

## تحلیل تطبیقی و سنجش ساخت و شکل شهری (مطالعه موردی: شهر بابل)

اسداله دیوسالار\*، سید قاسم کیانژاد تجنکی\*\*، محمد عبدی بورا\*\*\*، مهدی خداداد\*\*\*\*

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۴/۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۶/۱۸

### چکیده

شکل شهری بیانگر نحوه توزیع فضایی فعالیت‌ها در مناطق شهری می‌باشد. با توجه به تأثیرپذیری شکل شهری از مسائل مدیریتی و خصوصیات محیطی، اقتصادی و اجتماعی جوامع، سنجش ساخت و شکل شهر بابل می‌تواند یکی از عوامل تأثیرگذار در موفقیت برنامه‌ریزان شهری در مازندران و شهر بابل محسوب شود. رویکرد پژوهش به لحاظ هدف پژوهش توسعه‌ای می‌باشد. داده‌های پایه اغلب از طرح‌های توسعه شهری بابل استخراج شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از شاخص‌های مختلف، شکل شهری در شش منطقه شهر بابل انجام شد. تحلیل‌ها نشان داد که در مناطق با الگوی کاربری منظم‌تر (مناطق شمال و غرب) فشردگی و تراکم ناخالص شهری بیشتر است و اختلاف بارزی از حیث شاخص‌های سنجش شکل شهری بخصوص فشردگی و پیچیدگی بین مناطق شهری بابل مشاهده نشد. تحلیل‌های همبستگی نیز رابطه قوی را میان بیشتر شاخص‌های فضایی نشان می‌دهد. در مجموع عواملی نظیر نقش غالب شهری (تجاری و دانشگاهی و بخصوص بازار)، ترکیب کاربریها، مالکیت، عدم اجرای دقیق ضوابط و آئین نامه‌های شهرسازی، ناکارآمدی طرح‌های توسعه شهری در حوزه کالبدی سبب ایجاد نوعی آشفتگی در بخش اعظم بافت شهری بابل شده‌اند و با توجه به روند پرشتابی که توسط ساخت و سازهای بی‌رویه‌ی عمودی و تقاضای روزافزون تراکم مازاد در پیش گرفته شد، نشانه‌هایی از انحراف در ماهیت اصلی فرم جدید آنها دیده می‌شود.

### واژگان کلیدی

بلوک شهری، شکل شهری، فشردگی، نسبت فضای باز، شهر بابل.

\* دانشیار دانشگاه پیام نور، تهران. ایران.

qasem13551456@gmail.com

\*\* دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مدرس دانشگاه پیام نور. (نویسنده مسئول)

qasem13551356@gmail.com

\*\*\* کارشناس ارشد مهندسی مدیریت ساخت. دانشگاه ارشد علوم طبری بابل.

khodadadmehdi91@yahoo.com

\*\*\*\* کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه گلستان، گرگان.

## مقدمه

ساخت و شکل هر شهر بازتاب الگوی کاربری‌های مختلف و رشد شهر می‌باشد. در این بین فشرده یا پراکنده بودن شکل شهر بسته به شرایط مختلف اجتماعی، اقتصادی و کالبدی می‌تواند نشان دهنده ی پایداری یا ناپایداری شهر باشد. در قرن گذشته، ساختار فضایی شهرها به‌طور قابل توجه‌ای تغییر کرده است (Jackson, 1985:124). در ابتدای قرن حاضر شهرها نسبتاً فشرده و متراکم از جمعیت بودند (Lowry, 2014:60). با توجه به نحوه توزیع فعالیت‌ها، فرم شهر شاید مهم‌ترین وسیله‌ای باشد که یک شهر به واسطه آن خودش را عرضه می‌کند (Steadman, et al, 2000:90). جدای از جنبه‌های غیرفیزیکی، شناخت فرم شهر اطلاعات مفیدی را برای سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری فراهم می‌کند (Boontore, 2011:347). شاید در جستجو برای دستیابی به یک شکل نهایی پایدار شهری لازم باشد به تعدادی اشکال پایدار شهری که برای الگوهای متفاوت سکونتگاه‌ها و شرایط گوناگون طراحی شده‌اند توجه شود (دهقان‌منشادی، ۱۳۸۵، ۴۲). غالباً انگیزه سنجش فرم شهری ارزیابی خطمشی‌ها و راهبردها با هدف مدیریت رشد پراکنده شهری<sup>۱</sup> می‌باشد (Herold, 2005:369). طرفداران شهرسازی جدید از فشرده‌گی، محلات پیاده محور، کاربری اراضی ترکیبی و دسترسی آسان به مراکز فعالیت و حمل و نقل عمومی طرفداری می‌کنند (Lowry, 2014:60) و محققان نیز بر مسائل مربوط به شکل شهری تأکید کردند (Howard, 1898; Burgess, 1925; Hoyt, 1939; Harris and Ullman, 1945; Conzen, 2001). در برخی از پژوهش‌های گذشته، شکل شهری مناسب برای افزایش عدالت اجتماعی و رشد اقتصادی و کاهش تخریب محیط زیست مورد توجه قرار گرفت (De Roo, 2000). مباحث اخیر رشد پراکنده شهر در امریکا و شهر فشرده<sup>۲</sup> در اروپا بر اهمیت شکل شهری افزوده است (Johnson, 2001; Brueckner 2000:162). شهر بابل از اتصال محلات روستایی به هم پیوسته‌ای بوجود آمده است. به همین خاطر هنوز در بخش‌های زیادی از شهر الگوی هندسی و منظم مصوب شهرسازی رعایت نشده است و پیچیدگی بافت در شبکه بندی معابر و ترکیب واحدهای مسکونی آن به چشم می‌خورد. الگوی رشد این شهر عمدتاً به‌صورت ارگانیک بوده است. با نگاهی به وضعیت شبکه ارتباطی و نحوه قرارگیری کاربری‌ها بی‌نظمی هندسی را در این شهر مشاهده می‌کنیم (شکل ۲). لذا آگاهی از وضعیت فرم فضایی و شکل این شهر می‌تواند یکی از عوامل موفقیت برنامه‌ها و طرح‌های آینده این شهر حداقل در ابعاد کالبدی باشد و به بهبود کیفیت محیط شهر کمک کند.

## روش‌شناسی تحقیق

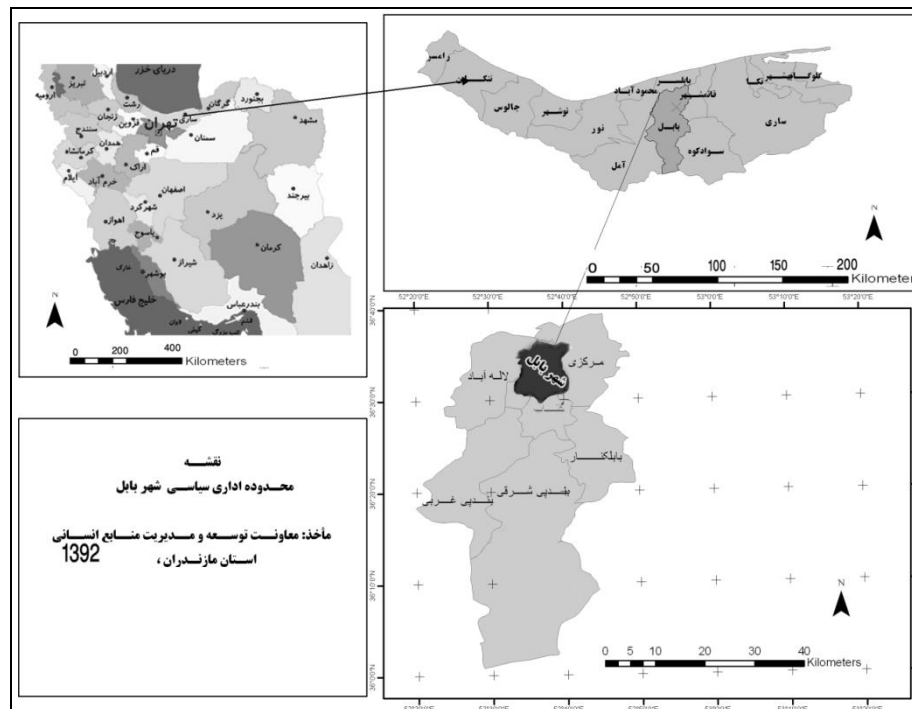
رویکرد پژوهش در این پژوهش توصیفی-تحلیلی و به لحاظ هدف پژوهش توسعه‌ای می‌باشد. شاخص‌های تحلیل پیچیدگی (AWMSI)، ضریب فشرده‌گی، تخلخل و تراکم ناخالص جمعیت می‌باشند، به‌منظور تسهیل کار و افزایش دقت محاسبات، بلوک‌های کوچک و مجزا از هم در تمامی محدوده شهر بدست آمد. در این خصوص برای محاسبه شاخص‌های فضایی از روابط ریاضی و کدنویسی ویژوال و همچنین ابزار تحلیل چشم انداز<sup>۴</sup> و تحلیل‌های همبستگی پیرسون با آزمون دو دمی<sup>۵</sup> بین متغیرهای فضایی و اجتماعی انجام شد. با توجه به موضوع پژوهش، ارزیابی تطبیقی ۶ ناحیه میانی، شمال، غرب، شرق، جنوب شرق و جنوب غرب شهر بابل از لحاظ بلوک بندی و بافت فضایی و همچنین شدت تراکم فضایی و هندسی صورت گرفت.

## محدوده مورد مطالعه

محدوده‌ی مکانی پژوهش شهر بابل با جمعیتی بالغ ۲۵۰۲۱۷ نفر در شمال شهرستان بابل و مرکز استان مازندران واقع شده است (شکل ۱). این شهر در اکوسیستم جلگه‌ای واقع شده است و فاقد پستی و بلندی می‌باشد. براساس منطقه‌بندی مصوب ۱۳۸۹، مساحت این شهر کمی بیشتر از ۳۰ کیلومتر مربع برآورد شده است (شهرداری بابل، ۱۳۸۹، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵-۱۳۹۰). برای ارزیابی هندسی شکل شهر و تحلیل ساختار فضایی آن از نقشه کاربری اراضی و بلوک بندی طرح تفصیلی شهر استفاده شده که بر مبنای تصویر ماهواره ای سال ۲۰۰۸ شهر بابل به روز رسانی شده است. در این خصوص فضاهای موجود در شهر به دو گروه فضاهای بافت پر (ساخته شده) و بافت خالی (فضای سبز و پارک‌ها، اراضی زراعی، باغات و اراضی بایر) طبقه بندی گردید. بافت شهر بابل عمدتاً از نوع بافت ارگانیک با کوچه‌های پرپیچ و خم و باریک، قطعات تفکیکی نامنظم می‌باشد که به تبعیت از عوارض طبیعی زمین و حد مالکیت‌ها شکل گرفته است و همچنین شکل ساخت و ساز در آن بسیار

- 1- urban sprawl
- 2- Intensive city
- 3- Patch
- 4- toolsPatch
- 5- Two-tailed test

متنوع می باشد. علاوه بر این بافت نیمه ارگانیک با بلوک‌های منظم با ضوابط خاص که در حد فاصل آنها یک فضای عمومی همانند پارک و فضای سبز در نظر گرفته شده و بیشتر در نقاط شمالی شهر مشهود می‌باشد نیز شکل گرفته است (زیستا، ۱۳۷۹، ۲۳-۲).



شکل ۱- محدوده پژوهش ( معاونت توسعه و مدیریت منابع انسانی استان مازندران، ۱۳۹۲)

## ادبیات موضوع

فرم شهری یک ویژگی فیزیکی است که نواحی ساخته شده را شکل می‌دهد و شامل شکل، اندازه، تراکم سکونتگاه‌ها می‌باشد. فرم شهری را می‌توان در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای، شهری، محله‌ای، بلوک و خیابان در نظر گرفت (Williams, 2014: 6). معمولاً فرم شهری را توزیع فضایی کاربری اراضی و ویژگی‌های جمعیتی (کل جمعیت، تعداد خانوار، اشتغال و ...) تعریف می‌کنند (Zhang and etall, 2016: 139). پنج عنصر کلیدی فرم شهری تراکم، سطح، کاربری اراضی، زیرساختار حمل و نقل عمومی و جاده‌ای و رابطه اقتصادی با محیط پیرامون می‌باشند. علاوه بر این‌طور اختصاصی ساختار شهری با رویکردها و روش‌های مختلف نظیر شهر فشرده<sup>۱</sup>، چندمرکزی<sup>۲</sup> و فرم‌های شهری پراکنده<sup>۳</sup> (Coppola and et all, 2014: 558)؛ شهر حاشیه‌ای<sup>۴</sup>، شهر لبه‌ای<sup>۵</sup> و شهر اقماری<sup>۶</sup> بررسی و تحلیل شده است (Milder, 2012, 264). ساختار کلی ریخت‌شناسی شهری، یک سلسله مرتب از عناصر ساختمانی، زیرساختار جاده‌ای و عناصر کاربری زمین می‌باشد (Efstathios and Kang, 2016, 174). در این شبکه فضاهای خالی و سبز رابطه مستقیم و دینامیک با زیرساختار شهری دارند (Stähle, 2010). تلاش‌های زیادی برای تعریف دقیق یک شهر فشرده یا پراکنده انجام شده است، اما بطور کلی فشرده بودن یک شهر به معنای تراکم نسبتاً بالا (جمعیت و سطوح ساخته شده)، کاربری ترکیبی مبتنی بر سیستم حمل و نقل عمومی می‌باشد (Burton, 2000: 199). در مجموع بیشتر محققان مدل‌های رشد پراکنده امریکایی را با شکل‌های فشرده نواحی شهری اروپا و همچنین کشورهای در حال توسعه مغایر می‌دانند (Dieleman, 2004; Beatley, 2012; Nivola, 1999).

- 1-compact
- 2-polycentric
- 3-sprawl
- 4- Fringe city
- 5-Edge city
- 6-Satellite city

از جمله پژوهش‌های خارجی در حوزه ساخت و شکل شهر می‌توان به کار تورنس و مارینا (Torrens, 2000) اشاره کرد که انواع شکل شهری را از نظر تراکم، جانمایی، پراکنش و دسترسی بررسی کردند. هوانگ و همکاران (2007) از هشت شاخص فضایی و اجتماعی-اقتصادی برای مقایسه فرم شهری بین شهرهای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته استفاده کردند. نتیجه پژوهش آنها نشان داد که مراکز شهری دنیای در حال توسعه فشرده‌تر از مراکز شهری جهان توسعه یافته می‌باشد. واسمر (Wassmer, 2000) تلاش داشت تا روش‌های کلی را برای اندازه گیری و مقایسه پراکندگی شهری در منطقه مادرشهری بکار گیرد. گالستر و همکاران وی (Galster, 2001:684) 8 بعد پراکندگی: یعنی تراکم، پیوستگی، تمرکز، خوشه بندی، مرکزیت، کاربری‌های ترکیبی و مجاورت را استخراج کردند. اوینگ (Ewing, 2002:111) شاخص پراکندگی را بر مبنای 4 عامل (تراکم مسکونی، ترکیب همسایگی، میزان فعالیت و دسترسی) برای شهرهای امریکا ابداع نمود. سای (Tsai, 2005:152) 4 متغیر کمی (ابعاد مادرشهر، تراکم فعالیت، درجه توزیع و وسعت خوشه بندی) را برای تفکیک شکل فشرده از شکل پراکنده بکار گرفت. محققان دیگر (Longley: 271, 2000: 474، Song, 2004، ilion 211-، Liu and Shen, 2011: 335) از چندبندی را برای اندازه گیری فشرده‌گی در درون شهرها یا واحدهای همسایگی بکار گرفتند. لی و شن (Liu and Shen, 2011: 335) از شاخص‌های فضایی برای تحلیل اثر فرم شهری روی مسافرت خانوار و مصرف انرژی در بالتیمور، مریند استفاده کردند. سرانجام این که یک پژوهش در مورد محاسبه کمی فرم شهری در سه دوره زمانی در پرتلند (Song and Knapp, 2004) انجام شد. در این پژوهش مشخص شد که در دهه 1990 چندین معیار رشد پراکنده تغییر کرده است.

در داخل کشور نیز پژوهش‌هایی پراکنده‌ای در حوزه شکل شهری و سنجش آن انجام شده است. رهنما (1393) در پژوهش خود با عنوان سنجش میزان پراکنش و فشرده‌گی شکل کلان شهرهای ایران با استفاده از مدل‌های کمی به سنجش و مقایسه فرم کالبدی کلانشهرهای ایران پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان داد ادغام تعداد زیادی از سکونتگاه‌های روستایی، بخش‌ها، شهرک‌ها در کلان‌شهرهای ایران به خاطر گسترش فیزیکی آن، موجب رشد بی‌قواره شهری و افزایش آسیب پذیری شده است. زنگنه (1395)، در سنجش و اندازه گیری فضایی-زمانی فرد شهر یزد با بکارگیری متریک‌های فضایی از داده‌های سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد. نتایج پژوهش حاکی از آن دارد که شکل و فرم شهر در زمانها و دوره‌های مختلف می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، مدیریتی و طبیعی متفاوت و متغیر باشد. سیف‌الدینی و همکاران (1391)، انواع فرم‌های شهری و رابطه آنها با مفاهیم پایداری را در پژوهش خود در مورد تبیین پراکنش فرم شهری در آمل مرور کردند. نتایج نشان داد در 40 سال گذشته آمل از فرم پراکنده‌ای برخوردار بوده است اما در دهه اخیر روند تمرکزگرایانه‌ای را در پیش گرفته است. و بالاخره نیک پور (1394) در پژوهش خود با نام سنجش کالبدی فرم شهر براساس تراکم، مطالعه موردی شهر آمل نشان داد بیشترین تمرکز و فشرده‌گی مربوط به شاخص F.A.R می‌باشد که نشان دهنده بالا بودن مترای زیربنای واحدهای مسکونی بین مناطق مختلف شهر آمل است.

در فرایند شناخت شکل شهر، اگر بتوان اجزاء اصلی که همان ساختار اصلی شهر است را به خوبی شناخت، می‌توان اذعان نمود که تصویر روشنی از شکل شهر توسط ساختار کالبدی شهر بدست می‌آید. لذا براساس روش‌ها و نتایج حاصل از پژوهشات ذکر شده فوق بخصوص پژوهش هوانگ و همکاران (2007) و با توجه به در دسترس بودن داده‌ها و اطلاعات پایه، شاخص‌های این پژوهش با توجه به در دسترس بودن داده‌ها برای بررسی این اجزا تعیین شدند.

## تحلیل یافته‌ها

با استفاده از شاخص‌های مختلف سنجش شکل شهری بابل به شرح زیر انجام می‌شود:

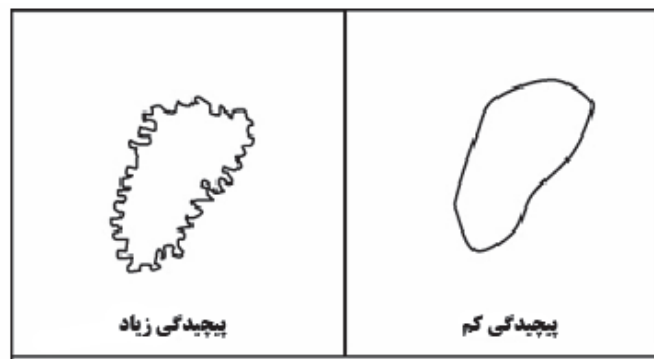
**الف. پیچیدگی (شکل 2):** این شاخص بی‌نظمی شکل بلوک‌ها را اندازه می‌گیرد. دو شاخص پیچیدگی بکار رفته، شاخص میانگین وزنی مساحت شکل (AWMSI) و میانگین وزنی مساحت بعد فراکتال بلوک (AWMPFD<sup>2</sup>) می‌باشند که از روابط زیر بدست می‌آیند. این شاخص بیشتر بی‌نظمی شکل شهری را نشان داده و شاخص دوم عمدتاً تخریب<sup>3</sup> مرزهای شهری را نشان می‌دهد. دو شاخص فوق برای تحلیل الگوهای کاربری اراضی نامنظم که دنیای واقعی شهرها را نشان می‌دهند خیلی مناسب هستند. شاخص‌های پیچیدگی شکل از طریق روابط زیر بدست می‌آیند (Longley and Mesev, 2000:476):

- 1-Area Weighted Mean Shape Index
- 2 -Area Weighted Mean Patch Fractal imension
- 3-ruggedneSss

$$WMSI = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} p_i / 4\sqrt{s_i}}{N} \times \frac{s_i}{\sum_{i=1}^{i=N} s_i} \quad \text{رابطه (۱)}$$

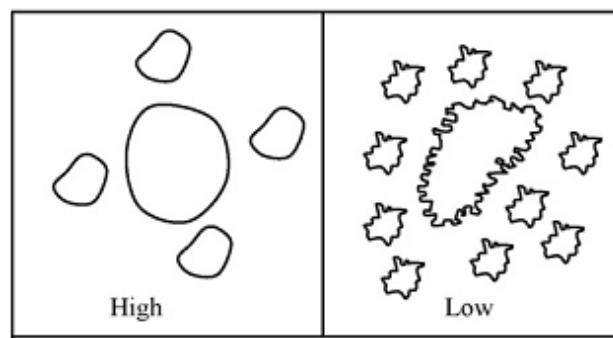
$$AWMPFD = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} 2 \ln \frac{0.25 p_i s_i}{l_n}}{N} \times \frac{s_i}{\sum_{i=1}^{i=N} s_i} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در روابط فوق،  $S_i$  و  $p_i$  به ترتیب مساحت و محیط بلوک  $i$ ، و  $N$  کل تعداد بلوک‌ها می‌باشد. بررسی شاخص‌های پیچیدگی بلوک‌ها در شهر بابل حاکی از اختلاف نسبتاً کم میان مناطق مختلف شهر است. با این حال منطقه شرقی شهر بعلاّت خودرو بودن بیشتر واحدهای ساختمانی و اجرای حداقل ضوابط ساختمانی بیشترین میزان شاخص  $AWMSI$  یعنی بی‌نظمی بلوک‌ها و منطقه میانی شهر که بخش اعظم آنرا بافت قدیم تشکیل می‌دهد، بیشترین میزان بی‌نظمی الگوی کاربری اراضی ( $AWMPFD$ ) را دارد که بیانگر پیچیدگی بافت در این محدوده است. در مقابل در منطقه شمالی شهر با توجه به رعایت دقیق ضوابط و آئین نامه‌های شهرسازی و ساختمانی کمترین میزان بی‌نظمی بلوک و کاربری اراضی وجود دارد.



شکل ۲- پیچیدگی (Huang, 2007: 187)

ب. فشردگی (شکل ۳): فشردگی (محیط ساخته شده یک راهبرد قابل قبول می‌باشد که از طریق آن فرم‌های شهری پایدارتر تحقق یافته‌اند. فشردگی همچنین به پیوستگی شهری<sup>۱</sup> نیز مربوط می‌شود که نشان می‌دهد توسعه شهری آینده باید متصل با ساختمان‌های شهری صورت گیرد (Wheeler, 2002: 65). فشردگی فضای شهری می‌تواند انتقال انرژی، آب، مواد، محصولات و مردم را کاهش دهد (Elkin, et al, 1991, 76).



شکل ۳- میزان فشردگی (Huang, 2007, 186)

1-urban contiguity

شاخص ضریب فشردگی شکل هر یک از بلوک‌ها و قطعه‌بندی<sup>۱</sup> چشم انداز کلی شهر را محاسبه می‌کند و دامنه آن بین ۰ تا ۱ می‌باشد. هر چقدر شکل بلوک‌ها منظم تر و تعداد آنها در واحد سطح کمتر باشد، مقدار فشردگی بیشتر است. فشردگی یک شاخص توپولوژیکی است که برای محاسبه آن باید از نسبت تعداد بلوک‌ها و مساحت آنها در واحد سطح استفاده کرد. این شاخص از طریق رابطه زیر بدست می‌آید (Li, 2004): 349

$$CI = \frac{\sum_i P_i/p_i}{N^2} = \frac{\sum_i 2\pi \sqrt{\frac{S_i}{\pi}/p_i}}{N^2} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه فوق،  $S_i$  مساحت بلوک  $p_i$  محیط محدود دوده مورد نظر و  $N$  تعداد کل بلوک‌ها می‌باشد. براساس محاسبات به عمل آمده در جدول ۱، مجموع مساحت کل ۱۸۲۵۰ بلوک شهر برابر ۲۳۴۶۳۷۸ متر مربع و به‌طور متوسط مساحت هر بلوک ۱۲۹۰۲ متر مربع می‌باشد. محدوده شمالی شهر با توجه به دارا بودن میانگین مساحت بلوک‌ها (۱۷۴ متر) بیشترین میزان فشردگی (۰/۰۰۰۶۲) را دارد. بالا بودن این شاخص به بزرگتر بودن واحدهای ساختمانی و وجود کاربری ترکیبی در بیشتر قسمت‌های آن مربوط می‌شود. در مقابل در محدوده جنوب شرق و جنوب غرب که بیشتر بلوک‌ها به صورت واحدهای ساختمانی یک یا دو واحدی می‌باشند بافت ریزدانه می‌باشد. بافت قدیم شهر با وجود داشتن کمترین میانگین مساحت بلوک‌ها (۱۰۵)، فشردگی بیشتری از دو منطقه فوق داشته که می‌توان دلایل آنرا به احداث واحدهای چندمنظوره بزرگ که از وسط بافت میانی می‌گذرد نسبت داد. در کل با نگاه به شبکه ارتباطی آشفته‌گی بافت شهری را می‌توان مشاهده کرد که از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کند.

جدول ۱- ابعاد فضایی و فشردگی بلوک‌ها در شهر بابل

شاخص محدوده	تعداد بلوک‌ها	مساحت کل بلوک‌ها (مترمربع)	میانگین مساحت بلوک‌ها (مترمربع)	محیط محدود (متر)	ضریب فشردگی
شمال	۱۵۴۳	۲۶۸۱۳۳	۱۷۴/۲	۹۰۸۸	۰/۰۰۰۶۲
شرق	۲۹۸۶	۴۰۸۹۶۶	۱۳۷	۱۸۴۷۹	۰/۰۰۰۲۱
جنوب شرق	۳۴۹۳	۵۰۴۷۴۶	۱۴۴/۵	۱۵۹۰۴	۰/۰۰۰۰۵۸
جنوب غرب	۲۳۵۶	۲۸۵۲۲۴	۱۲۱	۱۳۰۱۴	۰/۰۰۰۰۹۷
مرکز	۴۶۹۲	۴۰۸۹۶۶	۱۰۵	۱۰۱۹۶	۰/۰۰۰۱۴
غرب	۳۱۹۰	۴۶۹۷۴۳	۱۴۷/۳	۱۸۱۰۰	۰/۰۰۰۲۲
کل شهر	۱۸۲۵۰	۲۳۴۶۳۷۸	۱۲۸/۶	۸۴۷۸۱	۰/۰۰۰۱۵



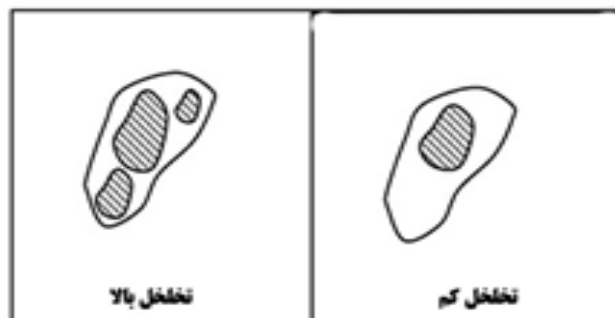
شکل ۴- سطوح ساخته شده و فضای باز شهر بابل (زیستا، ۱۳۷۹: Google Maps 2016)

**ج. تخلخل:** شاخص تخلخل ( شکل ۵) نسبت فضای باز به فضای کل شهر را محاسبه می کند. پارکها، میدین، اراضی بایر، باغات و اراضی کشاورزی به عنوان فضاهای باز و خالی طبقه بندی شده اند. شاخص تخلخل مساحت کل این فضاهای باز را نسبت به مساحت کل شهر محاسبه می کند(UNDP, 2001) که از رابطه زیر بدست می آید :

$$\text{نسبت فضای باز} = \frac{S_1}{S} \times 100\%$$

رابطه (۴)

در رابطه فوق  $S1$  مساحت فضاهای باز و  $S$  مساحت کل محدوده می باشد .



شکل ۵ - تخلخل (Huang,2007:187)

بررسی موقعیت استقرار و میزان وجود فضای خالی در مناطق مختلف شهر بابل نشان می دهد که توزیع یکسانی در خصوص فضاهای باز و قابل توسعه و پارک‌های درون شهری وجود ندارد . بافت میانی شهر با دارا بودن تنها ۶/۴۸ درصد فضای خالی عرصه محدودی برای توسعه دارد. در مقابل بافت خالی منطقه غرب ( ۳۲/۳۲ درصد) با دارا بودن اراضی وسیع زراعی و بایر، زمینه مساعدی را برای توسعه کالبدی شهر در این راستا فراهم ساخته است. از این رو یکی از جهات اصلی توسعه شهر که بیشتر به صورت واحدهای ساختمانی انبوه می باشد، در حاشیه‌ی غربی شهر شکل گرفته است. در مجموع بیش از ۲۰ درصد از فضاهای شهر بابل قابلیت توسعه و ساخت و ساز دارند، و تنها ۴/۶۶ درصد جزو اراضی بایر و متروکه می‌باشند.

جدول ۲- نسبت فضای باز و ساخته شده شهر بابل

محدوده	شاخص							کل شهر
	شمال	شرق	جنوب شرق	جنوب غرب	مرکز	غرب	غرب	
فضای باز و قابل توسعه	مساحت (m <sup>2</sup> )	۳۳۷۴	۲۲۱۸۶	۳۱۹۳۰	۲۷۶۸۴	۰	۱۰۳۸۶۳	۱۸۹۰۳۷
	درصد	۰/۹۸	۴/۲۵	۵/۲۵	۷/۸۰	۰	۱۷/۶۳	۶/۲۳
فضای سبز و پارک	مساحت (m <sup>2</sup> )	۳۱۰۳۱	۲۴۶۲۶	۲۵۴۶۶	۳۲۹۴	۱۸۸۶۴	۳۸۳۵۴	۱۴۱۶۳۵
	درصد	۹/۰۵	۴/۷۲	۴/۱۹	۰/۹۳	۳/۰۵	۶/۵۱	۴/۶۶
باز	مساحت (m <sup>2</sup> )	۲۹۶۳۱	۶۷۶۵۲	۶۸۹۸۸	۳۳۸۹۶	۱۶۶۸۲	۴۴۷۸۶	۲۶۱۲۹۱
	درصد	۸/۶۴	۱۲/۹۶	۱۱/۳۵	۹/۵۶	۲/۶۹	۷/۶۰	۶۱
باز	مساحت (m <sup>2</sup> )	۱۲۹۸۷	۳۳۲۹	۲۷۷۳۵	۵۰۱۷	۴۶۰۷	۴۲۱۴	۹۹۷۴۱
	درصد	۳/۷۹	۰/۶۴	۴/۵۶	۱/۴۱	۰/۷۴	۰/۷۲	۱/۸۸
کل فضای باز	مساحت (m <sup>2</sup> )	۷۷۰۲۳	۱۱۷۷۹۳	۱۵۴۱۱۹	۶۹۸۹۱	۴۰۱۵۵	۱۸۹۳۸۸	۶۴۹۸۵۲
	درصد	۲۲/۴۶	۲۲/۵۷	۲۵/۳۵	۱۹/۷۰	۶/۴۸	۳۲/۳۲	۲۱/۳۳
درصد ساخته شده و شبکه ارتباطی	درصد ساخته شده و شبکه ارتباطی	۷۷/۵۴	۷۷/۴۳	۷۴/۶۵	۸۰/۳۰	۹۳/۵۲	۶۷/۶۸	۷۸/۶۰
	مساحت کل (مترمربع)	۳۴۲۹۳۳	۵۲۱۸۸۸	۶۰۸۰۵۳	۳۵۵۰۸۲	۶۱۹۳۹۸	۵۸۹۰۸۲	۳۰۳۶۴۳۶



**د. تراکم ناخالص جمعیت:** تراکم جمعیت بعد شناخته شده کلی از فشردگی یا پراکندگی می باشد که نسبت بین جمعیت شهری به محدوده شهری را نشان می دهد. به عبارتی معمولاً هر چقدر بافت فشرده تر باشد، جمعیت بیشتری را در خود جای می دهد. این شاخص از رابطه زیر بدست می آید (UNDP, 2004):

$$\text{رابطه (۵)} \quad \text{تراکم ناخالص جمعیت} = \frac{P}{S}$$

در رابطه فوق، P جمعیت و S مساحت کل شهر می باشد. بر مبنای منطقه بندی انجام شده طرح تفصیلی (۱۳۸۵) شهر بابل به ۱۷ منطقه تقسیم بندی شد. طبق برآوردهای انجام شده در این طرح تراکم ناخالص جمعیتی کل شهر ۹۵.۶ نفر در هکتار است. مطابق انتظار بیشترین تراکم جمعیت در بافت میانی شهر (۱۰۷.۱ نفر در هکتار) و در مقابل کمترین تراکم جمعیت در جنوب غرب با ۸۵.۲ نفر در هکتار می باشد. بطور کلی اختلاف چشمگیری از لحاظ تراکم جمعیتی بین مناطق وجود ندارد که آن را می توان عمدتاً به عواملی نظیر تفاوت کم در تراکم ساختمانی مناطق، وجود فضاهای باز و احداث شهرک های مسکونی متعدد در بیشتر نقاط شهر نسبت داد.

جدول ۳- تراکم جمعیتی شهر بابل به تفکیک مناطق

محدوده	شاخص	جمعیت سال ۱۳۹۰	تعداد خانوار	مساحت (هکتار)	تراکم ناخالص جمعیت (نفر در هکتار)
جنوب شرق (مناطق ۳، ۲ و ۴)	۲۶۲۶۱	۷۶۷۳	۲۷۴	۹۵.۸	
جنوب غرب (مناطق ۱، ۵ و ۱۷)	۳۹۵۷۹	۹۲۷۴	۴۶۴	۸۵.۲	
مرکز (مناطق ۷، ۸)	۳۸۱۲۷	۱۰۷۶۳	۳۵۶	۱۰۷/۱	
غرب (مناطق ۱۴، ۱۰، ۶)	۴۱۴۷۲	۹۹۸۷	۴۳۰	۹۶.۴	
شمال (مناطق ۱۵، ۱۳، ۱۲، ۱۱)	۴۳۸۰۴	۹۵۷۴	۴۱۹	۱۰۴/۶	
شرق (مناطق ۹ و ۱۹)	۳۰۲۳۲	۶۶۲۷	۳۵۲	۸۵/۹	
کل شهر	۲۱۹۴۷۶	۵۳۸۷۱	۲۲۹۵	۹۵/۶	

مأخذ: محاسبات انجام شده بر مبنای طرح تفصیلی ۱۳۸۵، سرشماری ۱۳۹۰

تحلیل های انجام شده با ابزارهای شاخص های فضایی نشان می دهند که تفاوت معناداری از نظر معیار پیچیدگی بین مناطق شش گانه شهر بابل وجود ندارد. با این حال، مناطق جنوبی شهر به علت غیررسمی بودن (بدون پروانه ساختمان) بخش اعظم واحدهای ساختمانی و منطقه بافت میانی (بافت قدیم) به علت ترکیب واحدهای نوساخت و فرسوده و نیمه فرسوده بیشترین بی نظمی را دارد و در مقابل بخش شمال بیشترین نظم را در ساختار فضایی و الگوی کاربری اراضی و همچنین بیشترین فشردگی را دارا می باشد.

علاوه بر این، بیشترین فضای قابل توسعه در بخش غرب (تقریباً ۳۲ درصد) واقع شده است که هنوز بخش اعظم آن بافت روستایی دارد و رشد فیزیکی شهر بخصوص بخش مرفه نشین و طبقه متوسط به بالا بتدریج به این سمت سوق یافته است، در مقابل، بخش مرکزی شهر تنها حدود ۶ درصد فضای باز و قابل توسعه دارد که عمدتاً اراضی بایر و باغات تفکیک نشده می باشند. در این بین حداکثر تراکم ناخالص جمعیت در بخش میانی و حداقل آن در بخش جنوب غرب بدست آمده است. در مجموع هیچ تفاوت محسوسی از نظر تراکم جمعیت بین مناطق شهری بابل مشاهده نشد.

در این بین، تحلیل های همبستگی انجام شده رابطه قوی را میان بیشتر شاخص های فضایی نشان می دهد (جدول ۵). شاخص های AWMSI و AWMPFD که پیچیدگی چشم انداز شهری را نشان می دهند، همبستگی قوی مثبت با همدیگر دارند، اما با شاخص فشردگی و تخلخل (نسبت فضای باز) رابطه منفی دارند. این روابط نشان می دهند که چشم انداز فشرده با شکل منظم سازگارتر می باشد و در واقع با افزایش ریزدانه گی، فشردگی کمتر می شود. نکته قابل توجه دیگر این است که تراکم ناخالص جمعیت با شاخص های فشردگی و تخلخل رابطه ی معکوس دارد (جدول ۵).

جدول ۴- تحلیل های همبستگی میان شاخص های فضایی

		AWMS	AWMPFD	تخلخل	فشردگی	تراکم ناخالص جمعیت
AWMS	Pearson Correlation	1	.744	-.318	-.824*	.180
	Sig. (2-tailed)		.090	.539	.044	.733
	N	5	5	5	5	5
AWMPFD	Pearson Correlation		1	-.636	-.677	.062
	Sig. (2-tailed)			.175	.140	.907
	N		5	5	5	5
تخلخل	Pearson Correlation			1	.135	-.492
	Sig. (2-tailed)				.799	.322
	N			5	5	5
فشردگی	Pearson Correlation				1	-.307
	Sig. (2-tailed)					.554
	N				5	5
تراکم ناخالص جمعیت	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					
	N					5

\* همبستگی در سطح ۰.۰۵ معنادار است.

## نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش الگوی ریخت‌شناسی و شکل مناطق شش‌گانه شهری بابل بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که پیچیدگی و بی‌نظمی در بلوک‌های شهری مشهود است و عواملی همچون مالکیت، عدم اجرای دقیق ضوابط و آئین نامه های شهرسازی و خصوصاً شهرسازی در نقاط حاشیه ای جنوب شرق و جنوب غرب شهر و همچنین تمایل بیشتر شهروندان به سکونت در مجتمع‌های کوچکتر، ناکارآمدی طرح‌های توسعه شهری در قبال توسعه فیزیکی شهری و شکل گیری ساختار شهر سبب ایجاد نوعی آشفتگی در بافت شهری در اکثر نقاط آن شده است (نقشه ۲).

بررسی موقعیت استقرار و میزان وجود فضای خالی در مناطق مختلف شهر بابل نشان داد که توزیع یکسانی در خصوص فضاهای باز و قابل توسعه و پارک‌های درون شهری وجود ندارد. بابل به عنوان دومین شهر پرتراکم استان با چیزی حدود ۱۰۰ نفر در هکتار پس از ساری از ظرفیت بالا و شرایط بهینه‌ای برای اعمال شهر فشرده برخوردار می‌باشد. مقایسه بافت این شهر با بافت شهر آمل که در پژوهش سیف‌الدینی و همکاران بررسی شد نشان می‌دهد، این دو شهر که در گذشته بافت پراکنده داشتند در دهه اخیر روند متراکم شدن را در پیش گرفته‌اند. هر چند با توجه به روند پرشتابی که توسط ساخت و سازهای بی‌رویه عمودی و تقاضای روزافزون تراکم مازاد در پیش گرفته شد، نشان‌هایی از انحراف در ماهیت اصلی فرم جدید آنها دیده می‌شود. همچنین مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش هوانگ و همکاران نشان می‌دهد که برخلاف اختلاف فاحش بین شکل شهری میان مناطق شهری کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه که در این پژوهش مشخص شد، اختلاف بارزی از حیث شاخص‌های سنجش شکل شهری بخصوص فشردگی و پیچیدگی بین مناطق شهری بابل مشاهده نشد. تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که بین برخی شاخص نظیر تراکم ناخالص جمعیت با فشردگی، تخلخل یا نسبت فضای خالی با پیچیدگی رابطه معنادار وجود دارد. در مجموع یک الگوی شکل شهری فشرده با کاربری ترکیبی و منطبق با اصول معماری و شهرسازی نوین با توجه به خصوصیات اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی یک ناحیه جلگه‌ای می‌تواند بهترین گزینه برای شهر بابل باشد.

## فهرست منابع

- رهنما و رضائیان، ب. (۱۳۹۳). سنجش میزان پراکنش و فشردگی شکل کلان شهر های ایران با استفاده از مدل های کمی. نشریه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. شماره ۱۶، سبزوار، ۷۶-۱۰۷
- زنگنه شهرکی، س. (۱۳۹۵). سنجش و اندازه گیری فضایی-زمانی فرد شهر یزد با بکارگیری متریک های فضایی. نشریه پژوهشات کاربردی علوم جغرافیایی. شماره ۳۸، تهران، صص ۷-۳۰
- زیستا مهندسان مشاور. (۱۳۷۹). طرح جامع شهر بابل. اداره کل راه و شهرسازی مازندران.
- زیستا مهندسان مشاور. (۱۳۸۵). طرح تفصیلی شهر بابل. اداره کل راه و شهرسازی مازندران.
- سیف الدینی، ف، زیاری کرامت ا...، پورا احمد، ا. (۱۳۹۱). تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار. فصلنامه پژوهش های جغرافیایی انسانی. شماره ۸۰، تهران، صص ۱۷۶-۱۵۵
- شهرداری بابل (۱۳۸۹). واحد طرح های تفصیلی، طرح منطقه بندی شهری
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان بابل
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، شهرستان بابل
- منشادی دهقان، م. (۱۳۸۷). توسعه پایدار در سایه روشن شهر، انتشارات مفاخر، یزد
- نیک پور، ع. (۱۳۹۴). سنجش کالبدی فرم شهر براساس تراکم، مطالعه موردی شهر آمل. فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، شماره ۸، بابلسر، صص ۳۴-۱۱
- Beatley, T. Green urbanism. (2012)., learning from European cities): Island Press,4th ed. Edition Washington, DC
- Boontre, A. (2011). Stability tests of urban physical form indicators: the case of European cities, Procedia Social and Behavioral Sciences 21 ,336- 345
- Brueckner, J.K.(2000). Urban sprawl: diagnosis and remedies. Int. Reg. Sci. Rev.23 (2), 160–171
- Burgess, E.W., (1925). In: Park, R.E., Burgess, E.W., McKenzie, R. (Eds.), The Growth of the City: An Introduction to a Research Project. The City, University of Chicago Press, Chicago, pp. 47–62
- Burton E. (2000). The Compact City: Just or just compact? A preliminary analysis' Urban Studies, 37(11): 196-207
- Conzen, M.P., (2001). The study of urban form in the United States. Urban Morphol. 5 (1), 3–14
- Coppola Pierluigi, Enrica Papab, Gennaro Angielloc, Gerardo arpentieric. (2014). Urban Form and Sustainability: the Case Study of Rome, Procedia - Social and Behavioral Sciences 160,557-566
- Dieleman, F., Wegener, M.(2004). Compact city and urban sprawl. Built Environ.30 (4), 308–323
- De Roo, G., Miller, D. (2000). Compact Cities and Sustainable Urban Development: A Critical Assessment of Policies and Plans from an International Perspective. Ashgate, Hampshire, England
- Efsthios Margaritis, Jian Kang, (2016). Relationship between urban green spaces and other features of Urban morphology with traffic noise distribution, Urban Forestry & Urban Greening, 174–185
- Elkin, Tim, Duncan McLaren, and Mayer Hillman. (1991). Reviving the city: Towards sustainable urban development. London: CONTINUUM INTERNATIONAL PUBLISHING, New York ,304 pages.
- Ewing, R. (2002). Is Los Angeles-style sprawl desirable, Journal of the American Planning Association; .63 (1), 107–126
- Fillion, P., Hammond, K. (2003). Neighborhood land use and performance: the evolution of neighbourhood morphology over the 20th century. Environ. Planning. Des. 30, 271–296
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., Wolman, H., Coleman, S., Freihage, J, (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. Hous. Pol. Debate 12 (4), 681–717
- Google Maps (2016). <https://www.google.com/maps/place/Babol>
- Harris, C.D., Ullman, E.L. (1945). The nature of cities. Ann. Am. Acad. Polit. So. Sci. 242, 7–17
- Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Computers, Environment and Urban Systems, 29(4), 369–399
- Howard, E., (1898). Garden Cities of Tomorrow (London, 1902. Reprinted, edited with a Preface by F.J. Osborn and an Introductory Essay by Lewis Mumford)
- Hoyt, H., (1939). The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities. Federal Housing Administration, Washington, DC
- Huang, Jingnan-X.X. Lu and Jefferey M. Sellers. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing, Landscape and Urban Planning 82, pp 184–197

- Jackson, K. T. (1985). *Crabgrass frontier: The suburbanization of the United States*. New York: Oxford University Press
- Johnson, M.P. (2001). Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environ. Plann. A* 33, 717–733
- Li, X., Yeh, A.G. (2004). Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. *Landsc. Urban Plann.* 69, 335–354
- Longley, P.A., Mesev, V. (2000). On the measurement and generalization of urban form. *Environ. Plann. A* 32, 473–488
- Lowry, John H., Michael B. Lowry, (2014). Comparing spatial metrics that quantify urban form, *Computers. Environment and Urban Systems*, 44, 59–67
- Milder Jody. (2012). *sustainable urban environment*, chapter 10: sustainable urban form, Springer
- Nivola, P.S. (1999). *Laws of the Landscape: How Policies Shape Cities in Europe and America*. Brookings Institution Press, Washington, DC
- Song, Y., Knaap, G.J. (2004). Measuring urban form: is Portland winning the war on sprawl? *J. Am. Plann. Assoc.* 70 (2), 210–225
- Tähle, A. (2010). More green space in a denser city: critical relations between user experience and urban form. *Urban Des. Int.* 15, 47–67, <http://dx.doi.org/10.1057/udi.2009.27>
- Steadman P, Bruhns HR, Holtier S, Gakivic B. (2000). A Classification of Built Forms. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 27(1): 73-91
- Torrens, P.M., Marina, A. (2000). *Measuring Sprawl*. Centre for Advanced Spatial, London
- Tsai, Y.H. (2005). Quantifying Urban Form: Compactness versus ‘Sprawl’. *Urban Stud.* 42 (1), 141–161
- UNDP, (2001). *Human Development Indicators*. Source: <http://www.undp.org/hdr2003/indicator411.html>
- Wassmer, R.W. (2000). Urban Sprawl in a U.S. Metropolitan Area: Ways to Measure and a Comparison of the Sacramento Area to Similar Metropolitan Areas in California and the U.S. <http://www.csus.edu/indiv/>
- Wheeler, Stephen. M. (2000). Planning for metropolitan sustainability. *Journal of Planning Education and Research* 20: 133-45
- Williams Katie, (2014). *Urban form and infrastructure: a morphological review*, University of the West of England, Bristol
- Zhang Ying, Bert Guindon, Krista Sun, (2016). Exploring the link between urban form and work related transportation using combined satellite image and census information: Case of the Great lakes region, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, number 47 -139–15