Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، سال دهم، شمارهٔ ٤، زمستان ١٤٠٢، شمارهٔ پیاپی ٢٣

DOI: 10.22067/JGUSD.2022.67165.0
مقالهٔ علمی - پژوهشی

سنجش و ارزیابی شاخص‌های رشد هوشمند در مناطق شهری با تأکید بر مدل تصمیم‌گیری WASPAS (نمونه موردی: شهر ساری)

محمداجزاءشکوهی (دانشیارجغرافیاوبرنامه‌ریزی شهری، دانشگاه‌فردوسی‌مشهد، مشهد، ایران، نویسنده مسئول)
shokouhim@um.ac.ir
برات علی خاکپور (دانشیارجغرافیاوبرنامه‌ریزی شهری، دانشگاه‌فردوسی‌مشهد، مشهد، ایران)
khakpoor@um.ac.ir
سیده‌الهام‌داوری (دانشجوی‌دکتری جغرافیاوبرنامه‌ریزی‌شهری، دانشگاه‌فردوسی‌مشهد، مشهد، ایران)
elham.davari@mail.um.ac.ir

تاریخ دریافت: ١٤٠٠/١١/٣٠ تاریخ تصویب: ١٤٠١/٠٤/٢٢
صص ١٠٣-٨٣

چکیده

توجه به توسعه کالبدی شهر، یک ضرورت اساسی در برنامه‌های توسعه شهری محسوب می‌شود. در ایران گسترش سریع فیزیکی شهرها در قالب رشد بدون برنامه و ناموزون در راستای علل مختلف ازجمله مهاجرت‌های بی‌رویه یکی از مشکلات اساسی شهرها محسوب شده که پدیده‌ای تحت عنوان پراکنده رویی از نتایج رشد این‌گونه است. پراکنده رویی شهری و آثار متعدد اقتصادی و زیست‌محیطی آن، صاحب‌نظران مسائل شهری را به کنکاش جهت یافتن راهبردهایی برای مقابله با این امر واداشت. یکی از این راهبردها، نظریه رشد هوشمند است. رشد هوشمند استراتژی عاقلانه‌ای برای جهت دادن به پراکندگی به سمت پایداری و توسعه‌ی هدفمند است. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی شاخص‌های رشد هوشمند در مناطق شهر ساری است.تحقیق حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی است. روش تحقیق با توجه به ماهیت مساله موردمطالعه، توصیفی- تحلیلی است. برای تحلیل داده‌ها، افزون بر استناد به مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای از روش‌های تحلیل آماری استفاده‌شده و درنهایت رتبه هر یک از مناطق ساری از منظر رشد هوشمند با استفاده از مدل واسپاس ارزیابی‌شده است. نتایج نشان داد بین مناطق ازنظر شاخص‌های رشد هوشمند نابرابری وجود دارد. درواقع شاخص‌های رشد هوشمند در مناطق چهارگانه ساری توزیعی نامتعادل دارد.

کلیدواژه‌ها: پراکنده رویی، تکنیک واسپاس، رشد شهری، رشد هوشمند، ساری.

۱. مقدمه

گرایش به شهر و شهرنشینی پدیده فراگیر مدرنیته در کشورهای جهان است؛ به‌طوری‌که پیش‌بینی‌شده است بیشترین میزان افزایش جمعیت و شهرنشینی در کشورهای درحال‌توسعه اتفاق خواهد افتاد (کرکه آبادی و مسلمی، ۱۳۹۹، ص.۳۵).رشد شهری، فرایندی پویا و پویشی مداوم است که طی آن محدوده فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن، در ابعاد عمودی و افقی ازنظر کمی و کیفی توسعه می‌یابد(علی‌اکبری، ۱۳۹٦، ص.۵۷). هرچند رشد شهر مانند هر ارگانیسم دیگر فی‌نفسه یک پدیده مثبت به شمار می‌رود، اما این رشد ناموزون و نامتعادل شهرهاست که یک مسئله محسوب می‌شود (مودت و همکاران، ۱۳۹٦، ص.۱۵۲).

در تمام شهرهای جهان گسترش و توسعه‌ی شهر در جهات عمودی و افقی یکی از عوامل موردتوجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری است. این بحث در ادبیات علمی قدمتی کمتر از صدسال دارد. به‌طور دقیق کاربرد این اصطلاح از اواسط قرن بیستم متداول شد و آن زمانی بود که استفاده‌ی بی‌رویه از اتومبیل متداول گشت و بخش اعظم اعتبارات شهری به‌سوی گسترش بزرگراه‌ها و بسط فضاهای شهری سوق یافت ([1]هس،۲۰۰۱،ص.٤). این نوع توسعه‌ی ناموزون شهری که اصولاً در اراضی آماده نشده‌ی شهرها اتفاق افتاده است، نتایج بسیاری ازجمله افزایش زمین‌های بلااستفاده، افزایش سهم فضاهای باز، کاهش تراکم جمعیت، گسستگی بخش‌های شهری و جدایی گزینی اجتماعی را در پی داشت. این امر سبب گردید جین جیکوبز و لوییز مامفورد ضد شیوه‌ی مدرنیستی حومه‌نشینی قرن بیستم سبب چرخش توسعه از حومه‌نشینی به بخش درونی شهرها و بازگشت به ویژگی‌های شهری گذشته و انسان‌محور شده و بازآفرینی را در دستور کار قرارداد و جنبش اجتماع‌گرایی، نوشهر گرایی، مدیریت رشد شهری و رشد هوشمند را به‌مثابه‌ی واکنشی در برابر رشد پراکنده مطرح ساخته است (سیف‌الدینی و شورچه، ۱۳۹۳، ص.۲۷). از سوی دیگر در سال‌های اخیر گسترش بی‌رویه و سریع نواحی شهری به همراه تراکم و تمرکز بیش‌ازحد جمعیت در محدوده شهرهای ایران، تداوم حیات سالم شهری را در ابعاد مختلف با مخاطره و چالش‌های جدی مواجه نموده است. با به‌کارگیری چنین رویکردی در فضاهای شهری، باگذشت زمان شهرها دیگر توان ارائه خدمات لازم به شهروندان خود را در چارچوب محدوده فضایی و جغرافیایی خود نداشته و توسعه فضایی مطلوب با تأکید بر مفاهیم رشد هوشمند شهری را به‌عنوان چاره‌ای برای پایان بخشیدن به بی‌برنامگی توسعه فیزیکی شهرها مدنظر قرار داده‌اند (خمر و حیدری، ۱۳۹۵، ص.۲۵۳).

در دو دهه گذشته راهبرد رشد هوشمند در چارچوب نظریه توسعه پایدار شهری و حمایت از الگوی شهر فشرده بناشده است. در حقیقت، توجه به شهر فشرده و رشد هوشمند به‌عنوان یکی از راه‌های رسیدن به این فرم شهری، به دلیل آثار نامطلوب الگوهای توسعه پراکنده درزمینه های سیاسی و زیست‌محیطی به‌صورت وسیعی افزایش‌یافته است (رسولی و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۹۳). رشد هوشمند شهری به‌عنوان ابزاری توانمند در سنجش میزان تمرکز یا

1. Hess

پراکنده بودن رشد یک شهر در چارچوب الگوهای رایج و ایده آل، امروزه نقش غیرقابل‌انکاری در توسعه، تغییر و شکل‌دهی نقاط سکونتی انسان‌ها به‌ویژه شهرها ایفا می‌کند (افضلی و همکاران، ۱۳۹۹، ص.۳۵).راهبرد رشد هوشمند، مدیریت پویا و انعطاف‌پذیر رشد شهری بوده که دو هدف کارایی و کیفیت محیطی فضای شهری را مدنظر قرار دارد و به‌عنوان روشی اصلاحی برای رشد پراکندگی شهری در جهت رفع مشکلات شهری عمل می‌کند (رضایی بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۲۵).

امروزه راهبرد رشد هوشمند، سعی در شکل‌دهی مجدد شهرها و هدایت آن‌ها به‌سوی اجتماع توانمند با دسترسی به محیط‌زیست مطلوب دارد (فردوسی و شکری فیروز جاه، ۱۳۹٤، ص. ۱۵؛ عبدالی و همکاران، ۱۳۹۸، ص.۸۳). مهم‌ترین منابع موجود درزمینه ی رشد هوشمند شهرمیتوان به: هدایت و کاجیتا در سال (۲۰۱۹)،در پژوهشی با عنوان مزایای رشد هوشمند شهری به این نکته اشارع نموده اند که رش هوشمند شهری از منظر اقتصادی، گسترش شهری نتیجه نیروهای بازار است. تا زمانی که سود حاشیه‌ای استفاده از زمین شهری بیشتر از کاربری زمین کشاورزی باشد، گسترش شهری اتفاق می‌افتد. بااین‌حال، یک مکانیسم بازار واحد در تخصیص منابع زمین شهری ازجمله توزیع ناعادلانه سود و از بین رفتن منابع عمومی زمین ممکن است منجر به شکست بازار شود. تیان و همکاران(۲۰۱٦)،در مطالعات رشد پراکنده شهری به این امر پرداخته است. رشد شهری اغلب به سمت اراضی کشاورزی و بیشتر به‌صورت اسپرال رخ می‌دهد. همچنین، در طی دوره زمانی اراضی مسکونی روستایی به زمین‌های شهری تبدیل می‌شود.اوینگ (۲۰۰۸)، در مطالعات خود مربوط به شهر پراکنده معتقد است ، که مهم‌ترین مطالعات مربوط به پراکنده رویی شهری را انجام داده است در ارتباط با الگوهای پراکنده رویی شهری آن را در قالب چهار زیرگونه اصلی توسعه با تراکم کم، توسعه خطی، توسعه گره گرهای و توسعه پراکنده تقسیم می‌نماید. وی در مطالعه خود پراکنده رویی شهری را مترادف و نزدیک با گسترش طبیعی مناطق کلان‌شهری بر اساس رشد جمعیت فرض کرده، ولی درمجموع این‌گونه از رشد شهری دارای مفاهیمی نزدیک به توسعه پراکنده، جهشی و تکه‌تکه، توسعه خطی، توسعه‌ی پیوسته با تراکم پایین می‌باشد. آنجل (۲۰۰۷)، معیارهای پراکندگی شهری: تجزیه و تحلیل گسترش شهری جهانی با استفاده از GIS یکی دیگر از مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های پراکنده رویی شهری را در قالب پنج دسته اصلی تقسیم‌بندی نموده است که عبارت‌اند از؛ توسعه پراکنده، توسعه نواری، حاشیه شهری، هسته شهری ثانویه و هسته اصلی شهر. در این مطالعه آنجل برخلاف تقسیم‌بندی کاماگنی و همکارانش، توسعه نواری را زیرمجموعه پراکنده رویی شهری قلمداد نموده است. وی در این مطالعه خود آستانه‌هایی را برای شناخت الگوی پراکنده رویی شهری از سایر الگوهای مشابه معرفی می‌نماید.

همچنین مومنی و همکاران (۱٤۰۰)، تحلیل و ارزیابی میزان تاثیرگذاری شاخص های رشد هوشمند بر توسعه شهری اراک نتایج حاصله بیانگر آن است که شاخص کالبدی اراضی مهم‌ترین شاخص رشد هوشمند در توسعه شهری اراک است.رهنما و حیاتی(۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان تحلیل شاخص های رشد هوشمند شهر مشهد بوده است .در این پژوهش با تلفیق و تحلیل شاخص‌های موردسنجش این پژوهش در مدل ANP، مشخص گردید که

منطقه هشت شهرداری مشهد با امتیاز ۰/۱۰۸ بهترین ساختار رشد هوشمند شـهری را در میـان منـاطق شـهر مشـهد داراست. همچنین با استفاده از تحلیل خودهمبستگی فضایی موران در نرم‌افزار GeoDa مشخص گردیـد کـه میـان-شاخص‌های دسترسی و زیست‌محیطی در میان مناطق شهر مشهد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.عزیزی و همکـاران (۱۳۹۰)، در مطالعه ای با عنوان *تراکم در شهرسازی پرداخته اند، که* یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در شـهر یـزد تراکم ساختمانی ارتباط مستقیم با تراکم جمعیتی دارد، درحالی‌که ارتبـاطی معکـوس بـا متغیرهـای فاصـله از مرکـز اقتصادی شهر، فاصله از مراکز ناحیه‌ای، قیمت زمین و مساحت بلوک شهری دارد. نسـترن (۱۳۸۹)، در پژوهشـی بـا عنوان کـاربرد تکنیـک تاپسـیس در تحلیـل و اولـوی تبنـدی توسـعه ی پایـدار منـاطق شـهری (مطالعـه مـوردی : منـاطق شهری اصفهان)پر داخت.رشد هوشمند به برنامه ریزان و طراحان یادآوری می‌کند که الگوهای متنوع مسکن، استفاده از مصالح و ابزارهای نوین و متناسب با سبک زندگی هر شهر و همچنین ایجاد تعادل میـان رشـد مسـکن و رشد تأسیسات شهری باید در نظر گرفته شوند.مشکینی و همکاران (۱۳۸۹)در پژوهشی با عنوان ارزشـیابی و تحلیل کاربری های شـهری با تأکید بر کاربری فضـای سـبز شـهری شـهر گلستان پرداخته اند.نتایج بیانگر ایـن نکتـه بود از مهم‌ترین پیامدهای پراکنده رویی شهری می‌توان به تخریب محیط‌زیست، تخریب زمین‌های کشاورزی، فقدان فضاهای باز، افزایش مصرف انرژی و ایجاد آلودگی به‌واسطهٔ کاهش میزان استفاده از وسـایط نقلیـهٔ همگـانی اشـاره نمود. همچنین الگوی پراکنده رویی شهری دارای تأثیرات مثبتی ازجمله تولیدات اقتصادی بیشتر، فرصت‌های شـغلی جدید برای افراد بیکار، زندگی بهتر به دلیل فرصت‌ها نیز است.قربانی نوشاد(۱۳۸۷) با عنوان راهبرد رشد هوشمند در توسعه شهری اصول و راهکارهادر این مقاله اصول، راهبردها و مزایای اقتصـادی، اجتمـاعی و زیسـت‌محیطی رشـد هوشمند بررسی‌شده و درعین‌حال برخی از انتقادات وارده بر آن ازجمله آلودگی هوا، افزایش هزینه خدمات عمومی، پایین آمدن قدرت خرید مردم و... مورد تعمق قرارگرفته است.

بنابراین میتوان بیان نمود فرم و الگوی رشد شهر به‌عنوان نمادی کالبدی از مراحل رشد و توسـعه، در محیط‌هـای مختلف و در ارتباط با عوامل اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و انسانی الگویی متمایز به خود گرفته و از سویی نیز بر این عواملی و به‌ویژه عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر است. فرم شهری که پیکربندی فضایی از الگوی کـاربری اراضـی شهری را نشان می‌دهد (چن[1] و همکاران، ۲۰۰۸، ص.۳۳). باعث تنوع شکل یا الگـوی رشـد شـهرها در کشـورهای مختلف شده است؛ اما به‌طورکلی رشد شهر به‌صورت یک فرآیند دوگانه گسترش بیرونی و رشد فیزیکـی سـریع یـا رشد درونی و سازمان‌دهی مجدد است (قرخلو و زنگنه شهرکی، ۲۲، ص. ۱۳۸۸). در این شرایط دو بحث و نظریـه اصلی و متضاد برای پایداری شهرها در اواخر قرن بیستم عبارت‌اند از:

الف) متراکم کردن و فشرده‌سازی شهری (نظریه توسعه فرم شهری فشرده و بخشی از مفهوم شهر فشرده).

ب) پراکنشی و گستردگی شهری (نظریه توسعه گسترده فرم شهری که به توسعه «کم تراکم» منجر می‌شود).

1. Chen

پراکنده رویی شهری یا «اسپرال» در فرهنگ واژگان برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به معنای پخشایش کنترل نشده توسعه بر روی زمین روستایی یا زمین توسعه‌نیافته است (سیف‌الدینی، ۱۳۸٦، ص. ۱۷۵). طبق نظر برخی محققان (باتی[1] و همکاران، ۱۹۹۰؛ نیولینگ[2]، ۱۹٦۹)، پراکنده رویی به‌عنوان یکی از مراحل رشد شهری، از طریق تراکم کم و گسترش افقی مشخص می‌شود. علاوه بر این، این گسترش ناگهانی در مناطق پیرامون شهری، یک پدیده‌ای است نیست، بلکه بخشی از تکامل شهرنشینی است. تحول فرم شهری در سطح خرد در شکل شماره ۱ نشان داده‌شده است. به‌طوری‌که T نشان‌دهنده‌ی دوره‌های زمانی متفاوت می باشد.در مرحله اول فعالیت‌های شهری در هسته‌های مجزا از هم و به‌طور خوشه‌ای شکل می‌گیرند. در مرحله دوم بعد از چندین دهه خوشه‌های متفاوت شکل می‌گیرند (رشد چندهسته‌ای). نهایتاً پس از گذشت سال‌ها، رشد درون‌زای خوشه‌ها منجر به شکل‌گیری ساختمان‌های فشرده و به‌هم‌پیوسته می‌گردد؛ اما این رشد ممکن است فشرده نباشد و منجر به توسعه کم تراکم شهری و در اصلاح پراکنده رویی گردد.

می توان بیان نمود رشد هوشمند شهری سه زمینه اصلی داشته است که در آن ارتباط متقابل باهم مورد ملاحظه قرارگرفته است: تراکم، کاربری زمین و شیوه حمل‌ونقل؛ اصلاحات در قالب مورد اول، شامل محدود نمودن توسعه و رشد شهری بوده است. اصلاحات و راه‌حل‌ها در قالب مورد دوم، ایجاد کاربری‌های مختلط است. اصلاحات مورد سوم نیز شامل استفاده از تنوعی از شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل با تأکید بر حمل‌ونقل عمومی و ایجاد فضاهایی مساعد و دل‌نشین برای عابر پیاده است (دولتی، ۱۳۸٦، ص. ١٤).

هاسه[3] (۲۰۰٤) معتقد است که پیروی الگوی رشد شهری از اصول رشد هوشمند، اثرات محیطی و هزینه‌های اجتماعی توسعه پراکنده گونه را کاهش می‌دهد.

دوند[4] (۲۰۰۵) بر این باور است که اجرای موفقیت‌آمیز سیاست‌های رشد هوشمند مستلزم پذیرش آن دسته از سیاست‌گذاری‌هایی بوده که با الگوهای زندگی کم تراکم تناقض دارد. برنامه‌های رشد هوشمند شامل تأکید بر شاخص‌هایی نظیر منطقه بندی اختلاطی[5]، طرح‌های جامع[6]، مقررات کوچک‌مقیاس، سرمایه‌گذاری‌های مربوط به زیرساخت و توسعه‌های با تراکم بالا بوده است (بهتا[7]،۲۰۱۰ص.۱۷۰ و بروکی میلان، ۱۳۹٦،ص. ۲۲).

شهر ساری به‌عنوان مرکز استان مازندران در چند دهه اخیر رشد و توسعه گسترده‌ای را تجربه کرده است؛ به‌طوری‌که جمعیت شهر ساری از ۷۰۷۳۵ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۳۲۳۷۹۰ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن،۱۳۹۵). همچنین رشد و توسعه فیزیکی شهر در طی نیم‌قرن اخیر درخور توجه است،که

1. Batty
2. Newling
3. Hasse
4. Downs
5. Mixed-use zoning
6. Comprehensive Plans
7. Bhatta

مساحت شهر در طی آن شانزده برابر شده است و این در حالی است که جمعیت شهر طی این دوره حدوداً ۱۲ برابر شده است (مهندسین مشاور مازند طرح، ۱۳۸۵). علاوه بر آن این افزایش سریع جمعیت شهر و گسترش بی‌رویه آن شاهد فضاهای نابرابر شهری بوده به‌طوری‌که مناطق چهارگانه این شهر روند نابرابری را ازلحاظ برخورداری از شاخص‌های توسعه نشان می‌دهند. لذا آگاهی از این میزان نابرابری برای ایجاد تعادل و به‌منظور شکل دادن فضاهای مناسب و همگون و همچنین در جهت برنامه‌ریزی صحیح و عدالت محور مبتنی بر رشد هوشمند ضروری به نظر می‌رسد. با عنایت به موارد گفته‌شده پژوهش حاضر به دنبال تبیین الگوی رشد هوشمند در شهر ساری است تا با نگاه به شهر با رویکرد رشد هوشمند و توجه به ظرفیت‌های توسعه بتواند این شهر را در جهت رسیدن به شهری پایدار رهنمون سازد.

۲. روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی است. برای گردآوری اطلاعات از منابع اسنادی و کتابخانه‌ای استفاده‌شده است. در این پژوهش به دلیل گستردگی شاخص‌های رشد هوشمند و همچنین کمبود اطلاعات از بین ۱۰شاخص رشد هوشمند دو شاخص اصلی تراکم و کاربری مختلط انتخاب شد و جهت بررسی وضعیت مناطق چهارگانه شهر ساری از روش تصمیم‌گیری و اسپاس استفاده‌شده است. به‌منظور نهایی سازی شاخص‌ها، حجم نمونه بر اساس دیدگاه صاحب‌نظران تکنیک دلفی و قانون اشباع نظری (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸، ص.۲۹۳). برابر با ۱۵ نفراز مدیران، معاونین و کارکنان شهرداری ساری در قالب ۲ گروه ۷ و ۸ نفری استفاده شده است.پس از نهایی کردن شاخص‌ها، به احصا آن‌ها از طریق محاسبات آماری موجود در طرح جامع شهر ساری پرداخته و سپس سهم هر یک از مناطق شهر ساری استخراج گردید. با توجه به یکسان نبودن اهمیت شاخص‌ها، از طریق مدل آنتروپی شانون وزن این شاخص‌ها تعیین گردید.در مرحله بعد جهت رتبه‌بندی مناطق ساری، تکنیک واسپاس به کار گرفته شد. نتایج بررسی‌های محققان تأیید کرده‌اند میزان دقت مدل‌های ترکیبی در مقایسه با میزان دقت این مدل‌ها قبل از ترکیب شدن بیشتر است. یکی از این مدل‌های ترکیبی مدل ارزیابی تولید وزنی تجمعی (WASPAS) است. این مدل می‌تواند در مسائل پیچیده تصمیم‌گیری کارایی بالایی داشته باشد و همچنین نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار باشند.

۲. ۱. تکنیک ارزیابی تولید وزنی تجمعی

انتخاب روش‌های MCDM بر اساس پارامترهای مختلف در تحقیقات مختلفی موردبحث‌قرارگرفته است (سیماناویچین و اوستینوویسیوس،۲۰۱۲).یکی از پارامترهایی که می‌تواند در انتخاب روش تصمیم‌گیری چندمعیاره موردتوجه قرار گیرد میزان دقت این مدل‌ها است. همچنین این محققان پیشنهاد می‌کنند ترکیب دو مدل می‌تواند میزان دقت آن را بالا ببرد (زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۲، ص.۳). میزان دقت نتایج مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه(مدل جمع وزنیWSM و مدل تولید وزنیWPS)نسبتاً به‌خوبی شناخته‌شده است. مدل جمع وزنی یکی از

بهترین و شناخته‌شده‌ترین مدل‌های تصمیم‌گیری در حل مسائل چند معیاره است. یک مسئله در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با m گزینه و n معیار تصمیم‌گیری تعریف می‌شود. نشان‌دهنده اهمیت نسبی معیار و ارزش عملکرد گزینه i برحسب معیار j است؛ بنابراین اهمیت نسبی نهایی گزینه i ، در تابع زیر به‌عنوان نشان داده‌شده است که در آن به‌عنوان مقدار نرمالیزه شده معیار jام از گزینه i تعریف‌شده است (تریانتافیلو، ۲۰۰۰).

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij} \times w_j$$

بر اساس مدل تولید وزنی (WPM) اهمیت نسبی کلی گزینه iام به‌عنوان نشان داده می‌شود که به‌صورت تابع زیر تعریف می‌شود(بریدگمن[1]،۱۹۹۲)

$$Q^{(2)}{}_i = \max \prod_{j=1}^{n} (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

تلاش شده است یک معیار ترکیبی برای تعیین اهمیت نهایی هر گزینه بکار برده شود که در این معیار ترکیبی سهم برابری از (WSM)و (WPM) برای ارزیابی نهایی گزینه‌ها داده شود(ساپاراوسکاس[2] و همکاران،۲۰۱۱، ص.۲۰۰).

$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)}$$

$$Q_i = \lambda \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij} w_j + (1-\lambda) \prod_{j=1}^{n} (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad , \quad \lambda = 0,...1$$

مقادیر بهینه λ می‌تواند با گسترش تابع زیر محاسبه شود:

$$\lambda = \frac{\sigma^2(Q_i^{(2)})}{\sigma^2(Q_i^{(1)}) + \sigma^2(Q_i^{(2)})}$$

واریانس‌های $Q^2(Q_i^{(1)})$ و $Q^2(Q_i^{(2)})$ از طریق توابع زیر بایستی محاسبه شود:

$$\sigma^2(Q_i^{(1)}) = \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij} w_j{}^2 \sigma^2(\bar{x}_{ij})$$

1. Bridgman
2. Saparauskas

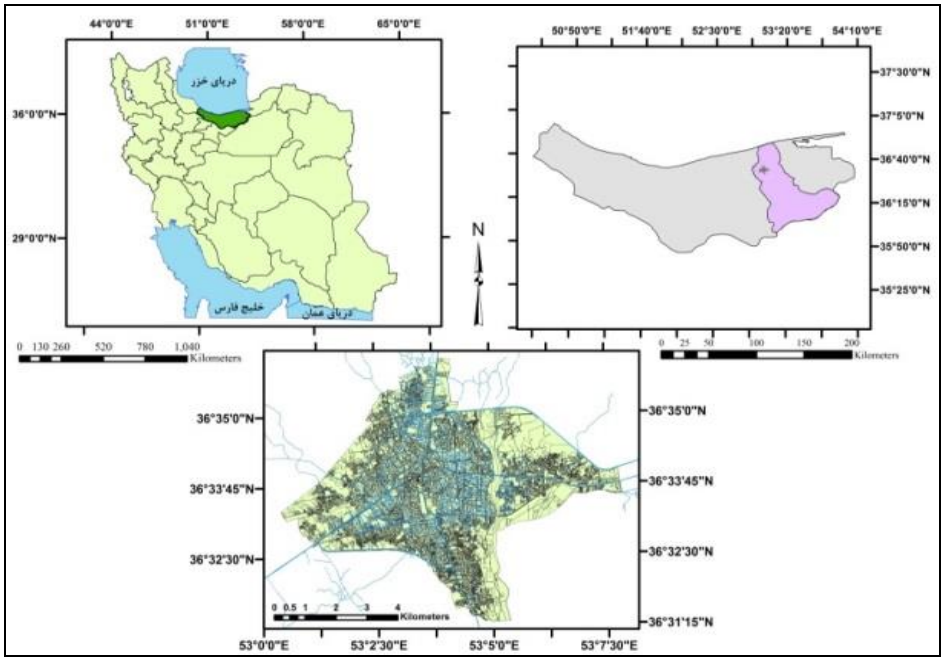
$$\sigma^2(Q_i^{(2)}) = \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{\prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{w_j} \times w_{ij}}{(\overline{x}_{ij})^{w_j} (\overline{x}_{ij})^{(1-w_j)}} \right]^2 \sigma^2(x_{ij})$$

برآورد واریانس مقادیر معیارهای نرمالیزه شده اولیه از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma^2(\overline{x}_{ij}) = (0.05\overline{x}_{ij})^2$$

۲. ۲. محدوده جغرافیایی شهر ساری

شهر ساری به‌عنوان مرکز استان مازندران و شهرستان ساری بر سر راه تجارتی و توریستی تهران به سواحل جنوب شرقی دریای مازندران و شهرستان‌های شمال شرقی کشور قرار دارد و به دلیل موقعیت سیاسی- اداری دارای اهمیت و اعتبار خاصی است (طالبی کیاسری، ۱۳۹۶،ص. ۳۳). ازلحاظ موقعیت طبیعی، این شهر در جنوب دریای مازندران و در منطقه جلگه‌ای شهرستان ساری قرارگرفته و ازلحاظ توپوگرافی عمومی شهر ساری در طبقه ارتفاعی صفرتا ۱۰۰ استقراریافته و شیب عمومی شهر از جنوب به شمال و بسیار ملایم است (مهندسین مشاور مازند طرح، ۱۳۸۹). شکل شماره ۳، موقعیت استان مازندران و شهر ساری را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر ساری

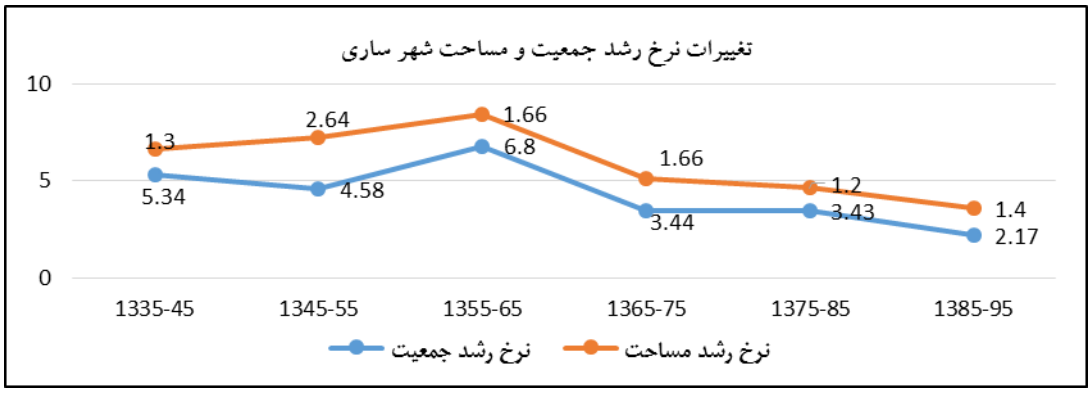
مأخذ: (مهندسین مشاور مازند طرح، ۱۳۸۹)

٤. یافته‌ها

٤. ١. تحلیل وضعیت شهر ساری به لحاظ شاخص‌های تراکمی رشد هوشمند

٤. ١. ١. تراکم جمعیتی (تراکم ناخالص مسکونی) ساری در دوره زمانی ۹۵- ۱۳۳۵

در این قسمت به تحلیل وضعیت شهر ساری به لحاظ شاخص‌های تراکمی رشد هوشمند پرداخته می‌شود. تراکم جمعیتی، یا مقدار زیربنای واقع در سطح معینی از زمین را به‌عنوان تراکم ساختمانی محاسبه و تعریف می‌شود (عزیزی، ۱۳۸۸، ص. ۲۱) و در اینجا از تراکم جمعیتی استفاده‌شده است. جمعیت ساری در سال ۱۳۳۵، ۲۷۰۳۷ نفر بوده و در سال ۱۳٤٥، ٤٥٤٨٨ نفر و در سال ۱۳٥٥، ۷۳۰٤۰ نفر و در سال ۱۳٦٥، ۱٤۱۰۲۰ نفر و در سال ۱۳۷٥، ۱۹٥۸۸۲، در سال ۱۳۸٥، ۲٦۱۲۹۳ نفر و در سال ۱۳۹٥، ۳۲۳۷۹۰ بوده است.



شکل ۲. منحنی نرخ رشد جمعیت و مساحت شهر ساری (۱۳۳٥-۹٥)

همان‌طور که مشاهده می‌شود تراکم جمعیت شهر ساری در سال ۱۳٦٥، برابر با ۹٤ نفر بوده است که در سال ۱۳۹٥، به ۷٦/۹ نفر در هکتار رسیده است که نشان از عدم رشد هوشمند شهری دارد. از سوی دیگر بررسی چگونگی توزیع و پخش تراکم در مناطق مختلف شهر به شناخت الگوی رشد، نقاط موردتقاضا برای توسعه و همچنین فرایند جمعیت پذیر کمک فراوانی نموده است. در بین مناطق شهر ساری، منطقه ٤ که بافت و هسته مرکزی شهر محسوب می‌شود دارای بیشترین تراکم ناخالص مسکونی و منطقه دو نیز کمترین تراکم کلی مسکونی را به خود اختصاص داده است. در مناطق ٤ گانه ساری طی سال ۹٥، تراکم جمعیتی به‌گونه‌ای نابرابر و نامتعادل توزیع گردیده، به‌طوری‌که با کاهش فاصله نقاط مسکونی از حاشیه شهر بر تراکم جمعیت آن‌ها افزوده‌شده است و در محدوده نزدیک به مرکز شهر ساری تراکم ناخالص جمعیت بسیار زیاد و حدود ۱۰۱ نفر در هکتار بوده است و به‌تدریج تراکم کم و در مناطق حاشیه‌ای حدود ٦۷ نفر در هکتار شده است.

٤. ١. ٢. تراکم کلی مسکونی ساری در دوره زمانی ۹٥-۱۳۷٥

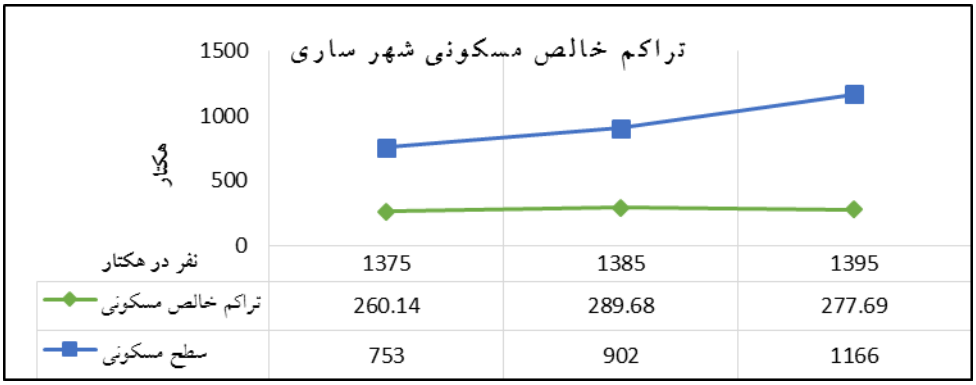
تراکم کلی مسکونی معادل نسبت سطح مسکونی به‌کل سطح محدوده است.در حالت استاندارد مابین ۲٥ تا ۳۰ درصد سطح به کاربری مسکونی اختصاص می‌یابد. بررسی این روند برای ساری نشان می‌دهد که از دهه ۷٥ این

مقدار رو به کاهش بوده و در سال ۹۵ تراکم کلی مسکونی ۲۷,۷ بوده است. همچنین در بین مناطق شهر ساری، منطقه ٤ مسکونی‌ترین منطقه بوده و دارای بیشترین تراکم کلی مسکونی است و منطقه یک نیز کمترین تراکم کلی مسکونی را به خود اختصاص داده است. اگرچه تراکم کلی مسکونی نسبت به دیگر شاخص‌های بررسی‌شده، کمتر وضعیت رشد فرم شهری را بیان نموده و بیشتر تغییرات سهم کاربری را نشان می‌دهد، اما همین شاخص تا حدی نشان از سیاست‌های حاکم در جهت تأمین خدمات شهروندان در دهه‌های اخیر و همچنین نشان از اینکه سطح خدماتی در دهه‌های میانی سده معاصر بسیار کمتر از اکنون بوده را دارد. به‌طوری‌که روندهای اقتصادی نیز تغییر نقش به مشاغل خدماتی را در دهه‌های اخیر تأیید می‌نماید.

٤. ١. ٣. تراکم خالص مسکونی (نفر در هکتار) شهر ساری در دوره زمانی ۹۵-۱۳۷۵

بر اساس آمار سال ۱۳۷۵، جمعیت ساری بالغبر ۱۹۵۸۸۲ نفر بوده است. در این سال از ۲۵۰۰ هکتار سطح منطقه حدود ۷۵۳ هکتار را سطح خالص مسکونی اشغال نموده است. بدین ترتیب در این سال تراکم خالص مسکونی حدود ۲٦۰ نفر در هکتار بوده است. در سال ۱۳۸۵ نسبت به دهه قبل تراکم خالص مسکونی افزایش داشته و به ۲۸۹ نفر در هکتار رسیده است. در این سال با توجه به افزایش نرخ رشد نسبت به دهه قبل، جمعیت در حدود ٦۵ هزار نفر رشد کرد و سطح مسکونی نیز به ۱۵۰ هکتار افزایش پیدا نموده است.

در سال ۱۳۹۵ علیرغم اینکه بر جمعیت شهر و وسعت اراضی مسکونی افزوده‌شده، اما میزان تراکم خالص مسکونی نسبت به دهه قبل کاهش داشته و به ۲۷۷ نفر در هکتار رسیده است. به‌طوری‌که در این سال نسبت به دهه قبل حدود ٦۰ هزار نفر به جمعیت شهر افزوده گردیده که این افزایش در مقابل ازدیاد ۲۵۰ هکتاری کاربری مسکونی به وسعت ساری انجام‌گرفته و این امر سبب کاهش تراکم خالص مسکونی شده است (نمودار ۲). با نگاهی به نمودار ۲ به این نکته پی برده‌ایم که در طول چند دهه اخیر علیرغم افزایش سطح مسکونی، تراکم خالص نیز با نوساناتی همراه بوده و در ۱۰ سال اخیر کاهش‌یافته است.



شکل۳. تغییرات تراکم خالص مسکونی ساری در دوره زمانی ۹۵-۱۳۷۵

مأخذ: (همان، ١٣٩٤)

منطقه ۳ بالاترین تراکم خالص مسکونی و منطقه ٤ کمترین تراکم خالص مسکونی را به ترتیب با ۳۰٦/۵۹ و ۲۳۷/۱۲ نفر در هکتار در برمی‌گیرند.

٤. ۱. ٤. سرانه مسکونی در ساری در دوره‌های مختلف ۹۵-۱۳۷۵

سرانه زمین مسکونی ساری در سال ۱۳۷۵، ۳۸,٤ مترمربع بوده است که دوره بعد روند کاهشی را داشته ولی در سال ۱۳۹۵ دوباره افزایش‌یافته است. در بین مناطق شهر ساری، منطقه ٤ با ٤۲/۱ نفر در هکتار، بالاترین سرانه مسکونی و منطقه یک نیز دومین رتبه را ازنظر سرانه مسکونی به خود اختصاص داده است.

٤. ۱. ۵. تعداد واحد مسکونی به واحد سطح در دوره زمانی ۹۵-۱۳۷۵

نسبت تعداد واحد مسکونی در سطح، از دیگر شاخص‌های مطلوب برای بررسی تراکم بر اساس دیدگاه رشد هوشمند شده است. بررسی آمارهای سه دوره برای ساری حاکی از این بوده است که در وضعیت کنونی در حدود ۲۰ واحد مسکونی در هر هکتار وجود داشته است. سنجش روند این شاخص نشان از کاهش نسبی آن داشته است. کاهش این شاخص در دوره اخیر نشان‌دهنده افزایش رشد پراکنده در سطح ساری است. هرچه میزان این شاخص پایین‌تر باشد، به معنی تراکم کمتر در سطح و نشانگر پراکنده رویی است.

٤. ۲. ارزیابی شاخص‌های اختلاط کاربری مناطق شهر ساری

٤. ۲. ۱. ارزیابی الگوی توزیع اختلاط کاربری‌ها

برای ارزیابی الگوی توزیع اختلاط کاربری‌ها، دودسته شاخص وجود دارد: میزان تنوع و خوشه‌بندی. به‌منظور انجام این ارزیابی، شاخص تعادل برای ارزیابی تنوع اختلاط دو نوع کاربری، شاخص Hertindahl-Hiroshman برای ارزیابی تنوع اختلاط بیش از دو نوع کاربری و شاخص عدم تجانس برای ارزیابی تنوع اختلاط هم دو نوع کاربری و هم بیش از دو نوع کاربری موردبررسی و تحلیل قرارگرفته‌اند.

٤. ۲. ۱. ۱. شاخص تعادل

اندازه‌گیری این شاخص بر اساس رابطه‌ی زیر صورت می‌پذیرد:

$$BALANCE = 1 - (|X1 - X2|)/(X1 + \boldsymbol{X2})$$

که X1 مساحت کاربری نوع یک و X2 مساحت کاربری نوع دو در منطقه است. اگر دو نوع کاربری به‌صورت برابر توزیع‌شده باشند، عدد این شاخص برابر یک خواهد بود. مقادیر کوچک‌تر، نابرابری بیشتر را نشان می‌دهند، درواقع اگر فقط یک نوع کاربری در منطقه مورد تحلیل وجود داشته باشد، مقدار شاخص برابر صفر خواهد بود. مزیت این شاخص راحتی در محاسبات آن است.

٤. ۲. ۱. ۲. شاخص Hertindahl-Hiroshman (HHI)

اندازه‌گیری این شاخص بر اساس رابطه زیر صورت می‌پذیرد:

$$HHI\ (m) = \sum_{j=1}^{N} (Xj \times 100)^2$$

که در آن Xj درصد هر نوع کاربری در منطقه و N تعداد کاربری‌های مختلف است. اگر تنها یک نوع کـاربری در منطقه موجود باشد شاخص HHI برابر ۱۰۰۰۰ خواهد بود. در این شاخص هر چه مقادیر به ۱۰۰۰۰ نزدیک‌تر باشند، نشان‌دهنده‌ی سطح کمتر از اختلاط خواهد بود. مزیت این روش سادگی آن است.

٤. ۲. ۱. ۳. شاخص عدم تجانس

برای ارزیابی شاخص تنوع بر اساس معیار تجانس بین واحدهای مسکونی و غیرمسکونی، می‌توان از رابطـه زیـر استفاده نمود:

$$D = 0.5 \sum_{i}^{n} = 1\ |Xi - Yi|$$

n تعداد شبکه‌ها در ناحیه‌ی مورد تحلیـل، Xi نسـبت مسـاحت نـواحی مسـکونی در شـبکه i مسـاحت نـواحی مسکونی در تمام ناحیه مورد تحلیل و Yi نسـبت مسـاحت نـواحی غیرمسـکونی در شـبکه ۱ بـه مسـاحت نـواحی غیرمسکونی در کل ناحیه مورد تحلیل است.

جدول ۱. نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص‌های ارزیابی اختلاط کاربری در سطح مناطق شهر ساری

منطقه/ شاخص	تعادل	HHI	عدم تجانس
۱	۰/۵۷۷	۰/۳۸٤	۰/٤۷۷
۲	۰/٤۸٤	۰/۲۹۱	۰/۳٤٥
۳	۰/٥۹٦	۰/۳۳۹	۰/۳٦٤
٤	۰/۸٦۱	۰/٥۱۳	۰/۲۷۳

برای ارزیابی تنوع اختلاط کاربری در بیش از دو نوع کاربری (مسکونی و غیرمسـکونی) در سـطح منـاطق شـهر ساری، مجموعه شاخص‌های تعـادل، عـدم تجـانس و HHI پیاده‌سـازی و اجـرا شـدند. بـا توجـه بـه این‌کـه همـه شاخص‌های ارائه‌شده در بازه‌ی صفر و یک قرار دارند. مناطقی که عددی بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از یک دارنـد وضعیت مطلوب‌تری دارند. مناطق ٤ و ۳ به علت دارا بودن کاربری‌های متنوع با توزیع مناسـب در شـهر سـاری در بهترین وضعیت ازنظر تنوع اختلاط کاربری‌های شهری قرار دارند؛ به‌عبارت‌دیگر برآیند اثرات مثبت و منفـی اختلـاط کاربری‌ها در آن‌ها نسبت به دو منطقه دیگر در منطقه مطالعه موردی بیشتر و مثبت‌تر است.

٤. ٣. سایر شاخص‌ها

٤. ٣. ١. سرانه کاربری اراضی رهاشده

اراضی رهاشده بخشی از سطوح شهری مانند اراضی بایر، اراضی قهوه‌ای و بافته‌ای فرسوده‌ای هستند که از آن‌ها بهره‌برداری مفیدی صورت نمی‌گیرد و به تعبیری فاقد کاربری بوده، یا به فعالیت‌های نامناسب و ناسازگار با فعالیت‌های شهری نظیر زندان، صنایع مزاحم و آلاینده و سایر کاربری‌های مشابه اختصاص‌یافته‌اند (برک پور و بهرامی، ۱۳۹۰،ص. ۲). از بین مناطق شهر ساری، منطقه ٤ با سرانه کاربری باغ و اراضی رهاشده‌ی ٦/٦٧ مترمربع کمترین میزان را به خود اختصاص داده است.

٤. ٣. ٢. میزان مالکیت خودرو

این شاخص نیز در راستای هدف پژوهش با استفاده از داده‌های آماری پردازش‌شده تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد از بین مناطق چهارگانه شهر ساری، منطقه ٤ با میزان مالکیت خودرو ۳۱/۱۲ درصد بیشترین میزان مالکیت خودرو را به خود اختصاص داده است.

٤. ٣. ٣. میزان دسترسی به محل کار

نتایج نشان می‌دهد از بین مناطق چهارگانه شهر ساری، منطقه ٤ با میزان دسترسی به محل کار ۲۷/٤۹ درصد بیشترین میزان دسترسی به محل کار را به خود اختصاص داده است.

٤. ٤. رتبه‌بندی مناطق شهر ساری از منظر شاخص‌های رشد هوشمند

در این بخش از پژوهش با استفاده از مدل تصمیم‌گیری WASPAS سعی شده است تا رتبه هر یک از مناطق ساری ازنظر رشد هوشمند شهری سنجیده شود. مراحل دقیق این روش و فرمول‌های آن در قسمت روش تحقیق بیان گردیده است. در این قسمت برای شناسایی رشد هوشمند شهر ساری ۱۱ شاخص مورداستفاده قرارگرفته است. شاخص‌های منتخب به شرح جدول ۲ است:

جدول ۲. شاخص‌های تحلیل رشد هوشمند شهر ساری

شاخص	زیرشاخص	کد شاخص	نوع شاخص	واحد
شاخص‌های تراکمی	تراکم جمعیتی	C1	+	نفر در هکتار
	تراکم کلی مسکونی	C2	+	نسبت سطح مسکونی به‌کل سطح
	تراکم خالص مسکونی	C3	+	نفر در هکتار
	سرانه مسکونی	C4	+	نفر در هکتار
	نسبت تعداد واحد مسکونی به سطح	C5	+	واحد مسکونی در هکتار
شاخص‌های اختلاط کاربری	تعادل	C6	+	درصد
	HHI	C7	+	
	عدم تجانس	C8	-	
سایر شاخص‌ها	سرانه کاربری زمین‌های رهاشده	C9	+	مترمربع

شاخص	زیرشاخص	کد شاخص	نوع شاخص	واحد
	میزان مالکیت خودرو	C10	+	درصد
	میزان دسترسی به محل کار	C11	+	درصد

گام نخست در مدل WASPAS تشکیل ماتریس مکانی است. ماتریس تصمیم‌گیری متشکل از گزینه‌ها (سطرها) و شاخص‌ها (ستون‌ها) است. گزینه‌ها مناطق ساری و شاخص‌ها ۱۱ معیاری هستند که به آن‌ها اشاره شد و کدگذاری گردیدند (c_1 تا c_8)، به‌عنوان‌مثال c_2 به معنی تراکم کلی مسکونی ساری است (جدول ٤).

جدول ۳. ماتریس تصمیم‌گیری شاخص‌های رشد هوشمند شهرداری ساری

منطقه	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
۱	۷۵/۳۹	۲۸/۷۰	۲٦۲/٦٦	۳۸/۰۷	۲۱/٦٥	۰/٥۷۷	۰/۳۸٤	۰/٤۷۷	٤۱/۸٥	۲۲/٥۷	۲۱/٦۷
۲	٦۷/٦۲	۲٤/۱۸	۲۷۹/٦۲	۳٥/۷٦	۱۷/٤۹	۰/٤۸٤	۰/۲۹۱	۰/۳٤٥	٤۷/۰۱	۱۷/۱٤	۲٤/۷
۳	۹۲/۰٤	۳۰/۰۲	۳۰٦/٥۹	۳۲/٦۲	۲۳/۲٤	۰/٥۹٦	۰/۳۹۹	۰/۳٦٤	۳۳/۱۲	۲۹/۱۷	۲٦/۱٤
٤	۱۰۱/۸۷	٤۲/۹٦	۱۲,۳۲۷	۱۷,٤۲	۲۲/۷۳	۰/۸٦۱	۰/٥۱۳	۰/۲۷۳	٦/٦۷	۳۱/۱۲	۲۷/٤۹

در گام دوم پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری شاخص‌ها، جهت استاندارد کردن آن، وزن دهی معیارها (w) صورت گرفته است. بدین منظور روش‌های تلفیقی متعددی مانند AHP، ANP، آنتروپی شانون و...وجود دارد، که متناسب با نیاز از آن‌ها استفاده می‌شود. در این تحقیق از روش آنتروپی استفاده‌شده است. از این شاخص به‌منظور تحلیل اطلاعات و درجه سازمان‌دهی یک سیستم می‌توان استفاده کرد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۹،ص. ۱۰).

جدول ٤. وزن شاخص‌های به‌دست‌آمده در آنتروپی

معیار	وزن	معیار	وزن
تراکم جمعیتی	۰/۰٤۳	HHI	۰/۰۷٦
تراکم کلی مسکونی	۰/۰۷۹	عدم تجانس	۰/۰٦۷
تراکم خالص مسکونی	۰/۰۱٥	سرانه کاربری زمین‌های رهاشده	۰/٥۰۷
سرانه مسکونی	۰/۰۱٥	میزان مالکیت خودرو	۰/۰۸٦
نسبت تعداد واحد مسکونی به سطح	۰/۰۲۰	میزان دسترسی به محل کار	۰/۰۱۳
تعادل	۰/۰۸۰		

در گام سوم پس از محاسبه وزن شاخص‌ها، استاندارد کردن ماتریس وضع موجود با نوع شاخص‌ها (مثبت و منفی) از روش بی مقیاس سازی نورم استفاده‌شده است که فرمول آن عبارت است از:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

جدول ۵. محاسبه ماتریس نرمال شده

منطقه	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
۱	۰/٤٤٢	۰/٤٤٥	۰/٤٨٢	۰/٥١٠	۰/٥٠٦	۰/٤٤٧	۰/٤٩٢	۰/٣٦١	۰/١٥٣	۰/٤٤١	۰/٤٣٢
۲	۰/٣٩٦	۰/٣٧٥	۰/٥١٣	۰/٤٧٩	۰/٤٠٩	۰/٣٧٥	۰/٣٧٢	۰/٤٩٩	۰/١٣٦	۰/٣٣٥	۰/٤٩٢
۳	۰/٥٤٠	۰/٤٦٦	۰/٥٦٢	۰/٤٣٧	۰/٥٤٣	۰/٤٦٢	۰/٤٣٤	۰/٤٧٣	۰/١٩٣	۰/٥٧٠	۰/٥٢١
٤	۰/٥٩٧	۰/٦٦٦	۰/٤٣٥	۰/٥٦٥	۰/٥٣١	۰/٦٦٨	۰/٦٥٧	۰/٦٣٠	۰/٩٦٠	۰/٦٠٨	۰/٥٤٨

پس از محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها و بی مقیاس سازی ماتریس وضع موجود، محاسبه واریانس مقادیر شاخص‌های نرمالیزه اولیه با استفاده از رابطه‌ی زیر صورت گرفته است:

$$Q_I^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} \times w_j$$

جدول ٦. محاسبه ماتریس واریانس

منطقه	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
۱	۰/۰۰۰٤۹	۰/۰۰۰٥۰	۰/۰۰۰٥۸	۰/۰۰۰٦٥	۰/۰۰۰٦٤	۰/۰۰۰٥۰	۰/۰۰۰٦۰	۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰٦	۰/۰۰۰٤۹	۰/۰۰۰٤۷
۲	۰/۰۰۰۳۹	۰/۰۰۰۳٥	۰/۰۰۰٦٦	۰/۰۰۰٥۷	۰/۰۰۰٤۲	۰/۰۰۰۳٥	۰/۰۰۰۳٥	۰/۰۰۰٦۲	۰/۰۰۰۰٥	۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰٦۱
۳	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰٥٤	۰/۰۰۰۷۹	۰/۰۰۰٤۸	۰/۰۰۰۷٤	۰/۰۰۰٥۳	۰/۰۰۰٤۷	۰/۰۰۰٥٦	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۸۱	۰/۰۰۰٦۸
٤	۰/۰۰۰۸۹	۰/۰۰۱۱۱	۰/۰۰۰٤۷	۰/۰۰۰۸۰	۰/۰۰۰۷۱	۰/۰۰۱۱۱	۰/۰۰۱۰۸	۰/۰۰۰۹۹	۰/۰۰۲۳۰	۰/۰۰۰۹۲	۰/۰۰۰۷٥

در مرحله‌ی پنجم واریانس‌های $Q^2(Q_i^{(1)})$ و $Q^2(Q_i^{(2)})$ برای وزن‌دار کردن جدول نرمالیزه ی به‌دست‌آمده و تشکیل ماتریس وزن‌دار نرمال شده بر اساس جدول زیر عمل شده است:

$Q^2(Q_i^{(1)})$ و $Q^2(Q_i^{(2)})$

جدول ۷. محاسبه واریانس‌ها

گزینه	$\sigma^2(Q_i^{(1)})$	$\sigma^2(Q_i^{(2)})$
منطقه ۱	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۰٤۸
منطقه ۲	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۳۸
منطقه ۳	۰/۰۰۰۰۱٥	۰/۰۰۰۰٦۸
منطقه ٤	۰/۰۰۰٥۸۹	۰/۰۰۰٤۳٦

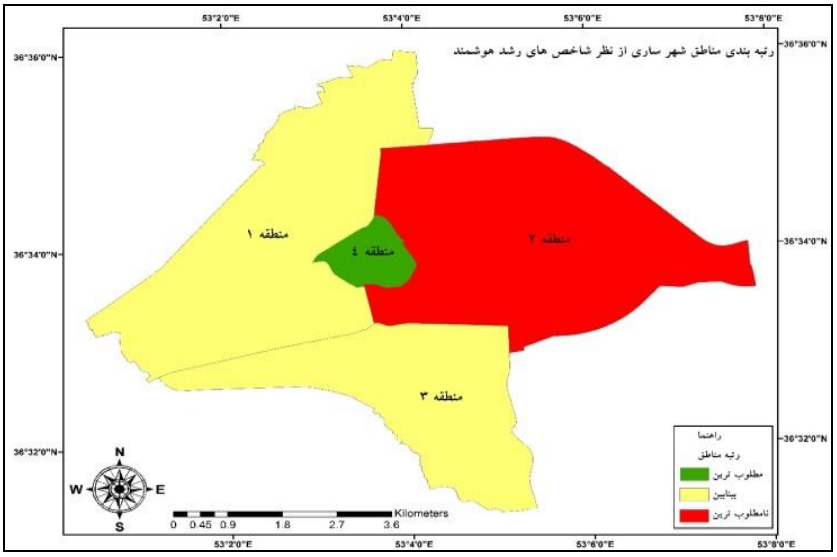
مأخذ: محاسبات نگارندگان

در مرحله ششم مقادیر بهینه λ به‌دست‌آمده و درنهایت به‌منظور انجام رتبه‌بندی از فرمول ذیل استفاده‌شده است. درواقع، مدل WASPAS برای رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای معیارها به کار می‌رود.

جدول ۸. مقادیر (λ) و Q_i برای هر یک از گزینه‌ها

گزینه	λ	Q_i	رتبه
منطقه ۱	۰/۸۳٤	۰/۲۹۱	۳
منطقه ۲	۰/۸۵۲	۰/۲٦۰	٤
منطقه ۳	۰/۸۲۲	۰/۳۳٤	۲
منطقه ٤	۰/٤۲۵	۰/۷۸٤	۱

هرچه مقدار Qi به‌دست‌آمده به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی بهتر رشد هوشمند و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی مطلوبیت کمتر است؛ یعنی بیشترین ارزش، بالاترین اولویت را دارد. بر اساس ارزش حاضر، مناطق ٤، ۳ و ۱ درزمینه رشد هوشمند شهری، رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ٤. رتبه‌بندی مناطق ساری ازنظر شاخص‌های رشد هوشمند شهری

٤. بحث

تحولات افزایش سریع جمعیت در اغلب شهرهای جهان سوم ناشی از بی‌برنامگی در بهره‌برداری مناسب از زمین شهری و بی‌توجهی به اصل طرح کاربری زمین و الگوی آتی استفاده از زمین در شهر است که گسترش پراکنده رویی شهری را به دنبال داشته و می‌تواند عوارض جانبی را بر سلامت عمومی و محیط‌زیست به وجود آورد؛ در این راستا بسیاری از طرفداران بهداشت عمومی، رشد هوشمند را به‌عنوان یک‌راه حل بالقوه برای حل مشکل پراکنده

رویی توصیه می‌کنند (اذانی و پرورش، ۱۳۹۷، ص. ۵۷). امروزه تئوری رشد هوشمند نقش بسیار مهمی در توسعه شهری دارد. این رویکرد تلاش می‌کند کیفیت زندگی انسان‌ها را ارتقا بخشد و درصدد پاسخگویی به مسائل و مشکلات اجتماعی- اقتصادی، زیست‌محیطی و کالبدی شهرها است و می‌تواند راهگشای مدیریت شهری برای استفاده بهینه از امکانات و حل معضلات شهری باشد (مؤمنی اصفهانی و ملک حسینی، ۱٤۰۰، ص. ۱۷٤). نتایج هر پژوهش مجموعه‌ای از دانش‌هایی پیرامون موضوع و یا مسئله‌ای که در واقعیت با آن روبرو هستیم می‌باشد. ماهیت بین‌رشته‌ای مطالعات شهری و علوم مرتبط به آن، لزوم مطرح‌شدن دیدگاه‌های فراگیر و همه‌جانبه نگر را مطرح می‌سازد. فرم شهری جلوه ای است کالبدی از مجموعه شرایط نادیده در درون شهر و در حقیقت بازتاب تصمیم گیری‌ها و در هم کنش‌های مجموعه عوامل و ساختارها در درون شهر می‌باشد. از این لحاظ مطالعه فرم توسعه شهری مستلزم بررسی ابعاد مختلف حاکم در درون شهرهاست و روبرو شدن با آن در جهت تغییر و دگرگون کردن آن مستلزم رویکردهای سیستماتیک در سایر بخش‌هاست.

اصولاً بعد از انقلاب صنعتی و دگرگونی اقتصادی- اجتماعی و مهاجرت‌های مختلف به نواحی شهری نوعی از الگوی توسعه شهری به وجود آمد که هر چند در ابتدای امر جدی گرفته نشد، اما با پیدایش معضلات و مشکلات ناشی از آن، این الگو مورد توجه بیشتر واقع گردید. در این الگو که شهرها به صورتی بی برنامه رشد نموده و محدوده های شهری در مدت کوتاهی به چندین برابر وسعت اولیه خود گسترش می‌یافتند یا توسعه آن‌ها در قطعاتی مجزا، بدون برنامه ریزی، ناموزون و بصورت جسته گریخته بود به الگوی گسترش یا پراکنده رویی شهری معروف گردیده است. در کشور ما نیز تا زمانی که نظام سرمایه داری وارد اقتصاد نگردیده بود شهرها از رشد آرام جمعیتی و فیزیکی برخوردار بودند. اما با ورود نظام سرمایه داری و پیوستن اقتصاد کشور به سرمایه داری پیرامونی، شهرهای کشور نیز تغییرات زیاد جمعیتی و فیزیکی پیدا کردند و علاوه بر افزایش تعداد شهرها، جمعیت و مساحت اغلب شهرهای کشور رشد فوق‌العاده ای پیدا کرد. شهر ساری نیز از چنین وضعیتی برخوردار می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی شاخص‌های رشد هوشمند در مناطق شهری ساری و با به کارگیری یکی از جدیدترین مدل های تصمیم گیری چندمعیاره تدوین شده است و نتایج آن نشان می دهد که منطقه چهار یا همان منطقه مرکزی بهترین رتبه را از نظر رشد هوشمند دارا می باشد. استقرار خدمات موردنیاز و مناسب برای این منطقه، باعث افزایش جذابیت آن برای ساکنین گردیده و همچنین موجبات کاهش سفرهای شهری را نیز فراهم آورده است. در ارتباط با رتبه‌بندی مناطق شهر ساری نکات زیر نیز ضروری می‌باشد:

نکته اول: واقع شدن مناطق در سطوح بالای برخورداری، نشان دهنده وضعیت ایده آل در آن‌ها نبوده و فقط جایگاه منطقه مزبور را در ارتباط با سایر مناطق مشخص می‌نماید.

نکته دوم: در این پژوهش، تعیین سطوح توسعه مناطق از نظر رشد هوشمند بر اساس ۱۱ شاخص صورت گرفته است. بدیهی است در صورت در نظر گرفتن شاخص‌های متفاوت دیگر، این سطح بندی تغییر خواهد کرد.

۵. نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر سعی شد که به رتبه‌بندی مناطق شهر ساری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند با استفاده از تکنیک WASPAS پرداخته شود. نتایج نشان داد بین مناطق ازنظر شاخص‌های رشد هوشمند نابرابری وجود دارد. درواقع شاخص‌های رشد هوشمند در مناطق چهارگانه ساری توزیعی نامتعادل دارد، به صورتی که مناطق ٤ و ۳ ازلحاظ توسعه و برخورداری از شاخص‌های رشد هوشمند ارائه‌شده توسعه‌یافته می‌باشند،و منطقه ۲ در پایین‌ترین سطح برخورداری قرار دارد. وضعیت بهتر شاخص‌های رشد هوشمند در چند منطقه یکپارچگی و به هم‌پیوستگی شهر ساری را مختل ساخته است و مناطق برخوردار به‌خودی‌خود از قابلیت رشد هوشمند برخوردار می‌باشند. درحالی‌که بقیه مناطق چنین وضعیتی را ندارند که این خود موجب شکاف رشد و توسعه در سیستم شهری در ساری شده است.

نتایج نهایی حاصل از این پژوهش به‌مانند پژوهش‌های گذشته از جمله آنجل (۲۰۰۷)، اوینگ (۲۰۰۸)، هدایت و کاجیتا (۲۰۱۹) و تیان و همکاران (۲۰۱٦) نشان داد که رشد فرم فضایی شهر، تحت تأثیر عوامل مدیریتی و سیاسی می‌تواند به پراکنده رویی شهری منجر گردد. در حقیقت ناکارآمدی مدیریت شهری، وجود اراضی حاشیه‌ای، قیمت زمین و سیاست واگذاری زمین و مسکن، می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در رشد پراکنده‌ی شهر ساری عمل کند.

نتایج این پژوهش می‌تواند با توجه به نیازها و اهداف مطالعاتی، مورداستفاده سازمان‌های زیربط: شهرداری ساری، اداره حمل‌ونقل و ترافیک شهر و اداره آب و فاضلاب شهری، در بررسی نواحی شهری موردتوجه قرارگرفته و علاوه بر آن به برنامه ریزان شهری در ارائه برنامه‌های منطبق با این موضوع یاری رساند. همچنین محققان در این پژوهش با مسائل و مشکلات عدیده‌ای روبرو بوده‌اند که می‌توان به مواردی همچون عدم دسترسی به منابع آماری جدید و همچنین عدم هماهنگی و ارتباط بین ادارات مختلف، محدودیت زمانی تحقیق، کم‌کاری سازمان‌ها و نهادهای ذیربط محل موردمطالعه در انجام تحقیق و کمبود منابع ترجمه‌شده در ارتباط با رشد هوشمند شهری اشاره کرد. در انتهای پژوهش، درزمینه کاهش پراکنده رویی این منطقه و جهت‌دهی رشد شهر به سمت رشد هوشمند، پیشنهادات زیر ارائه گردیده است:

- استفاده از ظرفیت‌های موجود در درون مناطق و بافت شهر. ازآنجاکه بافت شهری ساری با فضاهای خالی و بدون استفاده همراه است، می‌توان از ظرفیت‌های توسعه‌ای آن‌ها بهره برد.
- توزیع متعادل کاربری‌های شهری در سطح محله‌های شهر به‌طوری‌که محله‌های شهر از کاربری‌های موردنیاز در مقیاس محله برخوردار باشند. در حال حاضر به علت تراکم و انباشتگی واحدهای تجاری، خدماتی، اداری و درمانی در مناطق و محله‌های برخوردار، ترافیک شدیدی در محله‌های مرکزی شهر وجود دارد که در صورت توزیع متعادل کاربری‌ها نه‌تنها ترافیک محدوده مرکزی کاهش می‌یابد بلکه موجب رونق و بهبود وضعیت کالبدی محله‌های محروم نیز می‌شود.

کتاب‌نامه

۱. احمدی،م.، حاتمی نژاد،ح.، پوراحمد،ا.، زیاری،ک.ا.، و زنگنه شهرکی، س. (۱۳۹۸). بررسی و تحلیل متغیرهای حق به سلامت شهری (مطالعهٔ موردی: شهر بجنورد). *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۷*(۲)، ۳۰۹-۲۸۵.

۲. اذانی، م.، و پرورش، ر. (۱۳۹۷).مقایسه الگوی کاربری زمین، پراکنده رویی و رشد هوشمند در توسعه پایدار (مطالعه موردی: منطقه یازده شهر اصفهان). *فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۷* (۲۵)، ۵۷-۷۲.

۳. افضلی، م.، ابدالی، ی.، و حیدری، ا. (۱۳۹۹). تحلیل کالبدی- فضایی شهر خرم‌آباد با استفاده از شاخص‌های رشد هوشمند شهری. *فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۱*(۴۳)، ۳۵-۵۰.

٤. برک پور،ن.، و بهرامی، ص. (۱۳۹۰). قابلیت سنجی توسعه مجدد در بافت های ناکارآمد شهری (مطالعه موردی محله انبار نفت منطقه ۱۱ تهران). *فصلنامه شهر ایرانی-اسلامی، ٤*، ١٤-١.

۵. بروکی میلان، م. (۱۳۹٦). *امکان‌سنجی افزایش تراکم جمعیتی در محلات شهری با رویکرد رشد هوشمند شهری مطالعه موردی محله قره آغاج شهر تبریز*. تهران: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تهران.

٦. پوراحمد،ا.، حسام،م.، آشور،ح.، و محمدپور،ص. (۱۳۸۹). تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل های آنتروپی شانون و هلدرن. *نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۱*(۳)، ۱۸-۱.

۷. خمر، غ.، و حیدری، ا. (۱۳۹۵). ارزیابی الگوی رشد هوشمند شهری در شهرهای جدید ایران با تأکید بر شهر جدید صدرا با استفاده از مدل SLEUTH. *فضای جغرافیایی، ۱٦* (۵۳)، ۲۵۳-۲۷۰.

۸. دولتی، ه. (۱۳۸٦). *بررسی معیارهای رشد هوشمند و انطباق آن با رشد شهر بابلسر*. تهران: پایان‌نامه کارشناسی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.

۹. رسولی،م.، استعلاجی،ع.، و ولی شریعت پناهی،م.(۱۳۹۷). سطح بندی سکونتگاه های روستایی شهرستان ساوه از نظر میزان محرومیت و درجه توسعه یافتگی با استفاده از شاخص ناموزون موریس. *نگرش نو در جرافیای انسانی،۱۰*(۲)، ۲۰۳-۲۱٦.

۱۰. رضایی بزنجانی؛ ر.، اذانی، م.، صابری،ح.، و مؤمنی، م. (۱۳۹۸). برنامه‌ریزی راهبردی مناطق شهری کرمان بر اساس رشد هوشمند شهری. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۰* (۱)، ۱۵۷-۱۷۹.

۱۱. رهنما، م.، و حیاتی،س. (۱۳۹۲). تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مشهد. مطالعات ساختار و کارکرد شهری، *۱*(٤)، ۷۱-۹.

۱۲. سیف‌الدینی، ف. (۱۳۸٦).*مبانی برنامه‌ریزی شهری*. تهران: انتشارات آییژ.

۱۳. سیف‌الدینی، ف.، و شورچه، م. (۱۳۹۳). *برنامه‌ریزی و طراحی هوشمندانه کاربری زمین و حمل‌ونقل شهری*. تهران: انتشارات پرهام.

١٤. طالبی کیاسری، ز. (۱۳۹٦). *تأثیر عوامل کاربری زمین‌بر میزان دسترسی (مطالعه موردی شهر ساری)*. ساری: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران.

۱۵. عبدالی، ا.، کلانتری خلیل‌آباد، ح.، و پیوسته گر، ی. (۱۳۹۸). تحلیل فضایی – کالبدی نـواحی شـهری بـر اسـاس شاخص‌های رشد هوشمند شهری نمونه موردی: شهر یاسوج. *فصلنامه دانش شهرسازی*، ۳(۲)، ۸۳–۹۷.

۱۶. عزیزی، م. م. (۱۳۸۸). *تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تراکم بهینه)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۱۷. علی‌اکبری، ا. (۱۳۹۶)، توسعه درونی: ظرفیت‌ها و ضرورت‌های مدیریت رشد و بازآرایی فضایی کلان‌شهر تهران. *فصلنامه جغرافیا*، *۱۵*(۵۳)، ۷۲–۵۵.

۱۸. فردوسی، س.، و شکری فیروز جاه،پ. (۱۳۹٤). تحلیل فضایی- کالبدی نواحی شـهری بـر اسـاس شـاخص‌های رشد هوشمند. *فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ٦ (۲۲).۱۵–۳۲.

۱۹. قرخلو،م.، و زنگنه‌شهرکی، س. (۱۳۸۸). شناخت‌الگوی‌رشدکالبدی- فضایی شـهر بـا اسـتفاده از مـدل‌های کمـی (مطالعه موردی: شهر تهران). *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۰ (۲).۱۹–٤۰.

۲۰. کرکه آبادی ز.، و مسلمی، ع. (۱۳۹۹). تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری با مـدل‌های تصـمیم‌گیری چنـد معیاره (موردمطالعه: شهر گرگان). *مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی*، *۱*(۲).۳۵–۵۰.

۲۱. مرکز آمار ایران. (۱۳۳۵–۱۳۹۵). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن* . تهران: مرکز آمار ایران.

۲۲. مشـــکینی، ا.، پورمحمدپور،م.، رحیمی،م.، اکبرپور،م. (۱۳۸۹). ارزشـــیابی و تحلیل کاربری های شـــهری با تأکید بر کاربری فضـــای ســـبز شـــهری شـــهر گلستان. مجلهٔ جغرافیاوتوسعهٔناحیه ای، ۱۵ ، ۱۱۵–۹۲.

۲۳. مودت، ا.؛ ملکی، س.، و مؤمنی، ک. (۱۳۹٦). ارزیابی و سنجش ساختار فضایی و خزش شهری (مطالعهٔ مـوردی: شهر یزد). *جغرافیای اجتماعی شهری*، ٤ (۲)، ۱۵۱–۱۷۵.

۲٤. مومنی اصفهانی، س.،و ملک حسینی، ع. (۱٤۰۰). تحلیل و ارزیابی میزان تاثیرگذاری شاخص های رشد هوشمند بر توسعه شهری اراک. *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش های نو در جغرافیای انسانی*، *۱۳*(۳)، ۱۹۸–۱۷٤.

۲۵. مهندسین مشاور معماری و شهرسازی مازند (۱۳۸۹). *طرح بازنگری طرح‌جامع سـار*. سـاری: مهندسـین مشـاور معماری و شهرسازی مازند.

۲٦. نسـترن، م. (۱۳۸۹). کـاربرد تکنیـک تاپسـیس در تحلیـل و اولـوی تبنـدی توسـعه ی پایـدار منـاطق شـــهری (مطالعـه مـوردی: منـاطق شهری اصفهان)، *مجله جغرافیـا و برنامـه ریـزی محیطی*، ۲۱ (۳۸)، ۱۰۰–۸۳.

27. Angel, S., Parent, J., & Civco, D. (2007). Urban sprawl metrics: An analysis of global urban expansion using GIS. Florida: ASPRS 2007 Annual Conference Tampa.
28. Batty M. (2000). *Less is more, more is different: complexity, morphology, cities, and emergence (Editorial).* Environment and Planning B: Planning and Design, 27(2), 167-168.
29. Bhatta, B. (2010). *Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data, Computer Science & Engineering Computer Aided Design Centre*. Heidelberg, Dordrecht, London, & New York: Springer
30. Bridgman, P.W. (1992). *Dimensional Analysis. New Haven*. CT, U.S.A: Yale University Press.
31. Chen, H., Jia, B., & Lau S.S.Y, (2008). Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy. *Habitat International*, 32, 28-40.
32. Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Compactness versus sprawl: A review of recent evidence from the United States. Studies Urban, Review Literature A, 30(4), 1-30.

33. Hess, G., Morin, V., Daley, S., Snow, C., Potter, K., Dennison, B., Wrege, B., Savage, R., Mc Guinn, R., Lubkin, S., & Shelton, W. (2001). Just what is sprawl, anyway? *Carolina Planning*. *26(2):11-26.*
34. Jain, M. (2013). A*nalyzing effectivity of urban growth management in the National Capital Region Delhi, India*. Shekar Verlag: Aachen.
35. Newling, B.E. (1969). The spatial variation of urban population densities. *Geographical Review*, 59, 242-252.
36. Saparauskas, J., Zavadskas, E.K., & Turskis, Z. (۲۰۱۱). Selection of facade's alternatives of commercial and public buildings based on multiple criteria. *International Journal of Strategic Property Management*, 152, 189-203.
37. Simanaviciene, R., & Ustinovicius, L.A. (2012). New approach to assessing the biases of decisions based on multiple attribute decision making methods. Electronics and Electrical Engineering, 1(117), 29-32.
38. Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making: A Comparative Study*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
39. Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Electronicsand Electrical Engineering*, *622*, 3-6.