

## ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های RS و GIS (مطالعه موردی: محدوده شهری اردبیل)

مرتضی اکبریان\* - کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
دیانا درتاج - کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران  
لیلا عابدی فرد - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام‌نور، ساری، ایران

پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۰۴

وصول: ۱۳۹۱/۰۸/۱۴

### چکیده

در طی سال‌های اخیر روند افزایشی جمعیت سبب توسعه نواحی سکونت‌گاهی شده است. توسعه نواحی سکونت‌گاهی نیز سبب تغییر نوع کاربری اراضی و چشم‌انداز حاکم بر مناطق شده است. با توجه به اهمیت تغییرات کاربری اراضی و تأثیر مستقیم آن بر زندگی انسان، در پژوهش حاضر به پایش تغییرات کاربری اراضی و روند رشد اراضی مسکونی در محدوده شهری اردبیل پرداخته شده است. در نوشتار پیش رو به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است. پس از تهیه تصاویر و انجام پایش پردازش‌های لازم، با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ در چهار کلاس اراضی مسکونی، کشاورزی، مراتع و پهنه آبی تهیه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی‌ها بیانگر این است که در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰، اراضی مسکونی از ۲۶/۴ به ۵۱/۴ کیلومتر مربع افزایش یافته است و با افزایش اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی، کاربری کشاورزی و مراتع با کاهش روبه‌رو شده است. ارزیابی تغییرات صورت‌گرفته در مورد اراضی مسکونی بیانگر این است که بیشتر تغییرات صورت‌گرفته در حاشیه شهر اردبیل بوده است. با توجه به اینکه رودخانه‌ها اغلب به‌مثابه جاذب جمعیت محسوب می‌شوند، در طی سال‌های اخیر توسعه اراضی مسکونی به سمت رودخانه بالیخوچای و همچنین نواحی شمالی حاشیه شهری اردبیل بوده است.

واژگان کلیدی: اردبیل، کاربری اراضی، GIS RS

## مقدمه

کاربری اراضی به معنی استفاده از امکانات طبیعی موجود برحسب نیازهای انسانی است. این استفاده ممکن است منطبق بر استعداد اراضی و به شیوه‌های علمی یا به روش سنتی و احتمالاً تخریب کننده اراضی باشد. در عین حال ممکن است ساختارها و فرایندهای موجود در محیط زیست را تغییر دهد؛ به عبارت دیگر کاربری اراضی به نوع فعالیت انسان بر سطح زمین، مانند مناطق مسکونی، تجاری، صنعتی و غیره اطلاق می‌شود (لو و ونگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). در میان کاربری‌های اراضی، کاربری اراضی مسکونی در طی سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. توسعه فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند (قاسمی، ۱۳۸۰). رشد و توسعه بی‌اندازه شهرها و تراکم‌های خارج از اندازه آن، از جمله مشکلات و مسائل شهرهای امروز است که نابودی اراضی کشاورزی و آسیب‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین عوارض توسعه فیزیکی توسعه شتابان نواحی شهری هستند؛ از سوی دیگر، محیط‌های طبیعی جایگاه و محل استقرار پروژه‌های شهری است. اگرچه عناصر یا مؤلفه‌های طبیعی در جهت‌یابی و معنی‌دادن به محیط بسیار باارزش اند و کیفیت سیمای محیط را بالا می‌برند، لیکن بررسی‌ها نشان می‌دهند که در شهرهایی که از توسعه فیزیکی شتابان برخوردارند، بسیاری از مظاهر و مناظر طبیعی از بین رفته است (محمدزاده، ۱۳۸۶). در واقع، مهم‌ترین اثر افزایش جمعیت و نواحی سکونت‌گاهی مربوط به تغییرات چشم‌انداز است (هان<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹)؛ بنابراین توجه به مسئله افزایش جمعیت، توسعه سکونت‌گاه‌ها و تغییرات کاربری اراضی اهمیت زیادی دارد. از عوامل مهم برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به‌ویژه در راستای رسیدن به توسعه پایدار در نواحی شهری و استفاده بهینه از سرزمین، دردسترس بودن اطلاعات صحیح و به‌هنگام از وضعیت کاربری و پوشش اراضی مناطق شهری است (براتی قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۷). امروزه با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش ازدور با کم‌ترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی کرد. با توجه به موارد یادشده در پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر چندزمانه به پایش تغییرات کاربری اراضی و روند رشد اراضی مسکونی در محدوده شهری اردبیل پرداخته شده است.

درباره موضوع مورد مطالعه پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به کارلسون<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) اشاره کرد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری اراضی در شمال شرق آمریکا را ارزیابی کرده است. جنرت و وو<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) به ارزیابی روند گسترش نواحی مسکونی در آریزونا آمریکا از سال ۱۹۱۲ تا ۱۹۹۵ پرداختند. لاورا<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۱) تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات آن در ایالت ماساچوست آمریکا بررسی کردند. کایا و کوران<sup>۶</sup> (۲۰۰۶) به ارزیابی روند رشد نواحی سکونت‌گاهی در استانبول پرداخته‌اند. آدمولا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۷) عوامل مؤثر در توسعه اراضی مسکونی و تجاری لاگوس را مورد مطالعه قرار دادند. ابراهیم‌زاده و رفیعی (۱۳۸۸) به بررسی و تحلیل روند و الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت و بهینه‌گزینی جهات گسترش آبی آن پرداختند. احدنژاد روشتی و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهر تبریز با استفاده از تصاویر چندزمانه پرداخته‌اند. با توجه به موارد یادشده، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی روند

1- Lu &amp; Weng

2- Han

3- Carlson

4- Jenerette &amp; Wu

5- Laura

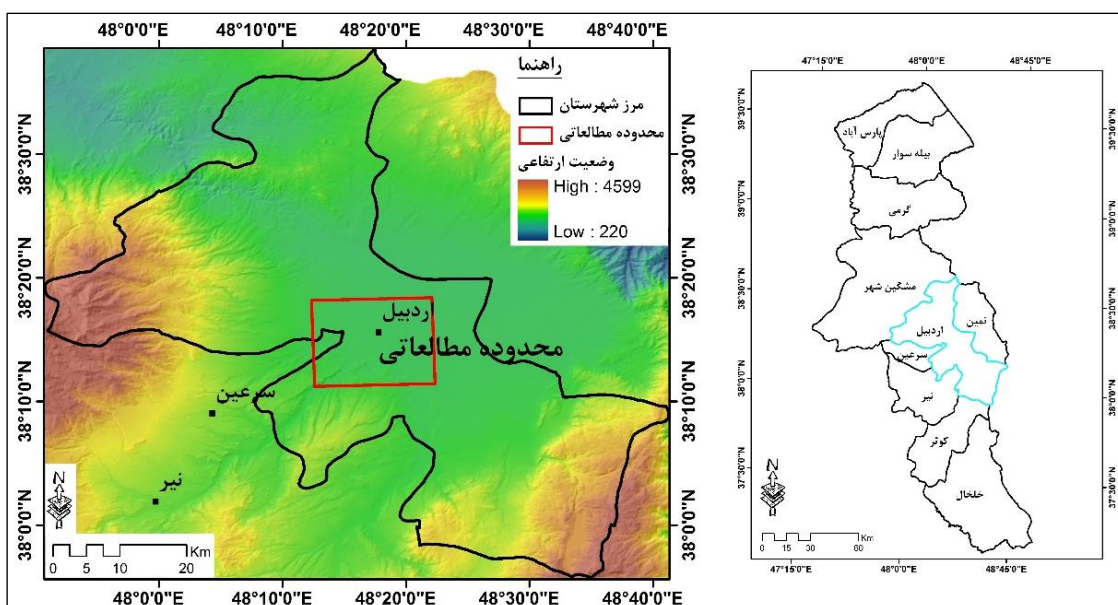
6- Kaya &amp; Curran

7- Ademola

تغییرات کاربری اراضی محدوده شهری اردبیل در طی دوره زمانی بیست ساله و بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژی در این تغییرات است.

### معرفی منطقه مورد بررسی

محدوده مطالعاتی از نظر تقسیمات سیاسی در استان و شهرستان اردبیل واقع شده است. این محدوده شامل محدوده شهری و حاشیه شهری اردبیل است. محدوده مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژی در واحد دشت استقرار دارد و چشم‌انداز عمده منطقه را نواحی کم‌شیب دربر گرفته است. رودخانه بالیخلوچای به‌مثابه رودخانه اصلی در این محدوده محسوب می‌شود که با روند شمال شرق - جنوب غرب از داخل محدوده شهری اردبیل عبور می‌کند. این محدوده از نظر اقلیمی نیز دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد است. در شکل ۱ نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.



شکل ۱. نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

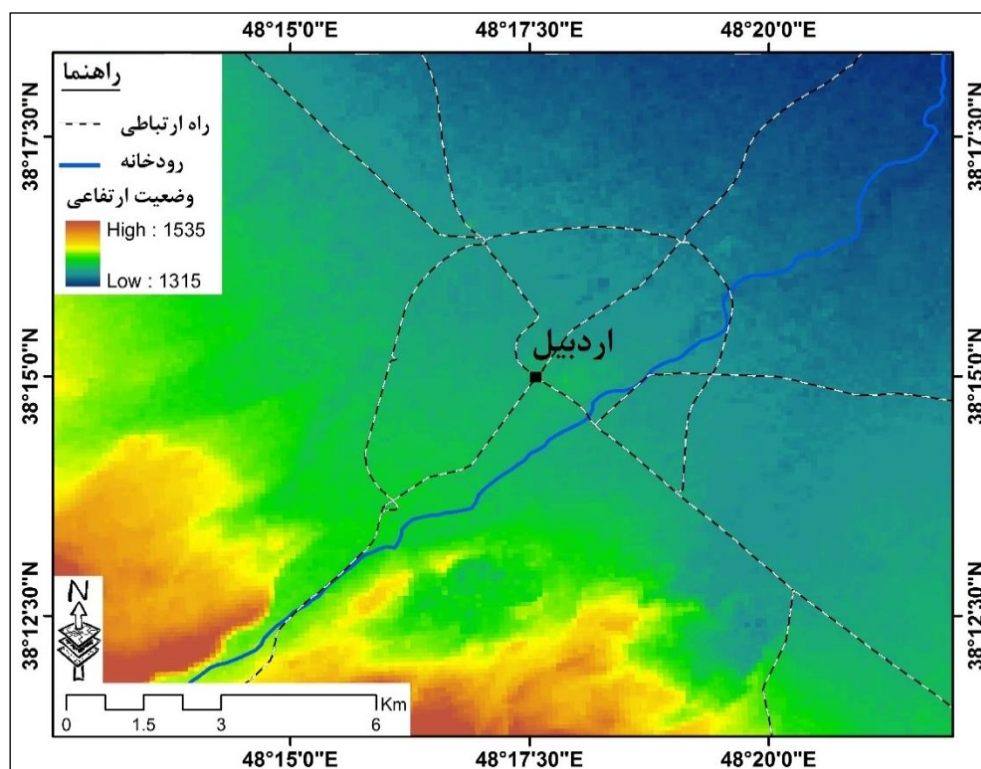
### مواد و روش‌ها

داده‌های پژوهش شامل لایه‌های اطلاعاتی و تصاویر ماهواره‌ای است. ابزارهای پژوهش نیز شامل نرم‌افزار ENVI، ARCGIS و گوگل ارث است. هدف از نوشتار پیش رو ارزیابی روند توسعه اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی در محدوده مورد مطالعه است، برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ استفاده شده است. در این پژوهش، پس از تهیه تصاویر، پیش از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش، داده‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری بررسی و سپس پیش پردازش‌های لازم بر روی تصاویر انجام شده است. پس از انجام پیش پردازش‌های لازم، به منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، نمونه‌های تعلیمی تعریف شده است. نمونه‌های تعلیمی در چهار کلاس کشاورزی، مسکونی، مراتع و پهنه آبی تعریف و سپس نمونه‌های تعلیمی به‌شیوه رقومی کردن روی صفحه تولید و تفکیک شده‌اند. با تعیین نمونه‌های تعلیمی با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تهیه شده است. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای صحت‌سنجی طبقه‌بندی صورت گرفته ضریب کاپای نقشه‌ها برآورد شده است که مقدار این ضریب برای سال ۱۹۹۰ به‌میزان ۰/۸۵، برای سال ۲۰۰۰ به‌میزان ۰/۸۸ و برای سال ۲۰۱۰ به‌میزان

۰/۹۲ است.

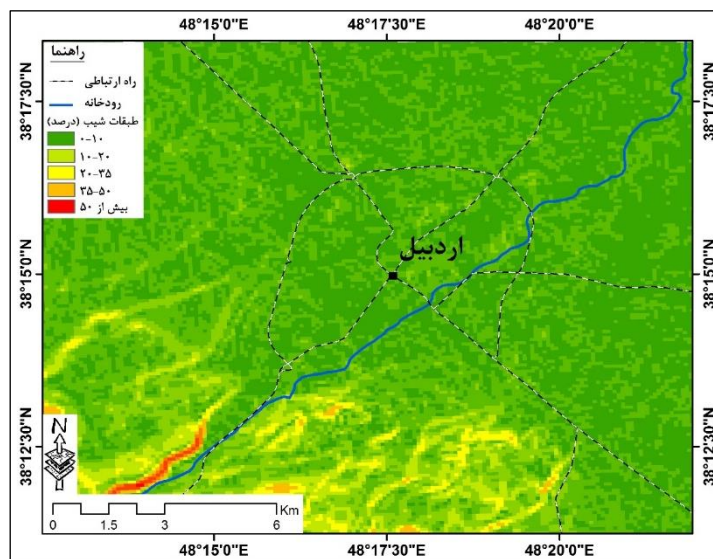
### نتایج و بحث

- بررسی وضعیت ژئومورفولوژی منطقه: توسعه نواحی شهری به طور مستقیم تحت تأثیر وضعیت ژئومورفولوژی حاکم بر منطقه قرار دارد. موقعیت ژئومورفولوژی شهر اردبیل سبب شده است تا از نظر توسعه شهری با مخاطرات کمتری روبه‌رو باشد. در واقع قرارگیری شهر اردبیل در واحد دشت سبب شده است تا پتانسیل زیادی برای توسعه نواحی سکونت‌گاهی داشته باشد. شهر اردبیل در ارتفاع ۱۴۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد و میزان اختلاف ارتفاعی آن در محدوده شهری بسیار ناچیزی است و همین عامل سبب شده است تا از نظر دمایی بین مناطق مختلف محدوده شهری اختلاف کمی وجود داشته باشد. مهم‌ترین محدودیت ژئومورفولوژیکی شهر اردبیل، رودخانه بالیخلوچای است که با روند شمال شرق - جنوب غرب از شهر اردبیل عبور می‌کند. این رودخانه سبب شده است که توسعه شهری به سمت نواحی حاشیه‌ای با محدودیت مواجه باشد. در شکل ۲ نقشه وضعیت ارتفاعی شهر اردبیل نشان داده شده است.



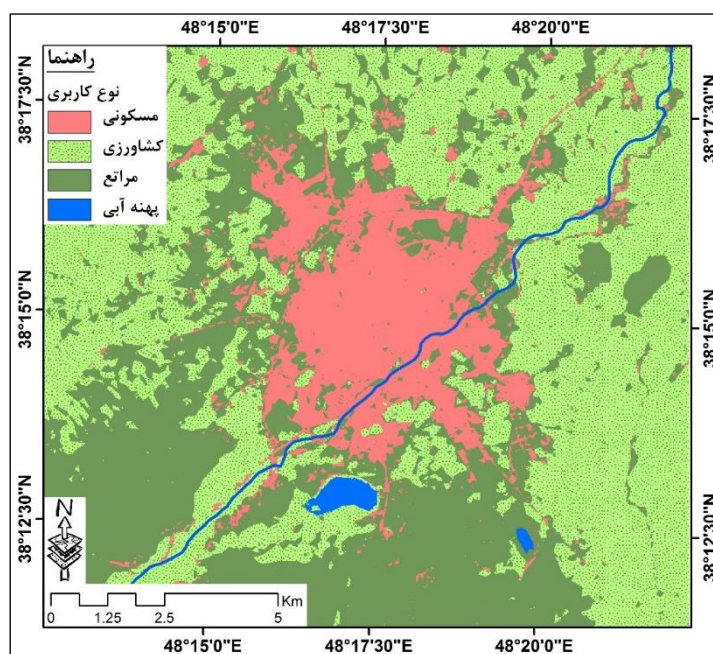
شکل ۲. نقشه وضعیت ارتفاعی محدوده مورد مطالعه

با توجه به اختلاف ارتفاع کمی که در محدوده شهری اردبیل وجود دارد، میزان شیب نیز در این محدوده ناچیز است و همین عامل سبب شده است تا توسعه شهری اردبیل با محدودیت کمی مواجه باشد. در شکل ۳ نقشه وضعیت شیب محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است که براساس شکل یادشده بخش عمده‌ای از محدوده مطالعاتی، به‌ویژه محدوده شهری اردبیل در طبقات با شیب کم قرار دارند. در واقع ارزیابی طبقات شیب بیانگر این است که بیش از ۹۰٪ محدوده، دارای شیب کم‌تر از ۲۰٪ است که از این نظر، برای توسعه شهری، شرایط مناسبی را دارد.



شکل ۳. نقشه وضعیت شیب محدوده مورد مطالعه

- بررسی وضعیت کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰: به طور معمول در راستای روند افزایشی جمعیت، نواحی سکونت‌گاهی نیز افزایش یافته است. این افزایش در نواحی مختلف متفاوت بوده است به طوری که شهرهای بزرگ و کم‌مخاطره با روند توسعه بیشتری مواجه بوده‌اند. در این پژوهش به منظور بررسی روند توسعه شهری اردبیل، ابتدا نقشه کاربری محدوده شهری اردبیل در سال ۱۹۹۰ تهیه شده است (شکل ۴). نتایج ارزیابی کاربری‌ها در جدول ۱ نشان داده است که براساس جدول یادشده، در سال ۱۹۹۰ اراضی مسکونی (شامل نواحی سکونت‌گاه‌ها و زیرساخت‌ها) با  $26/4$  کیلومتر مربع حدود  $14/4\%$  از محدوده را دربر گرفته است. در این سال اراضی کشاورزی با  $89/8$  و مراتع با  $66$  کیلومتر مربع وسعت به ترتیب حدود  $49\%$  و  $36\%$  از محدوده را دربر گرفته‌اند؛ همچنین کاربری مربوط به پهنه‌های آبی شامل دریاچه‌های موجود در محدوده نیز با  $0/9$  کیلومتر مربع وسعت حدود  $0/5\%$  از محدوده را شامل می‌شود.

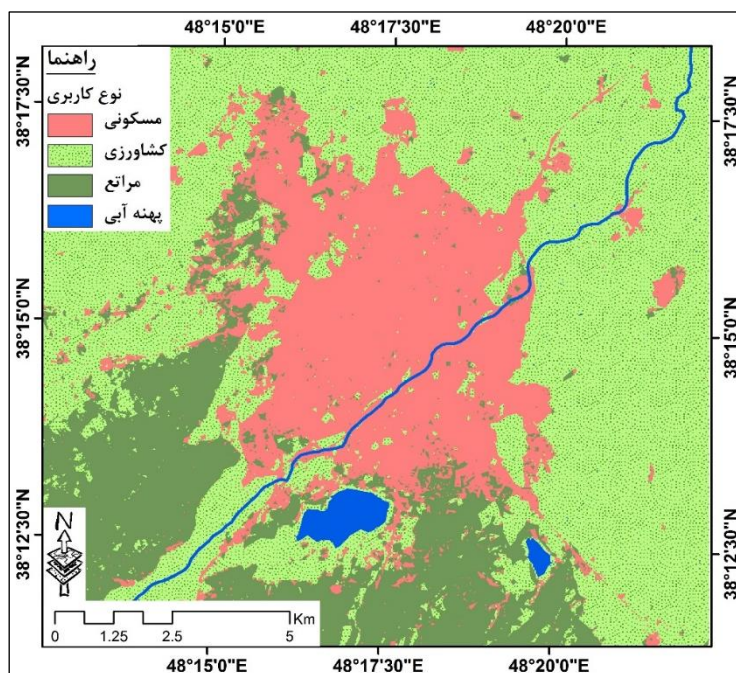


شکل ۴. نقشه کاربری اراضی محدوده شهری اردبیل در سال ۱۹۹۰

جدول ۱. مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مورد مطالعه در سال ۱۹۹۰

کاربری	مراتع	کشاورزی	مسکونی	پهنه آبی
مساحت	۶۶	۸۹/۸	۲۶/۴	۰/۹
درصد	۳۶/۱	۴۹/۱	۱۴/۴	۰/۵

به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در طول دوره‌های زمانی مختلف، نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در سال ۲۰۰۰ تهیه شده است (شکل ۵) که مطابق شکل یادشده اراضی مسکونی دارای روند افزایشی بوده است. در جدول ۲ نتایج محاسبه مساحت و درصد مساحت هر کدام از کاربری‌های اراضی در سال ۲۰۰۰ نشان داده شده است. براساس جدول یادشده، اراضی مسکونی در مقایسه با سال ۱۹۹۰ با افزایش مواجه شده است؛ به طوری که این کاربری با رشدی حدود ۱۵ کیلومتر مربع، از ۲۶/۴ به ۴۱/۲ کیلومتر مربع افزایش داشته است؛ لازم به ذکر است که این افزایش شامل تمامی زیرساخت‌های انسانی نیز می‌شود. در این دوره اراضی کشاورزی نیز با حدود ۱ کیلومتر مربع افزایش روبه‌رو شده است و همچنین این افزایش در کاربری پهنه آب نیز قابل مشاهده است؛ اما در بین کاربری‌ها، کاربری مراتع در این دوره با کاهش مواجه شده است.



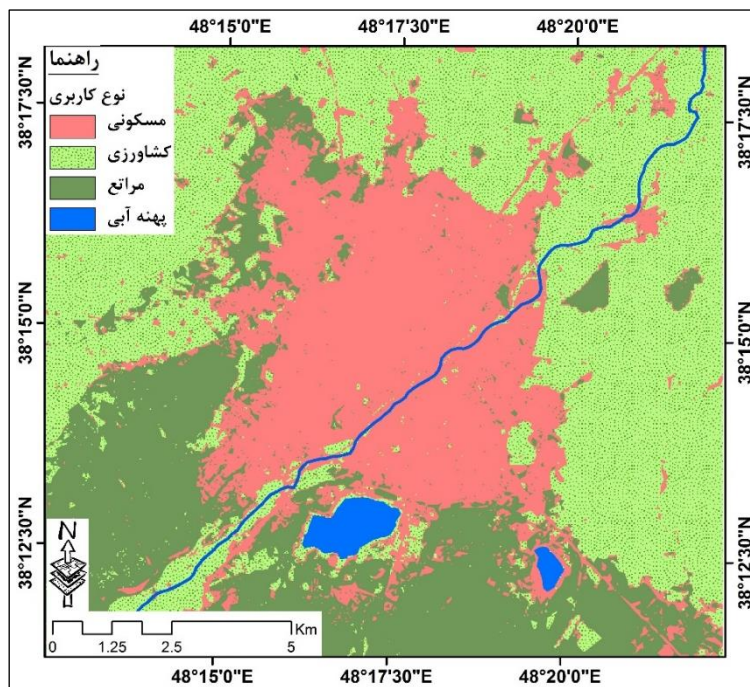
شکل ۵. نقشه کاربری اراضی محدوده شهری اردبیل در سال ۲۰۰۰

جدول ۲. مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در سال ۲۰۰۰

کاربری	مراتع	کشاورزی	مسکونی	پهنه آبی
مساحت	۴۵/۷	۹۰/۴	۴۱/۲	۱/۷
درصد	۲۵	۵۰/۵	۲۳/۶	۰/۹

در ادامه بررسی روند تغییرات کاربری اراضی، نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال ۲۰۱۰ تهیه شده است (شکل ۶) که براساس نقشه یادشده، کاربری اراضی مسکونی همانند دوره قبل در این دوره نیز دارای رشد چشم‌گیری بوده است. رشد این کاربری به طور عمده در مناطق حاشیه رودخانه بالیخوچای و همچنین نواحی شمالی محدوده شهری اردبیل بوده است. نتایج ارزیابی تغییرات کاربری‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است که براساس نتایج به دست آمده، کاربری اراضی مسکونی با حدود ۱۰ کیلومتر مربع افزایش (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) به

۵۱/۴ کیلومتر مربع گسترش یافته است (شامل نواحی سکونت‌گاهی و زیرساخت‌ها). در این دوره کاربری مراتع همانند دوره قبل کاهش یافته است و همچنین اراضی کشاورزی نیز حدود ۶ کیلومتر مربع کاهش داشته است؛ همچنین کاربری پهنه آبی نیز حدود ۰/۳ کیلومتر مربع افزایش داشته است.



شکل ۶. نقشه کاربری اراضی محدوده شهری اردبیل در سال ۲۰۱۰

جدول ۳. مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مورد مطالعه در سال ۲۰۱۰

کاربری	مساحت	درصد
پهنه آبی	۲	۱/۱
مسکونی	۵۱/۴	۲۸/۱
کشاورزی	۸۴/۶	۲۶/۶
مراتع	۴۵/۱	۲۴/۶

– ارزیابی تغییرات کاربری اراضی: بررسی کاربری‌های اراضی در طی دوره‌های زمانی مورد مطالعه بیانگر این است که کاربری اراضی مسکونی نسبت به سایر کاربری‌ها با روند افزایشی مواجه بوده است. به طور معمول با افزایش وسعت یک نوع کاربری، از وسعت کاربری‌های دیگر کاسته می‌شود که در این راستا با توسعه کاربری اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی، از کاربری اراضی کشاورزی و مراتع کاسته شده است. پایش تغییرات مکانی صورت گرفته در محدوده مورد مطالعه بیانگر این است که بیشتر تغییرات صورت گرفته در حاشیه شهر اردبیل بوده است. در واقع تغییرات ناشی از توسعه شهری در طی سال‌های اخیر سبب تغییرات زیادی در کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی شده است. ارزیابی وضعیت تغییرات کاربری اراضی و روند گسترش نواحی سکونت‌گاهی بیانگر این است که شهر اردبیل از جهات مختلف دارای توسعه بوده است، در واقع با توجه به اینکه در مسیر توسعه فرم محدودکننده وجود نداشته است، توسعه اراضی مسکونی بدون محدودیت صورت گرفته است.

### نتیجه‌گیری

توسعه نواحی سکونت‌گاهی تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارد که مهم‌ترین این عوامل، عوامل ژئومورفولوژی هستند. عوامل ژئومورفولوژی تعیین کننده جهات توسعه نواحی سکونت‌گاهی هستند. در این پژوهش به بررسی وضعیت توسعه اراضی مسکونی در محدوده شهری و حاشیه شهر اردبیل پرداخته شده است. ارزیابی‌های اولیه از

وضعیت محدوده مورد مطالعه بیانگر این است که شهر اردبیل به منظور توسعه شهری با محدودیت‌های کمی مواجه است و در واقع تنها محدودیت پیشروی و توسعه شهری اردبیل، رودخانه بالیخلوچای است که با روند شمال شرق - جنوب غرب از داخل شهر اردبیل عبور می‌کند. با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی حاکم بر محدوده مطالعاتی، در طی سال‌های اخیر اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی رشد قابل توجهی داشته است. در این پژوهش به منظور ارزیابی توسعه اراضی مسکونی و همچنین تغییرات کاربری اراضی، ابتدا نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تهیه شده است و سپس به تجزیه و تحلیل و واکاوی آن‌ها پرداخته شده است. نتایج ارزیابی‌های بیانگر این است که اراضی مسکونی و انسان ساخت در طی سال‌های مورد مطالعه دارای رشد چشم‌گیری بوده است به طوری که در سال ۱۹۹۰ مجموع کل اراضی مسکونی و انسان ساخت حدود ۲۶/۴ کیلومتر مربع بوده است که این میزان در سال ۲۰۰۰ به ۴۱/۲ کیلومتر مربع رسیده است و در ادامه این روند، در سال ۲۰۱۰ به ۵۱/۴ کیلومتر مربع افزایش یافته است. افزایش و توسعه کاربری اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی با تغییر در سایر کاربری‌ها همراه بوده است به طوری که در طی سال‌های اخیر با افزایش اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی، کاربری کشاورزی و مراتع با کاهش مواجه شده است. در واقع وسعت کاربری کشاورزی و مراتع در سال ۱۹۹۰ به ترتیب ۸۹/۸ و ۶۶ کیلومتر مربع بوده است که این میزان در سال ۲۰۱۰ به ترتیب به ۸۴/۶ و ۴۵/۱ کیلومتر مربع کاهش یافته است. کاربری پهنه‌های آبی نیز همانند کاربری اراضی مسکونی با افزایش مواجه بوده است. ارزیابی تغییرات صورت گرفته در مورد اراضی مسکونی بیانگر این است که بیشتر تغییرات صورت گرفته در حاشیه شهر اردبیل بوده است. با توجه به اینکه رودخانه‌ها بیشتر به مثابه جاذب جمعیت محسوب می‌شوند، در طی سال‌های اخیر توسعه اراضی مسکونی به سمت رودخانه بالیخلوچای و همچنین نواحی شمالی حاشیه شهری اردبیل بوده است. با توجه به اینکه محدوده حاشیه شهری اردبیل با محدودیت‌های ژئومورفولوژی کمی مواجه است و توسعه به سمت رودخانه می‌تواند خطر آفرین باشد؛ بنابراین بهتر است مسئولان مربوطه، جهات توسعه آینده شهری اردبیل را به سمت مناطق کم‌خطرتر سوق دهند.

## منابع

- ابراهیم‌زاده، عیسی؛ رفیعی، قاسم (۱۳۸۸) تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنترپوبی شانون و هلدرن و ارائه الگوی گسترش مطلوب آبی آن، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴ (۶۹)، صص. ۱۳۸-۱۲۳.
- احدزاد روشتی، محسن؛ حسینی، سید احمد (۱۳۹۰) ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۳)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۲ (۴)، صص ۲۰-۱.
- براتی قهفرخی، سوسن؛ سلطانی کوپایی، سعید؛ خواجه‌الدین، سیدجمال‌الدین؛ رایگانی، بهزاد (۱۳۸۷) تغییرات کاربری اراضی در زیرحوزه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ (۴۷)، صص. ۳۶۵-۳۴۹.
- قاسمی، علی (۱۳۸۰) بررسی روند و شناخت الگوی توسعه فیزیکی شهر بهشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: مهدی قرخلو، دانشگاه تهران.
- محمدزاده، رحمت (۱۳۸۶) بررسی اثرات زیست‌محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها با تأکید بر تهران و تبریز، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۵ (۹)، صص. ۱۱۰-۹۴.



- Lagos. **Land Use Policy**, 24, pp. 502-515.
- Carlson, T. N. (2000) The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective, **Global and Planetary Change** 25, pp. 49-65.
- Han, J., Hayashi, Y., Cao, X., Imura, H. (2009) Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai, China **Landscape and Urban Planning**, www.elsevier.com, p. 133.
- Jenerette, G. D., Wu, U. J. (2001) analysis and simulation of land use change in the central arizon phoenix region, usa, **Landscape Ecology**, 16, pp. 611-626.
- Kaya, S., Curran, P. J. (2006) Monitoring urban growth on the European side of the Tstanbul merropolitan area, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** 8, pp. 18-25
- Laura, C., Schneider, R., Gil Pontius, Jr. (2001) Modeling land use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 85 (1-3), pp. 83-94.
- Lu, D., Weng, Q. (2007) A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, **International Journal of Remote Sensing**, 5, pp. 823-870.

