سنجش پراکنده‌رویی شهری با استفاده از داده‌های فضایی- زمانی

مطالعه موردی: شهر ارومیه[1]

اصغر عابدینی[2] - دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استادیار گروه شهرسازی دانشگاه ارومیه.
امین خلیلی - کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه ارومیه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۸

چکیده

رشد روزافزون جمعیت و افزایش شهرنشینی، باعث ایجاد پدیده‌ای به نام پراکنده رویی شهری در عمده شهرهای جهان گردیده است. این امر پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی فراوانی را به شهرها تحمیل نموده؛ بنابراین بررسی، سنجش و شناخت این پدیده ضروری می‌نماید. هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و سنجش شدت پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه به عنوان مطالعه موردی می‌باشد تا برنامه‌ریزان و مدیران شهری بتوانند با آگاهی و شناخت بیشتری به منظور رشد آتی شهر ارومیه و رسیدن به توسعه پایدار شهری برنامه‌ریزی نمایند. پژوهش حاضر از نظر هدف پژوهشی، نظری- کاربردی است و از نظر ماهیت پژوهشی، توصیفی-تحلیلی است. به منظور سنجش و بررسی پراکنده رویی شهری روش‌های متعددی به کار گرفته شده است. امروزه متریک های چشم‌انداز و داده‌های فضایی به دلیل این که پراکنده‌رویی را با جزئیات بالا و در یک سطح دقیق شناسایی می‌کنند، در سرتاسر جهان به طور وسیعی به کار گرفته می شوند. در تحقیق پیشِ رو برای سنجش پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه از داده‌های فضایی-ماهواره‌ای و تلفیق این داده‌ها با متریک های چشم‌انداز (برای نخستین بار در ایران) در راستای سنجش پراکنده رویی بهره گرفته شده است. در این راستا ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۴ به کمک ماهواره Landsat گردآوری گردیده و با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در دو کلاس اراضی ساخته شده و اراضی ساخته نشده طبقه‌بندی گردیده و سپس آشکارسازی تغییرات با استفاده از نرم‌افزار ENVI4.8 صورت گرفته و با کاربست متریک‌های چشم‌انداز (شاخص بعد فراکتال، شاخص بزرگترین قطعه، شاخص مجاورت، شاخص تعداد قطعه و شاخص شکل) با استفاده از نرم‌افزار Fragstats 4.2، پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه سنجیده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ روندی کاهشی داشته و از این دوره تا به امروز روند افزایشی را پیموده است.

واژگان کلیدی: پراکنده‌رویی شهری، شهر ارومیه، آشکارسازی پوشش زمین، سنجش از دور.

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد آقای امین خلیلی با عنوان «ارائه الگوی بهینه جهت رشد هوشمند شهری با تأکید بر توسعه میان افزا» است. این پایان‌نامه با راهنمایی دکتر اصغر عابدینی در گروه شهرسازی دانشگاه ارومیه انجام گرفته است.

۲ نویسنده مسئول مقاله: as.abedini@urmia.ac.ir

۱.مقدمه

شهر همچون یک موجود زنده، در طی حیات خود بر اثر عوامل مختلف تغییر شکل و گسترش می‌یابد (Varesi et al, 2013: 80). توسعه فیزیکی شهر فرآیندی 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 (Arakhi et al, 2016: 18). رشد و گسترش کالبدی شهر فرآیندی است که بر تمامی نظام‌ها و ساختارهای شهر به طور مستقیم یا غیرمستقیم تأثیر می‌گذارد (Sheykhi et al, 2014: 38)؛ بنابراین الگوی رشد و گسترش فضایی شهرها مسئله‌ای است که نباید در این فرآیند نادیده گرفته شود (Mobaraki et al, 2014: 76). بررسی تحولات جهانی در عصر حاضر، حاکی از این است که شهر و شهرنشینی با تغییرات کمّی و کیفی زیادی روبه‌رو بوده و با سرعت به جلو در حال حرکت است (Jalalian et al, 2014: 74).

کوفی عنان دبیر سابق سازمان ملل متحد با بیان جمله «جهان وارد عصر طلایی شهری شده است» در سال ۲۰۰۱، تأکید داشت که فرایند پویا بودن شهرنشینی در سرتاسر جهان بالاست و این امر اثرات برگشت ناپذیری برروی اکوسیستم زمین دارد (Taubenböck, 2009: 1). امروزه ۵۴درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می کنند و در چند دهه آینده، جهان شاهد دامنه بی‌سابقه رشد شهر و شهرنشینی (به خصوص در کشورهای در حال توسعه) خواهد بود. به طوری که انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰ میلادی، ۲٫۵ میلیارد نفر بر جمعیت جهان افزوده و جمعیت شهرنشین جهان به رقم ۶۶درصد برسد؛ در حالی که این رقم در سال ۱۹۵۰ تنها ۳۰درصد بوده است (World Urbanization on prospects,2014: 2-3). این رقم (درصد شهرنشینی) در ایران نیز که به عنوان کشوری در حال توسعه با شهرنشینی سریع مواجه است، از ۲۸درصد در سال ۱۳۰۰ هجری به ۷۱درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است (Statistical Organization of Iran, 2011).

بنابراین شهر به عنوان پدیده‌ای پیچیده و پویا در گذر زمان همواره دچار تحولات کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و فرهنگی می‌شود و چنین تحولات وسیعی متأثر از رشد گسترده جمعیت شهری است (Seifoddini, 2015: 58). متحول شدن الگوی اسکان دارای دو پیامد مختلف در مناطق و شهرهاست. در نخستین حالت ممکن است در پی رشد جمعیت، کمبود اراضی برای جانمایی سکونتگاه‌ها ایجاد شود. در حالت دوم، توسعه اراضی بیش از نیاز جمعیت صورت گرفته و موجب ظهور پدیده پراکنده‌رویی می‌شود (Dadashpour & Salarian, 2016: 158). گسترش افقی شهر که اصطلاحاً پراکندگی یا پراکنده‌رویی نامیده می‌شود، پدیده‌ای است که در نیم قرن اخیر نه‌تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز اتفاق افتاده است (Mokhtari et al, 2014: 66). این امر سبب شده است که شهرها به صورت افقی گسترش یابند و پیامدهای ناگوار زیادی را برای شهرها پدید آورده است (Ziyari et al, 2013: 16). بنابراین به منظور شناسایی، سنجش و تجزیه و تحلیل درک فرایند پراکنده‌رویی شهری به تکنیک‌ها و استراتژی‌های نوآورانه نیاز می‌باشد (Taubenböck, 2009: 1).

شهر ارومیه از شهرهای تاریخی پراهمیت کشور است که در سال‌های اخیر با گسترش شتاب زده‌ای همراه بوده است (Zebardast & Shadzaviyeh, 2012: 90). بر پایه آخرین نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰، تعداد جمعیت ساکن شهر ارومیه بالغ بر ۶۷۷ هزار و ۴۴۹ نفر بوده است. همچنین بررسی روند تحول تعداد جمعیت در این شهر در طی پنج دهه متوالی منتهی به این زمان حاکی از آن است که تعداد جمعیت ساکن شهر پیوسته در حال افزایش می‌باشد؛ هر چند شدت نسبي اين افزايش در دهه‌هاي متوالي با يكديگر متفاوت است(جدول شماره۱) (Statistical Organization of Iran, 2011 & the revision plan of Urmia's Comprehensive plan, 2010). همچنین نرخ رشد شهر ارومیه نیز در دهه‌های مختلف براساس نتایج آمارهای موجود یکسان نبوده و دچار نوسان‌های زیادی شده است؛ به گونه‌ای که در سال ۱۳۵۵، ۴٫۰۳ درصد، در سال ۱۳۶۵ به ۶٫۲۲ درصد و در سال ۱۳۷۵ نرخ رشد به ۳٫۷۶ درصد و براساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ نرخ رشد شهر ارومیه به ۲٫۹۸ درصد و در سال ۱۳۹۰ به ۲٫۷۳ درصد رسیده است (جدول شماره ۱). این افزایش تصاعدی شدید بدون مدیریت درست و بهینه اسکان تا حد زیادی توضیح دهنده رشد بی‌سابقه کالبد شهر در چند دهه پیشین است (Nazarian & Hampanezhad, 2014: 39).

با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهرنشین در شهر ارومیه ضروری می‌نماید تا در نخستین گام به بررسی ساختار فضایی و فیزیکی محیط شهری پرداخته و میزان و شدت پراکنده‌رویی شهری در شهر یاد شده مشخص شود. سپس به ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه پرداخته شود. بنابراین درک صحیح از روند رشد این شهر در سالیان اخیر از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

پژوهش حاضر به معرفی پراکنده‌رویی شهری پرداخته و با شناخت عوامل و علل شکل‌گیری این پدیده و پیامدهای آن تلاش خواهد نمود تا راهکارهایی در راستای کاهش اثرات این پدیده در شهر ارومیه ارائه نماید. بنابراین هدف از پژوهش پیشِ رو سنجش و بررسی پدیده پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه در بازه زمانی (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴) با استفاده از داده‌های فضایی- ماهواره‌ای و به کارگیری متریک‌های چشم‌انداز[1] می‌باشد.

جدول شماره۱: تغییرات جمعیتی شهر ارومیه

سال	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰
تعداد جمعیت	۶۷۶۰۵	۱۱۰۷۴۹	۱۶۴۴۱۹	۳۰۰۷۴۶	۴۳۵۲۰۰	۵۸۳۲۵۵	۶۶۷۴۴۹
نرخ رشد	-	۵٫۰۶	۴٫۰۳	۶٫۲۲	۳٫۷۶	۲٫۹۸	۲٫۷۳

Ref: Tarho amayesh, 2010 & Statistical Center of Iran 2011

1 Landscape Metrics

همواره تحقیقات متعددی با استفاده از روش‌های گوناگون به منظور سنجش پراکنده‌رویی شهری انجام گرفته است؛ زیرا پراکنده‌رویی شهری مشکلی پیچیده و چند بعدی می‌باشد و این موضوع در طول دو دهه اخیر به موضوع مورد بحث برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری تبدیل شده است. در ادامه به بررسی تحقیقات انجام گرفته در این زمینه در داخل کشور و سپس در خارج از کشور می‌پردازیم.

در پژوهشی با نام " بررسی تطبیقی پراکنده‌رویی در سه شهر میانی ایران، مطالعه موردی شهرهای اردبیل، سنندج و کاشان" در سال ۱۳۸۹، احمدی و همکاران به اندازه‌گیری و تعریف مشخصه‌های پراکنده‌رویی شهری در سه شهر میانی اردبیل، کاشان و سنندج، با استفاده از ۲۳ شاخص کمی قابل اندازه‌گیری و با به کارگیری روش تحلیل عاملی پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که ضعف مرکزیت در دو شهر اردبیل و کاشان مهم‌ترین مشخصه پراکنده‌رویی است ولی در شهر سنندج به دلیل دارا بودن شرایط توپوگرافی و محدودیت‌های طبیعی ویژه‌ای که درون بافت آن موجود است، دارای ویژگی‌های متفاوت از دو شهر یاد شده می‌باشد (Ahmadi et al, 2010: 25-43).

مختاری ملک‌آبادی و همکاران در پژوهشی با عنوان "تحلیل الگوی گسترش شهر بهشهر براساس مدل‌های کمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای" در سال ۱۳۹۱ به بررسی فرایند گسترش شهر بهشهر و عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن، ویلیامسون، امتیاز استاندارد شده، HDI و ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن انجام شده، نشان دهنده آن است که ۶۰ درصد از رشد فیزیکی شهر بهشهر در فاصله سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۸۵ مربوط به رشد جمعیت بوده و ۴۰درصد باقی مانده مربوط به رشد افقی و پراکنده شهر بوده است (Mokhtari Malekabadi et al, 2012: 93-112).

در پژوهشی با عنوان " ارزیابی و پیش بینی گسترش افقی شهر قزوین با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی در طی دوره ۱۹۸۶-۲۰۱۱ " در سال ۱۳۹۲، تیموری و همکاران به تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و گسترش کالبدی و فضایی شهر قزوین با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان می‌دهد که نقش عامل جمعیت در افزایش مساحت ساخته شده شهر قزوین ۵۸،۳۶ و رشد نامتوازن شهری ۴۱،۴۶ بوده است (Teymori et al, 2013: 15-27).

شکرگزار و همکاران در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی با نام " ارزیابی اصل و راهکارهای رشد هوشمند شهری در توسعه آتی شهر رشت براساس مدل تراکم جمعیتی هلدرن " به تحلیل راهبرد، اصول و راهکارهای رشد هوشمند شهری با تأکید بر توسعه آتی شهر رشت براساس مدل تراکم جمعیتی هلدرن پرداختند. نتایج به دست آمده نشان از توسعه شتابزده شهر رشت در فاصله سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۸۵ دارد و از میان ۱۰۰ درصد زمین‌های اضافه شده به این شهر بین سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۶۹، ۵۷ درصد مربوط به رشد جمعیت و ۴۳ درصد مربوط به گسترش افقی و در سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۵، ۷۳ درصد مربوط به جمعیت و ۲۷ درصد مربوط به گسترش افقی شهر بوده است که نشان دهنده کاهش توسعه افقی در فاصله سال‌های اخیر است (Shokrgozar et al, 2015: 45-64).

سینگ[1] در مقاله‌ای با عنوان "سنجش رشد شهری با استفاده از آنتروپی شانون، مطالعه موردی شهر روهتک" در سال ۲۰۱۴، به بررسی و سنجش پراکنده‌رویی شهری در شهر روهتک با استفاده از آنتروپی شانون و به کمک سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و تکنیک‌های سنجش از دور (RS) می‌پردازد. وی عنوان می‌دارد که نرخ رشد نواحی ساخته شده در حدود سه برابر بیشتر از نرخ رشد جمعیت در بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۰۲ در شهر یاد شده بوده و نرخ رشد نواحی ساخته شده ۲۴،۱۴ درصد و نرخ رشد جمعیت ۱۴،۴۷ درصد در بازه زمانی ۲۰۰۲-۲۰۰۵ بوده است. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد که توسعه شهر روهتک بسیار پراکنده است (Singh, 2014: 544-552).

در مقاله‌ای با عنوان "پیش‌بینی پراکنده‌رویی شهری و تجزیه و تحلیل تغییرات در داخل و اطراف شهر تیروونیمنالای[2] با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی" هیمیناندینی[3] وهمکارانش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های ثانویه و با بهره‌گیری از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به شناسایی تغییرات کاربری زمین در سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ پرداختند و دریافتند که رشد قابل توجهی در زمین‌های ساخته شده در یک دوره ۲۰ ساله انجام گرفته و از ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ زمین‌های ساخته شده ۱۱۲ درصدافزایش پیدا کرده‌اند. آنها سپس به پیش‌بینی رشد شهری برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۳۵ با استفاده از مدل رشد خطی و زنجیره مارکوف پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که تکنیک‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی و سنجش از دور برای مطالعه تغییرات رشد شهری در بازه‌های زمانی متفاوت می‌تواند مفید واقع شود (Hemanandhini et al, 2016: 3233-3244).

شلابی[4] و همکاران در مقاله‌ای با عنوان " استفاده از داده‌های سنجش از دور در مدل‌سازی پراکنده‌رویی شهری با استفاده از مدل SLEUTH و کالیبراسیون بروت، مطالعه موردی شهر صنعا، یمن" ، به پیش‌بینی پراکنده‌رویی با استفاده از مدل SLEUTH در متروپلیتن صنعا در کشور یمن پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پراکنده‌رویی شهری در افق ۲۰۰۴-۲۰۲۰، ۲۹درصد افزایش خواهد یافت و عمدتاًاین پراکنده‌رویی در لبه‌ها و مرزهای شهر مورد مطالعه اتفاق خواهد افتاد. همچنین آنها دریافتند که این مدل می‌تواند در کشورهای در حال توسعه کاربرد موفقیت‌آمیزی داشته باشد (Al-Shalabi et al, 2013: 405-416).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کشور ایران به سنجش و بررسی پراکنده‌رویی شهری با تکنیک‌های جدید و نوآورانه کمتر پرداخته شده است. بنابراین تحقیق حاضر در تلاش است تا با به کارگیری تکنیک‌های سنجش از دور که امروزه در اقصی نقاط جهان رواج

1 Singh
2 Thiruvannamalai
3 Hemanandhini
4 Shalabi

یافته‌اند، به بررسی پدیده پراکنده‌رویی شهری در شهر ارومیه بپردازد. وجه تمایز این پژوهش با سایر پژوهش های انجام شده در کشور این است که این پژوهش برای نخستین بار در ایران به تلفیق سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و تکنیک های سنجش از دور (RS) با تکنیک‌های آنالیز چشم‌انداز به منظور بررسی و سنجش شدت پراکنده‌رویی در شهر ارومیه پرداخته است. گفتنی است که این روش برای سایر شهرهای کشور نیز می‌تواند مفید واقع شود.

۲. چارچوب نظری

یک فعالیت مقدماتی اما اساسی قبل از آزمون فرضیات، مشخص کردن معانی و فضای مفهومی متغیرهای تحقیق است (Esmaeilpour, 2011: 79). در این پژوهش، متغیرهایی که در فرضیات به کار رفته، واژه‌ها یا لغاتی توصیفی و محتوایی هستند و برای درک و استنباط یکسان آنها از سوی همه لازم است، تعریف شوند.

اصطلاح «پراکنده‌رویی» ترجمه عبارت Urban Sprawl در زبان انگلیسی است. فرهنگ لغت لانگمن ذیل واژه Sprawl، چنین آورده: «گسترش با فاصله و غیرجذاب ساختمان‌ها در سطحی وسیع». راجرکیوس پراکنده‌رویی را «گسترش بی‌مورد سکونتگاه‌ها در یک شهر» تعریف نموده و رابرت کوان نیز آن را ۱) ساخت‌وسازهای کم و تراکم عمدتاً مسکونی که به عنوان توسعه بیرونی یک منطقه شهری ایجاد می‌شوند و ۲) توسعه‌ای که در فاصله‌ای دورتر از فاصله امکان‌پذیر برای پیاده‌روی ایجاد می‌شود، دانسته است (Parsi & Farmoheini,2015: 50). برخی تعاریف و شاخص‌ها، پراکنده‌رویی شهری را نوعی توسعه بدون برنامه‌ریزی، کنترل نشده و اغلب با کاربری واحد می‌دانند که اختلاط یا ترکیب عملکردی کاربری زمین در آن وجود ندارد یا به لحاظ عملکردی با کاربری‌های پیرامون مرتبط نیست. این نوع توسعه اغلب به شکل‌های متنوعی چون توسعه کم‌تراکم، لکه‌ای، نواری یا قطاعی، پراکنده، ناپیوسته و یا ایزوله (Tabibiyan & Asadi, 2009: 8)، گسترش به طرف عرصه‌های خارج از محدوده و نواحی کم‌تراکم حومه شهری همراه با تسلط اتومبیل‌های شخصی در حمل‌ونقل دیده می‌شود (Rahnema & Rezaeian, 2015: 89)؛ بنابراین می‌توان گفت پراکنده‌رویی اصطلاح مبهمی است که افراد مختلف تعابیر و تفسیرهای متعددی از آن ارائه کرده‌اند، به طوری که آنها مدعی‌اند، مفهوم این پدیده فاقد تعریف واحد و روشنی است (H.Hosseini & M.Hosseini, 2016: 36).

اگرچه در تعریف دقیق پراکنده‌رویی شهری بحث وجود دارد، یک اتفاق نظر کلی این است که پراکنده‌رویی شهری با الگوی ناخواسته و نابرابر رشد، رانده شده توسط بسیاری از فرایندها و منجر به بهره‌برداری از منابع ناکارآمدی توصیف می‌شود. دلالت مستقیم پراکنده‌رویی در این است که تغییر در کاربری و پوشش اراضی منجر به افزایش سطوح ساخته شده است (Razavi & Molaei Qilichi, 2013: 79 & B.Bhatta et al, 2010)؛ پراکنده‌رویی به معنی گسترش شهر و حومه‌های آن در زمین‌های روستایی و کشاورزی حاشیه آنهاست. ساکنان مناطق همجوار شهر، به زندگی در خانه‌های تک خانواری و رفت‌وآمد با اتومبیل گرایش دارند. تراکم پایین از شاخص‌های اصلی این نوع گسترش شهری است. ساکنان این مناطق تمایل زیادی به دوری از آلودگی‌ها دارند و ترجیح می‌دهند در منطقه‌ای با تراکم پایین زندگی کنند (Zebardast & Shadzaviyeh, 2012: 91). در جمع‌بندی این بخش می‌توان گفت که تعریف مشخصی از پراکنده‌رویی شهری وجود ندارد که بر روی آن اجماع باشد. به نظر می‌رسد که دلیل این عدم اجماع، از یک سو به ماهیت متفاوت پراکنده‌رویی در هر شهر و از سوی دیگر، به تفاوت در چگونگی پدیدار شدن آن بر پژوهشگران باشد (Parsi & Farmoheini,2015: 51). امروزه بسیاری از محققان معتقدند که پراکنده‌رویی شهری یک مشکل پیچیده و چند بعدی است (Hamidi & Ewing, 2014: 73).

بروز انقلاب صنعتی در قرن ۱۸ و ۱۹ تحولات بزرگی را در عرصه شهرها به وجود آورد که مهم‌ترین آن افزایش جمعیت زیاد شهرها و به طبع آن گسترش کالبدی و فیزیکی این شهرها بود که نمونه بارز آن ظهور کلانشهرها بود. مهم‌ترین نتیجه افزایش شدید جمعیت شهری، فشارهایی است که به دلیل تقاضاهای زیاد برای اقامت و خدمات وابسته به آن، بر روی زمین وارد می‌شود و این فشارها نیز با رشد بی‌رویه جمعیت ناشی از مهاجرت های روستا به شهر شدیدتر می‌شد. پس از جنگ جهانی دوم عمده‌ترین الگوی رشد شهری، الگوی شهر ماشینی و به صورت پراکنش شهری بوده است. الگویی که به صورت کم‌تراکم رخ داده و پیامدهای ناگوار زیادی را به دنبال داشته است (Mokhtari Malekabadi et al, ۲۰۱۱: ۹۶).

اصطلاح پراکنده‌رویی شهری اصطلاحی است که در نیم قرن اخیر در قالب واژه «Sprawl» و به معنی عام «گستردگی ناموزون شهر» در متون پژوهشی آمده است (Jalalian et al, 2014:74). کاربرد این اصطلاح به اواسط قرن بیستم بازمی‌گردد که استفاده بی‌رویه از خودروهای شخصی و توسعه بزرگراه‌ها در شهرهای آمریکا رونق گرفت (Mobaraki et al,2014: 77) و این امکان را برای شهروندان فراهم آورد تا از فضاهای درونی شهر خارج شوند و به دلیل محدود نبودن ساخت‌وساز در حاشیه‌ها و نواحی مساعد و خوش آب‌وهوای اطراف شهر، در آنها سکنی گزینند (Jalalian et al, 2014:74). بنابراین این اصطلاح برای نخستین بار در سال ۱۹۳۷ توسط ارل دراپر[1] در کنفرانس ملی اختیارات برنامه‌ریزان دره تنسی مورد استفاده قرار گرفت و از آن با عنوان توسعه زشت و نازیبا و غیراقتصادی یاد شد. این اصطلاح در مقدمه مقاله ویلیام وایت[2] که در مجله فورچون[3] در سال ۱۹۵۸ به چاپ رسید، به کار گرفته شد و از آن پس برنامه‌ریزان این اصطلاح را برای دسته‌بندی توسعه‌های شهری و اثرات نامطلوب اجتماعی به کار برده‌اند (H.Hosseini & M.Hosseini, 2016: 36).

با توجه به وجود رابطه تنگاتنگ میان پراکنده‌رویی شهرها با ابعاد مختلف زندگی شهروندان، شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در ایجاد و تشدید پراکنده‌رویی و مدیریت آنها می‌تواند نقش مهمی

1 Earle Draper
2 William Whyte
3 Fortune

در پایدارسازی فرایند توسعه شهرها داشته باشد (H.Hosseini & M.Hosseini, 2016: 34)؛ بنابراین یکی از جنبه‌هایی که باید در مورد پراکنش افقی شهرها مورد مطالعه قرار گیرد، فاکتورهای مؤثر بر بروز چنین پدیده‌ای در شهرهاست (Zanganeh Shahraki et al,2013: 174). رشد و گسترش الگوی توسعه پراکنده یکی از این شیوه‌های توسعه سکونتگاهی است که براساس عوامل متعددی چون دگرگونی بنیان اقتصادی شهر و فراهم شدن امکان بورس‌بازی زمین، سیاست‌های سهل‌انگارانه شهرسازی و تصمیم‌گیری‌های ناگهانی برای توسعه مناطق کلانشهری، قوانین و برنامه‌های ناکارآمد شهری و منطقه‌ای شکل می‌گیرد (Dadashpour & Lavasani, 2016: 124). از عوامل اصلی شکل‌گیری پراکنده‌رویی، عامل جمعیتی ناشی از مهاجرت به شهرها و ادغام روستاهای واقع در حریم شهر را می‌توان عنوان نمود (Jalalian et al, 2014:76). پراکنده‌رویی زمانی اتفاق می‌افتد که نرخ استفاده از زمین‌های غیرکشاورزی یا غیرطبیعی از نرخ رشد جمعیت تجاوز کند (Qorbani et al, 2014: 14). علاوه بر عامل جمعیتی نیروهای بازاری و واکنش دولت در برابر بازار نیز از عوامل مؤثر در گسترش فیزیکی شهرهاست (Arakhi et al,2016: 18). به طور کلی، پراکنش افقی شهر ده ویژگی دارد که عبارتند از:۱- گسترش نامحدود بیرونی، ۲- زیستگاه‌های تجاری و مسکونی کم‌تراکم، ۳- گسترش‌های جسته و گریخته و منفک، ۴- خرد شدن قدرت کاربری زمین در میان محلّه‌های کوچک، ۵- تسلط حمل‌ونقل بر وسایل نقلیه خصوصی شهری، ۶- عدم برنامه‌ریزی متمرکز یا نظارت بر زمین، ۷- توسعه تجاری به صورت خطی و طولانی، ۸- هرج و مرج‌های عظیم مالی در میان محله‌ها، ۹- تفکیک انواع کاربری‌های مختلف و ۱۰- اتکا بر فرآیند حذف و پیگیری مالی برای خانه‌سازی کم‌درآمد (Movahed et al, 2015: 58).

پدیده پراکنده‌رویی شهری، موجب افزایش هزینه و طول سفر، از دست رفتن مزارع و افزایش نرخ مصرف زمین، از بین رفتن فضاهای باز، کاهش درآمد شهرها، افزایش هزینه‌های پنهان، تهدید سلامت شهروندان در اثر استفاده از وسایل نقلیه موتوری، ضعف امکان حرکت پیاده و دوچرخه برای دسترسی به خدمات در بافت‌های پراکنده، تضعیف روابط و پیوندهای اجتماعی و از دست رفتن حس جمعی می‌گردد (Ahmadi et al, 2010: 25 & Esmaeilpour, 2010: 80). بنابراین به طورکلی می‌توان گفت، پدیده پراکنده‌رویی شهری دارای پیامدهای متعددی در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی است که از جمله این پیامدها می‌توان به افزایش آلودگی منابع آب، خاک و هوا، افزایش مصرف انرژی و تشدید پدیده جزایر حرارت شهری، تغییر اقلیم، تخریب پوشش گیاهی، زمین‌های کشاورزی و همچنین اثرات منفی بر سلامت روحی و جسمی ساکنان شهرها اشاره کرد (Asqarian et al, ۲۰۱٤: ١٤).

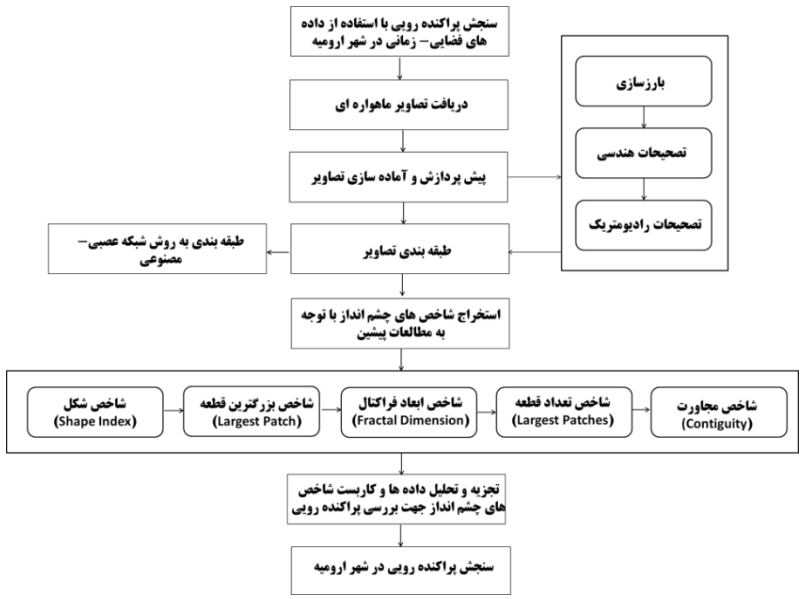
مطالعات متعددی در طی سال‌های اخیر در زمینه سنجش پراکنده‌رویی شهری انجام شده و چگونگی سنجش پراکنده‌رویی همیشه در بین محققان متفاوت بوده و شاخص‌های گوناگونی برای سنجش پراکنده‌رویی شهری پیشنهاد گردیده است (Frenkel & Ashknazi,2008: 1 و Johny & Mathews, 2016: 80). پراکنده‌رویی را می‌توان در مقیاس‌های نسبی و مطلق اندازه‌گیری کرد. اندازه‌گیری‌های مطلق قادر به ایجاد تمایز سیاه و سفید بین یک شهر پراکنده‌رو و یک شهر متراکم می‌باشد. در مقابل، اقدامات نسبی، کمی کردن ویژگی‌های مختلف رشد شهری است که می‌تواند قابل مقایسه در میان شهرها، مناطق مختلف در داخل یک شهر و یا در زمان‌های مختلف برای یک شهر باشد. مورد بعدی که آیا شهر پراکنده رو است و یا نیست، معمولاً توسط تحلیل‌گر تصمیم‌گیری می‌شود. برای کمی کردن پراکنده‌رویی شهری از متریک‌ها و آمارهای زیادی استفاده می‌شود. این متریک‌ها عموماً به عنوان متریک‌های فضایی شناخته می‌شوند. متریک‌های فضایی، اندازه‌گیری‌های عددی است که الگودهی فضایی قطعات پوشش اراضی یا طبقه‌های پوشش اراضی و یا موزاییک‌های منظر در یک منطقه جغرافیایی را کمی می‌کنند. متریک‌های فضایی کاربردهای مهمی در اندازه‌گیری میزان رشد شهری، پراکنده‌رویی و قطعه قطعه شدن یافته‌اند (Razavi & Qelichi, 2013: 80).

در طول دهه‌های اخیر از دهه ۱۹۷۰ به بعد داده‌های سنجش از دور عمده منابع برای استفاده در تغییرات کاربری زمین بوده‌اند (Zhang et al, 2008:1). تکنیک‌های سنجش از دور در تشخیص روندهای فضایی-زمانی پراکنده‌رویی با استفاده از تصاویر چند مرحله‌ای کاربرد دارند و پایه‌ای برای طرح‌ریزی فرایندهای شهرنشینی در آینده را فراهم می‌سازند(Ji et al, 2006: 862). بنابراین تکنیک‌های سنجش از دور یک ابزار قدرتمند برای نظارت در تغییرات سریع در چشم‌اندازهای شهری و در نتیجه توسعه شهری می‌باشد و قادراست تنوع عناصر مرتبط با مورفولوژی شهرها را شناسایی و اندازه‌گیری نماید. براین اساس این روش برای تجزیه و تحلیل‌های فضایی-زمانی از رشد نواحی شهری به کار می‌رود(Kumar et al, 2007: 12). چنین سیستم‌هایی همراه با سیستم اطلاعات مکانی و آنالیزهای چشم‌انداز[1] برای نظارت و برنامه‌ریزی استفاده گردیده و سنجش پراکنده‌رویی شهری را در یک سطح نسبتاً دقیق فراهم می‌سازند (Feng & Li, 2012: 1)؛ بنابراین در ادامه از معیارهای چشم‌انداز به منظور شناخت هر چه بهتر و دقیق‌تر الگوی پراکنده‌رویی در شهر ارومیه در بازه زمانی ۲۴ سال (۱۳۷۰-۱۳۹۴) استفاده می‌گردد. برای کاربست معیارهای چشم‌انداز نیاز به استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. بنابراین در بخش‌های آتی به پردازش و آماده‌سازی داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای پرداخته خواهد شد.

۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف پژوهشی، نظری-کاربردی است و از نظر ماهیت پژوهشی، توصیفی-تحلیلی است. برای شناخت و تبیین موضوع، ابتدا به بررسی مفهومی پراکنده‌رویی شهری پرداخته شده و در آن از تعاریف، استانداردها، مستندات قانونی و ... استفاده گردیده تا در زمینه تئوری به یک دیدگاه نظری رسیده شود (تصویر شماره۱).

1 Landscape



تصویر شماره۱: نمودار روش تحقیق

روش‌های متعددی به منظور سنجش پراکنده‌رویی شهری به کار گرفته شده‌اند اما عمده این روش‌ها به روابط متقابل کاربری‌های زمین و نتایج تجربی با یکدیگر نپرداخته‌اند. در مطالعات اخیر تلاش شده است که این مشکل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنینک‌های سنجش از دور بهبود یابند(Hamidi & Ewing, 2014: 74). تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور، مجموعه‌ای از داده‌های فضایی است که نواحی بزرگ و گسترده را با جزئیات فضایی و تناوب زمانی بالا فراهم می‌کند(Taubenböck, 2009: 1). امروزه تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی به دلیل نظارت و برنامه‌ریزی بهتر پراکنده‌رویی شهری با تکنیک‌های آنالیز چشم‌انداز تلفیق می‌شوند و تلفیق این روش‌ها باعث می‌شود که پراکنده‌رویی در سطح دقیق‌تری سنجیده شود. بنابراین تحقیق حاضر از تصاویر سنجش از دور به عنوان اصلی‌ترین منبع داده‌ای خود استفاده می‌نماید.

برای مطالعه توسعه شهر ارومیه و سنجش الگوی پراکنده‌رویی در این شهر، از تصاویر ماهواره‌ای لندست[1] استفاده شده است؛ بنابراین در این پژوهش تعداد چهار فریم تصویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۱ میلادی (۱۳۷۰ ه.ش) سنجنده TM، سال ۲۰۰۱ میلادی (۱۳۸۰ ه. ش) سنجنده ETM^+، سال ۲۰۱۱ میلادی (۱۳۹۰ ه. ش) سنجنده ETM^+ و سال ۲۰۱۵ میلادی (۱۳۹۴ ه. ش) سنجنده OLI /TIRS استفاده شده است. گفتنی است برای مقایسه و بررسی تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در حالت ایده‌آل داشتن تصاویر مربوط به یک روز در سال‌های مختلف مناسب است اما با توجه به مشکلاتی از قبیل در دسترس نبودن تصویر، دوره زمانی عبور ماهواره از منطقه، پوشش ابر و... استفاده از تصاویر نزدیک به هم ارجحیت دارد (Masoumi, 2016: 78). در پژوهش حاضر تلاش گردیده است تصاویر نزدیک به هم انتخاب شوند. بدین منظور به جز تصویر سال ۱۹۹۱ که در آن به دلیل عدم وجود تصاویر در ماه‌های جولای[2] (تیر) و آگوست[3] و مناسب بودن تصویر ماه نوامبر[4] (آبان)، تصویر یاد شده (ماه نوامبر) انتخاب گردیده، سایر تصاویر در ماه‌های جولای و آگوست (مرداد) انتخاب شده‌اند؛ زیرا در این ماه‌ها پوشش گیاهی در شهر ارومیه در بالاترین میزان خود می‌باشد. همچنین وضعیت آب‌وهوا در شرایط مساعدی بوده و میزان ابرها در پایین‌ترین حد خود می‌باشد، درنتیجه شناسایی عوارض موجود بر روی زمین تسهیل می‌گردد (جدول شماره۲).

سپس در مرحله پیش پردازش، با یک سری عملیات بر روی داده‌های خام (قبل از هرگونه پردازش بصری یا رقومی)، خطاهای

جدول شماره۲: مشخصات قدرت تفکیک مکانی، رادیو متریک سنجنده‌های TM، +ETM و OLI /TIRS

ماهواره/ سنجنده	تفکیک رادیومتریک	تفکیک مکانی باندهای حرارتی	تفکیک باندهای مرئی و مادون‌قرمز نزدیک و میانی	تفکیک باند پانکروماتیک	تاریخ اخذ تصاویر
لندست ۵ / TM	۸ بیت	۱۲۰*۱۲۰ متر	۳۰ *۳۰ متر	ندارد	۱۸/۱۱/۱۹۹۱
لندست ۷ / ETM^+	۸ بیت	۶۰ *۶۰ متر	۳۰ *۳۰ متر	۱۵ *۱۵	۸/۲۵ /۲۰۰۱ و ۸/۲۱/۲۰۱۱
لندست ۸ LI /TIRS	۱۶ بیت	۱۰۰ *۱۰۰ متر	۳۰ *۳۰ متر	۱۵ *۱۵	۷/۷/۲۰۱۵

Ref: Earthexplorer.usgs.gov

1 LANDSAT

2 July

3 August

4 November

رادیومتری، اتمسفری، هندسی و ... مورد توجه قرار می‌گیرند؛ بنابراین شناسایی و تشخیص خطاهای احتمالی موجود در داده‌های ماهواره‌ای اهمیت زیادی دارد. لازم است پس از دریافت داده‌ها، بررسی دقیقی در مورد آنها از نظر هندسی و رادیومتری به عمل آید (Mohammadyari et al, ۲۰۱۵: ۲۵-۲۶). بنابراین در این مرحله تصحیحات هندسی و رادیومتریک لازم بر روی تصاویر دریافت شده انجام گرفت و در نهایت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار ENVI4.8 انجام گردید و نقشه‌های کاربری زمین در چهار بازه زمانی در دو طبقه نواحی ساخته شده و نواحی ساخته نشده طبقه‌بندی گردید. این طبقه‌بندی در دو کلاس به دلیل محاسبه شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق انجام شده و شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق پیشِ رو با استفاده از نرم‌افزار Fragstats4.2 محاسبه شده است که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد.

۳،۱. محدوده مورد مطالعه

شهر ارومیه، مرکز شهرستان ارومیه و مرکز استان آذربایجان غربی به مساحت ۱۰ هزار و ۵۴۸ هکتار است که در فاصله ۱۸ کیلومتری دریاچه ارومیه و به عنوان دهمین شهر پرجمعیت ایران، در مختصات ۴۵ درجه و چهار دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی از مبدأ خط استوا در داخل جلگه‌ای به طول ۷۰ کیلومتر و عرض ۳۰ کیلومتر در کنار دریاچه لاجوردی ارومیه گسترده است. ارومیه با توجه به عرض بالای جغرافیایی نسبت به دیگر شهرهای ایران، توپوگرافی منطقه و جهت‌گیری ارتفاعات به همراه عبور جریان های هوایی مرطوب مدیترانه‌ای، اقیانوسی و نفوذ توده هوای سرد سیبری با بارش سالانه ۳۵۰ میلیمتر و رطوبت نسبی ۶۰ درصد به عنوان یکی از شهرهای ییلاقی و سردسیر ایران شناخته می‌شود (Statistical Organization of Iran, 2011 & Mobaraki et al, 2014: & Hampanezhad & Nazarian, 2014: 39 & the revision plan of Urmia's Comprehensive plan, 2010). بر پایه نتایج آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰، تعداد جمعیت ساکن در شهر ارومیه بالغ بر ۶۶۷ هزار و ۴۹۹ نفر بوده است که از این تعداد ۳۳۴ هزار و ۱۳۴ نفر مرد و ۳۳۳ هزار و ۳۶۳ نفر زن بوده‌اند. در سرشماری سال ۱۳۹۰ این شهر دارای ۱۹۷ هزار و ۷۴۹ خانوار بوده است (Statistical Organization of Iran, 2011).

برای کاربست متریک‌های چشم‌انداز لازم است، تصاویر دریافت شده از ماهواره طبقه‌بندی گردند. روش‌های طبقه‌بندی از پرکاربردترین روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند. تنوعی که روش طبقه‌بندی دارد، به کاربران امکان تولید انواع اطلاعات مختلف (مانند تولید نقشه‌های پوششی و کاربری و محاسبه حجم تراکم پوشش‌های گیاهی) را می‌دهد. انعطاف‌پذیری و قابلیت‌های بالای روش‌های طبقه‌بندی نسبت به روش‌های دیگر باعث شده است تا به عنوان مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات مورد استفاده قرار گیرند. روش‌های طبقه‌بندی را به طور مرسوم به دو دسته طبقه‌بندی‌های نظارت نشده و نظارت شده تقسیم می‌نمایند (Moradi et al, 2013: 3-4). در تحقیق حاضر برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای ابتدا به بارزسازی تصاویر و براساس تفاوت خصوصیاتی مانند رنگ، تن، بافت، شکل و اندازه در تصویر، کلاس‌های مورد نظر در کلاس اراضی شهری ساخته شده و به دلیل عدم نیاز پژوهش حاضر به اراضی طبیعی، آنها در دسته‌بندی اراضی ساخته نشده (بایر، فضای سبز و...) ارائه گردیدند و سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی جمع‌آوری شد و در نهایت به طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده و با روش شبکه‌عصبی مصنوعی[1] به دلیل دقت بالای آن نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی در نرم‌افزار Envi4.8، اقدام شد. بدین‌ترتیب نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰، ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ تهیه شد (تصویر شماره ۲). در پژوهش حاضر برای ارزیابی دقت و صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، ابتدا ماتریس خطا تشکیل شد و براساس آن دقت کلی و ضریب کاپا محاسبه گردید. ضریب کاپا در هر چهار نقشه تهیه شده بالاتر از ۰،۷ است که نشان دهنده دقت مطلوب نقشه‌های تهیه شده می‌باشد.

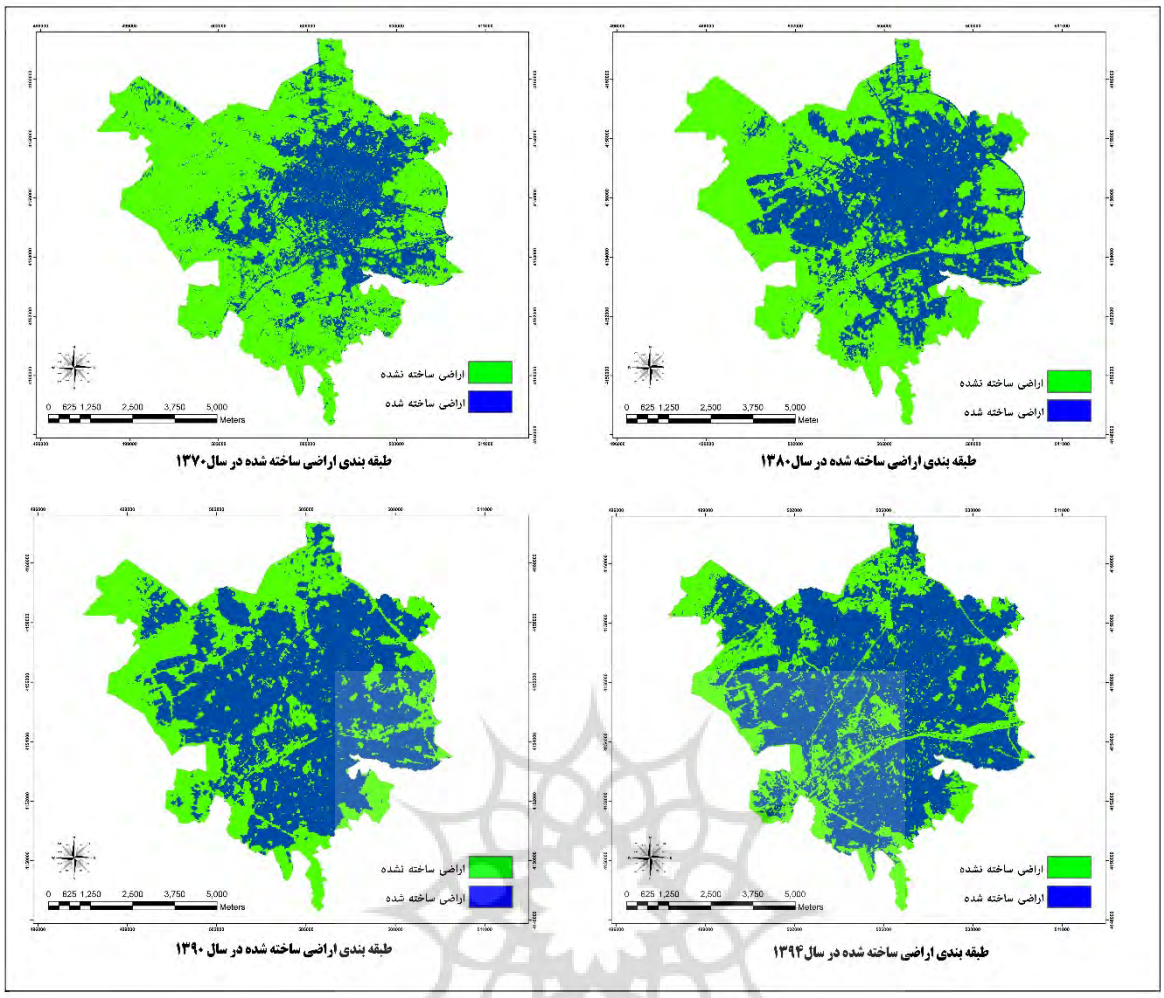
اکولوژی چشم‌انداز[2]، روابط متقابل مابین الگوهای فضایی، زمانی و فرایندهای اکولوژیک را ارزیابی می‌نماید. فرض اصلی در اکولوژی چشم‌انداز تأثیرگذاری آرایش‌های[3] (ترتیب‌های) فضایی بر روی سیستم اکولوژیک می‌باشد. یکی از دلایل اصلی که باعث شده پراکنده‌رویی به یک نگرانی تبدیل شود، در این فرض می‌باشد که آرایش‌های فضایی توسعه شهری، نتایج و پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی برروی مقیاس زمانی دارند؛ بنابراین با به کارگیری تئوری اکولوژی چشم‌انداز در پراکنده‌رویی شهری می‌توان، چیستی و تأثیرات پراکنده‌رویی شهری را بهتر درک نمود. درواقع استفاده از ابزارهای اکولوژی چشم‌انداز به ما اجازه ذخیره، اداره و نشان دادن داده‌های فضایی و زمانی را در مقیاس مناسب می‌دهد. اکولوژی چشم‌انداز می‌تواند داده‌هایی شامل اطلاعات مربوط به پراکنده‌رویی شهری باشد. متریک‌ها یا شاخص‌های چشم‌انداز می‌توانند به عنوان شاخص‌های کمی تعیین شده تا ساختارها و الگوهای یک چشم‌انداز را توصیف نمایند (Feng & Li,2012:265). تغییرات در نواحی ساخته شده به تنهایی نمی‌تواند الگوهای واقعی از پراکنده‌رویی شهری را آشکار کند، از این رو شاخص‌های چشم‌انداز برای ساخت سنجه‌های کمی از الگوهای فضایی بر روی یک تصویر یا نقشه به دست آمده از داده‌های سنجش از دور و یا داده‌های توپوشیت‌ها[4] به کار می‌روند (Feng & Li, 2012: 265). بنابراین در تحقیق پیشِ رو از شاخص‌های چشم‌انداز بهره گرفته شده و با توجه به گستردگی شاخص‌های چشم‌انداز، از شاخص‌های رایج، پرکاربرد و مورد استفاده در تحقیقات پیشین در راستای هدف پژوهش استفاده گردیده است (جدول شماره ۳).

۱ مطالعات متعدداخیر نشان‌دهنده‌دقت بالای طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی می‌باشد.

2 Landscape ecology

3 Arrangement

4 Toposheets



تصویر شماره ۲: نقشه طبقه‌بندی شده اراضی ساخته شده و ساخته نشده سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰، ۱۳۹۰، ۱۳۹۴

جدول شماره ۳: شاخص‌های سنجش پراکنده‌رویی شهری

متریک‌ها	توصیف	واحد	محدوده (Range)	ارزش بالا (High Value)	تطابق با منابع موردبررسی
شاخص مجاورت (Contiguity-AM)	شاخصی برای سنجش تراکم قطعات می‌باشد و به‌عنوان شاخصی که نشان‌دهنده درجه تکه‌تکه شدن چشم‌انداز است، به کار می‌رود.	درصد (٪)	$0 < Contiguity \leq 1$	فشردگی	(Feng & Li, 2012: 266)
شاخص بعد فراکتال (Fractal-AM)	شاخصی برای سنجش پیچیدگی اشکال قطعات است.	-	$1 \leq Fractal\text{-}AM \leq 2$	پراکنده رویی	(Feng, and Li, 2012:266) (Megahed et al., 2015)
شاخص بزرگترین قطعه (Largest Patch Index)	نوعی قطعه متناظر که جداشده توسط مجموع نواحی شهری است.	درصد (٪)	$0 < \text{Largest Patch Index} \leq 1$	پراکنده رویی	(Megahed et al., 2015) (Ji et al., 2006)
شاخص تعداد قطعه (Number of Patches)	تعداد قطعات شهری موجود در چشم‌انداز.	-	$\text{Number of Patch} \geq 1$	پراکنده رویی	(Megahed et al., 2015)
شاخص شکل (Shape-AM)	شاخصی برای سنجش فشردگی اشکال قطعات است.	-	$\text{Shape Index} \geq 1$	پراکنده رویی	Feng, and Li, 2012:266

جدول شماره ۴ نحوه محاسبه شاخص‌های به کار رفته در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴: نحوه محاسبه شاخص‌های چشم‌انداز

نحوه محاسبه شاخص‌ها		توصیف
شاخص مجاورت - (Contiguity AM)	$Contiguity = \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^{*} c_{ijr}}{a_{ij}}\right]}{v-1}$	cijr = contiguity value for pixel r in patch ij. v = sum of the values in a 3-by-3 cell template aij* = area of patch ij in terms of number of cells.
شاخص بعد فراکتال (Fractal-AM)	$Fractal = n \frac{2\ln(0.25_{p_{ij}})}{\ln_{a_{ij}}}$	pij = perimeter (m) of patch ij. aij = area (m2) of patch ij.
شاخص بزرگترین قطعه (Largest Patch Index)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^{a}(a_{ij})}{A}$	aij = area (m2) of patch ij. A = total landscape area (m2).
شاخص تعداد قطعه (Number of Patches)	$NP = n_i$	ni = number of patches in the landscape of patch type (class) i.
شاخص شکل (Shape-AM)	$Shape\ index = \frac{.25\ Pij}{\sqrt{aij}}$	pij = perimeter (m) of patch ij. aij = area (m2) of patch ij.

Ref: McGarigal, 2015

محاسبه شاخص‌های یاد شده در سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۱، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵ برای محدوده مورد مطالعه با بهره‌گیری از نرم‌افزار4.2 Fragstats در جدول شماره ۵ آمده است.

جدول شماره ۵: محاسبه شاخص‌های چشم‌انداز

سال/ متریک‌های چشم‌انداز	۱۹۹۱	۲۰۰۱	۲۰۱۱	۲۰۱۵
شاخص مجاورت (Contiguity-AM)	۰٫۹۲۸۷	۰٫۹۳۹۳	۰٫۹۴۳۱	۰٫۹۲۳۷
شاخص بعد فراکتال (Fractal-AM)	۱٫۱۹۶۴	۱٫۱۸۳۴	۱٫۱۶۹۴	۱٫۱۸۹۸
شاخص بزرگترین قطعه (Largest Patch Index)	۳۲٫۶۱۷۸	۲۲٫۰۸۱۱	۲۵٫۳۴۴۵	۳۰٫۷۲۹۷
شاخص تعداد قطعه (Number of Patches)	۱۳۷۱٫۰۰۰۰	۶۹۹٫۰۰۰۰	۶۱۸٫۰۰۰۰	۱۱۲۵٫۰۰۰۰
شاخص شکل (Shape-AM)	۹٫۳۸۹۱	۷٫۵۶۹۷	۵٫۹۲۰۵	۸٫۴۲۶۷

4. تجزیه‌وتحلیل شاخص‌ها

۴٫۱. شاخص شکل[1]

بررسی شاخص شکل، حاکی از روند پراکنده‌رویی در شهر ارومیه می‌باشد. در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱، این شاخص به صورت پیوسته در حال کاهش بوده و این نشان دهنده کاهش روند پراکنده‌رویی در شهر ارومیه در طی بازه زمانی یاد شده می‌باشد. از سال ۲۰۱۱ به بعد این شاخص روند صعودی به خود گرفته که نشان از افزایش روند پدیده پراکنده‌رویی در شهر ارومیه می‌باشد. این موضوع نشان از بی‌نظمی قطعات ساخته شده دارد که منجر به رشد تصادفی و توسعه بدون برنامه کاربری‌های شهری می‌شود (جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۳).

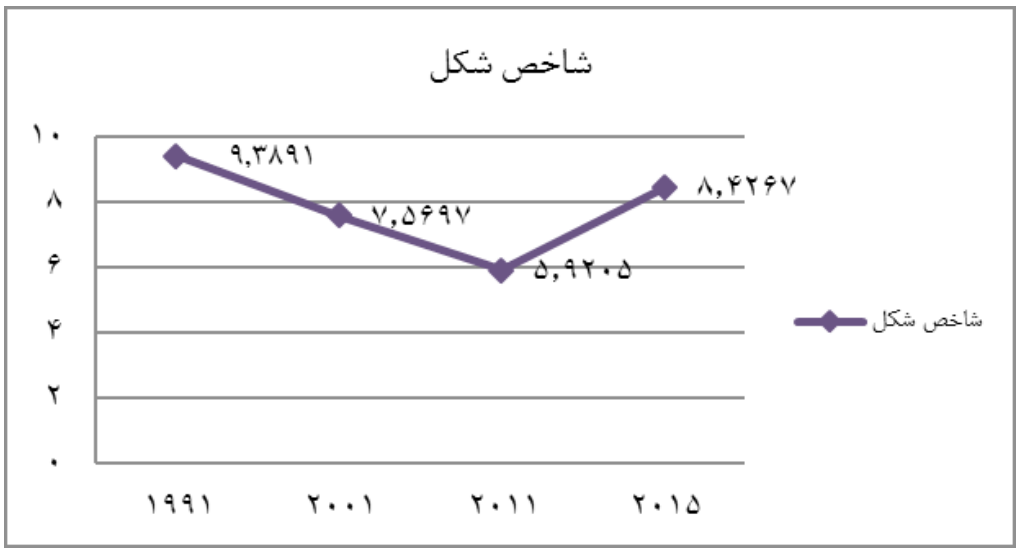
۴٫۲. شاخص بعد فراکتال[2]

بعد فراکتال پیچیدگی و تکه تکه شدن هر قطعه را با استفاده از نسبت محیط به مساحت توصیف می‌نماید. افزایش پیچیدگی و تکه تکه شدن باعث افزایش محیط و درنتیجه افزایش بعد فراکتال می‌شود. بنابراین افزایش بعد فراکتال نشان دهنده افزایش شدت پراکنده‌رویی شهری می‌باشد. در شهر ارومیه در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱، شدت پراکنده‌رویی به صورت جزئی در حال کاهش بوده است اما در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵، پدیده پراکنده‌رویی و توسعه در نواحی پیرامونی در شهر ارومیه شدت گرفته است (جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۴).

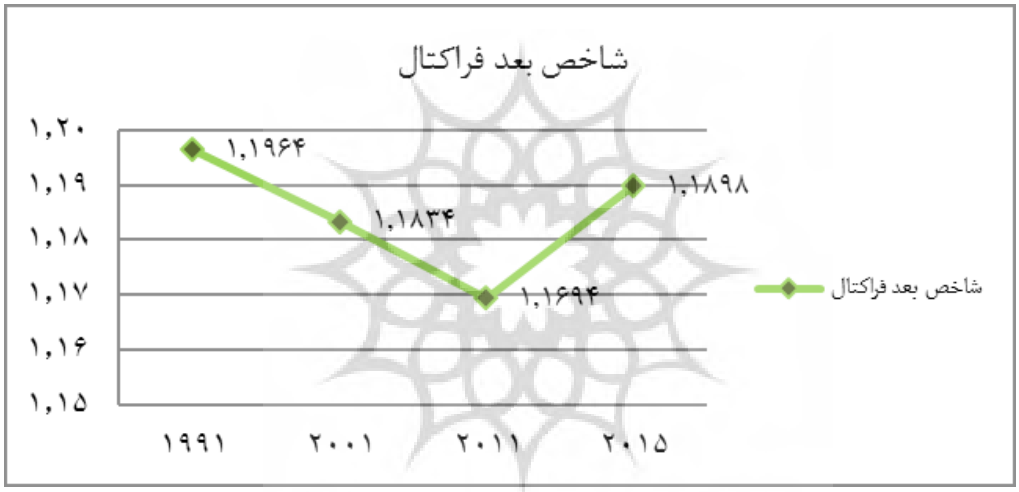
۴٫۳. شاخص مجاورت[3]

بالا بودن شاخص مجاورت به معنای فشردگی بیشتر می‌باشد. در شهر ارومیه این شاخص در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱ روند متعادلی داشته و فشردگی موجود خود را حفظ نموده است اما از این دوره به بعد (۲۰۱۱- ۲۰۱۵)، دچار تحول و دگرگونی شده و روند نزولی قابل توجهی را طی می‌نماید که نشان از گرایش به پراکنده‌رویی شهری در این شهر می‌باشد (جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۵).

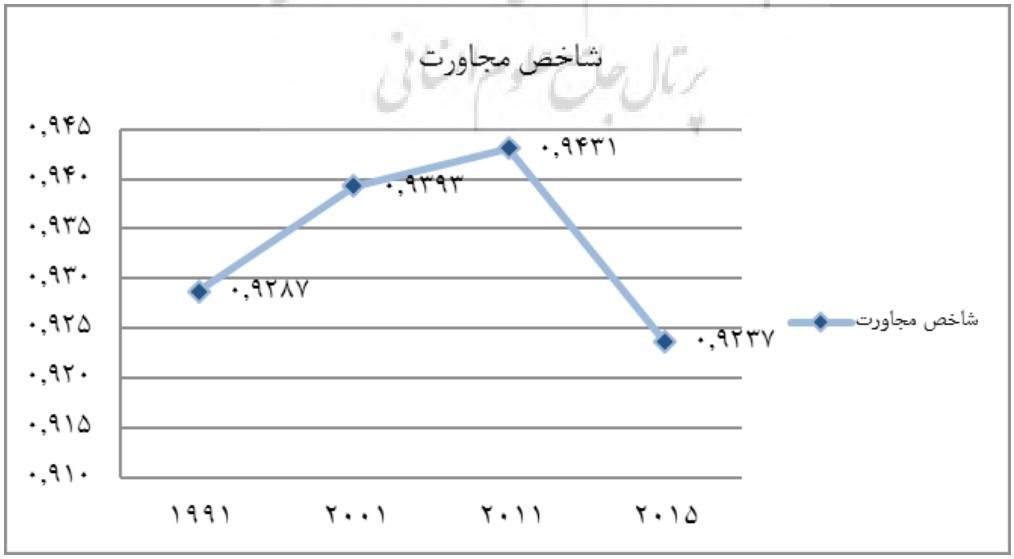
1 Shape Index
2 Fractal Dimension Index
3 Contiguity Index



تصویر شماره ۳: نمودار شاخص شکل در شهر ارومیه



تصویر شماره ۴: نمودار شاخص بعد فراکتال در شهر ارومیه



تصویر شماره ۵: نمودار شاخص مجاورت در شهر ارومیه

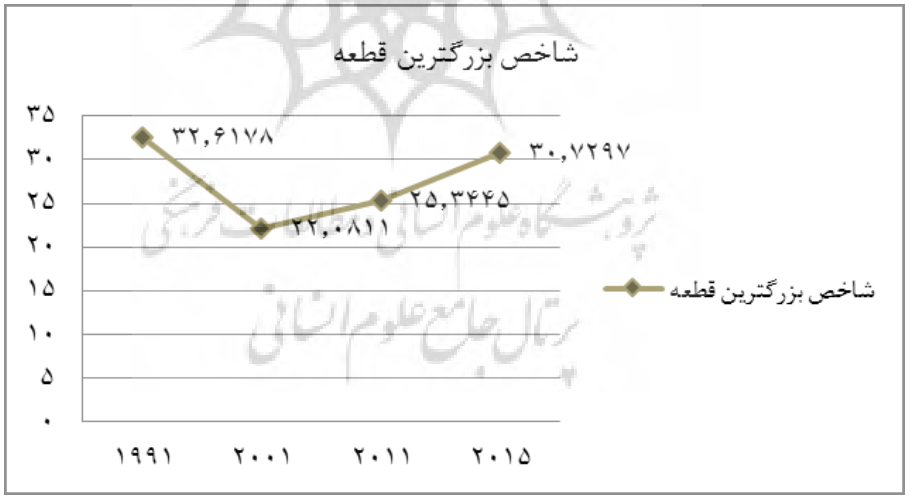
۴،۴. شاخص تعداد قطعه[1]

این شاخص با افزایش مقدار پراکنده‌رویی شهری شدت می‌گیرد. بررسی این شاخص در محدوده مطالعاتی نشان از کاهش مقدار آن در بازه زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۱ دارد. بنابراین از شدت پراکنده‌رویی تا حدودی کاسته شده است. اما پس از این بازه زمانی یعنی از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ پراکنده‌رویی در شهر ارومیه شدت گرفته است (جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۶).

۴،۵. شاخص بزرگترین قطعه[2]

بررسی این شاخص در محدوده مطالعاتی نشان از روند نوسان‌دار این شاخص دارد، به طوری که این شاخص در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ کاهش یافته و بدین‌ترتیب از شدت پراکنده‌رویی در محدوده کاسته شده است. در بازه زمانی۲۰۰۱-۲۰۱۱ با افزایش مقدار این شاخص محدوده مورد مطالعه به سمت پراکنده‌رویی شهری با شدت بیشتری میل کرده و در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵به صورت قابل توجهی بر شدت پراکنده‌رویی در شهر ارومیه افزوده شده است (جدول شماره ۵ و تصویر شماره ۷).

تصویر شماره ۶: نمودار شاخص تعداد قطعه در شهر ارومیه



تصویر شماره ۷: نمودار شاخص بزرگترین قطعه در شهر ارومیه

۵. بحث و نتیجه‌گیری

گسترش روزافزون جمعیت و به تبع آن افزایش شهرنشینی منجر به پدیدار شدن پدیده‌ای با نام پراکنده‌رویی شهری در کشورهای توسعه یافته گردید و سپس به سایر کشورها و کشورهای در حال توسعه نیز کشیده شد. کشور ایران نیز در سالیان اخیر و از زمانی که رشد شهرهای آن ماهیتی برون‌زا به خود گرفت، با این پدیده مواجه گردید؛ بنابراین سنجش و بررسی روند پدیده پراکنده‌رویی شهری ضروری می‌نماید. برای سنجش روند پراکنده‌رویی شهری روش‌های متعددی ارائه گردیده است، از جمله آنتروپی شانون، شاخص موران، تحلیل عاملی و روش‌های دیگر که عمدتاً بر پایه تراکم می‌باشند. امروزه برای سنجش پدیده پراکنده‌رویی شهری از تکنیک‌های سنجش از دور و تلفیق این تکنیک‌ها با سایر روش‌ها

1 Number of Patches Index

2 Largest Patch Index

استفاده می‌گردد. این روش‌ها امروزه به دلیل این که دارای دقت بالایی می‌باشند، رایج گردیده‌اند.

در تحقیق پیشِ رو تلاش گردید با توجه به رشد روزافزون نرخ رشد شهرنشینی در کشور ایران به بررسی روند گسترش شهر ارومیه به عنوان مطالعه موردی پرداخته شود. بنابراین به منظور بررسی و سنجش روند رشد و گسترش شهر ارومیه از داده‌های فضایی- زمانی در بازه زمانی (۱۹۹۱-۲۰۱۵) و برای تجزیه و تحلیل داده‌های یاد شده از متریک‌های چشم‌انداز بهره گرفته شده است. بررسی روند رشد و گسترش شهر ارومیه نشان از رشد این شهر به صورت پراکنده‌رویی شهری دارد. با کاربست متریک‌های چشم‌انداز می‌توان با صراحت بیشتر و شواهد دقیق‌تری به بررسی پدیده بیان شده، پرداخت. بنابراین متریک‌های چشم‌انداز می‌توانند به صورت دقیق‌تر و بهینه‌تری به سنجش پراکنده‌رویی بپردازند. متریک‌های چشم‌انداز امروزه در عمده کشورهای جهان برای بررسی روند رشد و توسعه شهری و پراکنده‌رویی شهری رایج گردیده و به کار گرفته می‌شوند. پژوهش حاضر به عنوان یکی از نخستین پژوهش‌ها در کاربست این روش در کشور ایران و شهر ارومیه به عنوان مطالعه موردی، می‌باشد. این روش می‌تواند در شهرهای کشور ایران نیز به صورت بسیار مناسبی روند پراکنده‌رویی شهری را شناسایی کند تا برنامه‌ریزان و مدیران شهری بتوانند به صورت مناسبی در جهت رشد آتی شهر و رسیدن به توسعه پایدار شهری برنامه‌ریزی نمایند.

کاربست متریک‌های چشم‌انداز در بررسی و سنجش روند پدیده پراکنده‌رویی در شهر ارومیه حاکی از آن است که روند پراکنده‌رویی شهری تا سال ۲۰۱۱ در شهر ارومیه در نوسان و به صورت جزئی در حال کاهش بوده است اما در پنج سال اخیر، روند افزایشی قابل توجهی به خود گرفته و نشان از افزایش پراکنده‌رویی در شهر ارومیه دارد. در مجموع می‌توان گفت که نتایج پژوهش حاضر نشان از افزایش قابل توجه پراکنده‌رویی در پنج سال اخیر در شهر ارومیه و کاربرد مؤثر داده‌های سنجش از دور و شاخص‌های چشم‌انداز در سنجش پراکنده‌رویی شهری می‌باشد.

به منظور کاهش روند افزایشی این پدیده در طی سالیان اخیر در شهر ارومیه پیشنهادهایی ارائه می گردد که به قرار ذیل است:

۱- به کارگیری نگرش‌های نوین برنامه‌ریزی شهری به خصوص رشد هوشمند و در ذیل آن توسعه میان‌افزا توسط مدیریت شهری با توجه به وجود پتانسیل‌های موجود شهر یاد شده برای توسعه میان‌افزا.

۲- پیشنهاد می‌گردد به منظور توسعه میان‌افزا، شهرداری و مدیریت شهری ارومیه تسهیلات تشویقی به خصوص در بافت‌های فرسوده به ساکنان اعطا کنند.

۳- مدیریت شهری با توجه به تراکم ساختمانی و جمعیتی پایین در شهر ارومیه، تلاش در جهت افزایش تراکم نماید تا از گسترش شهر به نواحی پیرامونی تا حدودی کاسته شود.

Refrences:

- Ahmadi, Q., Azizi, M., Zebardast, E. (2010). "A Comparative Study of Sprawl in Three Middle Cities of Iran (Case Study: Ardabil, Sanandaj, Kashan)". Journal of Art University, No. 5. PP. 25-43. [In Persian].
- Al-shalabi, M., Pradhan, B., Billa, L. et al. J Indian Soc Remote Sens (2013) 41: 405. doi:10.1007/s12524-012-0215-6
- Arakhi, S., Mosazadeh, H., Khodad, M., Mosaviyeh Parsaei, M. (2016). "Evaluation and analysis of physical development in the middle city using Remote Sensing and GIS (Case study: City of Qonbad)". Journal of Geography and Urban Planning Perspective of Zagros, No. 26. PP. 17-42. [In Persian].
- Asqarian, A., Jabbariyan Amiri, B., Alizadeh Shabani, A., Feqhi, J. (2014). "Spatial growth forecast and Urban sprawl in City of Sari by using Auto-Markov model cells and Shannon Entropy Index.". Journal of Applied Ecology. No. 2. PP. 13-25. [In Persian].
- Consulting Engineers of Tarho amayesh, 2010, the revision plan of Urmia's Comprehensive plan, volume 1, urmia, Housing and urban development organization of West Azerbaijan. [In Persian].
- Dadashpour, H., Miri lavasani, A. (2016). "Analysis of spatial patterns of sprawl in Tehran metropolitan region". Journal of Spatial Planning (Geography). No. 1. PP. 123-146. [In Persian].
- Dadashpour, H., Salarian, F. (2016). "Analyzing the Impact of Demographic Factors and the Development of Built of land on Sprawl in the Central Region of Mazandaran". Journal of Geography and Regional Development. No. 24. PP. 157-184. [In Persian].
- Ebrahimzadeh, E,. Rafiei, Q,. (2008). "Analysis of the Pattern of Physical - Spatial Development by using the Shannon Entropy and Heldren of Models and the Desirable Model for Future Expansion". Journal of Human Geography, No. 69. PP 49-62. [In Persian].
- Esmaeilpour, N. (2010). "The Effect of Sprawl on the Destruction of Agricultural lands Safashahr and its Adjustment Strategies". Journal of Research and Urban Planning, No. 4. PP 73-96. [In Persian].
- Feng, L., Li, H. (2012). "Spatial Pattern Analysis

- McGarigal, K., (2015). "FRAGSTATS 4 Tutorial".
- Megahed, Y., Cabral, P., Silva, J., Caetano, M. (2015). Land Cover Mapping Analysis and Urban Growth Modelling Using Remote Senseing Techniqes in Greater Cario Region- Egypt. ISPRS International Journal of Geo- Information, 4, 1750-1769; doi: 10.3390/ijgi4031750
- Mohammadyari, F., Pourkhabbaz, H., Aqdar, H. (2015). "Vegetation mapping and monitoring of its change using remote sensing and GIS techniques (Case Study: Behbahan Township)". Journal of Geographic Information (sepehr). No. 92. PP. 23-34. [In Persian].
- Mokhtari Malekabadi, R., Ajza Shokohi, M., Qasemi, Y. (2013). "Behshahr spread pattern analysis based on quantitative models of regional planning". Journal of Research and Urban Planning. No. 8. PP. 93-112. [In Persian].
- Mokhtari, R., Hosseinzadeh, R., Safarli, E. (2014). An Analyze of Smart growth patterns in fourteen areas of Isfahan metropolitan, Based on regional planning models. Urban- Regional Studies and Research Journal, No. 19. PP. 65-84. [In Persian].
- Movahed, A., Mostafavi Saheb, S., Ahmadi, M. (2015). "Explaining the pattern of spatial –physical expansion of Saqqez from sustainable urban perspective". Journal of Studies Urban Planning. No. 5. PP. 55-75. [In Persian].
- Parsi, H., Farmoheini, B. (2015). "Analysis of the Phenomenon of Urban Sprawl on the Outskirts of Big Cities (Case Study: The northern slopes of Isfahan ". Journal of Urban Studies. No. 10. PP. 49-62. [In Persian].
- Pourmohammadi, M., Jamkasra, M. (2012). "Analysis of the Sprawl Pattern of Tabriz". Journal of Geographical Research. No. 100. PP. 31-54. [In Persian].
- Qorbani, R., Pormohammadi, M., Mahmoudzadeh, H. (2014). "Ecological Approch in landuse chang modeling of Tabriz metropolitan using multi temporal satellite images, multi criteris analysis and Cellular Automata Markov Chain (1984-2038)". Journal of Urban Studies. No. 8. PP. 13-30. [In Persian].
- Rahnema, M., Rezaeian, B. (2015). "Measure of the Distribution and Density of the Iranian Metropolises by using quantitative models". Journal of Arid Regions Geographics Studies. No.

of Urban Sprawl: Case Study of Jiangning, Nanjing, China." J. Urban Plann. Dev., 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000119, 263-269.

- Frankel, A., Ashknazi, M. (2008). Measuring Urban Sprawl: How Can We Deal with It?. Environmental and Planning and Design, vol 35, PP 59-79.
- Hamidi, Sh., Ewing, R. (2014). "A longitudinal study of changes in urban sprawl between 2000 and 2010 in the United States". Journal of Landscape and Urban Planning. No. 128. PP. 72-82.
- Hampanezhad, E., Nazarian, A. (2014). "Explanation and Analysis of the Physical Growth and Development Process of Urmia Based on Applying Overlapped Aerial Images in GIS software". Journal of Geographical of Land. No. 39. PP. 37-52. [In Persian].
- Hemanandhini, S., Suresh babu, S., Vinay, M.S. (2016). "Urban Sprawl Prediction and Change Detection Analysis in and around Thiruvannamalai Town Using Remote Sensing and GIS". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. No. 5. PP. 3233-3244
- Hosseini, H., Hosseini, M. (2016). Analysis of Affecting Factors on Creating Sprawl in Urban Areas of Iran. Journal of Planning and Spatial Planning. No. 4. PP. 33-66. [In Persian].
- Jalalian, H., Ziyaeian, P., Daraei, P., Karimi, Kh. (2014). Analysis of Urban Sprawl and land use Changes (Comparative Studies in City of Urmia and Isfahan). Journal of Physical-Spatial Planning. No. 4. PP. 73-98. [In Persian].
- Ji, W., Ma, J., Twibell, R. W., & Underhill, K. (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. Computers, Environment and Urban Systems, 30(6), 861-879.
- Masoumi, Z. (2016). "Analysis of the pattern of development around the cities in the Isfahan metropolitan area to assess land use changes". Master's Thesis, School of Architecture and Urbanism, Central Tehran Branch, Islamic Azad University. [In Persian].
- Mathws, M., Johny, A. (2016). Geoinformatics in Sprawl modeling- An Overview. International Conference on Emerging Trends in Engineering & Management. PP 79-86

mega city Cairo, Egypt using multisensoral remote sensing data, landscape metrics and gradient analysis.

- Teymori, A., Rabieifar, Z., Hadavi, F., Hadavi, M. (2013). "Assess and forecast of horizontal expansion of the city of Qazvin, with an emphasis on land use changes during the period 1986-2011". Journal of Urban Economics and Management. No. 5. PP. 15-27. [in persion].
- Varesi, H., Rajaei Jazin, A., Qanbari, M. (2013). "Analysis of Factors of Urban Sprawl and Physical growth of City of Ghonabad using entropy and Holdren models". Journal of Territorial planning. No. 6. PP. 79-100. [In Persian].
- Vinoth Kumar, J. A., Pathan, S. K., Bhanderi, R. J. (2007). Spatio-temporal analysis for monitoring urban growth–a case study of Indore city. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 35(1), 11-20.
- World Urbanization on Prospect: Highlights. (2014).United Nations. PP 32. Retrieved from: www.esa.un.org
- Zanganeh Shahraki, S., Majidi Heravi, A., Kaviyani, A. (2013). "A comprehensive explanation of the causes and affecting factors the horizontal distribution of cities Case Study: City of Yazd". Journal of Applied Research of Geographic Sciences. No. 25. PP. 173-193. [In Persian].
- Zebardast, E., Shadzaviyeh, H. (2012). "Identify affecting factors on urban sprawl, and its relationship with urban spatial structure Case study: City of Urmia". The Journal of Letter Of Architecture and Urbanism. No. 7. PP. 89-112.[In Persian].
- Zhang, X., Zhu, Y., Yao, H. J. (2008, June). Measurement and pattern analysis of urban sprawl using remote sensing and GIS A case study of Wujiang, China (1978–2004). In Earth Observation and Remote Sensing Applications, 2008. EORSA 2008. International Workshop on (pp. 1-6). IEEE.
- Ziyari, K., Hataminezhad, H., Torkaman niya, N. (2013). "Introduction of smart urban growth". Journal of Municipalities. No. 104. PP. 17-19. [In Persian].

16. PP. 87-107. [In Persian].

- Razavi, N., Molaei Qilichi, M. (2013). "Measuring urban sprawl through remote sensing data". Online publication planning and urban design of Abadnameh. No. 6. PP. 75-98. [In Persian].
- Rostaei, Sh., Ahadnezhad Roshti, M., Farokhiyeh Somea, M. (2015). " Assess of Space the city development with an emphasis on land use changes using multi-temporal satellite images (Case Study: City of Urmia)". Journal of Geography and Planning. No. 50. PP. 189-206. [In Persian].
- Seifoddini, F., Pour Ahmad, A., Darish, R., & Alvar Dehaqani, N. (2014). "Contexts and challenges of smart urban growth policies (Case study: Lorestan)". Journal of geography and urban planning: perspective of Zagros. No. 79. PP. 57-79. [In Persian].
- Seyfoddini, F., Ziyari, K., Pourahmad, A., Nikpour, A. (2013). "Explain the distribution and density of urban form in Amol with approach to sustainable of urban form". Journal of Human Geography. No. 80. PP. 155-176. [In Persian].
- Sheykhi, H., Zaker Haqiqi, K., Mansouri, S. (2014). "Study of sprawl and development strategies in city of Boroujerd and Its infill development strategies". Journal of Research and Urban Planning. No. 15. PP. 37-56. [In Persian].
- Shokrgozar, A., Jamshidi, Z., Jamshidi, P. (2015). "Evaluating the Principles and Guidelines of Urban Intelligence Growth in Future Development of Rasht City Based on Heldern Population Density Model". Journal of Geography and Development. No. 41. PP. 45-64. [in Persian].
- SINGH, B. Urban Growth Using Shannon's Entropy: a Case Study of Rohtak City. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS, North America, 3, apr. 2014. Available at: <http://technical.cloud-journals.com/index.php/IJARSG/article/view/Tech-237>.
- Statistical Organization of Iran, Accessed in 2011,www.amar.org. [In Persian].
- Tabibiyan, M., Asadi, I. (2009). "Review and analysis of spatial development sprawl in metropolitan areas". The Journal of Letter Of Architecture and Urbanism. No. 1. PP. 5-24. [In Persian].
- - Taubenböck, H., Wegmann, M., Roth, A., Mehl, H., Dech, S. (2009). Analysis of urban sprawl at