



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/jgrd.2021.48974.0>

مقاله پژوهشی

مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال بیستم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، شماره پیاپی ۳۹

## بررسی وضعیت فشردگی شهر شانندیز با تأکید بر نظریه شهر اکولوژیک

فروزان طاهری (دکتری برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)

[foruzantaheri1993@gmail.com](mailto:foruzantaheri1993@gmail.com)

محمد رحیم رهنما (استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)

[rahnama@um.ac.ir](mailto:rahnama@um.ac.ir)

امید علی خوارزمی (استادیار مدیریت نوآوری (توسعه ملی) دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)

[kharazmi@um.ac.ir](mailto:kharazmi@um.ac.ir)

براتعلی خاکپور (دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)

[khakpoor@um.ac.ir](mailto:khakpoor@um.ac.ir)

صص ۲۷ - ۵۰

### چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی وضعیت فشردگی شهر شانندیز با تأکید بر نظریه شهر اکولوژیک است. روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی مبتنی بر بازدید میدانی بود که با استفاده از نقشه منبع و انتقال آن به نرم‌افزار Arc GIS به تحلیل متغیرهای هر شاخص در بعد شهر فشرده و به تعیین مساحت و در صد و خروجی نقشه پرداخته شد. همچنین برای سنجش میزان رشد اسپرال شهری از از مدل آنتروپی شانون استفاده شد. در این پژوهش، شاخص‌های تراکم، ترکیب کاربری و تشدید کاربری و متغیرهای هر شاخص در بعد شهر فشرده در شهر و نواحی سه‌گانه شهر شانندیز مد نظر قرار گرفت. مشخص شد که در متغیرهای شاخص تراکم، میانگین تراکم ناخالص ۲۸،۸۶، میانگین تراکم خالص ۶۳،۲۵، میانگین وزن جمعیتی ۵۸،۰۳، شکل

مسکن (میانگین تعداد طبقات) ۱,۲۷ بود. در شاخص ترکیب کاربری، متغیرهای توازن کاربری‌ها (میانگین نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی) ۳,۱۳ بود. در ترکیب افقی در بین کاربری‌ها، کاربری‌های زمین‌های بایر با ۳۲,۷۸ درصد، باغات و کشاورزی با ۲۲,۹۹ درصد و باغ مسکونی با ۱۴,۳۱ درصد بیشترین درصد را به خود اختصاص داده‌اند. براساس ضریب آنتروپی، ترکیب افقی در شهر شان‌دیز در سال ۸۵ (۰,۸۹) متر مربع و در سال ۹۰ (۰,۸۶) هکتار به دست آمد. در متغیر ترکیب عمودی درصد کل ساختمان‌های دو طبقه ۸۶,۴۰ درصد، سه طبقه ۶,۷۹ درصد و چهار طبقه ۶,۷۹ درصد بود و پراکندگی تسهیلات و متغیرهای شاخص تشدید کاربری شامل افزایش در جمعیت، افزایش در توسعه، افزایش در تراکم، در شهر شان‌دیز تحلیل شد. نتایج رشد و گسترش افقی شهر شان‌دیز را نشان می‌دهد که ناشی از نبود سیاست‌گذاری‌های مناسب در زمینه پیاده‌سازی شاخص‌های شهر فشرده از دیدگاه شهر پایدار و شهر اکولوژیک در شهر گردشگری شان‌دیز است. پیشنهاد میشود که برای ایجاد شهر فشرده افزایش در تراکم با استفاده از اراضی و ساختمان‌های خالی، همجواری یا اختلاط کاربری‌ها و گسترش استفاده از حمل و نقل عمومی در شهر گردشگری شان‌دیز مدنظر قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** توسعه پایدار، شهر فشرده، نظریه شهر اکولوژیک، شهرگردشگری شان‌دیز.

#### ۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، شهرها از جایگاه ویژه‌ای در دستور کار پایداری جهانی برخوردار شده‌اند (نیومن<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵) و پایداری به اولویت اول در قوانین حاکم بر برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است؛ درحالی‌که شهرها تنها دو درصد از سطح جهان را پوشانده‌اند (هوی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). ساکنان آن‌ها ۶۰ تا ۸۰ درصد از انرژی جهان را مصرف می‌کنند (گرابلر<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲) و

1. Neuman
2. Hui
3. Grubler

مسئول بیش از ۷۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند (پروتکل جی‌اچ‌جی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵)؛ با این حال، شهرها جایی هستند که مفهوم پایداری در آن‌ها در درازمدت یا با موفقیت همراه خواهد بود یا به شکست منجر خواهد شد (هارپر و گراادل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). با توجه به رشد فزاینده نگرانی‌های زیست‌محیطی و بروز بحران‌های اکولوژیک و در نتیجه ناپایداری محیطی، این جست‌وجو برای یافتن فرم شهر ایده‌آل (آرمان‌شهر) جای خود را به سؤال «فرم شهر پایدار» کدام است؟ داده است (مثنوی ۱۳۸۱). در این ارتباط دیدگاه‌های متعددی ارائه شده و شکل‌های مختلفی برای شهر پایدار پیشنهاد شده است که شهر فشرده یکی از آن‌هاست (جنکس، برتون و ویلیامز<sup>۳</sup>، ۱۹۹۶). شهر فشرده یعنی تشویق توسعه‌های شهری به مکان‌هایی که دست‌اندازی تکنیکی و فنی از سوی بشر روی طبیعت قبلاً صورت گرفته است (ناسس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۴). چنین شهری باید شکلی مناسب برای پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، حمل‌ونقل مؤثر عمومی و نیز آن شکل از تراکم شهری باشد که موجب تعامل اجتماعی می‌شود (الکین، مک-لارن و هیلمن<sup>۵</sup>، ۱۹۹۱). در واقع می‌توان گفت که شهر فشرده با توجه به مزایایی چون کاهش گسترش فیزیکی شهرها، مصرف کمتر منابع و زمین‌های پیراشهری، استفاده کارآمدتر از زمین‌های داخل محدوده و احیای مناطق درونی شهر، افزایش برابری اجتماعی، مصرف کارآمدتر انرژی و کاهش صدور آلاینده‌های شهری، کاهش وابستگی به وسایل حمل‌ونقل شخصی، کاهش هزینه ایجاد زیرساخت‌ها و تسهیلات عمومی، تشویق کاربری ترکیبی زمین و تنوع فعالیت‌ها، کمک به تقویت روابط و تعاملات اجتماعی، بهبود در ارائه خدمات شهری، حمل‌ونقل همگانی بهتر با کارایی بیشتر، بهبود سلامتی عمومی و کمک به کاهش جداسازی اجتماعی و حفظ تنوع و اختلاط اجتماعی و فرهنگی، مدنظر بسیاری از متخصصان و نظریه‌پردازان بوده و به‌عنوان بهترین گزینه برای عملیاتی کردن نظریه توسعه پایدار شهر پیشنهاد شده است. با توجه به مطالب ذکرشده و ساخت‌وسازهای خارج از ضابطه‌ای که در

1. GHG Protocol
2. Harper & Graedel
3. Jenks, Burton & Williams
4. Naess
5. Elkin, McLaren & Hillman

ده‌های اخیر در شهر بیلاقی و گردشگری شانندیز روی داده است، مسئله پژوهش شده این است که شهر شانندیز از دیدگاه شهر فشرده در چه وضعیتی قرار دارد و هدف پژوهش حاضر، بررسی وضعیت فشردگی شهر شانندیز با تأکید بر نظریه شهر اکولوژیک است. با توجه به اینکه شاخص‌های شهر فشرده شامل تراکم، ترکیب کاربری و تشدید کاربری است، در منطقه مورد مطالعه شهر گردشگری شانندیز، شاخص‌ها و متغیرهای هر شاخص در بعد شهر فشرده در وضع موجود بررسی شده است. به لحاظ تاریخی، شهر فشرده، واکنش به روند پراکنده‌رویی در کشورهای توسعه‌یافته است و هدف اصلی آن، ارتقای کیفیت زندگی افراد است. این ایده به دنبال خلق شهرهایی با فشردگی و تراکم بالا، اما به دور از مشکلات موجود در شهر مدرنیستی است (سیف‌الدینی، زیاری، پوراحمد و نیک‌پور، ۱۳۹۱، ص. ۱۶۰). اصل کلی حاکم بر آن، توسعه با تراکم‌های بالا در درون یا مجاورت هسته مرکزی شهر با ترکیبی از کاربری‌های مسکونی، فروشگاه‌ها و مکان‌های کار و فعالیت است (هولدرن و نورلند، ۲۰۰۵). محبوبیت نظریه توسعه پایدار به ترویج ایده شهر فشرده کمک زیادی کرده است. حامیان شهر فشرده معتقدند که شهر فشرده به واسطه مزیت‌های متعددی که از ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و سلامتی دارد، از پتانسیل بسیار برخوردار است. تئوری شهر فشرده سعی دارد با تحول در عناصر فرم کالبدی شهر، زمینه پایداری بیشتر آن را فراهم کند و ارتقای کیفیت محیط زندگی را در نواحی شهری موجب شود. در این الگو، تراکم شکلی معقول دارد. فضای شهری از عملکردهای مختلف تلفیق یافته است و زندگی شهری بیش از آنکه بر استفاده از اتومبیل استوار باشد، مبتنی بر سیستم‌های پیاده و حمل‌ونقل عمومی است (ادوارد<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۹). این الگو سطوح مناسبی از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را در اطراف مراکز شهری و محلی نگه می‌دارد و این اطمینان را به وجود می‌آورد که تمام بخش‌های شهر در فاصله مناسبی از تسهیلات اصلی حمل‌ونقل و خدمات شهری قرار دارند. شهر فشرده ساختاری انعطاف‌پذیر دارد که اجزای آن به کل مربوط هستند (راجرز<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹). ویژگی‌های

1. Holdern & Norland
2. Edward
3. Rogers

شهر فشرده، تراکم شغلی و مسکونی بالا، ترکیب کاربری‌ها، دانه‌بندی مناسب کاربری‌ها (همجواری کاربری‌های مختلف و اندازه نسبتاً کوچک قطعات زمین)، افزایش ارتباطات اقتصادی و اجتماعی، توسعه پیوسته، محدودیت‌های قانونی در رشد محدوده شهری، کنترل یکپارچه برنامه‌ریزی توسعه زمین، کنترل دقیق و هماهنگ، توان مناسب و کافی دولت برای سرمایه‌گذاری مالی در تسهیلات و تأسیسات زیربنایی شهری است (نیومن، ۲۰۰۵). برتون فرایند حصول فشردگی را «تراکم کردن»، «ترکیب کردن» و «تشدید کاربری» تعریف کرده است (برتون، ۱۳۸۳). طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی درخصوص شهر فشرده و پتانسیل‌های آن در ایجاد پایداری در محیط‌های شهری انجام گرفته است که برای درک بهتر موضوع، در ادامه به چند مطالعه در جهان و ایران اشاره می‌شود؛ فرانک، اشمید، سالیس، چپمن و سایلنز<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) در پژوهشی بر ارتباط میان ویژگی‌های فرم شهر چون اختلاط کاربری، تراکم مسکونی و تراکم تقاطع با افزایش قابلیت پیاده‌روی و میزان فعالیت بدنی تأکید کردند. جنکس و جونز<sup>۲</sup> (۲۰۱۰) در کتاب *ابعاد شهر پایدار* به بررسی ارتباط میان فرم شهری و متغیرهایی چون رفت و آمد، محیط‌زیست، مقبولیت اجتماعی، مصرف انرژی و بقای اقتصادی پرداخته‌اند. مک‌کارتی و کازا<sup>۳</sup> (۲۰۱۵) در پژوهش خود بر وجود ارتباط میان الگوی توسعه فضایی شهر و سطح آلودگی و کیفیت هوا اشاره کردند و اینکه شکل پراکنده بر کیفیت نامناسب هوا تأثیرگذار است. وانگ، لیو، ژو، هو و او<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی بر نقش شکل شهر در کنار ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی شهروندان بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن تأکید کردند. پژوهش مثنوی (۱۳۸۲) درباره شهر گلاسکو گویای تأثیر تراکم ساختمانی بالا و اختلاط کاربری بر دسترسی بهتر شهروندان به تسهیلات است. در این پژوهش مناطقی که بافت فشرده و فقط یک نوع کاربری (مسکونی) داشته‌اند، از لحاظ امکان تماس اجتماعی و ایمنی بهتر بودند. براساس یافته‌های تحقیق، شهر فشرده می‌تواند میزان استفاده از اتومبیل را تا

---

1. Frank, Schmid, Sallis, Chapman & Saelens

2. Jenks & Jones

3. McCarty & Kaza

4. Wang, Liu, Zhou, Hu, & Ou

۷۰ درصد و سفرهای شهری را که به شغل و رفتن به محل کار مربوط نیستند، تا ۷۵ درصد کاهش دهد. رهنما و عباس‌زاده (۱۳۸۵) مقاله‌ای با عنوان «مطالعه تطبیقی درجه‌ی پراکنش/ فشرده‌گی در کلان‌شهرهای سیدنی و مشهد» انجام دادند. نتایج نشان داد که فرم کلان‌شهر سیدنی «تک‌مرکزی و فرم کلان‌شهر مشهد «الگوی تصادفی» است. براساس نتایج، در راستای دستیابی به توسعه پایدار شهری باید الگوی توسعه تغییر کند. پوراحمد و همکاران (۱۳۸۹) مقاله‌ای با عنوان «تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی-فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل آنتروپی شانون و هلدرن» انجام دادند. در این پژوهش با بهره‌گیری از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و جینی، درجه تجمع (موران و گری) به تحلیل چگونگی گسترش این شهر پرداخته شد. با توجه به نتایج پژوهش، الگوی رشد شهر فشرده به‌عنوان الگوی توسعه آتی شهر پیشنهاد می‌شود. عباسی و حاجی‌پور (۱۳۹۳). در پژوهش خود درباره شهر شیراز به این نتیجه رسیدند که فرم شهر و ویژگی‌های آن همچون تراکم و اختلاط کاربری بر رفتار سفر و الگوی سفرهای شهروندان مؤثر است. محدوده مورد مطالعه تمامی محدوده در حال حاضر شهر شانندیز است. شاخص‌های کاربری شامل آموزشی، باغات، تجاری، درمانی، مسکونی، مذهبی و ورزشی بررسی شد. در نهایت با استفاده از نقشه‌های منبع در دو دوره ذکر شده و انتقال آن به نرم‌افزار Arc GIS، به تحلیل کاربری‌ها و مساحت و درصد کاربری‌های دو دوره بررسی شده و میزان تحقق‌پذیری کاربری‌های پیشنهادی طرح افق ده‌ساله طرح هادی (۱۳۷۸) در زمان موجود (۱۳۸۹) بررسی شد.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش، بعد شهر فشرده که یکی از ابعاد ده‌گانه شهر اکولوژیک است، در شهر گردشگری شانندیز بررسی شده است. شاخص‌های شهر فشرده شامل تراکم، ترکیب کاربری و تشدید کاربری است. متغیرهای شاخص تراکم شامل تراکم ناخالص، تراکم خالص، وزن جمعیتی و شکل مسکن، متغیرهای شاخص ترکیب کاربری شامل، تعادل (توازن) کاربری‌ها، ترکیب افقی/پراکندگی، تسهیلات ترکیب عمودی و پراکندگی تسهیلات و تمهیدات کلی و

همچنین متغیرهای شاخص تشدید کاربری شامل افزایش در توسعه و افزایش در تراکم است. در این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی مبتنی بر اطلاعات ارائه شده در اسناد و مدارک کتابخانه‌ای سازمان‌های مختلف و بازدید میدانی، با استفاده از نقشه‌های منبع و انتقال آن‌ها به نرم‌افزار Arc GIS براساس متغیرهای هر شاخص در بعد شهر فشرده و تحلیل آن‌ها، به تعیین مساحت و در صد و خروجی نقشه پرداخته شد. برای سنجش میزان رشد اسپرال شهری (رشد افقی شهر شاندیز)، مدل مُدل آنتروپی شانون استفاده شد. در مدل ذکر شده مساحت کاربری‌ها در دو بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ بررسی شده است.

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i) \quad \text{مدل آنتروپی شانون:}$$

$H$ : میزان آنتروپی که ارزش آن صفر تا  $\ln(n)$  است. صفر بیانگر فشرده بودن شهر و بیشتر بودن مقدار آنتروپی از  $\ln(n)$  بیانگر رشد اسپرال و ناموزن شهر است؛  
 $P_i$ : مساحت منطقه مسکونی به کل مساحت ساخته شده؛  
 $N$ : تعداد مناطق.



شکل ۱. تصویر موقعیت جغرافیایی شهر شاندیز

مأخذ: گوگل ارث، ۱۳۹۷

## ۲. ۱. منطقه مورد مطالعه

شهر شاندیز با مساحت تقریبی ۱۳۴۹ هکتار در بخش طرقله و شهرستان مشهد در ۳۶،۲۳ درجه عرض جغرافیایی و ۵۹،۱۸ درجه طول شرقی و در ۳۵ کیلومتری غرب کلان‌شهر مشهد واقع شده است. شهر شاندیز با جمعیت ۱۳۰۱۵ نفری دارای سه ناحیه ابرده، شرقی و مرکزی و دارای ۱۲ حوزه است (مهندسین مشاور فرهنگ، ۱۳۹۵). شهر شاندیز به لحاظ کالبدی شکل خطی دارد که بخش ساخته شده در پیرامون شهر متمرکز شده است و به لحاظ نقش و جایگاه ویژه گردشگری طبیعی در سطح مجموعه شهری مشهد از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است. در واقع، شهر شاندیز به دلیل شرایط و ویژگی‌های خاص طبیعی و استعداد مناسب زمین‌های آن برای توسعه شهری اهمیت دوچندان می‌یابد. این شهر دارای ساختار طبیعی و ویژگی‌های اقلیمی بارز، استقرار آن در فاصله مناسب از شهر مشهد، وجود باغ، باغ دره‌ها، فضاهای باز و سبز، جویبارها و چشمه‌ها، اقلیم مناسب کوهستانی با قابلیت تفرج زمستانی و تابستان، مراکز خرید-گردشی، رستوران‌ها و سایر خدمات پذیرایی، قابلیت تاریخی، فرهنگی و مذهبی است. شناخته شدن این شهر در سطوح ملی و حتی بین‌المللی، سرمایه‌ای بالقوه برای این شهر گردشگری محسوب می‌شود.

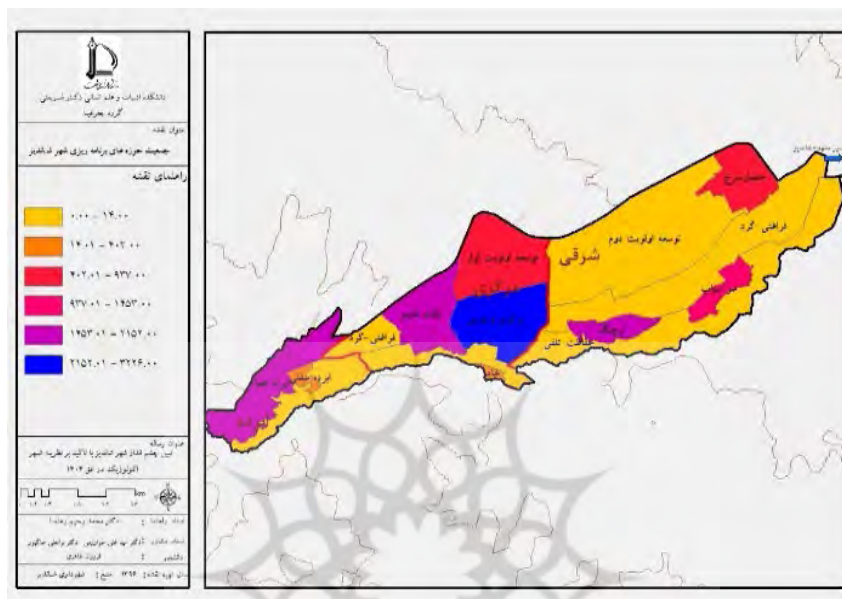
## ۳. یافته‌های تحقیق

### ۳. ۱. نواحی و حوزه‌های شهر شاندیز

در حال حاضر شهر شاندیز با وسعت ۱۳۴۹ هکتار و جمعیت ۱۳۰۱۵ نفر، دارای سه ناحیه (شرقی، مرکزی، ابرده) و ۱۲ حوزه است که ناحیه ابرده شامل حوزه‌های ابرده علیا و ابرده سفلی است. ناحیه شرقی شامل حوزه‌های توسعه شهری با اولویت دوم و حوزه‌های روستایی شامل حصار سرخ، ارچنگ و سرآسیاب است. ناحیه مرکزی شامل حوزه‌های توسعه شهری با اولویت اول، مرکزی و توسعه میانی، بافت قدیم و توسعه، حفاظت تلفیقی، فراغتی و گردشگری و خادر است. در این پژوهش ابعاد و شاخص‌های شهر فشرده در شهر و سپس در نواحی سه‌گانه شهر شاندیز مطالعه شد تا وضعیت هر یک از ابعاد و شاخص‌ها و متغیرهای



شهر فشرده براساس دیدگاه شهر اکولوژیک در شهرگردشگری شاندیز مشخص شود. شکل ۲ جمعیت حوزه‌های شهر شاندیز را نشان می‌دهد.



شکل ۲. جمعیت حوزه‌های شهر شاندیز

مآخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۹۵؛ ترسیم محقق، ۱۳۹۶

### ۲.۳. بعد شهر فشرده (وضعیت فشردگی در شهر شاندیز)

در بعد شهر فشرده برای اینکه وضعیت فشردگی شهر در شاندیز مشخص شود، شاخص‌های تراکم، ترکیب کاربری، تشدید کاربری در این پژوهش مدنظر قرار گرفته است. متغیرهای شاخص تراکم شامل تراکم ناخالص، تراکم خالص، وزن جمعیتی، شکل مسکن است. متغیرهای شاخص ترکیب کاربری شامل تعادل (توازن) کاربری‌ها، ترکیب افقی/پراکندگی، تسهیلات ترکیب عمودی، پراکندگی تسهیلات و تمهیدات کلی است. متغیرهای شاخص تشدید کاربری شامل افزایش در جمعیت، افزایش در توسعه و افزایش در



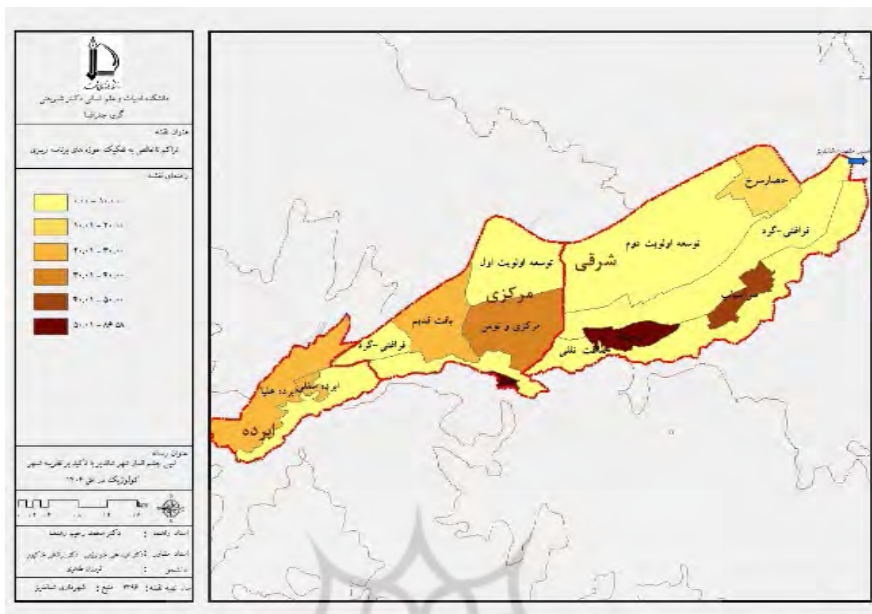
### ۳.۳. متغیرهای شاخص تراکم

#### ۳.۳.۱. میانگین تراکم خالص مسکونی

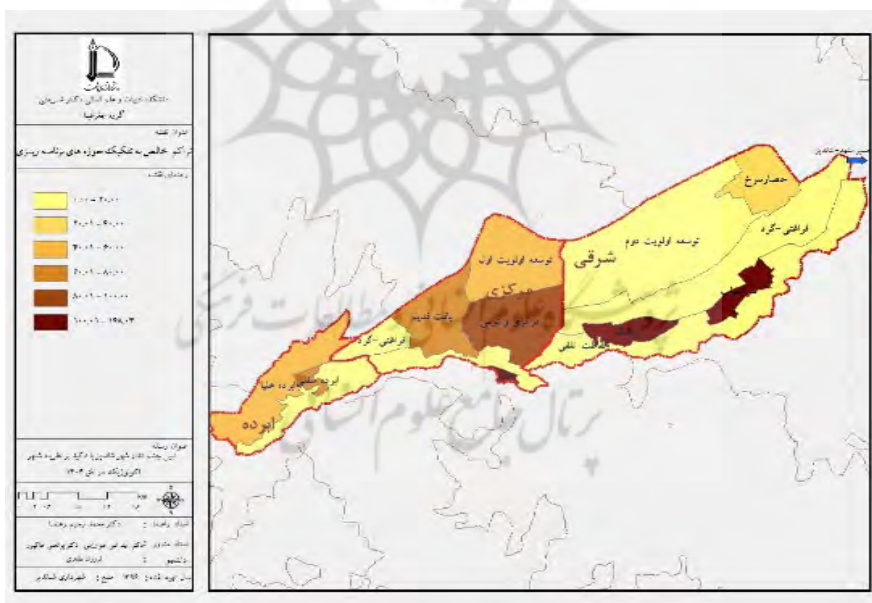
تراکم خالص مسکونی در شهر شانندیز ۶۳,۲۵ نفر در هکتار است؛ در حالی که در نواحی شهر شانندیز، ناحیه ابرده وسعت ۱۱۲ هکتار و جمعیت ۲,۴۱۴ نفر، ناحیه شرقی وسعت ۴۲۲ هکتار و جمعیت ۴۲۲۳ نفر و ناحیه مرکزی وسعت ۸۱۶ هکتار و جمعیت ۶۳۷۸ نفر دارد و میانگین تراکم خالص در ناحیه ابرده، ۵۷,۹۸ در ناحیه شرقی، ۵۸,۴۷ و در ناحیه مرکزی، ۶۹,۱۸ نفر در هکتار است. مشخص شد که در مقایسه با میانگین خالص تراکم خالص در شهر شانندیز، ناحیه ابرده دارای کمترین میانگین است و ناحیه مرکزی بیشتر از حد میانگین تراکم خالص در شهر شانندیز دارد.

#### ۳.۳.۲. تراکم ناخالص مسکونی

میانگین تراکم ناخالص مسکونی در شهر شانندیز ۲۸,۸۶ نفر در هکتار است. میانگین در ناحیه ابرده ۲۴,۴۲، در ناحیه شرقی ۲۹,۹۶ و در ناحیه مرکزی ۲۹,۸۷ نفر در هکتار است. با توجه به میانگین تراکم ناخالص در شهر شانندیز، ناحیه ابرده دارای کمترین و ناحیه شرقی دارای بیشترین میانگین تراکم ناخالص است. مشخص شد با توجه به اینکه ناحیه شرقی دارای وسعت و جمعیت کمتری در مقایسه با ناحیه مرکزی است، اما تراکم ناخالص مسکونی بیشتری نسبت به ناحیه مرکزی دارد. شکل‌های ۳ و ۴ تراکم خالص و ناخالص مسکونی را در شهر شانندیز نشان می‌دهند.



شکل ۳. تراکم ناخالص مسکونی شهر شاندیز

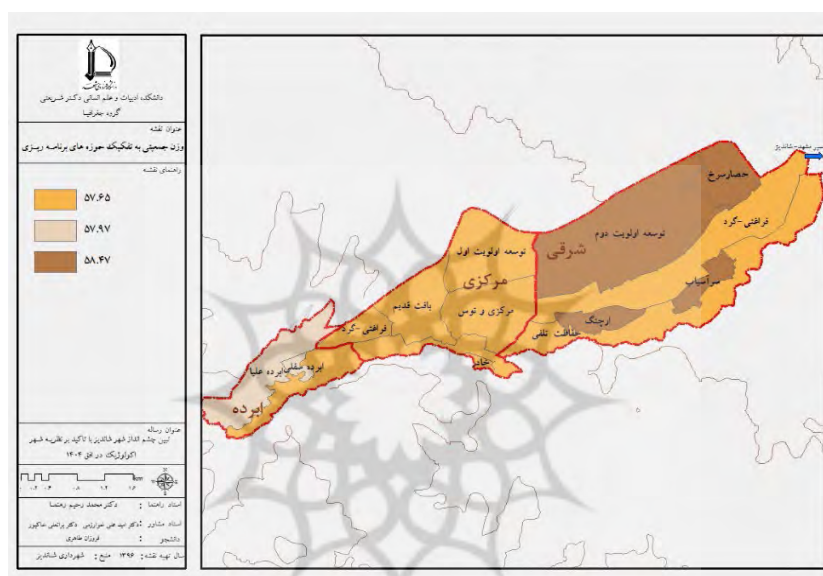


شکل ۴. تراکم خالص مسکونی در شهر شاندیز

مأخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۹۵؛ ترسیم محقق، ۱۳۹۶

### ۳.۳.۳. وزن جمعیتی (متوسط تراکم منطقه)

میانگین وزن جمعیتی در شهر شانندیز ۵۸,۰۳ هکتار است؛ در حالی که در ناحیه ابرده میانگین وزن جمعیتی ۵۷,۹۸، در ناحیه شرقی ۵۸,۴۷ و در ناحیه مرکزی ۵۷,۶۶ هکتار است. با توجه به میانگین وزن جمعیتی در شهر شانندیز، در بین نواحی شهر شانندیز، ناحیه شرقی دارای میانگین وزن جمعیت بیشتر و ناحیه مرکزی دارای میانگین وزن جمعیتی کمتر هستند.



شکل ۵. وزن جمعیتی نواحی شهر شانندیز

مآخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۹۵؛ ترسیم محقق، ۱۳۹۶

### ۳.۳.۴. شکل مسکن (درصد مسکن با تراکم بالا و پایین، سکونتگاه‌های بزرگ و کوچک) میانگین

#### طبقات در شهر شانندیز

میانگین تعداد طبقات در شهر شانندیز برابر با ۱,۲۷ طبقه است. میانگین طبقات در ناحیه ابرده ۱,۲۹، در ناحیه شرقی ۰/۷۱ و در ناحیه مرکزی ۱,۳۸ طبقه است که نسبت به میانگین طبقات در شهر شانندیز، ناحیه شرقی دارای کمترین و ناحیه مرکزی دارای بیشترین میانگین طبقات هستند.

### ۴.۳. شاخص ترکیب کاربری تعادل (توازن) کاربری‌ها

تعادل (توازن کاربری‌ها) تعداد تسهیلات اصلی نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی و میانگین نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی در شهر شاندیز ۳/۱۳ مترمربع است. میانگین زمین مسکونی به غیرمسکونی در ناحیه ابرده ۴,۹۴، در ناحیه شرقی ۸,۲۴ و در ناحیه مرکزی ۴,۳ است که نسبت به میانگین شهر شاندیز، ناحیه شرقی بیشترین میانگین و ناحیه مرکزی کمترین میانگین وسعت کاربری‌های مسکونی را دارند. با توجه به خروجی داده‌ها در سه ناحیه شهر شاندیز مشخص شد که وسعت کاربری‌های مسکونی بیشتر از وسعت کاربری‌های غیرمسکونی است و این نشان‌دهنده توسعه ساخت‌وساز در این ناحیه است. نحوه پراکنش کاربری سکونت در شهر شاندیز به‌گونه‌ای است که گرایش‌ها عمدتاً در بافت مرکزی شهر با سمت و سویی به شمال، در شرق به‌صورت خطی مجاور در محور اصلی و محدوده روستاهای حصارسرخ، سرآسیاب و ارچنگ و در غرب در روستای ابرده علیا توزیع شده است. ویژگی اصلی کاربری مسکونی در شهر شاندیز، اختلاط آن با باغات و مزارع و فضای سبز و باز است که بیشتر در محدوده‌های قدیمی مسکونی وجود دارد و در محدوده‌های تازه گسترش یافته اثری از این اختلاط دیده نمی‌شود (شکل ۶).



شکل ۶. وسعت کاربری‌های مسکونی و غیرمسکونی در شهر شانندیز.

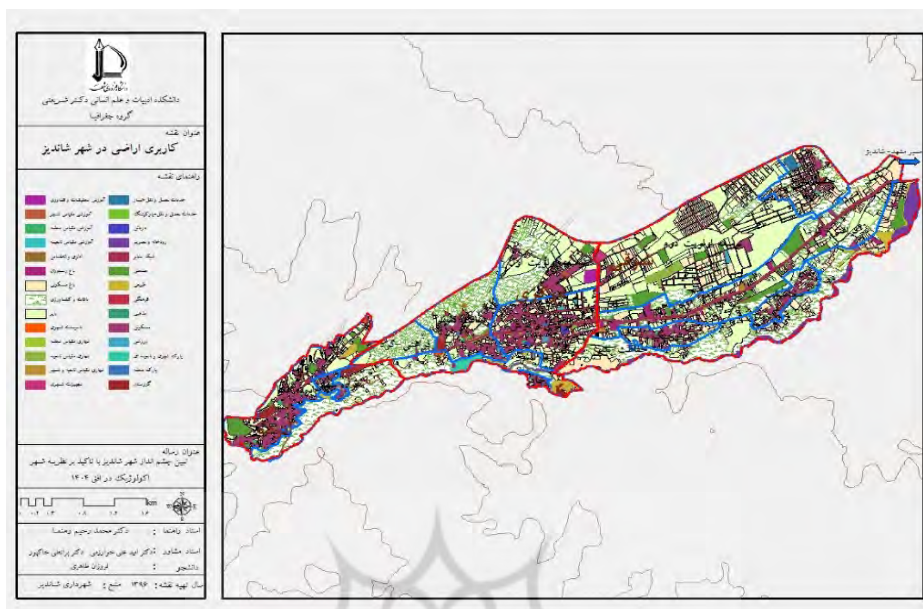
مأخذ: مهندسین مشاور فرهنگ (۱۳۹۵) و ترسیم از محقق

### ۳. ۵. ترکیب افقی

ترکیب افقی در شهر شانندیز (کاربری زمین)، وسعت و درصد کاربری‌ها در نواحی و حوزه‌های

شهر شانندیز

با توجه به جدول ۱ مشخص شد که در شهر شانندیز در بین کاربری‌های ذکر شده، کاربری‌های زمین‌های بایر ۳۲٫۷۸ درصد، باغات و کشاورزی ۲۲٫۹۹ درصد و باغ مسکونی ۱۴٫۳۱ درصد را در بین سایر کاربری‌ها به خود اختصاص داده‌اند. در نواحی شهر شانندیز، بیشترین وسعت کاربری در ناحیه شرقی به کاربری باغ مسکونی مربوط است که ناحیه مرکزی وسعت ۲۶٫۰۳ درصد، کاربری باغات و کشاورزی وسعت ۴۲٫۲۴ درصد و ناحیه ابرده، کاربری مسکونی با وسعت ۳۹٫۱۰ درصد از کل کاربری‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۷. کاربری اراضی در شهر شاندیز

مأخذ: مهندسین مشاور فرهنگ، ۱۳۹۵؛ ترسیم محقق، ۱۳۹۶

### ۶.۳. مدل آنتروپی شانون

ابتدا در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰، وسعت حوزه‌های دوازده‌گانه شهر شاندیز به دست آمد و سپس مساحت ساخته‌شده کل در هر حوزه به دست آورده شد. در نهایت، با استفاده از فرمول ضریب آنتروپی، ترکیب افقی در شهر شاندیز در سال ۱۳۸۵ برابر با ۰٫۸۹ مترمربع و در سال ۱۳۹۰ برابر با ۰٫۸۶ هکتار به دست آمد.

### جدول ۲. محاسبه ارزش آنتروپی حوزه‌های دوازده‌گانه شهر شاندیز در سال ۱۳۸۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

حوزه	مساحت (He)	P <sub>i</sub>	Ln (P <sub>i</sub> )	P <sub>i</sub> *Ln (P <sub>i</sub> )	ضریب آنتروپی شانون
مرکزی و توس	۵۹۹۰۴۲٫۶۴	۰٫۱۵۶	۰٫۸۰۸	۰٫۱۲۶	۰٫۱۱۷
توسعه اولویت اول	۵۶۷۶۱٫۰۰	۰٫۰۱۵	۱٫۸۳۱	۰٫۰۲۷	۰٫۰۲۵
ارچنگ	۲۱۸۱۵۴٫۳۳	۰٫۰۵۷	۱٫۲۴۷	۰٫۰۷۱	۰٫۰۶۵



حوزه	مساحت (He)	$P_i$	$\ln(P_i)$	$P_i * \ln(P_i)$	ضریب آنتروپی شانون
حصارسرخ	۳۷۶۷۶۴,۸۸	۰,۰۹۸	۱,۰۰۹	۰,۰۹۹	۰,۰۹۲
ابره سفلی	۵۵۷۸۲,۹۲	۰,۰۱۴	۱,۸۳۹	۰,۰۲۷	۰,۰۲۵
بافت قدیم و	۳۶۲۱۵۲,۸۹	۰,۰۹۴	۱,۰۲۶	۰,۰۹۷	۰,۰۸۹
سرآسیاب	۱۶۷۶۲۴,۹۰	۰,۰۴۴	۱,۳۶۱	۰,۰۵۹	۰,۰۵۵
حفاظت تلفی	۴۸۹۶۰۸,۱۶	۰,۱۲۷	۰,۸۹۵	۰,۱۱۴	۰,۱۰۶
ابره علیا	۳۹۳۲۰۳,۲۷	۰,۱۰۲	۰,۹۹۱	۰,۱۰۱	۰,۰۹۴
فراغتی-گرد	۷۵۸۴۳۱,۴۲	۰,۱۹۷	۰,۷۰۵	۰,۱۳۹	۰,۱۲۹
خادر	۳۶۴۸۲,۷۲	۰,۰۰۹	۲,۰۲۳	۰,۰۱۹	۰,۰۱۸
توسعه اولویت دوم	۳۳۴۹۷۲,۰۰	۰,۰۸۷	۱,۰۶۰	۰,۰۹۲	۰,۰۸۶
	۳۸۴۸۹۸۱,۱۶	۱		۱,۰۷۹۱۸۱۲	۰,۸۹

جدول ۳. محاسبه ارزش آنتروپی حوزه‌های دوازده‌گانه شهر شاندیز در سال ۱۳۹۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

حوزه	مساحت حوزه	مساحت ساخته شده	$P_i$	$\ln(P_i)$	$P_i * \ln(P_i)$	ضریب آنتروپی شانون
مرکزی و توس	۱۰۳۶۶۸۶,۱۵	۶۵۹۷۲۸,۶۴	۰,۱۱۸	۰,۹۲۹	۰,۱۰۹	۰,۱۰۱
توسعه اولویت اول	۱۱۳۶۳۱۶,۱۸	۶۰۸۶۶,۰۰	۰,۰۱۱	۱,۹۶۴	۰,۰۲۱	۰,۰۲۰
ارچنگ	۳۲۶۶۰۷,۵۴	۲۲۰۷۵۵,۶۹	۰,۰۳۹	۱,۴۰۴	۰,۰۵۵	۰,۰۵۱
حصارسرخ	۶۴۰۴۸۱,۷۱	۴۱۳۴۸۸,۳۶	۰,۰۷۴	۱,۱۳۲	۰,۰۸۴	۰,۰۷۷
ابره سفلی	۹۳۷۰۱,۴۷	۶۵۴۰۲,۰۲	۰,۰۱۲	۱,۹۳۳	۰,۰۲۳	۰,۰۲۱
بافت قدیم و	۸۱۶۲۳۷,۳۴	۳۸۵۲۳۷,۲۰	۰,۰۶۹	۱,۱۶۳	۰,۰۸۰	۰,۰۷۴
سرآسیاب	۲۹۵۴۹۴,۷۷	۱۸۴۴۳۸,۳۹	۰,۰۳۳	۱,۴۸۲	۰,۰۴۹	۰,۰۴۵
حفاظت تلفی	۲۸۴۱۰۷۷,۱۵	۷۸۰۱۳۰,۴۹	۰,۱۳۹	۰,۸۵۶	۰,۱۱۹	۰,۱۱۰
ابره علیا	۱۰۲۹۹۳۵,۷۶	۵۸۱۰۵۸,۱۳	۰,۱۰۴	۰,۹۸۴	۰,۱۰۲	۰,۰۹۵
فراغتی-گرد	۲۲۷۴۶۵۰,۶۰	۹۷۳۳۳۶,۶۳	۰,۱۷۴	۰,۷۶۰	۰,۱۳۲	۰,۱۲۲
خادر	۴۶۴۳۳,۶۳	۳۶۸۴۳,۵۸	۰,۰۰۷	۲,۱۸۲	۰,۰۱۴	۰,۰۱۳
توسعه اولویت دوم	۲۹۵۳۳۰۳,۳۵	۱۲۴۰۴۰۸,۳۸	۰,۲۲۱	۰,۶۵۵	۰,۱۴۵	۰,۱۳۴
		۵۶۰۱۶۹۳,۵۵	۱		۱,۰۷۹۱۸۱۲۴۶	۰,۸۶

ضریب آنتروپی بین صفر تا یک است و هر چه این عدد به صفر نزدیک تر باشد، شهر فشرده است و هر چه مقدار ضریب به عدد یک نزدیک تر باشد، شهر گسترده است. با توجه به اینکه در این پژوهش عدد نزدیک به ۰,۸۹ به دست آمد، نتیجه می‌گیریم که شهر شاندیز پراکنده است. این ضریب که بین سال‌های ۱۳۸۵ (۰,۸۹) هکتار و سال ۱۳۹۵ (۰,۸) هکتار مقایسه شد، مشخص شد که مقدار ضریب آنتروپی کاهش پیدا کرده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ضریب آنتروپی در سال ۱۳۹۵ نشان‌دهنده پراکندگی شهر است، اما با مقایسه با سال ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که شهر شاندیز از سمت گسترده بودن به سمت فشرده شدن در حال حرکت است.

۷.۳. ترکیب عمودی (ترکیب توسعه مسکونی/تجاری و مسکونی/خرده‌فروشی، کاربری‌های مختلط در شهر شاندیز)

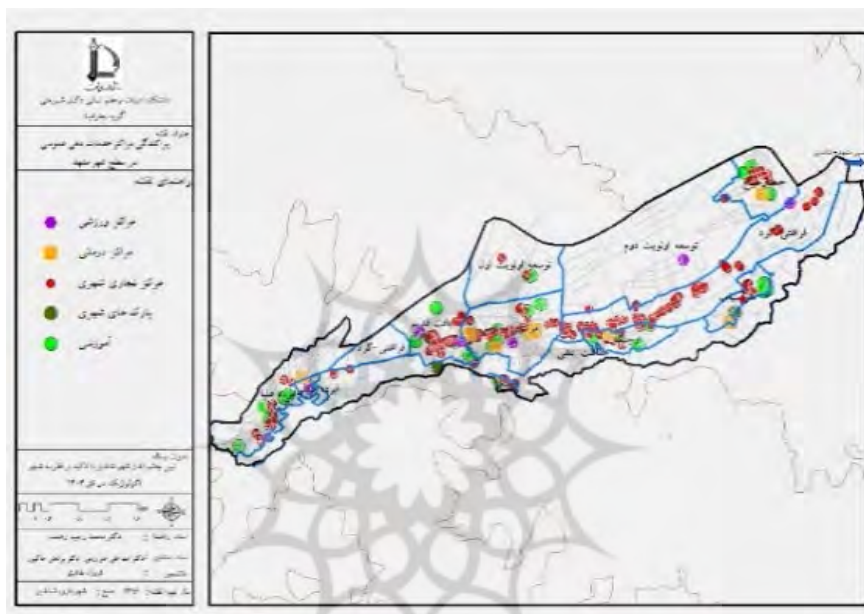
#### ۷.۳.۱. تعداد طبقات قطعات در شهر شاندیز

در شهر شاندیز جمع کل طبقات ۹۸۹۰۷۸,۴۷ متر مربع است که شامل ساختمان‌های دو طبقه، سه طبقه و چهار طبقه در شهر شاندیز است. درصد کل ساختمان‌های دو طبقه ۸۶,۴۰ درصد، سه طبقه ۶,۷۹ درصد و چهار طبقه ۶,۷۹ درصد است.

#### ۷.۳.۱.۱. پراکندگی تسهیلات (نوع در تعداد تسهیلات کلیدی هر بخش)

در این بخش وسعت کاربری‌های اصلی آموزشی، تجاری، درمانی، پارک و فضای سبز و ورزشی مدنظر قرار گرفت و مشخص شد که وضعیت هر کدام از کاربری‌ها در حوزه‌های شهر شاندیز به چه میزان است. در شهر شاندیز وسعت کاربری آموزشی ۴۷۹۸۷,۷۸۲ مترمربع، وسعت کاربری تجاری ۱۳۹۴۵۷,۹۹ مترمربع، وسعت کاربری درمانی ۱۹۸۶۷,۴۳۳ مترمربع، وسعت کاربری پارک و فضای سبز ۴۸۸۶۰,۱۶۷ مترمربع و وسعت کاربری ورزشی ۲۰۷۳۵,۱۳۲ مترمربع در شهر شاندیز است؛ در حالی که وسعت کاربری‌های آموزشی، تجاری، درمانی، پارک و فضای سبز و ورزشی در نواحی ابرده شامل کاربری آموزشی ۲۰,۲۴ درصد، کاربری تجاری ۴,۱۵ درصد، ۲۰,۳۵ درصد فاقد کاربری فضای سبز و کاربری ورزشی

۰,۸۱ درصد است، در ناحیه شرقی ۳۰,۱ درصد، ۵۰,۲۳ درصد، ۱۱,۲۵ درصد و ۰,۸۱ درصد و ۵۰,۵۷ درصد و در ناحیه مرکزی ۴۹,۶۶ درصد، ۴۵,۶۲ درصد، ۶۸,۴۰ درصد، ۹۹,۸۱ درصد و ۴۸,۵۱ درصد را به خود اختصاص داده است. شکل ۸ پراکندگی تسهیلات (ورزشی، درمانی، مراکز تجاری شهری، پارک های شهری، آموزشی) را در شهر شاندیز نشان می دهد.



شکل ۸. پراکندگی مراکز خدمات دهی عمومی در سطح شهر شاندیز

مآخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۹۵؛ ترسیم محقق، ۱۳۹۶

متغیرهای شاخص تشدید کاربری شامل افزایش در توسعه، افزایش در تراکم است.

۳.۸ افزایش در توسعه (ساخت مسکن جدید، احیای زمین متروکه)

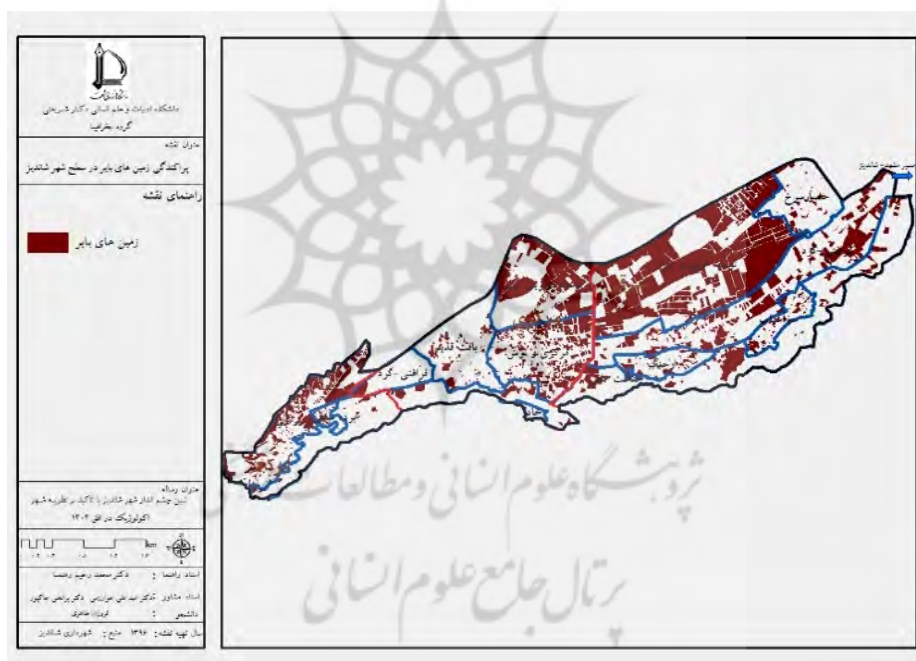
۳.۸.۱ ساخت مسکن جدید

در این بخش، تعداد پروانه های ساختمانی طی سال های ۱۳۹۳-۱۳۹۵ و پایان کار بهره برداری طی سال های ۱۳۹۳-۱۳۹۵ مدنظر قرار گرفت. مشخص شد که در این بازه زمانی

بیشترین پروانه ساختمانی صادر شده به سال ۱۳۹۳ با ۲۹۷ پروانه و بیشترین پایانکار صادر شده به سال ۱۳۹۵ با ۱۹۷ مربوط بوده است. در سال ۱۳۹۴، مجموع پروانه‌های ساختمانی صادر شده در شهر شاندیز ۱۴۶ عدد بوده است. در همین سال، ۹۹ پایانکار بهره‌برداری صادر شده است. در سال ۱۳۹۵، پروانه‌های ساختمانی صادر شده در شهر شاندیز ۱۹۷ عدد بوده و در همین سال، ۱۲۸ پایانکار صادر شده است.

### ۲.۸.۳. زمین‌های بایر

در شهر شاندیز، وسعت زمین‌های بایر ۴۴۱۲۸۶۴ مترمربع است که نسبت به وسعت، ۳۲/۷۸ درصد از وسعت شاندیز است.



شکل ۹. پراکنندگی زمین‌های بایر در شهر شاندیز

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۶

### ۳.۸.۳. افزایش در تراکم (تغییر در تراکم‌های مصوب یا تراکم‌های جمعیتی)

تراکم جمعیت در سال ۱۳۶۵ برابر با ۶۶/۶۲ نفر در هکتار و در سال ۱۳۸۵ برابر با ۴۸/۲۴ نفر در هکتار است.

### ۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بین فرم و پایداری رابطه معنادار وجود دارد و شناخت فرم و تبیین الگوی رشد آن گامی مهم در تحقق پایداری شهر به شمار می‌رود؛ بر همین اساس، سیاست‌ها و راهبردهای برنامه‌ریزی و طراحی باید به گونه‌ای باشد که به شکل‌گیری فرم مطلوب بینجامد. الگوی پراکنش، الگوی رایج و بدون برنامه در کشورهای جهان سوم است. در راستای کاهش آثار منفی الگوی پراکنش، صاحب‌نظران و سیاست‌مداران اجماع بیشتری بر ایجاد فرم فشرده در شهرها دارند. عمده‌ترین ویژگی‌های شهر فشرده عبارت است از: گسترش هر چه بیشتر کاربری‌های اختلاطی، ایجاد فضاهای دوستدار محیط‌زیست، تمرکز فعالیت‌ها و عملکردهای شهری، کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی، احیای مفهوم اجتماع و محله، گسترش فضاهای عمومی (مشکینی و همکاران، ۱۳۸۹، ص. ۸۳)، کاهش فواصل سفر و وابستگی کمتر به خودرو، گسترش حمل‌ونقل عمومی (براند فری، ۱۳۸۳، ص. ۴۱) و توجیه اقتصادی در تأمین زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری، حفظ اراضی کشاورزی و باغات (عزیزی، ۱۳۸۳، ص. ۵۳-۴۹). در این پژوهش، شاخص‌ها (تراکم، ترکیب کاربری و تشدید کاربری) و متغیرهای هر شاخص در بعد شهر فشرده در شهر و نواحی سه‌گانه شهر شاندیز در وضع موجود بررسی شد. مشخص شد که در متغیرهای شاخص تراکم، میانگین تراکم ناخالص ۲۸,۸۶، میانگین تراکم خالص ۶۳,۳۵، میانگین وزن جمعیتی ۵۸,۰۳، شکل مسکن (میانگین تعداد طبقات) ۱,۲۷ بود. در شاخص ترکیب کاربری، متغیرهای توازن کاربری‌ها (میانگین نسبت زمین مسکونی به غیرمسکونی) ۳,۱۳ بود. در ترکیب افقی در بین کاربری‌ها، کاربری‌های زمین‌های بایر با ۳۲,۷۸ درصد، باغات و کشاورزی با ۲۲,۹۹ درصد و باغ مسکونی با ۱۴,۳۱ درصد بیشترین درصد را به خود اختصاص داده‌اند. براساس ضریب آنتروپی، ترکیب افقی در

شهر شاندیز در سال ۱۳۸۵ (۰,۸۹) مترمربع و در سال ۱۳۹۰ (۰,۸۶) هکتار به دست آمد. در متغیر ترکیب عمودی، درصد کل ساختمان‌های دوطبقه ۸۶,۴۰ درصد، سه طبقه ۶,۷۹ درصد و چهار طبقه ۶,۷۹ درصد بود. همچنین پراکندگی تسهیلات و متغیرهای شاخص تشدید کاربری شامل افزایش در جمعیت، افزایش در توسعه و افزایش در تراکم وضع موجود شهر شاندیز تحلیل شد. نتایج رشد و گسترش افقی شهر شاندیز را نشان داد که ناشی از نبود سیاست‌گذاری‌های مناسب در پیاده‌سازی شاخص‌های شهر فشرده از دیدگاه شهر پایدار و شهر اکولوژیک در شهر گردشگری شاندیز است. با توجه به مطالب ذکر شده در بعد شهر فشرده مشخص شد که بیشترین سهم کاربری به اراضی بایر، کاربری مسکونی و ساخت‌وساز بی‌رویه در مقایسه با گذشته مربوط است و به تبع آن، توسعه شهری و توسعه واحدهای خدماتی به صورت خطی در حاشیه رودخانه، الحاق روستاهایی همچون خادر ارچنگ سرآسیاب و حصار سرخ مجموعه عواملی هستند که سبب شده است رشد شهر به صورت افقی (اسپرال) باشد. اگر این روند گسترش ادامه یابد، سبب می‌شود که بیش از ظرفیت تحمل محیط در شهر شاندیز بارگذاری صورت گیرد و سبب تخریب محیط زیست می‌شود. در واقع، فشرده‌گی به معنی افزایش استفاده از زمین است که برنامه‌ریزی و اجرایی شدن آن به نحو مطلوب در شهر گردشگری شاندیز سبب صرفه‌جویی در مصرف زمین و انرژی، تنوع و سرزندگی شهری، استفاده از حمل‌ونقل عمومی، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و فاصله کم بین محل کار و مسکن می‌شود.

پیشنهاد‌های پژوهش عبارت‌اند از:

- سیاست برنامه‌ریزی کاربری زمین؛
- افزایش در تراکم با استفاده از اراضی و ساختمان‌های خالی؛
- همجواری یا اختلاط کاربری‌ها؛
- ارتقای کیفیت زیرساخت حمل‌ونقل و گسترش استفاده از حمل‌ونقل عمومی در شهر گردشگری شاندیز.

## کتابنامه

۱. برتون، ا. (۱۳۸۳). توان بالقوه شهر متراکم برای افزایش برابری اجتماعی در دستیابی شکل پایدار شهری: روش‌ها و استراتژی‌ها (و. مرادی مسیحی، مترجم) (چاپ اول). تهران: شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری.
  ۲. پوراحمد، ا.، حسام، م.، آشور، ح.، و محمدپور، ص. (۱۳۸۹). تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل‌های آنتوپی شانون و هلدرون. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱(۳)، ۱-۱۸.
  ۳. رهنما، م. ر.، و عباس‌زاده، غ. ر. (۱۳۸۵). مطالعه تطبیقی شکل شهر مشهد و سیدنی. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۳(۶)، ۱۰۱-۱۲۸.
  ۴. سیف‌اللهی، ف.، زیاری، ک. ا.، پوراحمد، ا.، و نیک‌پور، ع. (۱۳۹۱). تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۱۶(۱)، ۱۰۶-۱۵۵.
  ۵. عزیزی، م. م. (۱۳۸۳). تراکم در شهرسازی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
  ۶. مثنوی، م. ر. (۱۳۸۱). توسعه پایدار و پارادیمهای جدید توسعه شهری؛ شهر فشردگی و شهر گسترده. فصلنامه محیط‌شناسی، ۲۹(۳۱)، ۸۹-۱۰۴.
  ۷. مثنوی، م. ر. (۱۳۸۳). هزاره جدید و پارادایم جدید شهری، در شکل پایدار شهری (و. مرادی مسیحی، مترجم). تهران: شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
  ۸. مهندسین مشاور فرهاد. (۱۳۹۰). طرح جامع شهر شاندیز. وزارت مسکن و شهرسازی خراسان رضوی.
9. Elkin, T., McLaren, D., & Hillman, M. (1991). *Reviving the city: Towards sustainable urban development*. London: Friends of the Earth.
  10. Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J., & Saelens, B. E. (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: findings from SMARTRAQ. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 117-125.
  11. GHG Protocol. (2015). *GHG Protocol for cities*. Retrieved from <http://www.ghgprotocol.org/city-accounting>
  12. Grubler, A. (2012). Urban energy systems. In G. W. Team (Ed.), *Global energy assessment (GEA) toward a sustainable future* (pp. 1307-1400). Cambridge: Cambridge University Press.

13. Harper, E. M., & Graedel, T. E. (2004). Industrial ecology: A teenager's progress. *Technology in Society*, 26, 433-445.
14. Holdren, E., & Norland, I. T. (2005). Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the greater Oslo region. *Urban Studies*, 42(12), 2145-2166.
15. Hui, S. C. (2001). Low Energy building design in high density urban cities. *Renewable Energy*, 24(3), 624-640.
16. Jenks, M., & Colin, J. (2010). *Dimensions of the sustainable city*. Netherlands: Springer Dordrecht.
17. Jenks, M., Burton, E., & Williams, K. (Eds). (1996). *The compact city: A sustainable urban form?* London: E & FN Spon, an imprint of Chapman and Hall.
18. Leman, E, & Cox, J. E. (1991). Sustainable urban development: Strategic considerations for urbanizing nations. *Ekistics*, 58(348/349), 216-224.
19. McCarty, J., & Kaza, N. (2015). Urban form and air quality in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 139, 168-179.
20. Naess, P. (2014). Urban form, sustainability and health: The case of greater Oslo. *European Planning Studies*, 22(7), 1524-1543
21. Neuman, M. (2005). The compact city fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 25, 11-26.
22. Wang, S., Liu, X., Zhou, C., Hu, J., & Ou, J. (2017). Examining the impacts of socioeconomic factors, urban form, and transportation networks on CO<sub>2</sub> emissions in China's megacities. *Applied Energy*, 185, 189-200.