مطالعات محیطی هفت حصار شماره سی‌وهفتم/ سال دهم/ پاییز ۱۴۰۰
صفحات ۱۳۶-۱۲۱

کاربست شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری اراضی شهری و تکنیک‌های آمار فضایی در برنامه‌ریزی توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اردبیل)[۱]

عبداله کنعانپور*، محمدتقی معصومی**، حسین نظم‌فر***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۸/۲۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۵/۱۱

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

مقاله پژوهشی- مورد پژوهی

©: IAUH

ISSN: 2322-5602

[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]

[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

چکیده

اختلاط کاربری اراضی یکی از اجزاء ضروری چشم‌انداز شهری در توسعه پایدار نواحی شهری و تنوع کاربری‌ها است. نحوه قرارگیری کاربری‌های شهری، تاثیر بسزایی در سطح کیفیت زندگی و کارایی خدمات مربوط به کاربری‌های مختلف دارد. روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و جمع‌آوری منابع کتابخانه‌ای است. میزان همبستگی بین شاخص‌های اختلاط کاربری اراضی و همبستگی فضایی نواحی از نظر میزان اختلاط کاربری شهری بررسی شده و با محاسبه شاخص موران و شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری با استفاده از GIS به دست آمده و اختلاط کاربری اراضی شهری ارزیابی گردیده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اختلاط کاربری بر اساس شاخص آماره کانونی در حد پایین است و اختلاط کاربری براساس شاخص دسترسی کاربری مسکونی به سایر کاربری‌ها فاصله بین مقدار دامنه‌های مورد نظر در شهر اردبیل زیاد نبوده و در حد متعادل است ولی مقدار مطلوب فاصله در حد پایین است و اختلاط کاربری براساس شاخص آنتروپی نشان دهنده تفاوت چشم‌گیر در یک‌نواختی و ضعف در توزیع کاربری‌ها است. شاخص نهایی اختلاط کاربری از طریق میانگین‌گیری شاخص‌ها نشان دهنده ضعف و عدم ارتباط مناسب آن‌ها است و میزان شاخص موران محاسبه شده برای شاخص‌های مورد مطالعه نشان دهنده یک توزیع تصادفی است و میزان همبستگی بین این شاخص‌ها با استفاده از آزمون پیرسون رابطه معنادار را نشان می‌دهد و براساس آزمون رگرسیون خطی با فاصله گرفتن از مرکز شهر از اختلاط کاربری‌ها کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی

اختلاط کاربری اراضی شهری، آماره کانونی، آنتروپی، موران، اردبیل

۱- این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان «ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهری با تاکید بر ارائه رهیافت‌های ساماندهی الگوی فضایی نظام کاربری‌های شهری(مطالعه موردی: شهر اردبیل)» به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل است.

* دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران emp2043@bimehalborz.ir
** استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول) taqi.masoumi@iauardabil.ac.ir
*** استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران nazmfar@uma.ac.ir

مقدمه

در سراسر تاریخ انسان اکثر سکونتگاه‌ها محیط‌های چند کارکردی بوده‌اند و مردم در نزدیکی محل کار خود زندگی کرده‌انـد و تـردد از طریـق پیاده‌روی اصلی‌ترین متد تردد بوده است. بسیاری از مردم در ساختمان‌هایی زندگی می‌کردند که محل‌هایی برای کار و زنـدگی داشـت. تولیـد کالا و فروش آن‌ها در یک ساختمان آپارتمانی صورت می‌گرفت. مردم در نزدیکی همدیگر زندگی می‌کردند و گاهی تراکم جمعیت بالایی هم در آنجا وجود داشت، چرا که فضای مورد نیاز برای زندگی روزانه و جابجایی بین فعالیت‌های مختلف، دسترسی پیاده را ایجاب می‌کرد. افزایش جمعیت موجب رشد شهرها شد و در نتیجه تعدیلات و تغییراتی بین زندگی شخصی و زندگی حرفـه‌ای بـه وجـود آمـد (ووروتنسـوا و همکـاران، ۲۰۱۶، ص. ۱۹۹۸). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهند محلات دارای تراکم بالا، کاربری‌های مختلط و خیابان‌های بیشتر به هم پیوسته سطوح بالایی از پیاده روی را دارا هستند (سوزان ماووا و همکاران، ۲۰۱۸، ص. ۶۸۲). برنامه ریزی کاربری اراضی به عنوان تخصیص فعالیت‌های مسکونی، تجاری، اداری و صنعتی در سراسر فضا تعریف شده است و در این میان اختلاط کاربری اراضی عنصری است کـه نقـش حیـاتی در برنامه‌ریزی و تصمیم سازی دارد. کاربری اراضی مخلوط امکان مکان‌یابی محل‌های مسکونی، محل کار، محل‌های خرید و خدمات عمومی را در مجاورت همدیگر فراهم می‌آورد و به صاحبان خودروها کمک می‌کند تا بر وابستگی به خودرو غلبه کنند و مدهای حمل و نقل غیرموتوری (حمل و نقل عمومی، پیاده روی و دوچرخه سواری) را در محلات ترویج دهند. (جیاچنـگ جیـااو و همکـاران، ۲۰۲۱، ص. ۳). توسـعه مبتنـی بـر اختلاط کاربری اراضی به عنوان راهکاری برای نیل به پایداری شهری به طور وسیعی مورد بحث قرار گرفته است. چنین توسعه‌ای می‌تواند از عهده مشکلات مرتبط با انرژی و حمل و نقل در محیط‌های شهری برآید و با ترکیب کاربری‌های مختلف نظیر کاربری‌های مسکونی، تجاری و اوقات فراغت جوامع فشرده، دوست‌دار پیاده‌روی و ارزشمند از لحاظ اقتصادی و اجتماعی ایجاد کند. نکته اساسی این است که در یک محیط شهری دارای اختلاط کاربری اراضی شهری، می‌توان همه خدمات مورد نیاز روزانه را در داخل محله یافت و بنابراین شاهد کـاهش اسـتفاده از خودروهای شخصی، کاهش فواصل سفر، کاهش زمان سفر و محافظت از منابع مورد نیاز برای انجام این فعالیـت‌هـا خـواهیم بـود (جـورجیس زاگورسکاس، ۲۰۱۶، ص. ۲۸۴). کاربری اراضی مختلط یکی از عوامل اصلی موثر بر سفرهای غیرموتوری و مبتنی بر حمل و نقل عمومی اسـت مخصوصا اگر هدف اشتغال و سفر به مجل کار باشد. این موضوع را می‌توان از مطالعات انجام شده در گذشته در خصوص تعامـل و رابطـه دو طرفه بین کاربری اراضی مختلط و رفتار مسافرتی دید. اختلاط کاربری اراضی یکی از اقـدامات اساسـی در مـدیریت الگـوی توسـعه کـاربری اراضی بوده و به تنوع کاربری‌های اراضی در داخل یک ناحیه شهری اشاره دارد. زمانی که کاربرای اراضی متنوعی در یک ناحیه وجـود دارنـد، انتظار می‌رود بسیاری از سفرهای شهری که مبداء آن‌ها ناحیه مورد اشاره است، در همان ناحیه به پایان برسند (راپچیوتی بوردولوی و همکـاران، ۲۰۱۳، ص. ۵۶۴). تحقیقات متعددی در خصوص اختلاط کاربری اراضی شهری در ایران و جهان انجام گرفته است که به‌طور خلاصه بـه چنـد مورد از آن‌ها اشاره می‌شود. جوادی و همکاران (۱۳۹۲)، روش‌های مختلف ارزیابی میزان تنوع اختلاط کاربری‌هـای شـهری را بـا اسـتفاده از GIS بررسی و روش نوینی برای ارزیابی تنوع و گوناگونی اختلاط کاربری‌های شهری معرفی نموده‌اند. اسمعیل‌پور و همکاران (۱۳۹۴)، بـرای بررسی وضعیت اختلاط کاربری، از تکنیک دلفی و ضریب آی.ای.اف استفاده نموده و نتیجه گرفته‌اند اختلاط کاربری در محدوده مورد مطالعه اندک و اختلاط کاربری افقی آن عمدتا ناشی از استقرار انواع مختلف کاربری در آن است. پورمحمـدی و همکـاران (۱۳۹۴)، ارزیـابی الگـوی اختلاط کاربری زمین در محلات شهر سبزوار را ارزیابی نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که تفاوت زیادی بین محلات مختلف از نظـر اخـتلاط کاربری وجود دارد و همچنین بین فاصله از مرکز شهر و اختلاط کاربری‌ها همبستگی منفی وجود دارد و بین محلات همبستگی فضایی وجود دارد. صیامی (۱۳۹۶)، به بررسی تاثیر اختلاط کاربری بر تولید سفرهای پایدار در محلات شهری پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که بـین اخـتلاط و تنوع کاربرها با رفتار ترافیک و نوع وسیله سفر شهروندان رابطه منطقی بر قرار است. فرجام (۱۳۹۶)، شدت کارایی مکانی کـاربری اراضـی در بخش مرکزی شهر شیراز را ارزیابی نموده و نتیجه گرفته‌اند که تفاوت چشم‌گیر در برخی از شاخص‌ها مشاهده می‌شـود و بـیش‌تـرین میـزان نابرابری بین شاخص کالبدی و کاربری اراضی است. مشکینی و همکاران (۱۳۹۷)، برای سنجش اثر کاربری اراضی شهری در پایداری شهری از مدل DCA استفاده نموده و به منظور سنجش میزان اختلاط کاربری اراضی از دو شاخص LUM و HHI بهره گرفته‌انـد. نتیجـه محاسـبه شاخص‌ها نشان می‌دهد که میزان اختلاط کاربری اراضی در محله‌های شمالی شهر مناسب‌تر بوده است. باربارابی بران و همکاران (۲۰۰۹)، از چهار نوع شاخص نمرات آنتروپی، فاصله تا مقاصد قابل پیاده‌روی، شاخص‌های دسترسی به کـاربری مخـتلط و طبقـه‌بنـدی کـاربری اراضـی استفاده نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که وجود کاربری‌های قابل پیاده‌روی با تندرستی رابطه دارد. نبیل و همکاران (۲۰۱۴)، ارتبـاط اخـتلاط کاربری اراضی شهری با درک سرمایه اجتماعی را بررسی نموده و دریافتند هر چه اختلاط کاربری بیش‌تر باشد، سرمایه اجتماعی نیز بـیش‌تـر

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

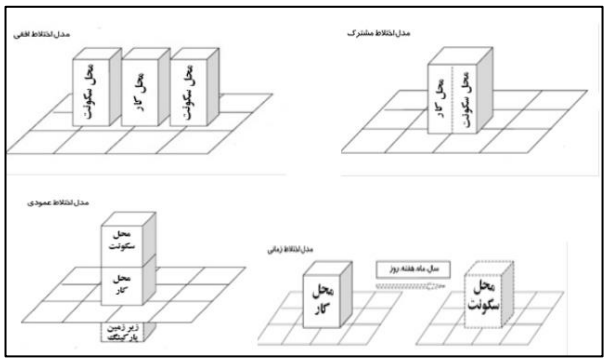
می‌شود. باهادیورو کوترکار (۲۰۱۵)، رابطه اختلاط کاربری واحدهای همسایگی را با رفتار ساکنین بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که کاربری‌های اراضی مسکونی، تجاری بیش‌ترین سازگاری را با یکدیگر داشته و همچنین واحدهای همسایگی که بیش‌ترین اختلاط کاربری را دارند دارای پایداری بیشتر و واحدهای همسایگی که اختلاط کمتر دارند دارای پایداری کمتر هستند. اوستور میجر و همکاران (۲۰۱۷)، با بررسی اثرات اختلاط کاربری اراضی شهری و اقتصاد شهری نتیجه می‌گیرند که اختلاط کاربری اراضی شهری باعث کاهش تقاضا به استفاده از خودرو و بهبود واحد همسایگی در استفاده از خیابان، مغازه، فعالیت‌های تفریحی و حفظ ارزش اقتصادی آن‌ها می‌گردد. آمیت‌شارما و همکاران (۲۰۲۰)، از شاخص آنتروپی، شاخص هرفیندال–هیرشمن و شاخص عدم تشابه استفاده و از تی تست نیز برای بررسی این موضوع که آیا ارزش‌های آنتروپی، هرفیندال و عدم تشابه با تغییر ترکیب کاربری‌ها رابطه دارد، بهره گرفته‌اند. جورجیس زاگورسکاس (۲۰۱۶)، با تحلیل اختلاط کارکردی کاربری‌ها، طول سفر شهری را مورد توجه قرار داده‌اند. مدل به کار رفته در این تحقیق اهمیت عامل مقیاس را به اثبات رسانده و ابعاد جدیدی را به روش‌های موجود اضافه می‌نماید. سوزان ماووا (۲۰۱۸)، امکان محاسبه یک شاخص قابلیت پیاده‌روی در ملبورن استرالیا را بررسی کرده و برای این کار از شاخص آنتروپی اختلاط کاربری اراضی استفاده شده است. ورونتسوا و همکاران (۲۰۱۶)، مبانی کاربری اراضی مختلط شهری را بررسی نموده و توسعه تاریخی نواحی شهری چند کارکردی را تحلیل کرده‌اند. جیاچنگ‌جیااو و همکاران (۲۰۲۱)، معتقدند شاخص اختلاط کاربری اراضی روشی برای کمی‌سازی اختلاط الگوهای کاربری اراضی است و هدف‌شان استخراج ویژگی‌های بالقوه شاخص‌های اختلاط کاربری اراضی با استفاده از روش سه مرحله‌ای اسکریننگ در ملبورن بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد ارزش شاخص هرفیندال–هیرشمن با تنوع انواع کاربری‌های اراضی مرتبط است. همچنین شاخص عدم تشابه به طور قابل توجهی با وضعیت متعادل اختلاط کاربری اراضی رابطه دارد. شهر اردبیل به خاطر میانه اندام بودن و مرکز استان بودن، از ظرفیت بالایی در جذب جمعیت شهرها و سکونتگاه‌های پیرامون برخوردار است و در سال‌های اخیر و به‌ویژه به دنبال مرکز استان شدن، رشد بالای جمعیتی به خود دیده است به گونه‌ای که طی دوره ۱۳۹۵– ۱۳۳۵ جمعیت این شهر ۸ برابر و وسعت آن ۹/۶ برابر شده است (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۶، ص. ۵۵). رشد جمعیت و مهاجرت از شهرهای اطراف به این شهر و داشتن برخی محلات با هسته روستایی در دل این شهر، باعث گردیده است که در برخی موارد کاربری اراضی شهری آن به صورت نامتناسب و دور از اصول شهری ایجاد گردد که در نگاه اول نشان‌گر توزیع و مکان‌گزینی ناهمگون و ناسازگار کاربری‌ها و نبود همبستگی فضایی و اختلاط کاربری اراضی در سطح شهر است. هدف این پژوهش کاربست شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری ارضی شهری و استفاده از تکنیک‌های آمار فضایی برای بررسی چگونگی توزیع اختلاط کاربری اراضی در مناطق پنج‌گانه شهر اردبیل است و در صدد پاسخگویی به این سئوالات است: آیا کاربری‌های مورد مطالعه در مناطق پنج‌گانه اردبیل از نظر ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهری با توجه به شاخص‌های مورد نظر از وضعیت مناسب برخوردار هستند؟ همبستگی فضایی نواحی شهرداری اردبیل از نظر شاخص‌های مورد نظر به چه صورت می‌باشد؟

مبانی نظری

اختلاط کاربری‌ها عبارت است از توسعه‌ای که دو یا تعداد بیشتری از انواع کاربری‌ها مانند مسکونی، تجاری، اداری را با تاکید اساسی بر تسهیل دسترسی به آن‌ها از طریق پیاده‌روی تلفیق می‌کند. این تعریف ساده ویژگی هایی مانند عابرگرایی و اتصال خوب، وجود توأمان تمام گونه‌های حمل و نقل، وجود توسعه مسکونی اختلاط یافته و تلفیق فیزیکی و عملکردی کاربری‌ها از طریق جایگزینی دقیق آن‌ها و طراحی ساختمان‌ها و معابر را برجسته می‌کند که برای توسعه اختلالات یافته ضروری است (موحدی و همکاران، ۱۳۹۴). کاربری اراضی مختلط عبارت است از وجود یک یا چند نوع کاربری نظیر مسکونی، تجاری، اوقات‌فراغت، آموزشی و ... در یک ناحیه مشخص. این نوع توسعه روی تراکم و تنوع بالای کاربری‌های اراضی تاکید می‌کند. این نوع توسعه عنصر کلیدی بسیاری از نظریات توسعه مانند توسعه سنتی محلات، توسعه حمل و نقل محور، نوشهرگرایی، جوامع زیست‌پذیر و رشد هوشمند است. چنین توسعه‌ای به عنوان یک عامل اثرگذار برای ایجاد یک محیط پایدار عمل می‌کند. مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد نواحی دارای کاربری‌های مختلط در مقایسه با سایر نواحی از پایداری بیشتری برخوردار هستند. عوامل متعددی نظیر تراکم، تاسیسات حمل و نقل، رفتارهای مسافرتی و جنبه‌های اجتماعی اقتصادی وجود دارند که توسعه مختلط کاربری اراضی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بین این عوامل متعدد که کاربری اراضی مختلط را تحت تاثیر قرار می‌دهند، حمل و نقل و اختلاط کاربری اراضی (به عنوان بخشی از فرم شهر یا محیط ساخته شده) به شدت به هم ارتباط دارند و ترکیب این دو یکی از اهداف سیاست‌گذاری‌های برنامه‌ریزی در سراسر جهان است (ساریکا باهادوره، ۲۰۱۵، ص. ۱۲۱۶۵). در یک ناحیه دارای کاربری اراضی مختلط که در آن فعالیت‌های مختلف در مجاورت هم قرار دارند، اشکال پایداری از حمل و نقل (پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل و نقل عمومی) پشتیبانی

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

می‌شوند. مطالعات مختلف گذشته مزایای اختلاط کاربری اراضی مختلف را نظیر پشتیبانی از حمل و نقل پایدار، جمایت از بهزیستی و تندرستی و همچنین کاهش آلودگی هوا را نشان می‌دهد. همچنین مشخص شده است که اختلاط کاربری‌ها در نزدیکی مقاصد اشتغال، تقاضای سفر را کاهش می‌دهد. اختلاط کاربری اراضی شهری منجر به کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و افزایش چشمگیر پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌شود. افزایش پیاده‌روی ارتباط مستقیمی با بهزیستی و تندرستی دارد و محلات دارای کاربری‌های اراضی مختلف استفاده از مدهای حمل و نقل غیرموتوری را تسهیل کرده و سفرهای خودرویی را کوتاه می‌کند و در نتیجه به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود. ابعاد اجتماعی نیز می‌تواند متاثر از توسعه کاربری اراضی مختلط باشد. یک محیط با کاربری اراضی مختلط مزایای مورد نظر ساکنین را ایجاد می‌کند. مخلوطی از مسکن بر مبنای درآمد، کارکرد و شکل، انتخاب‌های متعددی را در اختیار ساکنین قرار می‌دهد. مخلوطی از مقاصد جذاب و کیفیت‌های زیباشناختی خوب نظیر پوشش درختان در یک محله می‌تواند از پیاده‌روی برای فعالیت‌های مختلف و همچنین اوقات فراغت پشتیبانی نماید. کاربری اراضی مختلط در یک محله سطح بالایی از فعالیت در خیابان را ترویج کرده و آن را امن می‌کند. کودکان برای بازی و دوچرخه‌سواری احساس امنیت می‌کنند، سالمندان با همدیگر دیدار نموده و هم صحبت می‌شوند و غریبه‌ها احساس می‌کنند به راحتی شناخته می‌شوند. همبستگی اجتماعی، تعاملات اجتماعی و احساس تعلق در یک جامعه دارای کاربری اراضی مختلف قوی است و مردم در یک محیط فعالیت مختلف زیستن، خرید، بازی و کار را انجام می‌دهند. محلات دارای کاربری اراضی مختلط دسترسی راحت به افراد و مکان‌ها را فراهم می‌سازند و بنابراین ساکنین و کارگران چنین محلاتی را برای زندگی متعادل ترجیح می‌دهند (همان منبع). مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که در حال حاضر تمایل بازگشت به سمت اختلاط کاربری به عنوان عنصر اساسی برنامه‌ریزی پایدار و رشد هوشمند وجود دارد و بر اساس نوع توسعه به شکل زیر طبقه‌بندی می‌شوند: مدل اختلاط افقی، مدل اختلاط مشترک، مدل اختلاط زمانی و مدل اختلاط عمودی (شکل ۱). این مدل‌ها نشان دهنده اختلاط کاربری بر روی یک نقطه در یک سطح صاف هستند که به صورت عمودی و در یک نظم متوالی با هم ترکیب شده‌اند (اسمعیل پور و همکاران، ۱۳۹۳ ، ص. ۱۱۸).

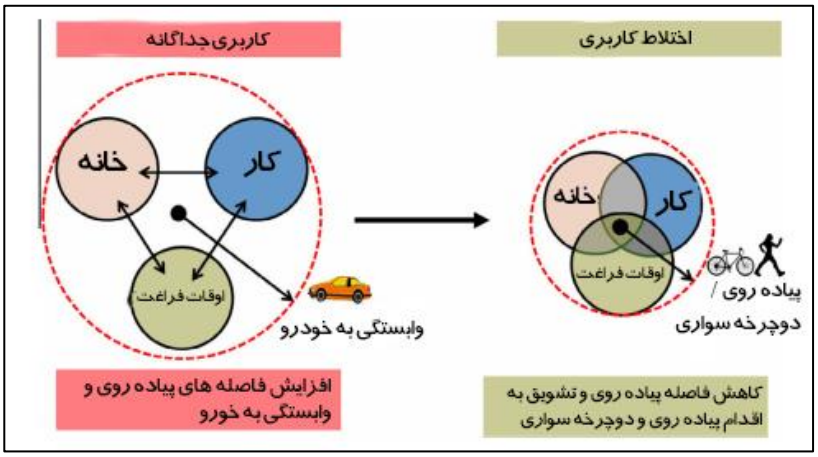


تصویر ۱- کاربری مختلط بر اساس نوع توسعه کاربری منبع: هرندون ودروموند (۲۰۱۱: ۲۰)

اختلاط کاربری اراضی روی سبک زندگی ساکنان شهر و حتی میزان سلامتی آن‌ها تأثیر دارد به گونه‌ای که کاربری‌های دور از هم منجر به افزایش فاصله‌ها و کاهش پیاده‌روی و وابستگی بیشتر به خودرو می‌گردد در حالی‌که اختلاط کاربری اراضی باعث تشویق و ترویج پیاده‌روی و عدم وابستگی به اتومبیل می‌گردد (تصویر۲). توسعه بر مبنای اختلاط کاربری‌ها عوامل و فعالیت‌های متنوعی همچون سرزندگی، امنیت محیطی، کیفیت و جذابیت مرکز شهر، استفاده از حمل و نقل عمومی و استفاده کمتر از خودروی شخصی موجب مزایای اجتماعی، اقتصادی و محیطی در جامعه می‌شود (هرندون، ۲۰۱۱، ص. ۲۴).

تاکنون چندین شاخص برای سنجش تنوع و اختلاط کاربری اراضی به کار رفته که از جمله می‌توان به شاخص آنتروپی، شاخص هرفینداال، شاخص عدم تشابه، شاخص آتکینسون، شاخص جینی و شاخص خوشه‌بندی اشاره نمود (آمیت‌شارما و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۱۹۱۹). شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری اراضی شهری دو دسته هستند: شاخص‌های سنجش جامع و شاخص‌های تقسیمی (جدول شماره ۱). شاخص‌های سنجش جامع، شاخص‌های متراکم هستند که به توزیع کلی کاربری‌های اراضی در منطقه مورد مطالعه حساس بوده و برای تعریف میزان اختلاط کاربری اراضی از طریق تحلیل‌های آماری به کار می‌روند و موقعیت مکانی عوارض شهری را به طور مستقیم در نظر نمی‌گیرند و از جمله آن‌ها درصدهای ساده، شاخص تعادل، شاخص آنتروپی و شاخص هرفیندال- هیرشمن هستند که ساده‌ترین آن‌ها شاخص تعادل است. شاخص‌های تقسیمی، به چیدمان جغرافیایی کاربری‌های اراضی در داخل منطقه حساس هستند (همان منبع).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]



تصویر ۲- تأثیر اختلاط کاربری اراضی بر روی زندگی روزانه شهری منبع: نابیل و ال سعید (۲۰۱۴، ص. ۲۸۸)

جدول ۱- شاخص های ارزیابی اختلاط کاربری اراضی

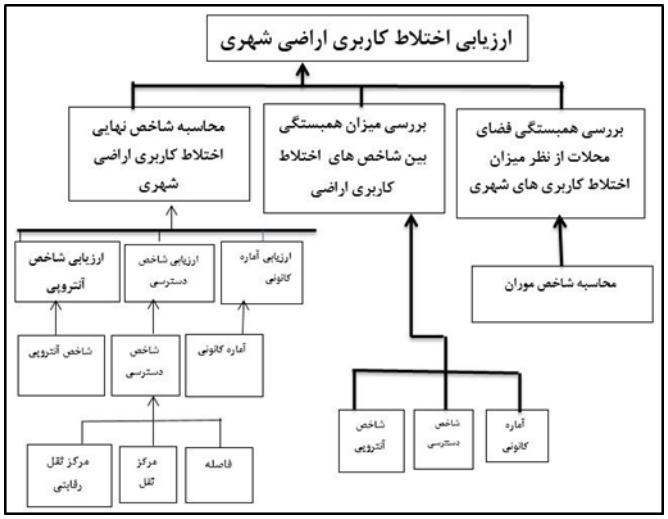
ردیف	شاخص	نوع	تعداد انواع کاربری اراضی (k)	متقارن	محدوده ارزش	ارزش بالای شاخص، اختلاط کاربری اراضی ... را نشان می دهد
۱	نسبت	جامع	K = 1	خیر	۰-۱	بالا
۲	هرفیندال	جامع	K ≥ 2	بله	۰ - ۱۰	پایین
۳	تعادل	جامع	K = 2	بله	۰ - ۱	بالا
۴	آنتروپی	جامع	K ≥ 2	بله	۰ - ۱	بالا
۵	جینی	تقسیمی	K = 2	بله	۰ - ۱	پایین
۶	عدم مشابهت	تقسیمی	K ≥ 2	بله	۰ - ۱	بالا
۷	آتکینسون	تقسیمی	K = 1	خیر	۰- ۱	پایین
۸	خوشه بندی	تقسیمی	K = 1	خیر	۰- ۱	پایین
۹	ارائه(exposure)	تقسیمی	K = 2	خیر	۰- ۱	بالا

منبع: آمیت شارما و همکاران، (۲۰۲۰)

روش تحقیق

این پژوهش از لحاظ هدف، از نوع پژوهش‌های کاربردی و از لحاظ ماهیت نیز توصیفی– تحلیلی است. داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق از نوع اسنادی بوده است در این تحقیق برای ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده از قابلیت تحلیل‌های فضایی در سیستم اطلاعات جغرافیایی شاخص‌های آنتروپی، دسترسی، و آماره کانونی در مقیاس بلوک‌های شهری محاسبه و مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفتند و در نهایت با استفاده از این سه شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهر انجام گرفت. علاوه بر این میزان همبستگی بین شاخص‌های مختلف اختلاط کاربری با استفاده از ضریب پیرسون محاسبه و در نهایت با محاسبه شاخص موران همبستگی محلات از نظر میزان اختلاط کاربری اراضی شهری از دیدگاه فضایی بررسی گردیده و اختلاط کاربری اراضی شهر با در نظر گرفتن این سه متد مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفته و عرصه شهر از این نظر پهنه‌بندی گردیده است (تصویر ۳). برای اجتناب از طولانی شدن بحث اطلاعات مربوط به هرکدام از شاخص‌های محاسبه شده نیز در جدول (۲) ارائه شده است.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]



تصویر ۳- مدل مفهومی ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهری به کار رفته در تحقیق منبع: نویسندگان (۱۳۹۹)

جدول ۲- شاخص‌های اندازه‌گیری اختلاط کاربری اراضی شهری به کار رفته در تحقیق

شاخص‌ها	روش‌های اندازه گیری شاخص‌ها	ویژگی‌های هر شاخص
شاخص آماره کانونی	آماره تحلیل فضایی در محیط GIS - استفاده از ابزار Neighborhood و Focal statistic در محیط GIS.	هر چه قدر تعداد کاربری‌ها در همسایگی بیشتر باشد ارزش اختلاط کاربری بیشتر است- هر کدام از کاربری‌ها از فرمت برداری به رستری تبدیل می‌شود- تشکیل همسایگی- شاخص آماره کانونی بین صفر و یک است- هر چه شاخص به صفر نزدیک‌تر شاخص آماره کانونی در حد پایین و هرچه شاخص به یک نزدیک‌تر شاخص آماره کانونی بهتر است.
شاخص دسترسی	$AG_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{A_j d_{ij}^{-\beta}}{\sum_{K=1}^{m} d_{kj}^{-\phi}}$ شاخص بر اساس رابطه ۱ صورت می‌پذیرد که در آن: j به کاربری غیر مسکونی، i = مجموع دسترسی پذیری کاربری مسکونی j = جذابیت کاربری غیر مسکونی j به کاربری غیرمسکونی i یا = فاصله، زمان یا هزینه سفر از کاربری مسکونی در این مقاله از فاصله موجود بر روی شبکه راه‌ها بین کاربری‌ها استفاده شده است. یا = = تابع مقاومت ظاهری بر اساس تابع معکوس فاصله پارامتر نزول فاصله که با توجه به نظر کارشناسان در این مقاله برابر ۱ در نظر گرفته شده است. N= تعداد کاربری غیر مسکونی از یک نوع M= تعداد کاربری‌های مسکونی	بر اساس میانگین فاصله قطعات مسکونی نسبت به سایر کاربری‌ها انجام می‌شود- کاربری‌ها بر اساس فاصله به متر در نرم افزار GIS محاسبه می‌شود- هرچه اعداد به یک نزدیک‌تر باشد نشان دهنده دسترسی بهتر آن منطقه به کاربری مورد نظر و کاربری مسکونی به سایر کاربری‌ها است و هر چه اعداد به صفر نزدیک‌تر باشد نشان دهنده فاصله بیشتر مساکن و کاربری‌های غیرمسکونی است.
شاخص آنتروپی	$\frac{-\sum (A_{ij} \ln A_{ij})}{\ln N_j}$ که A_{ij} نسبت مساحت هر کاربری از مساحت کاربری‌های محله یا ناحیه و n_j تعداد کاربری‌ها در محله می‌باشد و مقدار شاخص آنتروپی از صفر تا یک است که عدد صفر نشان دهنده یکدست بودن کاربری زمین است که کمتر پایدار است و مقدار یک نشان دهنده حداکثر تنوع و اختلاط است که پایدارتر است شاخص انتروپی بیش از دو نوع کاربری را در یک محاسبه وارد می‌کند (پورمحمدی،۱۳۹۴،	استفاده از آن در برنامه‌ریزی شهری و مطالعات زمین به فرانک‌وپیدو برمی‌گردد. شاخص انتروپی بین صفر و یک است. مقدار صفر نشان دهنده یکدست بودن کاربری زمین است و نشان دهنده کمتر پایدار بودن آن است و مقدار یک نشان دهنده حداکثر تنوع و اختلاط و پایدار بودن آن در منطقه است.

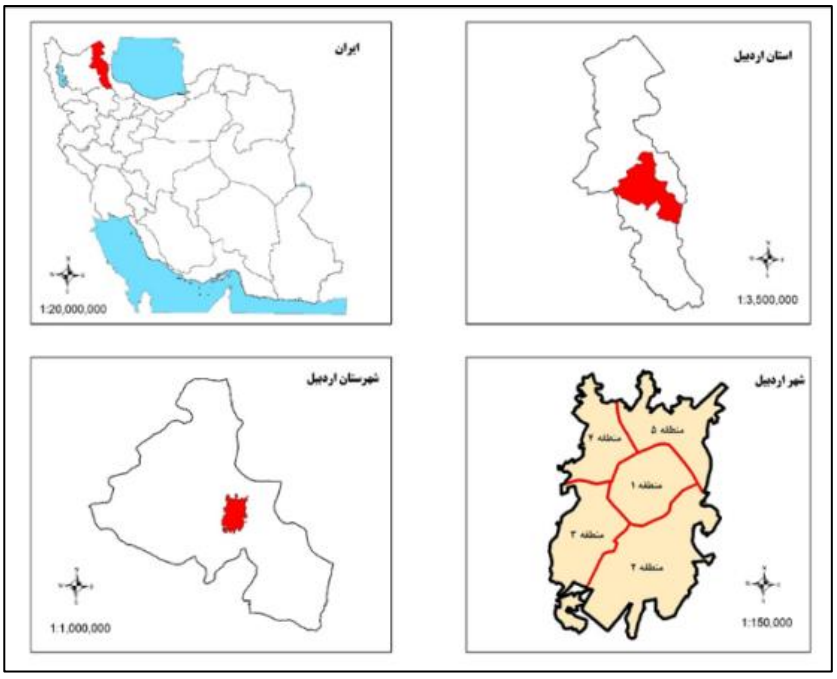
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

شاخص‌ها	روش‌های اندازه گیری شاخص‌ها	ویژگی‌های هر شاخص
	ص. ۱۴) و شاخص آنتروپی قادر است بیش‌تر از دو نوع کاربری را برای اندازه‌گیری تنوع کاربری‌ها در سطوح مختلف در نظر بگیرد این شاخص مقداری کاربری به صورت ناهمگن در یک مکانی توزیع یا پخش شده‌اند را اندازه‌گیری می‌کند	
شاخص نهایی	میانگین‌گیری	میانگین‌گیری شاخص آماره کانونی، شاخص دسترس، شاخص آنتروپی
شاخص موران	$I=\frac{n\sum w_{ij}(X_i-\bar{X})(X_j-\bar{X})}{w\sum(X_i-\bar{X})^2}$	دامنه تغییرات شاخص موران بین ۱- و ۱+ است- نزدیکی مقدار شاخص موران به عدد ۱ + وجود همبستگی فضایی و الگوی خوشه‌ای و نزدیکی این مقدار به ۱- گسسته و پراکنده بودن توزیع فضایی

منبع: پور محمدی و همکاران(۱۳۹۴،ص ص.۴۱ – ۵۰)، جوادی و همکاران (۱۳۹۲، ص.۷۴)، معصومی و همکاران(۱۳۹۶، ص. ۱۷۳)

محدوده مورد مطالعه

شهر اردبیل به عنوان مرکز استان در سال ۱۳۹۵ دارای۶۲۸۹۰ هکتار مساحت و۵۲۵۷۰۲ نفر جمعیت بوده است. بررسی روند شهرنشینی شهر اردبیل نشان می‌دهد که جمعیت شهرنشین طی سال‌های اخیر افزایش چشم‌گیری داشته است، علاوه‌بر این رشد فیزیکی شهر اردبیل در مرحله غیر ارگانیک بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیازهای واقعی شهر بوده و شهر را دچار گسترش افقی بی‌رویه‌ای ساخته است. نتایج حاصل از رشد جمعیتی در شهر اردبیل نشان می‌دهد که این شهر، نسبت به سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ رشد جمعیتی ۸ برابری را تجربه کرده است (جمعیت سال ۱۳۳۵ شهر اردبیل برابر با ۶۵۷۶۲ نفر) این در حالی است که این شهر نسبت به دوره ابتدایی سرشماری سال ۱۳۳۵ (وسعت سال ۱۳۳۵ کمتر از ۸۰۰ هکتار) رشد فیزیکی ۹/۶ برابری را داشته است که عمده پیشروی‌ها به سمت دشت‌های نسبتاً هموار جنوبی به لحاظ ساخت مجتمع‌های صنعتی و کارگاهی بوده است. با توجه به پیشی گرفتن توسعه فیزیکی شهر از افزایش جمعیتی آن و رشد پراکنده شهری، وجود محلات و شهرک‌های جدید فاقد تسهیلات و امکانات عمومی کافی (عدم برنامه‌ریزی کاربری اراضی) امری ملموس و قابل پیش‌بینی است (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۶، ص. ۵۵). در ادامه موقعیت شهر اردبیل در گستره کشور ایران ارائه شده است (تصویر ۴).



تصویر ۴- نقشه موقعیت شهر اردبیل در کشور منبع : شهرداری اردبیل(۱۳۹۹)

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

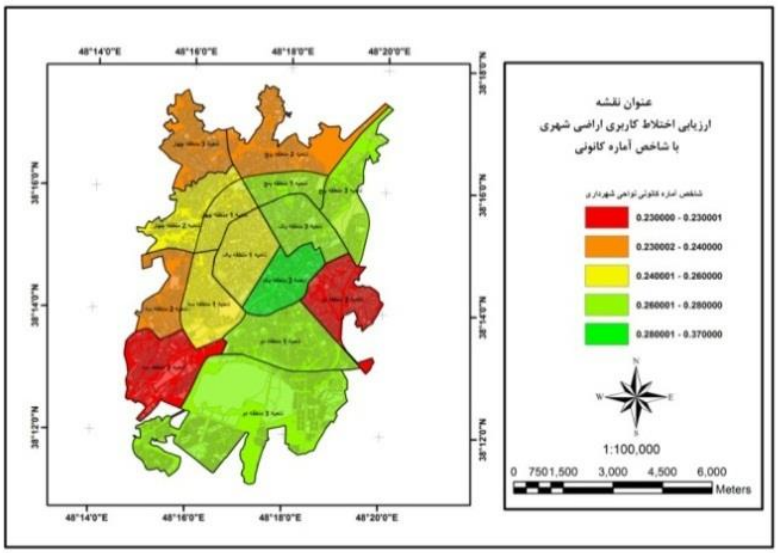
یافته‌های پژوهش

ارزیابی اختلاط کاربری بر اساس شاخص آماره کانونی

برای محاسبه شاخص اختلاط کاربری‌های شهری، آماره کانونی با توجه به همسایگی‌های تشکیل شده و تنوع در آن هرچه قدر تعداد کاربری‌ها در همسایگی‌ها بیشتر باشد از ارزش اختلاط کاربری بیشتر برخوردار خواهند بود. در این تحقیق ناحیه دو منطقه ۱، ناحیه یک منطقه ۲، ناحیه سه منطقه ۲، ناحیه یک منطقه ۵ و ناحیه سه منطقه ۵ (جدول ۲) به ترتیب دارای بالاترین شاخص‌های ۰/۳۷، ۰/۲۸، ۰/۲۸، ۰/۲۸ بوده و ناحیه دو منطقه ۲، ناحیه سه منطقه ۳، ناحیه دو منطقه ۳، ناحیه سه منطقه ۴ و ناحیه دو منطقه ۵ به ترتیب دارای پایین‌ترین شاخص‌های ۰/۲۳، ۰/۲۳، ۰/۲۴، ۰/۲۴ است. شاخص‌های آماره کانونی بین متغیر ۰/۲۳ تا ۰/۳۷ قرار دارد (جدول ۲) و اعداد مورد اشاره نشان می‌دهد شاخص‌های آماره کانونی در حد پایین بوده و هیچ کدام از نواحی شهرداری‌های اردبیل عدد مناسب تمام همسایگی‌های تعریف شده در آماره کانونی را کسب نکرده‌اند. نقشه اختلاط کاربری اراضی محاسبه شده با شاخص آماره کانونی در(تصویر ۵ و جدول ۳) آمده است.

جدول ۳- میزان اختلاط کاربری نواحی ۱۵ گانه مناطق شهرداری شهر اردبیل از نظر شاخص آماره کانونی

نواحی شهرداری	شاخص آماره کانونی	نواحی شهرداری	شاخص آماره کانونی	نواحی شهرداری	شاخص آماره کانونی
ناحیه ۱ منطقه ۱	۰/۲۵	ناحیه ۳ منطقه۲	۰/۲۸	ناحیه ۲ منطقه۴	۰/۲۵
ناحیه ۲ منطقه ۱	۰/۳۷	ناحیه ۱ منطقه۳	۰/۲۶	ناحیه۳ منطقه۴	۰/۲۴
ناحیه ۳ منطقه ۱	۰/۲۷	ناحیه ۲ منطقه ۳	۰/۲۴	ناحیه ۱ منطقه۵	۰/۲۸
ناحیه ۱ منطقه ۲	۰/۲۸	ناحیه ۳ منطقه ۳	۰/۲۳	ناحیه ۲منطقه۵	۰/۲۴
ناحیه ۲ منطقه ۲	۰/۲۳	ناحیه ۱ منطقه ۴	۰/۲۶	ناحیه ۳منطقه۵	۰/۲۸



تصویر ۵- اختلاط کاربری اراضی شهری با شاخص آماره کانونی

ارزیابی اختلاط کاربری بر اساس شاخص دسترسی

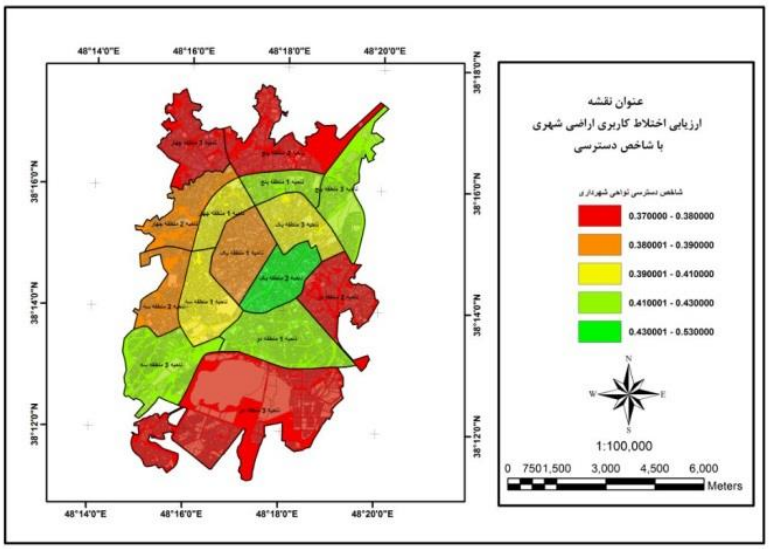
محاسبه شاخص دسترسی کاربری مسکونی به کاربری‌های تجاری، اداری- انتظامی، درمانی، فرهنگی- هنری، مذهبی، ورزشی، پارک و فضای سبز، تجاری- مسکونی، تأسیسات شهری، تجهیزات شهری، تجاری- کارگاهی، آموزشی- تحقیقاتی بر اساس فاصله به متر و در نرم‌افزار GIS مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی شاخص دسترسی کاربری مسکونی به کاربری‌های غیر مسکونی به صورت عدد صفر و

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

یک است؛ که عدد صفر نشان دهنده فاصله زیاد بین کاربری مسکونی با سایر کاربری‌های غیر مسکونی است و عدد یک نشان دهنده دسترسی راحت و بهتر کاربری مسکونی به سایر کاربری‌ها است. در بررسی این شاخص‌ها ناحیه دو منطقه ۱، ناحیه یک منطقه ۵، ناحیه سه منطقه ۵، به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۴۳، ۰/۴۳ دارای بیش‌ترین شاخص دسترسی کاربری مسکونی به کاربری‌های غیر مسکونی است؛ که نشان دهنده دسترسی بهتر به سایر کاربری‌ها است و ناحیه دو منطقه ۲، ناحیه سه منطقه ۳، ناحیه سه منطقه ۴و ناحیه دو منطقه ۵ به ترتیب با ۰/۳۷، ۰/۳۷، ۰/۳۸، ۰/۳۸ (جدول۳) نشان دهنده فاصله بیشتر کاربری مسکونی به سایر کاربری‌های غیر مسکونی است. شاخص دسترسی کاربری مسکونی به سایر کاربری‌ها در نواحی اردبیل بین ۰/۳۷ تا ۰/۵۳. است که نشان می‌دهد فاصله بین مقدار دامنه‌های مورد نظر در نواحی شهر اردبیل زیاد نبوده و در حد متعادل است ولی مقدار مطلوب فاصله بین دامنه‌های مورد نظر در حد پایین بوده که ناشی از دلایل متعدد است (تصویر ۶ و جدول ۴).

جدول ۴- میزان اختلاط کاربری نواحی ۱۵ گانه مناطق شهر اردبیل از نظر شاخص دسترسی

نواحی شهرداری	شاخص دسترسی	نواحی شهرداری	شاخص دسترسی	نواحی شهرداری	شاخص دسترسی
ناحیه ۱ منطقه ۱	۰/۳۹	ناحیه ۳ منطقه۲	۰/۴۲	ناحیه ۲ منطقه۴	۰/۳۹
ناحیه ۲ منطقه ۱	۰/۵۳	ناحیه ۱ منطقه۳	۰/۴۰	ناحیه۳ منطقه۴	۰/۳۸
ناحیه ۳ منطقه ۱	۰/۴۱	ناحیه ۲ منطقه ۳	۰/۳۹	ناحیه ۱ منطقه۵	۰/۴۳
ناحیه ۱ منطقه ۲	۰/۴۲	ناحیه ۳ منطقه ۳	۰/۳۷	ناحیه ۲منطقه۵	۰/۳۸
ناحیه ۲ منطقه ۲	۰/۳۷	ناحیه ۱ منطقه ۴	۰/۴۱	ناحیه ۳منطقه۵	۰/۴۳



تصویر ۶- اختلاط کاربری اراضی شهری با شاخص دسترسی

ارزیابی اختلاط کاربری بر اساس شاخص آنتروپی

در این تحقیق برای بررسی مناطق ۵ گانه اردبیل با نواحی ۱۵گانه آن محاسبه شاخص آنتروپی کاربری‌های مسکونی، تجاری، اداری- انتظامی، درمانی، فرهنگی– هنری، مذهبی، ورزشی، پارک و فضای سبز، تجاری- مسکونی، تأسیسات شهری، تجهیزات شهری، تجاری– کارگاهی، آموزشی– تحقیقاتی مورد بررسی قرار گرفته است که در این شاخص ناحیه دو منطقه ۱، ناحیه یک منطقه ۵ و ناحیه یک منطقه ۲و ناحیه سه منطقه ۲ و ناحیه سه منطقه ۵ به ترتیب دارای بالاترین شاخص ۰/۳۴، ۰/۲۰، ۰/۱۹، ۰/۱۹، ۰/۱۹ بوده که نشان دهنده توزیع نامطلوب مساحت این نواحی در مناطق در بین کاربری‌های مختلف است که دارای تنوع بالایی از نظر اختلاط کاربری نیست و ناحیه دو

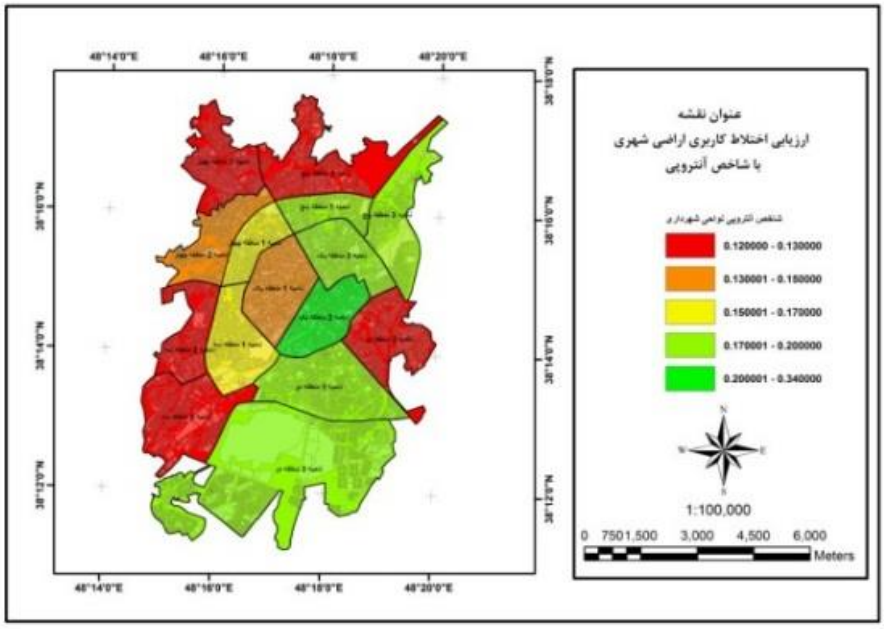
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

منطقه۲، ناحیه سه منطقه ۳ و ناحیه سه منطقه ۴ و ناحیه دو منطقه۵ و ناحیه دو منطقه ۴ به ترتیب دارای پایین‌ترین شاخص۰/۱۲، ۰/۱۲ و ۰/۱۳، ۰/۱۳، ۰/۱۴ (جدول ۴) بوده که نشان دهنده اختلاط کاربری بسیار پایین و نزدیک به صفر و نشان دهنده غلبه کاربری مسکونی و کمبود سایر کاربری‌های غیر مسکونی است. دامنه شاخص آنتروپی نواحی ۱۵گانه اردبیل بین ۰/۱۰ تا ۰/۳۴ است که نشان دهنده تفاوت چشم‌گیری در اختلاط کاربری‌ها در نواحی ۱۵گانه است و از طرفی با توجه به شاخص‌های بسیار پایین نزدیک به صفر در کلیه نواحی مناطق اردبیل نشان دهنده اختلاط کاربری بسیار ضعیف و یکنواخت در توزیع کاربری‌ها است (جدول ۵ و تصویر ۷).

جدول ۵- میزان اختلاط کاربری نواحی ۱۵ گانه مناطق شهر اردبیل از نظر شاخص آنتروپی

نواحی مناطق	شاخص آنتروپی	نواحی مناطق	شاخص آنتروپی	نواحی مناطق	شاخص آنتروپی
ناحیه یک منطقه ۱	۰/۱۵	ناحیه سه منطقه ۲	۰/۱۹	ناحیه دو منطقه ۴	۰/۱۴
ناحیه دو منطقه ۱	۰/۳۴	ناحیه یک منطقه ۳	۰/۱۶	ناحیه سه منطقه۴	۰/۱۳
ناحیه سه منطقه ۱	۰/۱۸	ناحیه دو منطقه ۳	۰/۱۴	ناحیه یک منطقه۵	۰/۲۰
ناحیه یک منطقه ۲	۰/۱۹	ناحیه سه منطقه ۳	۰/۱۲	ناحیه دو منطقه۵	۰/۱۳
ناحیه دو منطقه ۲	۰/۱۲	ناحیه یک منطقه ۴	۰/۱۷	ناحیه سه منطقه۵	۰/۱۹

منبع: نویسندگان (۱۳۹۹)



تصویر ۷- ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهری با شاخص آنتروپی

ارزیابی شاخص نهایی اختلاط کاربری

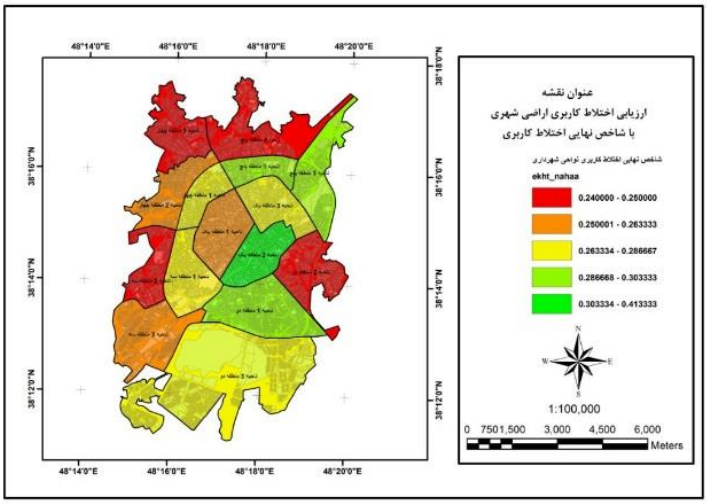
شاخص نهایی از طریق میانگین‌گیری شاخص‌های آنتروپی، شاخص دسترسی و شاخص آماره کانونی به دست می‌آید و در این شاخص‌ها ناحیه دو منطقه۱، ناحیه سه منطقه ۵، ناحیه یک منطقه ۲، ناحیه یک منطقه ۵ به ترتیب دارای بالاترین شاخص‌های ۰/۴۱، ۰/۳۰، ۰/۳۰، ۰/۳۰ در نواحی شهرداری اردبیل بوده و ناحیه دو منطقه ۲، ناحیه سه منطقه ۴، ناحیه دو منطقه ۵، ناحیه دو منطقه ۳، به ترتیب دارای پایین‌ترین شاخص‌های ۰/۲۴، ۰/۲۵، ۰/۲۵، ۰/۲۵ در نواحی شهرداری اردبیل است و شاخص نهایی اختلاط کاربری بین متغیر ۰/۲۴ تا ۰/۴۱ است. شاخص ناحیه دو منطقه ۲، ناحیه دو منطقه ۳، ناحیه سه منطقه ۴ و ناحیه دو منطقه ۵، درحد پایین بوده که نشان دهنده ناهمگونی و عدم ارتباط مناسب کاربری‌ها با یکدیگر در نواحی شهرداری اردبیل است (جدول ۶ و تصویر ۸).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

جدول ۶- اختلاط کاربری اراضی نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل با شاخص نهایی اختلاط کاربری

نواحی شهرداری	شاخص نهایی اختلاط کاربری	نواحی شهرداری	شاخص نهایی اختلاط کاربری	نواحی شهرداری	شاخص نهایی اختلاط کاربری
ناحیه ۱ منطقه ۱	۰/۲۶	ناحیه ۳ منطقه۲	۰/۲۸	ناحیه ۲ منطقه۴	۰/۲۶
ناحیه ۲ منطقه ۱	۰/۴۱	ناحیه ۱ منطقه۳	۰/۲۷	ناحیه۳ منطقه۴	۰/۲۵
ناحیه ۳ منطقه ۱	۰/۲۹	ناحیه ۲ منطقه ۳	۰/۲۵	ناحیه ۱ منطقه۵	۰/۳۰
ناحیه ۱ منطقه ۲	۰/۳۰	ناحیه ۳ منطقه ۳	۰/۲۶	ناحیه ۲منطقه۵	۰/۲۵
ناحیه ۲ منطقه۲	۰/۲۴	ناحیه ۱ منطقه ۴	۰/۲۸	ناحیه ۳منطقه۵	۰/۳۰

منبع: نویسندگان (۱۳۹۹)



تصویر ۸- ارزیابی اختلاط کاربری اراضی شهری با شاخص نهایی اختلاط کاربری

میزان همبستگی بین شاخص های اختلاط کاربری

میزان همبستگی بین شاخص‌های اختلاط کاربری براساس بررسی میزان ارتباط همبستگی بین شاخص‌های آنتروپی، دسترسی و آماره کانونی انجام می‌شود و برای پی بردن به این‌که آیا همبستگی معناداری بین سه شاخص فوق وجود دارد از آزمون همبستگی پیرسون درنرم افزار SPSS استفاده شده است و برای محاسبه همبستگی پیرسون ۵ منطقه شهرداری اردبیل که هر کدام سه ناحیه مستقل دارد انجام گرفته است و براساس نتایج آزمون بین سه شاخص آنتروپی، شاخص دسترسی و شاخص آماره کانونی رابطه معنادار با سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد و نتایج شاخص آنتروپی، شاخص دسترسی و شاخص آماره کانونی با دو ستاره و کمتر از ۱ درصد خطا دارای عدد بالایی را در مناطق و نواحی اردبیل نشان می‌دهد (جدول۷).

جدول ۷- میزان همبستگی بین شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری در شهر اردبیل

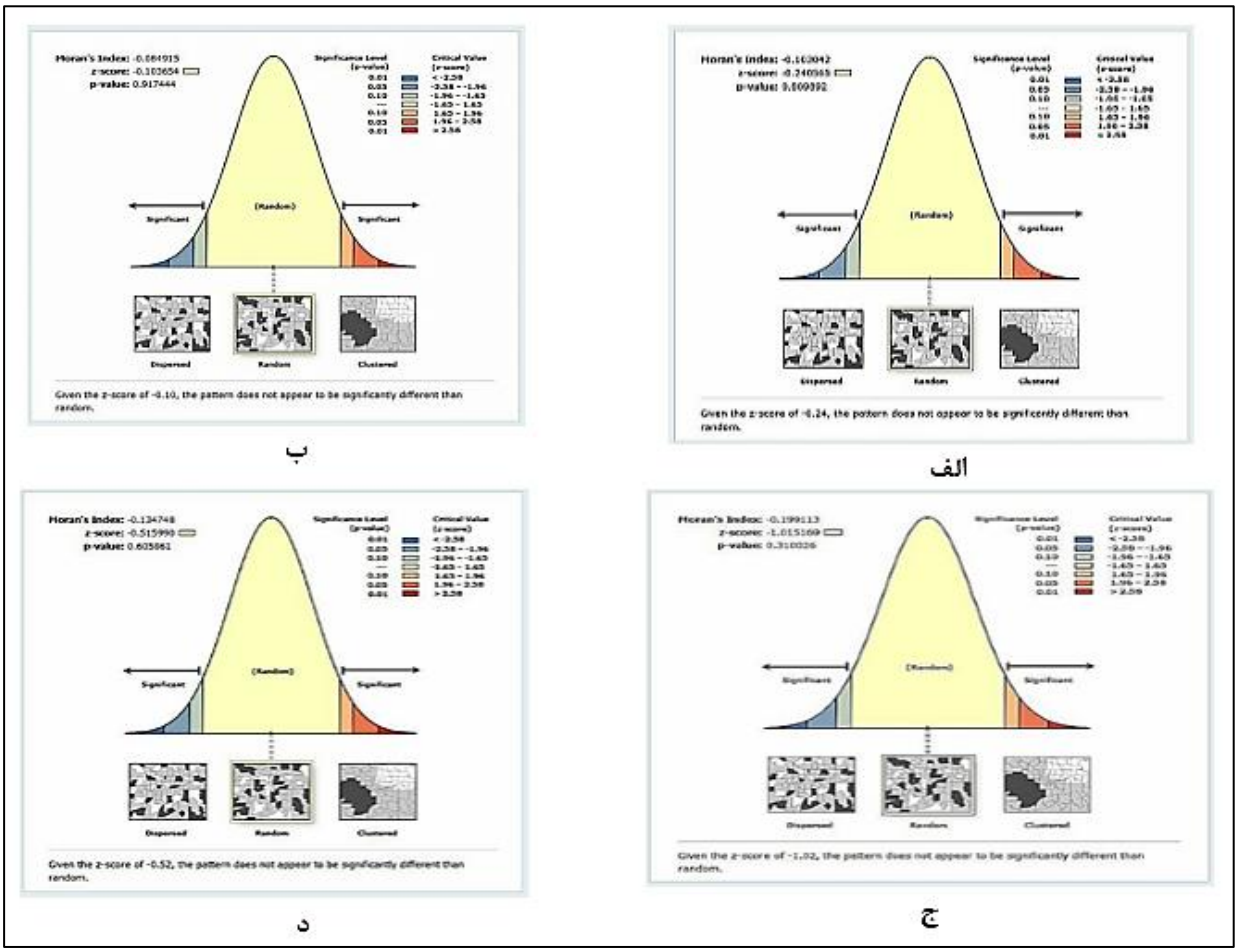
		آنتروپی	دسترسی	آماره کانونی
شاخص آنتروپی	Pearson correlation		.۸۷۶ **	.۹۹۶ **
	Sig.(2-tailed)	۱	.۰۰۰	.۰۰۰
	N		۱۵	۱۵
شاخص دسترسی	Pearson correlation	۰/۸۷۶**	۱	.۸۶۱ **
	Sig.(2- tailed)	.۰۰۰		.۰۰۰
	N	۱۵	۱۵	
شاخص آماره کانونی	Pearson correlation	.۹۹۶ **	.۸۶۱ **	۱
	Sig.(2- tailed)	.۰۰۰	.۰۰۰	
	N	۱۵	۱۵	۱۵

** همبستگی در سطح خطای کمتر ار آلفا۰۱ .(سطح اطمینان ۹۹ درصد) معنادار است

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

بررسی همبستگی فضایی از نظر میزان اختلاط کاربری بر اساس شاخص موران

بررسی خود همبستگی فضایی نواحی از نظر میزان اختلاط کاربری‌های شهری بخش دیگر مطالعه حاضر است؛ که با استفاده از شاخص موران نسبت به ارزیابی شاخص آماره کانونی، شاخص دسترسی، شاخص آنتروپی و شاخص نهایی اختلاط کاربری اقدام شده است. نزدیکی مقدار شاخص موران به عدد ۱+ حاکی از وجود همبستگی فضایی و الگوی خوشه‌ای است و نزدیکی این مقدار به ۱- نیز حاکی از گسسته و پراکنده بودن توزیع فضایی است و آماره فضایی عددی را به دست می‌دهد (امتیاز استاندارد شده) که با استفاده از آن می‌توان درجه پخش بودن و یا متمرکز بودن عوارض و یا داده‌های فضایی را در مکان اندازه‌گیری نمود (معصومی و همکاران،۱۳۹۶ :۱۷۳). میزان شاخص موران محاسبه شده برای آماره کانونی برابر با ۰/۱۰۳۰۴۲- و مقدار z-score برابر با ۰/۲۴۰۵۶۵- و مقدار P-value نیز برابر با ۰/۸۰۹۸۹۲ بوده و نمودار حاصله نشان می‌دهد که شاخص آماره کانونی در نواحی ۱۵گانه شهرداری یک توزیع تصادفی را دارا است (تصویر۹- الف). تفسیر و تحلیل خود همبستگی فضایی نمودار شاخص موران بر مبنای شاخص آنتروپی کاربری اراضی شهری نشان می‌دهد که مقدار شاخص موران برابر با ۰/۰۸۴۹۱۵- بوده و مقدار z-score برابر با ۰/۱۰۳۶۵۴- و مقدار P-value برابر ۰/۹۱۷۴۴ است و لذا توزیع فضایی شاخص آنتروپی در نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل نیز تصادفی است (تصویر ۹- ب). تفسیر و تحلیل خود همبستگی فضایی با استفاده از شاخص موران بر مبنای شاخص دسترسی نشان می‌دهد که میزان شاخص موران برابر با ۱۹۹۱۱۳ /۰- بوده و مقادیر z-score برابر با ۰/۵۱۵۹۹۰- و P- value ۶۰۵۸۶۱ /۰ را نشان می‌دهد که توزیع فضایی شاخص موران در بین نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل یک توزیع تصادفی است (تصویر ۹- ج). تفسیر نمودار شاخص موران بر مبنای شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی، بررسی نمودار حاصل از این تحلیل نیز نشان می‌دهد که مقدار شاخص موران برابر با ۰/۱۳۴۷۴۸- بوده و مقادیر z-score۰/۲۱۲۶۶۰- و P- value برابر با ۰/۶۰۵۸۶۱ را نشان می‌دهد که توزیع فضایی شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری در بین نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل یک توزیع تصادفی است (تصویر ۹- د).

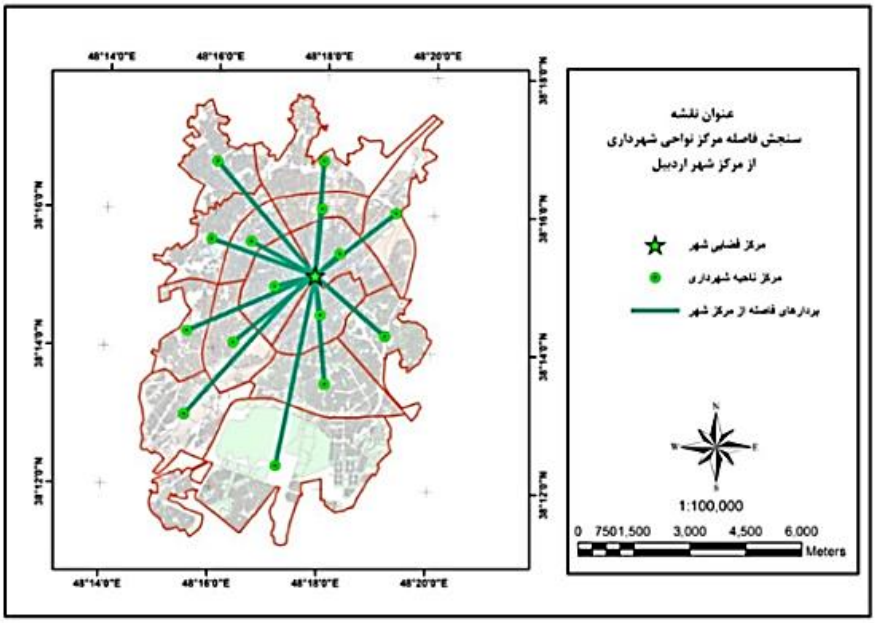


تصویر ۹- شاخص موران بر اساس شاخص‌های بکار رفته در تحقیق

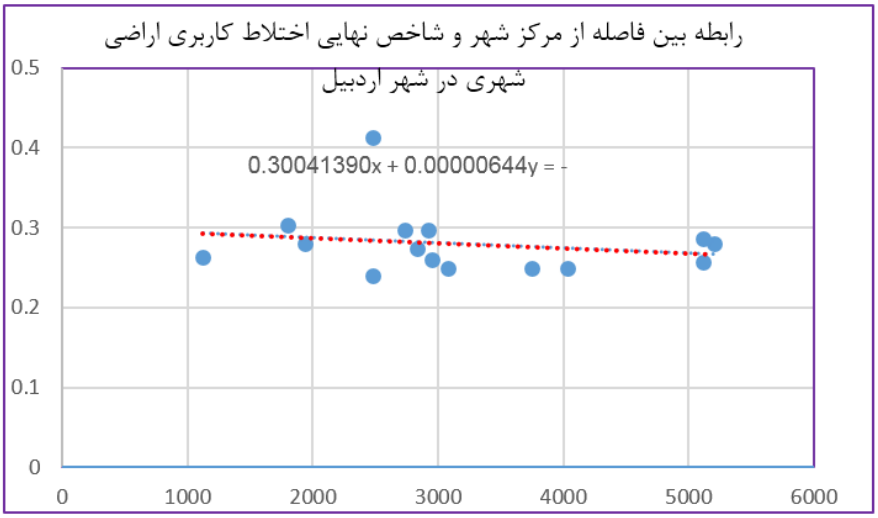
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

بررسی میزان اختلاط کاربری‌ها با توجه به فاصله از مرکز شهر

برای بررسی میزان اختلاط کاربری‌ها با توجه به فاصله از مرکز شهر محاسبه فاصله از مرکزیت موجود در محیط GIS صورت گرفته است و رابطه بین شاخص‌های نهایی اختلاط کاربری نواحی مناطق مورد مطالعه بر اساس آزمون رگرسیون خطی محاسبه گردیده است. براساس تصویر (۱۰) بین فاصله ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری تنها یک ناحیه بیش از ۰/۳ است و در آن فاصله دو ناحیه بین ۲۵ /۰ تا ۳ /۰ قرار دارد و بین فاصله۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متری یک ناحیه در بیش از ۰/۴ و دو ناحیه در ۰/۳ قرار داشته و در همان فاصله دو ناحیه در بیش از ۰/۲۵ و یک ناحیه بین ۰/۲ و ۰/۲۵ قرار دارد و در فاصله بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متری هیچ ناحیه‌ای بالاتر از ۰/۳ وجود نداشته و تنها سه ناحیه در ۰/۲۵ قرار دارد و بین فاصله ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متری از مرکز شهر ناحیه‌ای بالاتر از ۰/۳ وجود نداشته و تنها یک ناحیه در ۰/۲۵ قرار دارد و بین ۵۰۰۰ متر تا ۶۰۰۰ متر سه ناحیه بین ۲۵ /۰ تا ۳ /۰ قرار دارند. بنابراین با توجه به وضعیت موجود و رابطه بین فاصله از مرکز شهر و شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری در شهر اردبیل با فاصله گرفتن از مرکز شهر از اختلاط کاربری کاسته می‌شود (تصویر ۱۱-۱۰).



تصویر ۱۰- سنجش فاصله نواحی شهرداری از مرکز شهر اردبیل



تصویر ۱۱- رابطه بین فاصله از مرکز شهر و شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری درشهر اردبیل

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق شاخص دسترسی، شاخص آنتروپی، شاخص آماره کانونی، محاسبه شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری، شاخص موران، آزمون پیرسون و سنجش فاصله مرکز نواحی شهرداری از مرکز شهر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از شاخص آماره کانونی نشان می‌دهد که ناحیه دو منطقه۱ با ۰/۳۷ بالاترین میزان شاخص و ناحیه دو منطقه ۲ و ناحیه سه منطقه ۳ با ۰/۲۳ از پایین‌ترین میزان شاخص برخوردار است. نتایج حاصل از شاخص دسترسی نشان می‌دهد که ناحیه دو منطقه۱ با ۰/۵۳ بیش‌ترین میزان شاخص دسترسی کاربری مسکونی نسبت به کاربری‌های غیر مسکونی بوده و ناحیه دو منطقه ۲و ناحیه سه منطقه با ۳۷/. نشان دهنده فاصله بیش‌تر کاربری مسکونی به سایر کاربری‌ها است و شاخص دسترسی بین ۰/۳۷ تا ۰/۵۳ بوده که نشان می‌دهد فاصله بین مقدار دامنه‌های مورد نظر در نواحی شهر اردبیل زیاد نبوده و در حد متعادل است ولی مقدار مطلوب بین دامنه‌های مورد نظر در حد پایین است و نتایج حاصل از شاخص آنتروپی نشان می‌دهد که ناحیه دو منطقه ۱، با ۰/۳۴ بیش‌ترین و ناحیه دو منطقه ۲ و ناحیه سه منطقه ۳، با ۰/۱۲ کم‌ترین میزان شاخص را دارا است و دامنه شاخص بین۰/۱۲ تا ۰/۳۴ نشان دهنده تفاوت چشم‌گیری از اختلاط کاربری‌ها بوده که نشان دهنده اختلاط کاربری بسیار ضعیف و یکنواخت در توزیع کاربری‌ها است و نتایج حاصل از شاخص نهایی اختلاط کاربری‌ها نشان می‌دهد که ناحیه دو منطقه ۱، با ۰/۴۱ بالاترین میزان شاخص نهایی و ناحیه دو منطقه ۲، با ۰/۲۴ پایین‌ترین میزان شاخص نهایی را دارا بوده و شاخص‌نهایی بین ۰/۲۴ تا ۰/۴۱ نشان دهنده اختلاط کاربری درحد پایین بوده که نشان از ناهمگونی و عدم ارتباط مناسب کاربری‌ها با یکدیگر بوده و اختلاف فاحش در مناطق اردبیل از نظر اختلاط کاربری‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد و همچنین نتایج حاصل از همبستگی فضایی نواحی از نظر میزان اختلاط کاربری‌های شهر با توجه به محاسبه شاخص موران و بر مبنای شاخص آماره کانونی نشان می‌دهد که میزان شاخص موران محاسبه شده برای آماره کانونی برابر با ۱۰۳۰۴۲/.- و مقدار z-score برابر با ۲۴۰۵۶۵/.- بوده و حاکی از آن است که شاخص آماره کانونی در نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل دارای توزیع تصادفی است و محاسبه شاخص موران بر مبنای شاخص آنتروپی نشان می‌دهد که مقدار شاخص موران برابر با۰۸۴۹۱۵/.- بوده و نمره استاندارد خیلی پایین بوده و توزیع فضایی شاخص آنتروپی نیز در بین نواحی ۱۵گانه تصادفی است و محاسبه شاخص موران بر مبنای شاخص دسترسی نشان می‌دهد که میزان شاخص موران برابر با ۱۹۹۱۱۳/.- بوده و مقادیر z-score نشان می‌دهد که توزیع فضایی شاخص موران در نواحی ۱۵گانه شهرداری اردبیل نیز یک توزیع تصادفی است و میزان همبستگی بین شاخص آنتروپی، شاخص دسترسی و شاخص آماره کانونی با استفاده آزمون پیرسون در نرم افزار SPSS رابطه معنادار با سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد و با توجه به وضعیت موجود و رابطه بین فاصله از مرکز شهر و شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی شهری در شهر اردبیل بر اساس آزمون رگرسیون خطی با فاصله گرفتن از مرکز شهر از میزان اختلاط کاربری اراضی شهری کاسته می‌شود. بنابراین ایجاد تعادل در اختلاط کاربری‌های شهری از نظر افقی و عمودی و توجه به توزیع مناسب کاربری‌ها در اختلاط کاربری‌های شهری مناطق پنج‌گانه اردبیل پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- اسمعیل‌پور، ن، کارآموز، الهام؛ فخارزاده، زهرا. (۱۳۹۳). "ارزیابی اختلاط کاربری در فضای شهری خیابان و راهکارهای ارتقای آن (مورد نمونه: خیابان کاشانی در بافت میانی شهر یزد)"، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، شماره پیاپی ۱۱۸، صص۲۴-۱.
- امانپور، س، حسن‌پور، سحر. (۱۳۹۶). "بررسی وضعیت توزیع فضایی کاربری اراضی شهری سمنان"، نشریه مطالعات شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، سال چهارم، شماره۱، پیاپی ۱۰، بهار و تابستان ۱۳۹۶، صص ۲۰- ۱.
- پورمحمدی، م ر، موسوی، ص؛ حسین آبادی، س .(۱۳۹۴)."ارزیابی الگوی اختلاط کاربری زمین در محلات شهر سبزوار" مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال ششم، شماره بیستم ودوم، فصل زمستان ۱۳۹۴ ، صص ۵۳ -۳۴.
- جوادی، ق، طالعی، م؛ کریمی، م. (۱۳۹۲). "ارزیابی کاربرد شاخص‌های تعیین تنوع در اختلاط کاربری‌های شهری (مطالعه موردی نواحی و محلات منطقه هفت شهرداری تهران)"، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال چهارم،شماره شانزدهم، بهار ۱۳۹۲، صص۴۶ -۲۳.
- جوادی،ق؛ طالعی، م؛ کریمی، م. (۱۳۹۲). "توسعه مدل ارزیابی اثرات اختلاط کاربری‌های شهری بر پایه شاخص‌ها و تحلیل‌های مکانی"جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۸، پاییز ۱۳۹۲ ، صص ۸۴ -۶۹.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

- حسینی عباس آباد، م؛ طالعی، م. (۱۳۹۵). "ارزیابی کیفیت زندگی شهری مبتنی بر داده‌های آماری و مکانی" ، نشریه علمی و پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره ششم، شماره ۴، اردیبهشت ۱۳۹۶، صص ۴۱ تا۵۵ .
- سلیمانی، م، موحد، ع، زنگانه، الف، صحرائیان، ز. (۱۳۹۶)."شناخت و ارزیابی میزان پراکنده‌رویی شهری بر اساس مدل محیطی عاملی(مطالعه موردی: محلات شهر شیراز)"، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری ،۱۳۹۶ دوره ۸، شماره ۸، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۱۸-۱.
- صیامی، ق، خلیق، ع. (۱۳۹۶)."تأثیر اختلاط کاربری بر تولید سفرهای پایدار در محلات شهری (نمونه موردی: محلات میعاد، تربیت و هاشمی در شهر مشهد)" ، فصل‌نامه نگرشی نو در جغرافیایی انسانی، سال نهم، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۷۸-۶۵.
- ضرابی، الف؛ رضایی، م؛ نادری، ب؛ کریمی، ب. (۱۳۹۰). "ارزیابی و تحلیل کاربری اراضی شهر کازرون با استفاده از GIS "، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۸، شماره ۵۰، زمستان ۳۹۶ ، صص ۲۳۴- ۲۰۷.
- عبدالی، الف، کلانتری، ح، پیوسته گر، ی .۱۳۹۸. تحلیل فضایی- کالبدی نواحی شهری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری، نمونه موردی: شهر یاسوج "، دانش شهر سازی، دوره ۳، شماره پیاپی ۷، تابستان ۱۳۹۸ ، صفحه ۹۷ -۸۳.
- فرجام، ر، حسینی مطلق، م. (۱۳۹۶)." ارزیابی شدت کارایی مکانی کاربری اراضی در بخش مرکزی شهری مطالعه موردی: بخش مرکزی شیراز"، فصلنامه مطالعات شهری، دره ۷ ، شماره ۲۸ ،بهار ۱۳۹۷، صفحات ۸۸-۷۳.
- مشکینی، الف، برهانی،ک، شعبان زاده نمینی، ر.(۱۳۹۴)." تحلیل تأثیر کاربری اراضی در پایداری محله شهری (مطالعه موردی: محله‌های ناحیه۱ منطقه ۱۴ تهران)"، پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، دوره ۵۰، شماره ۲، پیاپی ۱۰۴، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۲۶۲ -۲۴۹
- معصومی، م ت، قمیصی، ژ، حسینیان، ع. (۱۳۹۶). "کاربرد آمار فضایی در مطالعه تطبیقی وضعیت استان اردبیل بر مبنای نرخ بستری به علت بیماری عروق کرونر " ، مجله سلامت و مراقبت، سال نوزدهم، شماره سوم. پاییز ۱۳۹۶، صص ۱۸۱ -۱۶۸ .
- موحدی، سبحان؛ طالعی، محمد؛ کریمی، محمد (۱۳۹۴)، توسعه یک مدلGIS مبنا به منظور مکان‌یابی مراکز محلات و نواحی شهر مبتنی بر مفاهیم اختلاط کاربری‌ها، نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال سوم، شماره سوم.
- یزدانی، م، پاشازاده، الف، زادولی، ف. (۱۳۹۷)." شناخت عوامل موثر در فقر شهری (مطالعه موردی شهر اردبیل)"، مرکز تحقیقات دانشگاه محقق اردبیلی.
- Amit Sharmaa, Geetam Tiwaria , Kalaga Ramachandra Raoa (2020), Identifying mixed use indicators for including informal settlements as a distinct land use: Case study of Delhi, Transportation Research Procedia 48 , 1918–1930
- Barbara B.Brown ,Yamada,Ken R Smoth,Catleen D.Zick,Lori Kowaleski-Jones and Jessie X.Fan,(2009) mixed land use and walkability: variation in landuse measures and relationship with BMI,overweight and obesity, health place Elsevier ltd. 15(4):1130-41.
- Francis, Ostermeijer (2011) The mixed effects of mixed land use urban economics, commercial property market, land use planning, urban ecomomics .
- James R. Delisle, Terry V.Grissom, (2011) An Emprical study of efficacy of Mixed-use developmend:the seattle experience" present at ARES and submitted for best paper award,pp 1-31.
- Jiao, J.; Rollo, J.; Fu, B. The Hidden Characteristics of Land-Use Mix Indices: An Overview and Validity Analysis Based on the Land Use in Melbourne, ustralia. Sustainability 2021, 13, 1898.
- Joshua D.Herndon, William Drummond. (2011) Mixed- use development in theory and practice": learning from Atlantas mixed experiences, pp 1-92.
- Jurgis, Zagorskas (2016); GIS-based Modelling and Estimation of Land Use Mix in Urban
- Environment, International Journal of Environmental Science, Volume 1, pp 284 - 293
- Karen, Croucher, Alison Wallace, Steven Duffy, (2012) The influence of land use mix, Density and urban design on health: A critical literature review, the university of York
- Katerine E. King, (2012) A comparison of two methods for measuring land use in public health research: systematic social observation vs. GIS- based coded aerial photography, population study center research, SAGE Open, PP: 1-9.

  - Kevin Manaugh, Tyler Kreider, (2013) What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix, the journal of transport and land use, vol.6, PP: 63-72.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

- Noha Ahmed Nabil, Gehan Elsayed Abd Eldayem, (2014) Influence of mixed land use on realizing the social capital. Architecture Helwan university. Egypt march, vol(11), Issue2, PP: 285-298.
- Robert Cervero, (1995) Mixed land uses and commuting : evidence from American housing survey, department of city and reginal planning. university of Berkeley, USA . Vol (30), Issue 5, PP: 361-377.
- Ruben Van Meerkerk, (2015) Mixed land use in the urban environment, thesis master urban port and transport economics Erasmus university rotterdame Vol (28), Issue 5, PP: 368-385.
- Rupjyoti Bordolio, Amit Mote, Partha pratim sorkar,C.Mallikarjuna (2013) Quantification of land use diversity in the context of mixed land use Elsevier, proceda- social and behavioral sciences , vol(104),PP: 563- 572.
- Sarika Bahadure and Rajashree Kotharkar, (2015) assessing sustainability of mixed use neighbourhoods through residents travel behavior andpreception: the case Neighbour, India department of architecture and planning Nagarpur. 7(9), PP:12164-12189.
- Steven R. Gehrke, Kelly Cliffton, (2015) Toward a spatial- temporal measure of land use mix. Portland state university PDX scholar, civiland environmental engineering, No(1)PP: 171–186.
- Suzanne Mavoa, Claire Boulangé, Serryn Eagleson, Joshua Stewart, Hannah M Badland, Billie Giles-Corti, Lucy Gunn (2018), Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index, the journal of transport and land use vol. 11 no. 1 pp. 681-700
- Vorontsovaa, A.V.,Vorontsovab V.L, Salimgareevc, ., D.V. (2016), The development of Urban Areas and Spaces with the Mixed Functional Use, Procedia Engineering 150, 1996 – 2000
- Walte Musakwa, Adrian van niekerk, (2012) implictions of land use mix on the sustainability of African centres: case study of Stellenbosch, sout Africa. chamber of mines building,cnr merriman avenue and rynveld street,Stellenbosch,16399269@sun:ac.az., PP:1237-1243.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]

[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]

Using urban mixed land-use measuring indices and spatial statistics techniques in urban sustainable development planning (Case Study: Ardabil City)

Abdollah Kananpour, *Ph.D. candidate, Department of Geography and Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran*
Mohammad taqi Masoumi, *Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.*
(taqi.masoumi@iauardabil.ac.ir)
Hossien Nazmfar, *Professor, Department of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.*

Received: 2020/11/7 *Accepted: 2021/08/02*

Extended abstract
Introduction: Land use mixing is one of the essential components of the urban landscape in the sustainable development of urban areas and diversity of land uses. The location of urban land-uses has a significant impact on the quality of life and efficiency of services related to different land uses. Mixed land use enables residential, work, shopping, and public services adjacent to each other and promotes non-motorized transportation modes (public transportation, walking, and cycling) in neighborhoods. Also, it can address energy and transportation problems in urban environments. The purpose of this study is to investigate promoting sustainability via mixed land use.
Methodology: In this study, entropy, access, and focal statistics at the scale of urban blocks were calculated and evaluated the land-use mix of Ardabil city using the capability of spatial analysis in the GIS. Also, the degree of correlation between different land-use mixing indices was calculated using the Pearson coefficient, and finally, by calculating the Moran index, the correlation of neighborhoods in terms of urban land use mixing was investigated from a spatial perspective.
Results: The results of this study show that user mixing based on focal statistics index is low. According to the index of residential user access to other uses, the distance between the number of domains in Ardabil is not considerable and is balanced. Also, the desired value of the distance is low, and user mixing based on entropy index shows a significant difference in uniformity and weakness in land use distribution.
Conclusion: The results of this study show that land-use mixing based on the focal statistics index is low, and land-use mixing is based on the index of residential access to other uses. The distance between the number of domains in Ardabil is not considerable and is balanced. However, the desired value of the distance is low, and land-use mixing based on entropy index shows a significant difference in uniformity and weakness in the distribution of land-uses. Based on the linear regression test, the distance from the city center reduces the mixing of land uses.
Keywords: Urban land use mixing, focal statistics, entropy, Moran, Ardabil City.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1400.10.37.9.6]
[DOI: 10.52547/hafthesar.10.37.10]