‌های مناطق انسان‌ساخت و کشاورزی افزایش چشمگیری داشته است. همچنین، متغیرهایی مانند شیب، عمق خاک، ارتفاع، جهت، متوسط بارندگی در فصل رویش، متوسط دما در فصل رویش، فاصله از جاده و فاصله از شبکه آبراهه، مهم‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل مؤثر بر تعیین احتمال تغییر کاربری اراضی بودند. در این بین، عوامل توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) رابطه معکوس و عمق خاک رابطه مستقیمی با افزایش تغییرات از خود نشان دادند، به‌این‌معنی که با افزایش عوامل توپوگرافی و عمق خاک، تغییرات کاربری به‌ترتیب کاهش و افزایش یافت. پژوهش‌های مشابه در این زمینه ازجمله Zare Garizi و همکاران (۲۰۱۲)، Bagheri و Shataee (۲۰۱۰) و Masrouri و همکاران (۲۰۱۵) نیز رابطه معکوس میان افزایش شیب و تغییرات کاربری را تأیید کرده‌اند، اگرچه پژوهش‌های Amini و همکاران (۲۰۰۸) و Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات پراکنده و نامنظمی را بین متغیر شیب و الگوی تغییرات گزارش کردند. در پژوهش Amini و همکاران (۲۰۰۸) دلیل ارتباط نامنظم تغییرات شیب و کاربری اراضی، حضور کاربری‌های کشاورزی و جنگل در شیب‌های متفاوت عنوان شده بود. رابطه معکوس و منظم الگوی تغییرات با متغیر ارتفاع نیز با پژوهش‌های Pirbavaghar و همکاران (۲۰۰۳) و Bagheri و Shataee (۲۰۱۰) مغایرت دارد که می‌تواند به‌دلیل تجمع روستاها و گسترش جاده‌ها در ارتفاعات بالاتر در پژوهش‌های Pirbavaghar و همکاران (۲۰۰۳) و Bagheri و Shataee (۲۰۱۰) باشد. ارتباط معکوس الگوی تغییرات با متغیر جهت نیز با پژوهش‌های Amini و همکاران (۲۰۰۸) و Bagheri و Shataee (۲۰۱۰) که به‌ترتیب در مناطق غربی استان کردستان و دامنه‌های شمالی البرز انجام شد، همخوانی دارد. در پژوهش‌های مختلف ذکر شده است که جهت‌های شرقی و جنوبی به‌دلیل درجه حرارت زیادتر و پوشش گیاهی بیشتر نسبت به جهت‌های دیگر، در طول زمان، بیشتر در معرض تخریب و تغییر کاربری قرار می‌گیرند (Amini *et al.,* 2008; Ravanbakhsh *et al.,* 2010; Masrouri *et al.,* 2015) پارامترهای بارندگی و دما نیز نقش مهمی در وقوع تغییرات از خود نشان دادند. درحقیقت، در حوزه آبخیز کن، افزایش بارندگی و کاهش دما در فصل رویش باعث افزایش تغییرات کاربری در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ شده بود. به‌رغم توزیع مناسب متوسط بارندگی و دمای سالانه در حوزه آبخیز کن، این حوزه در فصل رویش با مشکل کم‌آبی مواجه است (متوسط بارندگی در فصل رویش ۱۹۰ میلی‌متر)، بنابراین عدم رابطه معنی‌دار عوامل متوسط بارندگی و دمای سالانه با تغییرات کاربری اراضی، منطقی به‌نظر می‌رسد. در پژوهش‌های Mondal و همکاران (۲۰۱۴) و Bansal و همکاران (۲۰۱۶) نیز ارتباط مشابهی بین تغییرات کاربری اراضی و عوامل بارندگی و دما مشاهده شد. اگرچه در بیشتر پژوهش‌های خارج از کشور، نقش پارامترهای اقلیمی نیز در تغییرات کاربری اراضی بررسی شده، اما بیشتر پژوهشگران داخلی به تأثیر عوامل فیزیوگرافی و فاصله‌ای بسنده کرده‌اند، بنابراین باتوجه به وجود اثر معنی‌دار عوامل دما و بارندگی پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، توجه بیشتری به عوامل اقلیمی شود، چراکه تعدد بیشتر عواملی که رابطه معنی‌داری با الگوی تغییرات کاربری اراضی دارند، می‌تواند منتج به‌تهیه نقشه‌های احتمال وقوع دقیق‌تری شود.

از میان عوامل فاصله‌ای مورد مطالعه، فاصله از جاده و فاصله از شبکه آبراهه، بیشترین ضریب تأثیرگذاری را به‌ترتیب در تغییرات الگوی مکانی کاربری‌های مناطق انسان‌ساخت و کشاورزی داشتند. این یافته با پژوهش‌های Amini و همکاران (۲۰۰۸)، Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۳) و Masrouri و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. البته Zare Garizi و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که فاصله تا آبراهه، رابطه مستقیمی با تغییرات کاربری اراضی دارد. اگرچه متغیر فاصله از روستا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار شناخته شده است (Zare Garizi *et al.,* 2012; Hosseinzadeh *et al.,* 2013; Masrouri *et al.,* 2015)، اما در پژوهش پیش‌رو، رابطه معنی‌داری بین این متغیر و تراکم نسبی جمعیت با تغییرات کاربری مشاهده نشد. اگرچه روستای سنگان (شکل ۳، ی) بیشترین تراکم جمعیت را دارد، اما تغییرات کاربری مناطق مسکونی در طول این دوره، بیشتر در روستاهای کشار و امامزاده داوود رخ داده بود (شکل ۱)، بنابراین به‌نظر می‌رسد عوامل زمینه‌ای دیگری مانند ساخت مناطق تفریحی، تفرجی و

www.SID.ir

Archive of SID

زیارتی، نقش بسیار مهمی در تغییر مساحت کاربری مناطق انسان‌ساخت داشته‌اند که منجر به ناتوانی مدل در کشف رابطه بین متغیرهای فاصله از روستا و تراکم نسبی جمعیت با تغییر کاربری شده است. درواقع، عامل جمعیت به‌عنوان یک عامل زمینه‌ای و به‌صورت غیرمستقیم در وقوع تغییرات مؤثر بوده است (Oghnoum, 2018). در پژوهش Amini و همکاران (۲۰۰۸) نیز با افزایش فاصله از روستا، تغییرات کاربری رابطه منظمی را نشان نداد، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که الگوهای تغییرات کاربری اراضی در هر منطقه به شرایط خاص (تأثیر عوامل بیوفیزیکی و عوامل انسانی) آن منطقه وابسته است.

نقشه احتمال وقوع تغییرات مکانی کاربری اراضی نشان داد که جنوب، مرکز و جنوب‌غربی این حوزه بیشترین و شمال‌شرقی حوزه، کمترین احتمال وقوع تغییرات را دارند. مقدار زیاد سطح زیر منحنی ROC نیز بیانگر قابلیت مدل در شناسایی مناطق مستعد وقوع تغییر است. یکی از دلایل دقت زیاد مدل رگرسیونی می‌تواند انتخاب مجموعه‌ای مناسب از عوامل تأثیرگذار باشد. شایان ذکر است که علاوه‌بر عوامل مؤثر در تغییرات کاربری اراضی در وهله اول میزان تقاضا در یک منطقه، تعیین‌کننده میزان تغییرات است (Verburg, 2010). میزان تقاضا برای تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز کن به‌دلیل مجاورت با شهر تهران، ساخت بزرگراه تهران- شمال و دلایل اجتماعی و اقتصادی، روزبه‌روز در حال افزایش است (Anonymous, 2008)، بنابراین پیشنهاد می‌شود باتوجه به مدل‌های موجود اقتصادی اجتماعی، میزان تقاضا در این حوزه و نقش آن در احتمال وقوع تغییرات بررسی شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود به‌منظور شناسایی نقاط بحرانی و حساس اطراف شهر تهران، تمام حوزه‌های آبخیز مشرف به این شهر ارزیابی شوند. به‌طور کلی، تبیین و تجزیه‌وتحلیل الگوی مکانی تغییرات کاربری اراضی در حوزه‌های اطراف شهر تهران می‌تواند دورنمای واقعی‌تری را برای برنامه‌ریزی و کنترل تغییرات در این منطقه در اختیار مسئولان قرار دهد.

سپاسگزاری

نویسندگان لازم می‌دانند از همکاری و حمایت مالی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران تقدیر و تشکر نمایند. همچنین، از همکاری اداره کل منابع طبیعی استان تهران در تهیه اطلاعات و آمار مورد نیاز برای اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Akingbogun, A.A., Kosoko, O.S.O.A. and Aborisade, D.K., 2012. Remote sensing and GIS application for forest reserve degradation prediction and monitoring. First FIG Young Surveyors Conference: Knowing to Create the Future. Rome, Italy, 4-5 May 2012: 27p.
- Amini, M.R., Shataee Joybari, Sh., Moayeri, M.H. and Ghazanfari, H., 2008. Deforestation modeling and investigation on related physiographic and human factors using satellite images and GIS (Case study: Armerdeh forests of Baneh). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(3): 431-443 (In Persian).
- Anonymous, 1999. Executive detailed research plan of Kan watershed of Tehran. Published by Jahad Engineering Services Company, Tehran, 31p (In Persian).
- Anonymous, 2008. The comprehensive plan for the conservation and restoration of natural resources of northern Tehran and Shemiranat. Published by Water and Energy Research Institute, Ministry of Energy, Tehran, 252p (In Persian).
- Aspinall, R., 2004. Modelling land-use change with generalized linear models—a multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. Journal of Environmental Management, 72(1-2): 91-103.
- Bagheri, R. and Shataee, Sh., 2010. Modeling forest areas decreases using logistic regression (case study: Chehl-Chay catchment, Golestan province). Iranian Journal of Forest, 2(3): 243-252 (In Persian).
- Bansal, S., Srivastav, S.K., Roy, P.S. and Krishnamurthy, Y.V.N., 2016. An analysis of land use and land cover dynamics and causative drivers in a thickly populated Yamuna river basin of India. Applied Ecology and Environmental Research, 14(3): 773-779.
- Esmaeilzadeh, H. and Shafiee Sabet, N., 2013. Investigation of land use change and instability in the ecosystem of northern Iran (Case study:

www.SID.ir

Archive of SID

14p.
- Pontius, R.G. and Schneider L.C., 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1):239-248.
- Ravanbakhsh, H., Marvi Mohajer, M.R., Zahedi, Gh. and Shirvani, A., 2010. Forest typology in relation with altitude gradient on southern slopes of central Alborz Mountains (Latian Dam Watershed). Journal of Forest and Wood Products (Iranian Journal of Natural Resources), 64(1): 9-22 (In Persian).
- Sheikh Goodarzi, M., Alizadeh Shabani, A., Salman Mahini, A. and Feghhi, J., 2012. Landscape ecological metrics-based investigation of land cover/use changes in Korganrud watershed. Journal of Natural Environmental (Iranian Journal of Natural Resources), 64(4): 431-441(In Persian).
- Vafaei, S., Darvishsefat, A.A. and Pir Bavaghar, M., 2013. Monitoring and predicting land use changes using LCM module (Case study: Marivan region). Iranian Journal of Forest, 5(3): 323-336 (In Persian).
- Verburg, P., 2010. The CLUE modeling framework, Hands-on Exercises. Institute for Environmental Studies, University of Amsterdam, 53p.
- Zare Garizi, A., Bardi Sheikh, V., Saededdin, A. and Salman Mahini, A., 2012. Modeling the spatial pattern of land-cover change, using logistic regression (case study: Chehlchay watershed, Golestan province). Journal of Geographical Space, 12(37): 55-68 (In Persian).
- Zhang, Z., van Coillie, F., Ou, X. and de Wulf, R., 2014. Integration of satellite imagery, topography and human disturbance factors based on canonical correspondence analysis ordination for mountain vegetation mapping: a case study in Yunnan, China. Remote Sensing, 6(2): 1026-1056.
- Zhao, X., Pu, J., Wang, X., Chen, J., Yang, L.E. and Gu, Z., 2018. Land-use spatio-temporal change and its driving factors in an artificial forest area in southwest China. Sustainability, 10(11): 4066.
-Wilson, K., Newton, A., Echeverria, C., Weston, CH. and Burgman, M., 2005. A vulnerability analysis of the temperate forests of south central Chile. Biological Conservation, 122(1): 9-21.

Darakeh-Velenjak watershed). Researches in Earth Science, 4(3): 83-102 (In Persian).
- Hosseinzadeh, M.M., Derafshi, Kh. and Mirbagheri, B., 2013. Modeling forest extent change and its influencing factors, using the logistic regression model in a GIS environment (Case study: Vaz and Lavij basins). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 86-98 (In Persian).
- Keshtkar, H., Voigt, W. and Alizadeh, E., 2017. Land-cover classification and analysis of change using machine-learning classifiers and multi-temporal remote sensing imagery. Arabian Journal of Geosciences, 10(6): 154.
- Kim, I., Le, Q.B., Park, S.J., Tenhunen, J. and Koellner, T., 2014. Driving forces in archetypical land-use changes in a mountainous watershed in East Asia. Land, 3(3): 957-980.
- Kiyani, V., Alizade Shaabani; A. and Nazari Samani, A., 2014. Assessing the classification accuracy of LISS-III sensor image of IRS-P6 satellite using Google Earth's database to provide land coverage/ land use maps (Case study: Taleghan watershed). Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 23(90): 51-59 (In Persian).
- Masrouri, E., Shataei, Sh., Moayeri, M.H., Soosani, J. and Bagheri, R., 2015. Modeling of forest degradation extend using physiographic and socio-economic variables (Case study: A part of Kaka-Reza district in Khoram-Abad). Ecology of Iranian Forests, 3(5): 20-30 (In Persian).
- Mondal, I., Srivastava, V.K., Roy, P.S. and Talukdar, G., 2014. Using logit model to identify the drivers of landuse land cover change in the Lower Gangetic basin, India. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-8: 853-859.
- Oghnoum, M., 2018. Designing a sustainable afforestation model for semi-arid areas in Iran (Case study: Kan watershed of Tehran province). Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 127p (In Persian).
- Pirbavaghar, M., Darvishsefat, A. and Namiranian, M., 2003. The spatial of distribution of changes in the northern forests of Iran. International Conference of Map Asia 2003. Kualalampour, 13-15 Oct. 2003:

www.SID.ir

Archive of SID

Assessing the probability of land-use change in the southern Alborz slopes (Case study: Kan watershed of the Tehran Province, Iran)

M. Oghnoum [1], J. Feghhi [2*], M. Makhdoum [3], A. Moghaddamnia [4] and V. Etemad [5]

1- Ph.D. Graduate of Forestry, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2*- Corresponding author, Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: jfeghhi@ut.ac.ir
3- Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4- Associate Prof., Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
5- Associate Prof., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 22.05.2019 Accepted: 07.09.2019

Abstract

The northern mountains of Tehran are amongst the most valuable natural ecosystems in Iran, which have been destroyed in recent decades due to improper use of land and land-use changes. Therefore, studies on the land-use changes via spatial occurrence probability maps are necessary to deal with this phenomenon. In the present study land use/land cover of 2000 and 2017 were mapped using Landsat satellite images by supervised classification method and maximum likelihood algorithm for the Kan watershed in the Tehran Province. In order to determine the most important factors affecting land-use change as well as zoning the probability of changes, digital data of biophysical (nine variables) and human (four variables) factors were analyzed in the GIS. Finally, the map of probability of land-use changes was produced by applying logistic regression. Validation of the model was performed using relative operating characteristic, which indicated the high ability of the model to describe the changes and determine the areas prone to changes. The results showed that about 60% of the Kan watershed is classified as highly prone to land-use changes. In those areas, variables such as elevation, aspect, slope, soil depth, average growing season precipitation, and average growing season temperature were identified as the most important factors affecting the land-use changes. Conclusively, the results of this research indicated significant land use/cover changes in the studied area during the recent years, as well as a high occurrence probability of future land-use changes.

Keywords: Environmental factors, human factors, land-use, logistic regression, zoning.

www.SID.ir