

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۹۷

وصول مقاله: ۱۳۹۶/۳/۲۱

تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۹/۲۴

صفحات: ۱۶۶ - ۱۴۹

## ارزیابی تطبیقی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۷ (مورد شناسی: شهرهای آمل و بابل)

حسین طهماسبی مقدم<sup>۱</sup>، دکتر صفر قاندرحمی<sup>۲</sup>، زینب شاهرخی فر<sup>۳</sup>

### چکیده

پراکندگی شهری که بعد از جنگ جهانی دوم به صورت پراکنش شهری توسعه یافت، پیامدهای ناگوار زیادی را برای شهرها پدید آورد. عمده مشکلات شهرهای کشور، درهم تنیدگی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از گسترش افقی بی برنامه است. با وجود همه مشکلات، این واقعیت را نیز باید قبول کرد که گسترش افقی شهرها امری اجتناب ناپذیر است؛ از این رو در دهه‌های اخیر در ایران، گسترش شهرها به صورت نوعی معضل درآمده و لزوم توجه به مسائل شهری در قالب چارچوب علمی، اهمیت و ضرورت یافته است. پژوهش حاضر گسترش افقی یا اسپرال شهری را با استفاده از داده‌های وضع موجود و تاریخی سنجش از راه دور و با کمک مدل‌های آماری ساده که می‌توانند بر روی ابعاد مختلف زمانی و مکانی (فضایی) به کار برده شوند، آنالیز کرده و مشخص کرد که رشد شهری کدام یک از شهرهای آمل و بابل (شهرهای استان مازندران) از نوع اسپرال بوده و روند آن در طی زمان و همچنین میزان آن در قطعات مختلف شهری چگونه بوده است و کدام یک از این دو شهر بیشترین تغییرات کاربری اراضی را در پیرامون خود داشته و در آینده مسیر این تغییرات به کدام جهت است؟ ابزار گردآوری داده‌ها، مبتنی بر اطلاعات اسنادی می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار IDIRSI و ARC MAP کاربری اراضی و روش طبقه‌بندی نظارت شده (Fuzzy artmap) استخراج، از مدل «کراس تب» برای میزان تغییرات انواع کاربری‌ها، از مدل «هلدرن» در راستای شناخت گسترش افقی و برای پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی برای افق زمانی سال ۲۰۲۶، از روش زنجیره‌ای «مارکوف» استفاده شده است. ارزیابی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که تغییرات کاربری اراضی ساخته شده در شهر آمل نسبت به شهر بابل بیشتر است. همچنین نتایج مدل «کراس تب» نشان می‌دهد که در شهر بابل در سال ۲۰۱۶، بیشترین تغییرات کاربری در اراضی کشاورزی با ۵۵٫۵۴ درصد و کمترین تغییرات در پهنه آبی با ۲٫۳۲ درصد صورت گرفته است. در حالی که در شهر آمل بیشترین تغییر در اراضی کشاورزی آبی، ۶۶٫۹۷ درصد است. رشد فیزیکی و کالبدی شهرهای آمل و بابل نیز بیشتر بر اثر عامل جمعیت است که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و در نهایت گسترش افقی و بدقواره بوده است. نتایج به دست آمده برای پیش‌بینی تغییرات اراضی نیز نشان می‌دهد که در شهر آمل باغات، ولی در شهر بابل اراضی کشاورزی آبی، بیشترین تغییرات را خواهد داشت. کلید واژگان: گسترش شهری، کاربری اراضی، سنجش از دور، مدل کراس تب.

Tahmasebihossein@znu.ac.ir

Safarrahmami@modares.ac.ir

Zeinab.shahrokh@gmail.com

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲- عضو هیأت علمی گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسؤول)

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

## مقدمه

رشد شهر یکی از ابعاد توسعه شهری است که به‌عنوان فرایندی زمانی- مکانی و جمعیتی شناخته شده و به افزایش اهمیت شهرها به‌عنوان تمرکز جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی اشاره دارد (Bhatta et al, 2009:97). به طوری که با ورود موج صنعتی شدن به کشورها، تولید و درآمد و به‌دنبال آن تقاضا برای خدمات در شهرها افزایش یافت. این روند، تعداد و اندازه شهرها را در این کشورها بالا برد (Pumain, 2004). با توسعه روزافزون این شهرها، متأثر از رشد بی‌رویه جمعیت و مهاجرت، ساخت‌وسازهای بدون برنامه‌ریزی و گسترش مهار نشده و تغییرات زیادی در ساخت فضایی آن‌ها به وجود آمد (Barton, 2003:8). نحوه شکل‌گیری مکانی و رشد و گسترش شهر از جمله مباحث مهمی است که امروزه در مطالعات شهری بررسی می‌شود. به‌دنبال آن، شکل شهر نیز به‌عنوان الگوی توسعه فضایی فعالیت‌های انسان در برهه خاصی از زمان مورد توجه قرار گرفت (Anderson, 1996:8) و به دو الگوی اصلی (که از اواخر قرن بیستم به‌عنوان آلترناتیوهای رقیب عمل کرده‌اند) پراکندگی شهری (تراکم کم و توسعه شهری) و تراکم شهری (افزایش و تشدید کاربری‌های شهری) تقسیم شدند (کانی و همکاران، ۱۳۸۳: ۱). در راستای چاره‌اندیشی بحران‌های به‌وجود آمده، برای شناخت الگوهای رشد و توسعه شهری و تحقق فرم شهری پایدار تلاش شده است؛ به عبارت دیگر، یکی از موضوع‌های حیاتی قرن ۲۱ دانشمندان شهری در ارتباط با پایداری شهر، فرم و شکل شهر یا چگونگی رشد و توسعه شهر در فضا است (Anderson, 1996:8). پراکندگی شهری که بعد از جنگ جهانی دوم به‌صورت پراکنش شهری توسعه یافت، پیامدهای ناگوار زیادی را برای شهرها پدید آورد. از جمله این پیامدها می‌توان به توسعه پراکنده و بدون برنامه‌ریزی، از بین رفتن اراضی مرغوب کشاورزی و باغات، تخلیه بافت‌های مرکزی و قدیمی شهرها از جمعیت و مشکلات خدمات‌رسانی (Ewing, 1997: 157)، تغییر در شیوه

استفاده از اراضی، تخریب فضاهای پیرامون، خارج شدن شهر از شکل متقارن (Yu & et al, 2011:600)، آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش هزینه زیرساخت‌ها، چندبرابری شدن محدوده‌های شهری و شکل‌گیری بافت‌های کم‌تراکم در حاشیه‌های شهر اشاره کرد (سیف‌الدینی و همکاران: ۱۳۹۱: ۲). تغییر کاربری اراضی در توسعه اجتماعی، اقتصادی و منطقه‌ای (Wyman & Stein; 2010:332) و همچنین تغییرات محیطی نقش مهمی دارد (Ayala-Silva & et al, 2006: 98; Nagendra & et al, 2009:565). بر این مبنای مدیریت شهری ناگزیر به توسعه فضایی اندیشیده شهرهاست تا بتواند منافع و مصلحت‌های عمومی نسل کنونی و آینده ساکن در شهرها و پیرامون آن‌ها را فراهم سازد. در کشور ایران تا هنگامی که الگوی رشد شهرها ارگانیک و عوامل تعیین‌کننده آن، عوامل درون‌زا و محلی بودند، شهرها از توسعه کالبدی آرامی برخوردار بودند و زمین شهری کفایت کاربری سنتی را می‌داده، اما هنگامی که مبنای توسعه و گسترش شهرها ماهیتی برون‌زا به خود گرفت و درآمدهای حاصل از نفت در اقتصاد شهری وارد شد، رشد کالبدی شهر و ساخت‌وسازهای شهری نه بر مبنای نیاز، بلکه بر پایه بورس‌بازی و سوداگری زمین انجام گرفت (ماجدی، ۱۳۷۸: ۶). تغییرات کالبدی و تحولات فضایی شهرها، چنان سریع و شتاب‌زده عمل کرده است که پس از دوره‌ای کوتاه، اکنون شهرهای کشور نه تنها توانایی حفظ ویژگی‌های سنتی و اصیل خود را ندارند، بلکه اصول تازه و علمی نیز بر کالبد آن‌ها و رشد و توسعه آینده‌شان با مشکلات بسیاری همراه است؛ از جمله مشکلات شهرهای کشور، درهم‌تنیدگی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از گسترش افقی بی‌برنامه است. با وجود تمامی مشکلات، این واقعیت را نیز باید قبول کرد که رشد و گسترش افقی شهرها امری اجتناب‌ناپذیر است؛ از این‌رو در دهه‌های اخیر، رشد و گسترش شهرها در ایران به صورت نوعی معضل یا مسئله درآمده و لزوم توجه به مسائل شهری در قالب چارچوب علمی، اهمیت و

در شهرهای آمل و بابل به وجود آمده است؟ کدام یک از شهرهای آمل و بابل بیشترین تغییرات کاربری ارضی را در پیرامون خود داشته و در آینده مسیر این تغییرات به کدام جهت است؟

### مبانی نظری

گستردگی شهری معمولاً در توصیف گسترش فیزیکی مناطق شهری استفاده می‌شود (Hening et al, 2016: 20) و به رشد بیرونی مناطق شهری اشاره دارد که به وسیله رشد بی‌برنامه، ناهماهنگ و غیرکنترل ایجاد شده است. این رشد بیرونی در امتداد پیرامون شهرها، شاهراه‌ها و امتداد جاده‌های ارتباطی شهر که فاقد امکانات اولیه بهداشت، آب، مرکز بهداشت اولیه و غیره است، دیده می‌شود (Sudhira and Ramachandra, 2007)؛ به عبارت دیگر، واژه گستردگی شهری (افقی) به معنای تصرف بی‌رویه از زمین، توسعه ناهمگن و استفاده ناکارآمد از زمین است (Peiser, 2001: 277) که منجر به توسعه ناموزون شهری معمولاً در اراضی آماده‌سازی نشده شهرها می‌شود (Zhang, 2000: 123). در این نوع از توسعه، فضاهای باز بیشتری مصرف می‌شود که منجر به کاهش کلی در تراکم شهری و افزایش استفاده از اتومبیل می‌شود (Hess, 2001; Chiotti, 2004: ۲-۵) و بسیاری از فضاهای شهری در آن بلااستفاده بوده و هزینه‌ها بالاست (Brueckner & Largey, 2008: 1). این‌گونه گستردگی توسعه شهری که به توسعه کم‌تراکم شهری منجر می‌شود، مسئله‌ای است که از طریق ابعاد تراکم مشکل‌آفرین می‌شود (Bhatta, 2010: 35). در مناطقی با توسعه کم‌تراکم، رانندگی با وسایل نقلیه شخصی در جهت مسافرت‌های روزانه افزایش می‌یابد، زمان زیادی به‌علت تراکم و طراحی ضعیف شهری اتلاف می‌شود و محل کار و امکانات خرید در این‌گونه مناطق بیشتر از مناطق پرتراکم گسترده شده است (Burchell, 2005: 97). در صورتی که در توسعه شهری متراکم، اثرپذیری انسان از محیط کم باشد (حکمت‌نیا، ۱۳۸۵: ۱۱۲) و این‌گونه

ضرورت یافته است (میرکتولی، ۱۳۹۰: ۱۱۷). شهرهای آمل و بابل به‌عنوان دو شهر بزرگ استان مازندران در دهه‌های اخیر در اثر توسعه فیزیکی با مسائل و مشکلاتی چند، از جمله: اسراف در استفاده زمین، فقدان تسهیلات و وسایل شهری کافی، عدم پیوستگی حومه شهر و در نتیجه افزودن بر مشکلات با روند توسعه فیزیکی شهرها، هم زمین‌های اطراف خود را می‌بلعند و هم زمین‌های اطراف این شهرها، شکل و سیمای دگرگونی را به خود می‌گیرند و به سرعت زمین‌های حاصلخیز کشاورزی اطراف شهر را از کاربری کشاورزی به دیگر کاربری‌ها تغییر می‌دهند؛ این امر علتی بر گسترش افقی شتابان این دو شهر در دهه‌های اخیر است؛ بنابراین در آینده با پیامدهای منفی و نامطلوبی مانند تغییر زمین‌های کشاورزی به کاربری ساخته شده و از بین رفتن اراضی کشاورزی مرغوب این منطقه، روبه‌رو خواهیم شد. مطالعه و ارزیابی روند گسترش فیزیکی شهر و آگاهی از الگوهای تغییرات کاربری اراضی و به‌کارگیری نتیجه آن، در برنامه‌ریزی‌های آینده شهر، ضروری است. در سال‌های اخیر، روش‌های مختلفی برای ارزیابی گسترش افقی شهرها و تغییرات کاربری اراضی به‌کار گرفته شده است که به‌روزترین آن‌ها استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی است. در حال حاضر، تکنیک سنجش از دور، بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور، با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری اراضی اقدام کرده و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف، نسبت تغییرات را ارزیابی و تغییرات آتی را پیش‌بینی کرد و اقدامات مقتضی را انجام داد (تیموری و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۶). این در همین راستا، این تحقیق با هدف بررسی مقایسه تطبیقی میزان گسترش کالبدی شهرهای آمل و بابل، در جهت پاسخ‌گویی به این سؤالات است: چه آسیبی بر اثر فشار حاصل از تغییرات، بر کاربری زمین

رودخانه‌ها، تالاب‌ها، جنگل‌ها و مراتع) و شبه‌طبیعی (اراضی کشاورزی و باغ‌ها) در درون و مجاورت شهرها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی و پایداری فرایندهای اکولوژیک منطقه، تأثیرات منفی داشته باشد؛ از این‌رو توجه به اصول اکولوژی و محیط‌زیست، در فرایند برنامه‌ریزی این نوع توسعه، امری ضروری است. رشد روزافزون جمعیت و گسترش شهرها، محیط زندگی را بیش‌ازپیش دچار بحران کرده که در نتیجه، اثرات زیان‌باری را برای انسان و محیط‌زیست او به‌همراه داشته است. به‌طور کلی می‌توان گفت، با تغییر الگوی کلی شکل شهری از شهر فشرده به شهر گسترده، شهرها با یک نوع توسعه بدون برنامه‌ریزی، بدون کنترل، ناهماهنگ و تک‌کاربری مواجه هستند؛ از این‌رو نقش ترکیبی از کاربری فراهم نمی‌کند و از نظر عملکردی هیچ رابطه‌ای با کاربری‌های اطراف شهر ندارند و به‌عنوان یک توسعه‌ی کم‌تراکم، خطی یا نواری، متفرق، جسته‌وگریخته و توسعه‌ی جدا افتاده روبرو خواهند شد (Nozzi, 2003: 87). برای تبیین عوامل ایجادکننده پراکنده‌رویی نظریه‌های متفاوتی ارائه شده است. هرکدام از دانشمندان بر عوامل گوناگونی مانند اتفاق افتادن این پدیده در اراضی پیرامونی شهر، تحولات شهرنشینی، تفرق سیاسی، ویژگی‌های بستر و فضا و شرایط آن، طبیعت و موانع فیزیکی، کنترل‌های رشد محلی، توسعه سرریز و غیره (صدرموسوی و رحیمی، ۱۳۹۱: ۱۰۰؛ داداش‌پور و سالاریان، ۱۳۹۴: ۱۴۸؛ طبیبیان و اسدی، ۱۳۸۷: ۱۶؛ حسینی و حسینی، ۱۳۹۴: ۳۹). نکته مهمی که در خصوص نظریه‌های تبیین‌کننده پراکنده‌رویی وجود دارد این است که عواملی که در هر یک از این نظریه‌ها درباره آن بیان شد، به‌تنهایی نمی‌توانند سبب ایجاد پراکنده‌رویی شوند؛ بلکه مجموعه‌ای از عوامل اعم از عوامل مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی، طبیعی، ساختاری و... در ارتباطی تنگاتنگ و متقابل با یکدیگر منجر به ایجاد نموده‌های فضایی پراکنده‌رویی می‌شوند و این نکته مهمی است که باید با آن توجه کرد.

توسعه فشرده با تراکم جمعیتی بالا همراه نباشد، مصرف انرژی را کاهش و آلودگی را به حداقل می‌رساند (Aldous, 1992: 27)؛ ولی رشد خارج کنترل منجر به افزایش سطوح حمل‌ونقل شهری شده، مصرف انرژی را افزایش داده، ساخت زیربنا و خدمات شهری را بسیار پرهزینه کرده و اثرات منفی بر روی کیفیت پیرامون شهرها و محیط داشته است (Couch, 2002). این‌گونه گسترده‌سازی توسعه شهری، باعث تخریب زمین‌های کشاورزی می‌شود. یکی از مهم‌ترین دلایل رشد سریع این‌گونه شهرها، تمرکز خدمات، صنایع و تسهیلات در آن‌ها بوده که منجر به مهاجرپذیری شدید شده، افزایش جمعیت نیز به‌نوبه خود باعث توسعه فیزیکی و کالبدی بدون برنامه و شتابزده شده و افزایش حاشیه‌نشینی و ایجاد شهرک‌ها در پیرامون کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ به این مسئله دامن می‌زند. تخریب باغات و زمین‌های زراعی به‌نفع ساخت‌وسازها، تجاوز به حریم رودخانه‌ها و ارزش‌های زیست‌محیطی، توسعه در شیب‌های تند، هم‌جواری‌های نامناسب در کاربری‌ها و... از جمله تبعات این نوع توسعه‌های فیزیکی هستند. یکی از مهم‌ترین پیامدهای گسترده‌سازی شهری در اراضی سطح زمین، تغییرات پوششی و کاربری اراضی هستند (Pelorosso & et al, 2009: 53). در سطح شهرها نیز تغییر پوششی و کاربری زمین ناشی از فرایندهای شهرنشینی - یکی از عوامل مؤثر در وضعیت محیط زیست است (Rolando & et al, 2010: 414)؛ به‌عبارتی، تبدیل اراضی طبیعی به اراضی ساخته‌شده، اثرات قابل‌توجهی بر روی اکوسیستم دارد؛ از جمله به‌هم‌خوردن سیستم هیدرولیکی، اثرات زیست‌محیطی و آب و هوایی به‌ویژه ایجاد جزیره گرمایی بر فراز شهرها. شهرنشینی، فرایندی اجتناب‌ناپذیر است (تیموری و دیگران، ۱۳۹۲: ۱۸). برنامه‌ریزی اشتباه به‌ویژه در زمینه توسعه شهری به دلیل دارا بودن شدت و گسترده‌سازی زمانی و مکانی زیاد، می‌تواند بر کاهش کیفیت یا تخریب ساختارهای اکولوژیک طبیعی (مانند

شرقی و غربی است؛ یعنی منطقه ای که زمین‌های مرغوب کشاورزی اطراف شهر در آنجا قرار گرفته است (احدنژاد روشتی و حسینی، ۱۳۹۰: ۲۰-۱). تیموری و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی و پیش‌بینی گسترش افقی شهر قزوین با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی، طی دوره (۲۰۱۱-۱۹۸۶)»، گسترش فضایی-کالبدی شهر قزوین و تغییرات کاربری اراضی آن را مورد تحلیل قرار دادند؛ نتایج به‌دست‌آمده از بررسی تصاویر ماهواره ای، حاکی از آن است که مساحت ساخته‌شده شهر قزوین از ۱۶۴۵/۲۹ هکتار در سال ۱۹۸۶ به ۳۴۲۸/۷۳ هکتار در سال ۲۰۱۱ رسیده که براساس مدل هلدن، نقش عامل جمعیت با ۵۸/۳۶ درصد و رشد نامتوازن شهری ۴۱/۶۴ درصد بوده است که از عوامل مهم تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه هستند (تیموری و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۷-۱۵). همچنین داداش‌پور و سالاریان (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل تأثیر پراکنده‌رویی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ساری»، با هدف تأثیر پراکنده‌رویی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری و پیش‌بینی روند تحولات توسعه اراضی و کاربری اراضی تا سال ۱۴۱۰، به این نتایج دست یافتند که تغییر کاربری اراضی کشاورزی، باغی و مراتع در سال ۱۴۱۰ با نرخ رشد ۱/۴۳- درصدی کاهش خواهد یافت و هم‌راستا با این روند، اراضی ساخته‌شده با نرخ رشد ۴/۸۵ درصدی افزایش می‌یابد. توزیع فضایی اراضی ساخته‌شده در شمال منطقه شهری مطالعاتی تمرکز داشته، اما در نواحی شرق و غرب این منطقه نیز افزایش یافته است. دلیل این توزیع فضایی را می‌توان در گرایش‌های فضایی افراد به سکونت با الگوی تک‌خانواری در اراضی پیرامون شهر که قیمت کمی دارند، سراغ گرفت. چنین روندی مبتنی بر شدت یافتن پراکنده‌رویی در منطقه شهری ساری بوده و نیازمند جهت‌دهی مناسب در برنامه‌ریزی‌های آتی توسعه شهری و منطقه‌ای است (داداش‌پور و سالاریان، ۱۳۹۴: ۱۶۳-۱۴۵). پس از بررسی مهم‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص موضوع مورد مطالعه، می‌توان

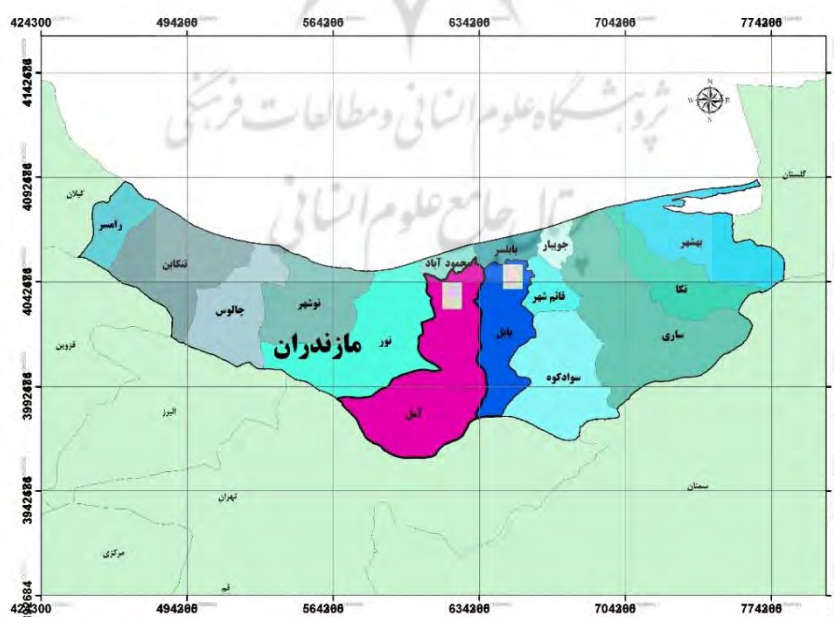
ارزیابی تطبیقی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی ... فرایند علمی و نظری تحقیق در گرو بررسی مطالعاتی است که تاکنون در زمینه‌های مرتبط صورت گرفته است. در این زمینه می‌توان از مطالعات زیر یاد کرد که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم به بررسی این پدیده در مناطق شهری توجه کرده‌اند. سان و همکاران (۲۰۰۷)، بر پایه طبقه‌بندی کاربری اراضی در روندی ۷ ساله، کاربری اراضی منطقه شهری آلبرتای کانادا را با استفاده از دو روش شبیه‌سازی جغرافیایی، زنجیره‌ای «مارکوف» و تحلیل خودکار سلولی پیش‌بینی کردند. در این پژوهش در مرحله اول، تغییر الگوی کاربری اراضی بین دو بازه زمانی صورت گرفته و یک ماتریس احتمالی از انتقال آن به‌دست آمد که برای مرحله پیش‌بینی به کار گرفته شد. سپس با بررسی اندرکنش شبکه حمل‌ونقل و اراضی صنعتی و مسکونی، الگوی کاربری اراضی در منطقه مزبور پیش‌بینی شد. در پایان، با استفاده از آنتروپی شانون درجه پراکندگی مراکز شهری در ۶ دوره زمانی بررسی و مشخص شد که پراکندگی تا سال ۲۰۱۰ ادامه داشته است (Sun et al., 2007: 353-361). پورمحمدی در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی گسترش فضایی-کالبدی شهر زنجان با تأکید بر تغییر کاربری زمین طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۵»، به پیش‌بینی و نمایش دینامیسم‌های زمانی و فضایی-کالبدی گسترش شهر تبریز در مقیاس‌های متفاوت پرداخته است (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۶-۲۹). احدنژاد روشتی و حسینی در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۳)»، تحلیل فرایندهای رشد و گسترش شهر تبریز را فراهم آوردند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مقدار مساحت شهر تبریز از ۵۷۶۸ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۱۸۵۳ هکتار در سال ۱۳۸۹ رسیده و با این روند طبق پیش‌بینی‌های انجام‌شده در سال ۱۴۰۰ به بیش از ۱۴۳۱۲ هکتار خواهد رسید. همچنین روند توسعه شهر نشان‌دهنده این است که تمایل گسترش کالبدی-فضایی شهر تبریز در امتداد

ساختار فضایی و کالبدی نامنظم و پیچیده‌ای است که حاصل زمان‌های مختلف بوده است. پیامد فضایی این رشد، قبل از هر چیز در گسترش فیزیکی بی‌رویه شهر و اضافه شدن بی‌برنامه محله‌های جدید به محدوده شهر و نیز تغییر در تراکم و بافت کالبدی شهر ظاهر شده است. شهر آمل نیز به‌عنوان دومین شهر استان مازندران، مرکز شهرستان آمل بر سر راه تجاری، گردشگری تهران به سواحل دریای خزر و شهرهای شمالی کشور در ساحل دریای مازندران قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی این شهر ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۴ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۶ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی است. از نظر موقعیت قرارگیری این شهر با ارتفاع متوسط ۷۴ متر از سطح دریا در جلگه‌ای هموار تشکیل شده که باغات و اراضی کشاورزی اطراف شهر را دربر گرفته‌اند. شکل شماره ۱ موقعیت شهرهای بابل و آمل را در سال‌ها ۱۳۹۵ نشان می‌دهد.

این‌گونه بیان کرد که با توجه به اهمیت پراکنده‌روی و نقش آن در تغییرات کاربری اراضی در چند دهه اخیر، در این خصوص در محدوده‌های مورد مطالعه (شهر آمل و بابل)، که در چند سال اخیر با مشکلات چندی از جمله اسراف در استفاده زمین، فقدان تسهیلات و وسایل شهری کافی، عدم پیوستگی حومه شهر و... روبه‌رو هستند؛ اما تحقیق جامعی در این زمینه در این دو شهر صورت نگرفته است تا از گسترش بی‌رویه این شهرها و تبدیل اراضی کشاورزی و باغات به اراضی ساخته‌شده جلوگیری شود.

### محدوده مورد مطالعه

شهر بابل، مرکز شهرستان بابل واقع در استان مازندران است که بین ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده و یکی از شهرهایی است که از دوران اسلامی وجود داشته است. این شهر به‌عنوان سومین شهر بزرگ استان مازندران، دارای



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

(منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۶)

### روش تحقیق

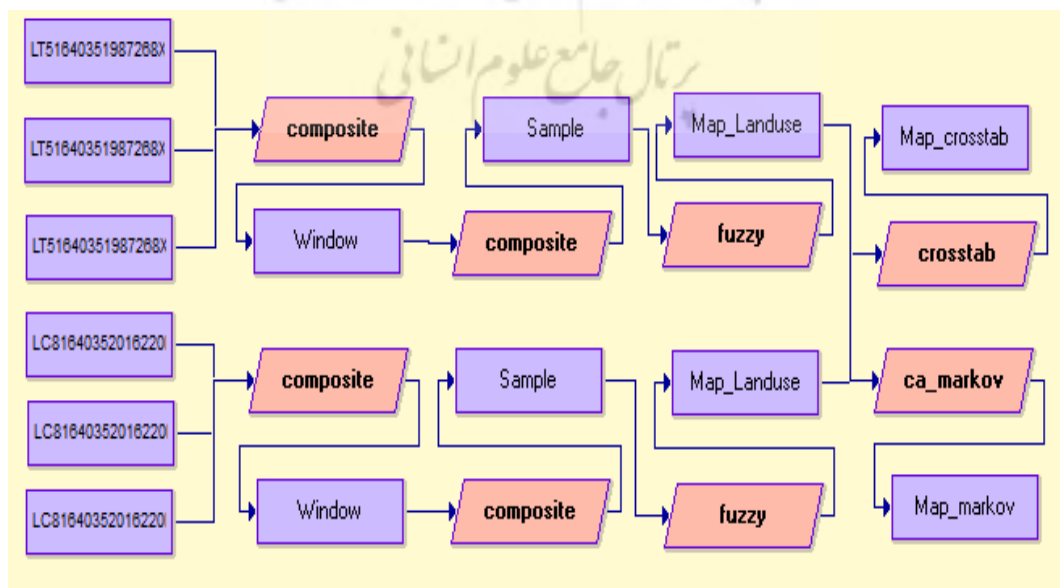
در سال‌های اخیر، داده‌های سنجنش از راه دور به‌طور وسیعی برای تهیه نقشه، درک الگو و فرایند و مدل‌سازی رشد شهری، کاربری اراضی و اسپرال شهری مورد استفاده قرار گرفته است. این تحقیق قصد دارد گسترش افقی یا اسپرال شهری را با استفاده از داده‌های فعلی و تاریخی سنجنش از راه دور و با کمک مدل‌های آماری ساده که می‌توانند بر روی ابعاد مختلف زمانی و مکانی (فضایی) به‌کاربرده شوند، آنالیز کرده و مشخص کند که رشد شهری کدام‌یک از شهرهای آمل و بابل (شهرهای استان مازندران) از نوع اسپرال بوده و روند آن در طی زمان و همچنین میزان آن در قطعات‌های مختلف شهری چگونه بوده است. ابزار گردآوری داده‌ها، مبتنی بر اطلاعات اسنادی و کتابخانه‌ای (تصاویر ماهواره‌ای) است. برای مقایسه و بررسی‌های توسعه فیزیکی شهرهای آمل و بابل از

سنجنده‌های OLI, TM,+ETM تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ در بازه زمانی ۲۰۱۶، ۱۹۸۷ انتخاب شد. برای سنجنش میزان صحت اطلاعات از روش «کاپا» استفاده شده است که به ترتیب دقت کل در سال‌های ۱۹۹۸ برابر با ۹۵ درصد، ۱۹۸۷ برابر با ۹۳ درصد، ۲۰۱۰ برابر با ۹۵ درصد، ۲۰۱۶ برابر با ۹۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۱). سپس با استفاده از نرم‌افزار IDIRSI و ARC MAP کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده «Fuzzy Artmap» استخراج و از مدل «کراس‌تب»، میزان تغییرات انواع کاربری‌ها به کاربری اراضی ساخته‌شده مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و از مدل «هلدرن» در راستای گسترش افقی شهرهای آمل و بابل استفاده شده است و برای پیش‌بینی روند تغییرات و بررسی تغییرات احتمالی کاربری اراضی برای افق زمانی سال ۲۰۲۶، از روش زنجیره‌ای «مارکوف» استفاده شده است.

جدول ۱. پارامترهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پارامتر آماری	۱۹۸۷ تصویر TM	۱۹۹۸ تصویر +ETM	۲۰۱۰ تصویر TM	۲۰۱۶ تصویر OLI
ضریب کاپا	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۷
کل درصد	۹۵	۹۳	۹۵	۹۸

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)



نمودار ۱. مراحل کلی تحقیق در نرم‌افزار IDRISI.

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

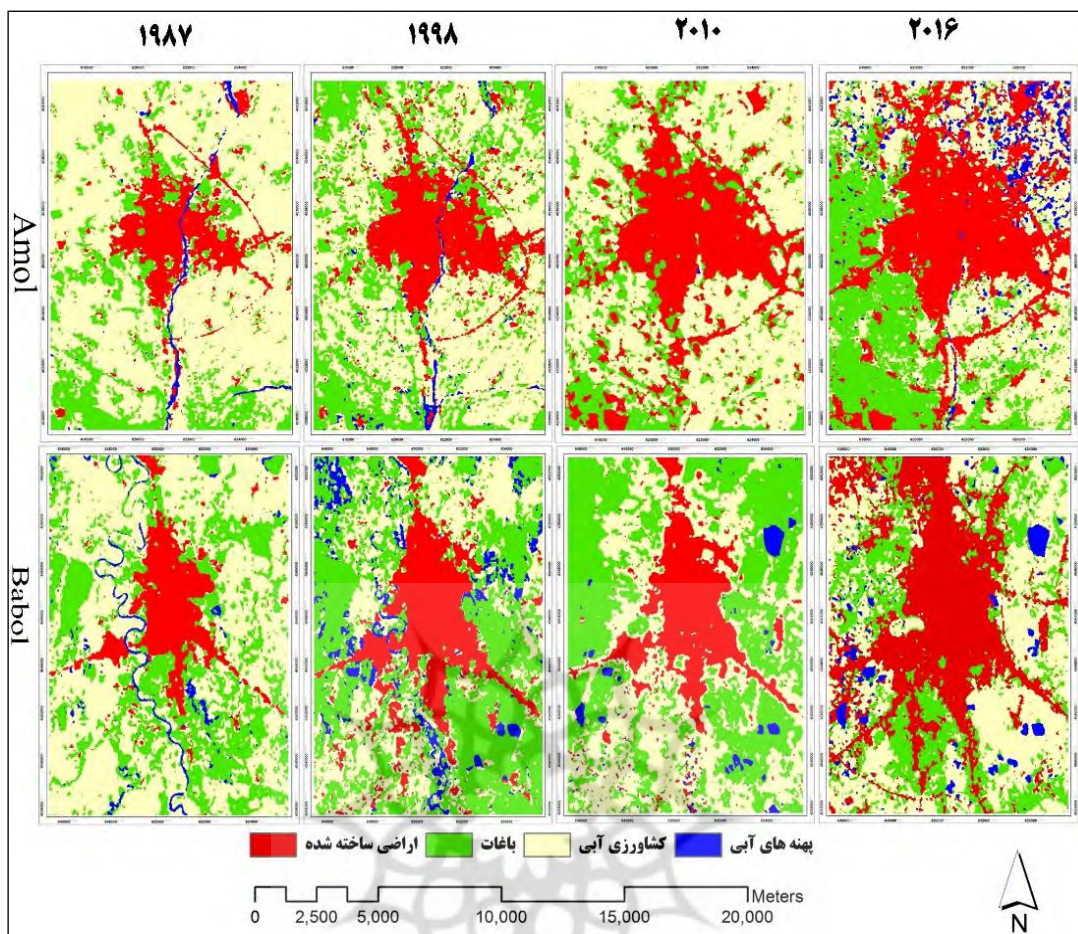
## یافته‌های تحقیق

### طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر و تهیه نقشه کاربری اراضی

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آن‌ها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشند، «طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای» گفته می‌شود؛ به عبارت دیگر، طبقه‌بندی پیکسل‌های تشکیل‌دهنده تصاویر و اختصاص دادن یا معرفی کردن هر یک از پیکسل‌ها به کلاس یا پدیده خاص را طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای می‌گویند (تیموری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۱). در راستای پاسخ‌گویی به سؤالات تحقیق که عبارت‌اند از: تغییرات کاربری زمین در شهرهای آمل و بابل چه اثراتی داشته است؟ یافتن پاسخ، از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و استخراج کاربری‌ها و اطلاعات موردنظر از طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده است که دارای الگوریتم و روش خاصی برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است. در این مطالعه از روش فازی مبتنی بر نظریات شدت انطباق از نوع طبقه‌بندی نظارت‌شده برای تصاویر ماهواره‌ای و استخراج کاربری‌ها استفاده شده است. طبق بررسی‌های صورت گرفته براساس طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در مقطع زمانی، مساحت اراضی ساخته‌شده شهر آمل ۱۶۱۷ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۴۳۷۳,۶۳ هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. در حالی که مساحت اراضی ساخته‌شده شهر بابل ۱۳۴۰,۰۱ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۳۹۵۶,۴۹ هکتار در سال ۲۰۱۶ رسیده است. مقایسه کلی این تغییرات نشان می‌دهد که تغییرات کاربری اراضی در هر دو شهر متفاوت بوده و اراضی ساخته‌شده شهر آمل نسبت به شهر بابل افزایش بیشتری داشته است. گسترش شتابان به خصوص رشد توسعه مسکونی موجب به زیرساخت رفتن زمین‌های اطراف شهر، نابودی اراضی مرغوب پیرامون شهر، از بین رفتن کیفیت زیست‌محیطی و به‌ویژه از بین رفتن اراضی کشاورزی آبی، باغات، فضای سبز و باز شهر و انواع دیگری از آلودگی‌ها شده است.

نکته قابل ذکر این است که در شهر بابل، اراضی آبی رو به کاهش است که یکی از علت‌های کاهش آن، احداث سد البرز در سال ۱۳۷۸ است. در نقشه شماره ۱ کاربری اراضی و رشد مناطق مورد مطالعه در طی سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۶ ارائه شده است از علل انتخاب تصاویر در این دوره، مشاهده بهتر تغییرات صورت گرفته و نبود ابر در تصاویر است. جدول شماره ۲ مساحت کاربری‌ها را برحسب هکتار در سال‌های ذکر شده بیان می‌کند.





نقشه ۱. کاربری اراضی و رشد شهرهای آمل و بابل طی سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۶  
(منبع: یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۶)

جدول ۲. مساحت کاربری‌های شهر آمل و بابل مورد مطالعه (هکتار)

شهر	کد کاربری	کاربری اراضی	۱۹۸۷	۱۹۹۸	۲۰۱۰	۲۰۱۶
امل	۱	اراضی ساخته‌شده	۱۶۱۷	۲۵۹۳،۹۸	۳۶۶۳،۸۱	۴۳۷۳،۶۴
	۲	باغات	۲۳۷۵	۳۵۵۸،۵۱	۲۳۷۶،۵۴	۳۶۲۱،۲۱
	۳	کشاورزی آبی	۸۴۲۲	۶۰۶۵،۸۲	۶۵۳۰،۰۴	۳۹۹۷،۵۳
	۴	پهنه‌های آبی	۱۶۰	۳۵۷،۳۹	۵،۳۱	۵۸۳،۲۰
بابل	۱	اراضی ساخته‌شده	۱۳۴۰،۰۱	۲۲۳۷،۴۹	۱۸۹۸،۹۱	۳۹۵۶،۴۹
	۲	باغات	۳۳۹۵،۸۸	۴۸۱۰،۹۵	۴۸۳۶،۳۳	۲۶۳۶،۸۲
	۳	کشاورزی آبی	۶۲۴۳،۹۳	۳۳۲۰،۸۲	۴۲۷۱،۷۶	۴۲۷۶،۴۴
	۴	پهنه‌های آبی	۲۶۱	۸۷۱،۵۶	۲۳۳،۸۲	۳۷۱،۰۷

(منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۶)

### تحلیل تغییر کاربری اراضی براساس مدل کراس تب

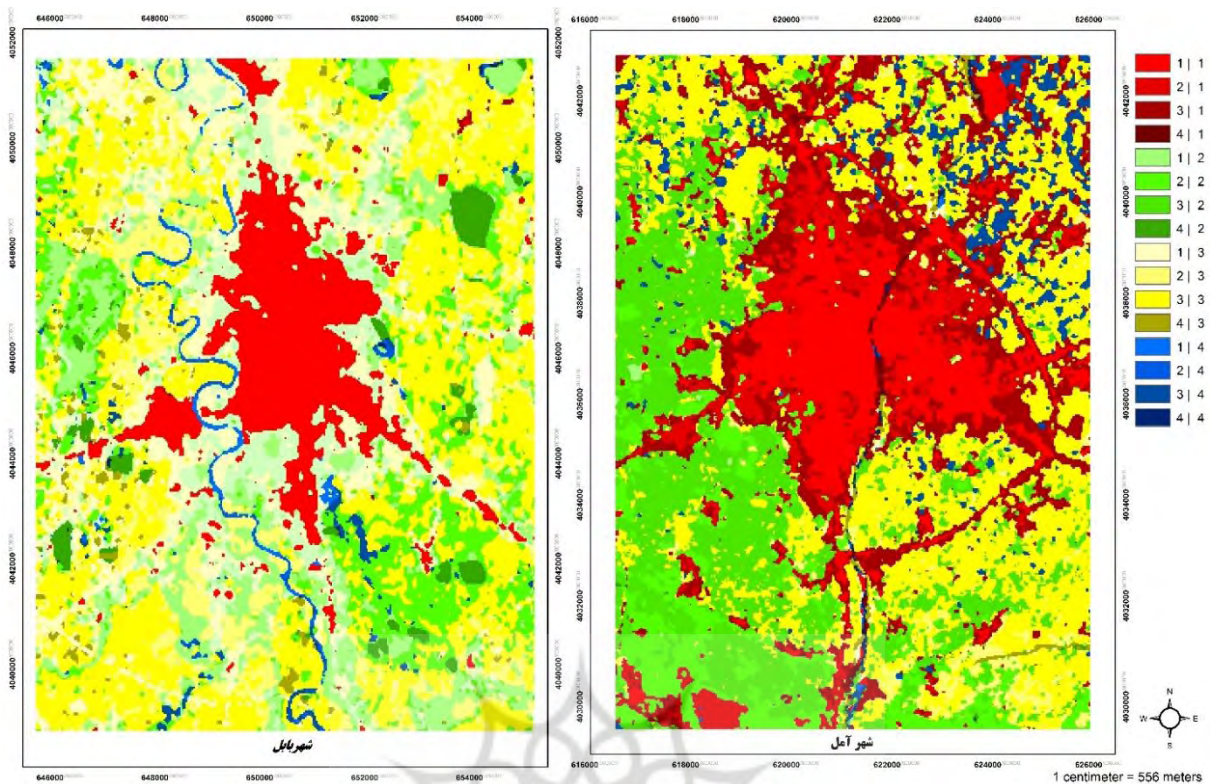
به منظور بررسی تغییرات ایجادشده در مقطع زمانی مورد مطالعه، تصاویر طبقه‌بندی شده مورد مقایسه قرار گرفتند. برای بررسی دقیق تغییرات از مدل «کراس تب» استفاده شده است. این مدل هم می‌تواند پیکسل‌هایی را که در بین دو تاریخ تصویربرداری تغییر یافته‌اند، شناسایی کند و هم می‌تواند ماهیت تغییرات کاربری‌ها را مشخص کند (تیموری و دیگران، ۱۳۹۲: ۲۱). نتیجه بررسی‌های میزان تغییرات کاربری اراضی به صورت یک جدول ماتریسی است که ستون‌های آن نشان از سال قدیم و ردیف‌های آن نشان‌دهنده سال جدید است. در شهر بابل در سال

۲۰۱۶ به طور کلی بیش‌ترین تغییرات کاربری در اراضی کشاورزی با ۵۵،۵۴ درصد و کمترین تغییرات در پهنه آبی با ۲،۳۲ درصد صورت گرفته است. در حالی که در شهر آمل بیش‌ترین تغییر در سال ۲۰۱۶ در اراضی کشاورزی آبی ۶۶،۹۷ درصد است. در شهر بابل در سال ۱۹۸۷ بیش‌ترین تغییرات کاربری در اراضی ساخته شده با ۳۵،۴۳ درصد و کمترین تغییرات در پهنه آبی ۳،۲۹ درصد صورت گرفته است. این کاربری در سال ۱۹۸۷ در شهر آمل با ۳۵،۴۴ درصد بیش‌ترین تغییرات روبه‌رو بوده است که بیش‌ترین تبدیل از اراضی کشاورزی آبی مربوط به اراضی ساخته شده است که در جدول ۳ بیان شده و نقشه تغییرات کاربری اراضی در نقشه ۲ ارائه شده است.

جدول ۳. تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه از سال ۲۰۱۶-۱۹۸۷ (هکتار) براساس مدل کراس تب

درصد	مجموع	پهنه آبی	کشاورزی آبی	باغات	اراضی ساخته شده	کاربری اراضی	
۱۱،۹	۱۳۴۰،۰۱	۰	۰	۰	۱۳۴۰،۰۱	اراضی ساخته شده	شهر بابل
۳۰،۲	۳۳۹۵،۸۸	۲۳۹،۵۸	۱۰۴۳،۱	۱۱۳۸،۹۵	۹۷۴،۲۵	باغات	
۵۵،۵	۶۲۴۳،۹۳	۱۲۳،۵۷	۳۱۲۴،۷۱	۱۳۹۳،۹۲	۱۶۰۱،۷۳	کشاورزی آبی	
۲،۳	۲۶۱	۷،۲۹	۹۷،۳۸	۸۹،۶۴	۶۶،۶۹	پهنه آبی	
۱۰۰	۱۱۲۴۰،۸۲	۳۷۰،۴۴	۴۲۶۵،۱۹	۲۶۲۲،۵۱	۳۹۸۲،۶۸	مجموع	
	۱۰۰	۳،۳	۳۷،۹	۲۳،۳	۳۵،۴	درصد	
درصد	مجموع	پهنه آبی	کشاورزی آبی	باغات	اراضی ساخته شده	کاربری اراضی	
۱۲،۹	۱۶۱۷،۰۳	۰	۰	۰	۱۶۱۷،۰۳	اراضی ساخته شده	شهر آمل
۱۸،۹	۲۳۷۵،۲۸	۱۳،۳۲	۴۱۵،۴۴	۱۰۵۶،۶	۸۸۹،۹۲	باغات	
۶۷	۸۴۲۲،۷۴	۵۳۴،۰۶	۳۴۷۲،۳۸	۲۵۲۶،۹۳	۱۸۸۹،۷۳	کشاورزی آبی	
۱،۳	۱۶۰،۶۵	۲۵،۲۹	۶۱،۱۱	۱۳،۵۹	۶۰،۶۶	پهنه آبی	
۱۰۰	۱۲۵۷۵،۷	۵۷۲،۶۷	۳۹۴۸،۹۳	۳۵۹۷،۱۲	۴۴۵۶،۹۸	مجموع	
	۱۰۰	۴،۵۵	۳۱،۴۰	۲۸،۶۰	۳۵،۴۴۳	درصد	

(منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۶)



نقشه ۲. نقشه تغییرات کاربری اراضی در مناطق مورد مطالعه از سال ۲۰۱۶-۱۹۸۷ (هکتار) براساس مدل کراس تب (منبع: یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۶)

رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره شهری بوده است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۳۳-۱۳۱). توسعه شهر ارتباط تنگاتنگی با میزان رشد جمعیت شهری دارد. ساختار کلی مدل برای میزان رشد و ارتباط مقادیر اولیه و پایان به شرح زیر است:

تحلیل تئوریک گستردگی شهری با مدل هلدن روش‌ها و مدل‌های کمی و کیفی مختلفی از قبیل آنتروپی شانون، هلدن و DPSIR، برای اندازه‌گیری پراکندگی و رشد بی‌قواره شهرها وجود دارند؛ که یکی از روش‌های اساسی برای مشخص کردن رشد بی‌قواره و اسپرال شهری، استفاده از روش هلدن است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص کرد چه مقدار از

$$LN\left(\frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت شروع دوره}}\right) + LN\left(\frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص شروع دوره}}\right) + LN\left(\frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در شروع دوره}}\right)$$

جدول ۴. جمعیت و مساحت شهر بابل و آمل در مقطع زمانی مورد مطالعه

شهر	دوره	جمعیت شهر	مساحت اراضی ساخته شده
بابل	۱۹۸۷	۱۱۸۲۴۲	۱۳۴۰،۰۱
	۲۰۱۶	۲۳۹۲۳۹	۲۶۳۶،۸۲
آمل	۱۹۸۷	۱۱۵۳۲۰	۱۶۱۷،۰۳
	۲۰۱۶	۲۴۲۱۷۷	۴۳۷۳،۶۴

(منبع: سرشماری نفوس و مسکن و محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۶)

(۱)

$$LN\left(\frac{239239}{118242}\right) + LN\left(\frac{110.21}{113.32}\right) = LN\left(\frac{26368200}{13400100}\right)$$

(۲)

$$LN(2.023299674) + LN(0.972550661) = LN(1.967761435)$$

(۳)

$$0.704729681 + (-0.027833111) = 0.67689569$$

(۴)

$$\left(\frac{0.704729681}{0.67689569}\right) - \left(\frac{0.027833111}{0.67689569}\right) = \left(\frac{0.67689569}{0.67689569}\right)$$

(۵)

$$1.041 - 0.0411 = 1$$

نتایج به دست آمده از مدل هلدن در شهر بابل نشان می‌دهد که بیشترین گستردگی شهر مربوط به رشد جمعیت و کمترین رشد مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است.

(۱)

$$LN\left(\frac{242177}{115320}\right) + LN\left(\frac{140.22}{180.59}\right) = LN\left(\frac{43736400}{16170300}\right)$$

(۲)

$$LN(2.100043358) + LN(0.7764549532089263) = LN(2/704736461)$$

(۳)

$$0.741957991 + 0.25304649 = 0.995004481$$

(۴)

$$\left(\frac{0.741957991}{0.995004481}\right) + \left(\frac{0.25304649}{0.995004481}\right) = \left(\frac{0.995004481}{0.995004481}\right)$$

(۵)

$$0.745683 + 0.254317 = 1$$

$$74.56 + 25.43 = 1$$

همچنین نتایج به دست آمده از مدل هلدن در شهر بابل نیز نشان می‌دهد، ۷۴،۵۶ درصد از گستردگی شهر مربوط به عامل جمعیت و ۲۵،۴۳ درصد باقی مانده آن، مربوط به رشد نامتوازن شهر و اسپرال است؛ بنابراین مقایسه کلی با استفاده از این مدل نشان می‌دهد که گستردگی شهری در شهرهای آمل و بابل بیشتر بر اثر عامل جمعیت است که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و در نهایت گستردش افقی و بدقواره شهر آمل و بابل است.

**پیش‌بینی روند گسترش فیزیکی شهرهای آمل و بابل**

با توجه به نتایج به دست آمده از رشد و گسترش شهری در دو شهر آمل و بابل، این تحقیق در پی آن است که میزان گسترش و تغییرات کاربری اراضی شهری در دو شهر مورد نظر را در ۱۰ سال آینده پیش‌بینی کند. روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی وجود دارد که در پژوهش حاضر برای تحلیل دقیق پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی از روش زنجیره‌ای «مارکوف» استفاده شده است. در روش زنجیره‌ای مارکوف احتمال وقوع یک تغییر در زمان  $t$  بستگی به وضعیت آن در زمان

جدول ۵. احتمال تغییر کاربری اراضی شهر آمل تا سال ۲۰۲۶  
براساس مدل زنجیره‌ای مارکوف (درصد)

پهنه آبی	کشاورزی آبی	باغات	اراضی ساخته شده	
۰	۰	۰	۱۰۰	اراضی ساخته شده
۰	۰/۴۹	۳۴ ۸۵	۹/۸۸	باغات
۱۳/۲۶	۹۹/۱۶	۱۶۶ ۱۴	۰/۹۷	کشاورزی آبی
۸۶/۷۴	۰/۳۶	۰	۲/۱۸	پهنه آبی

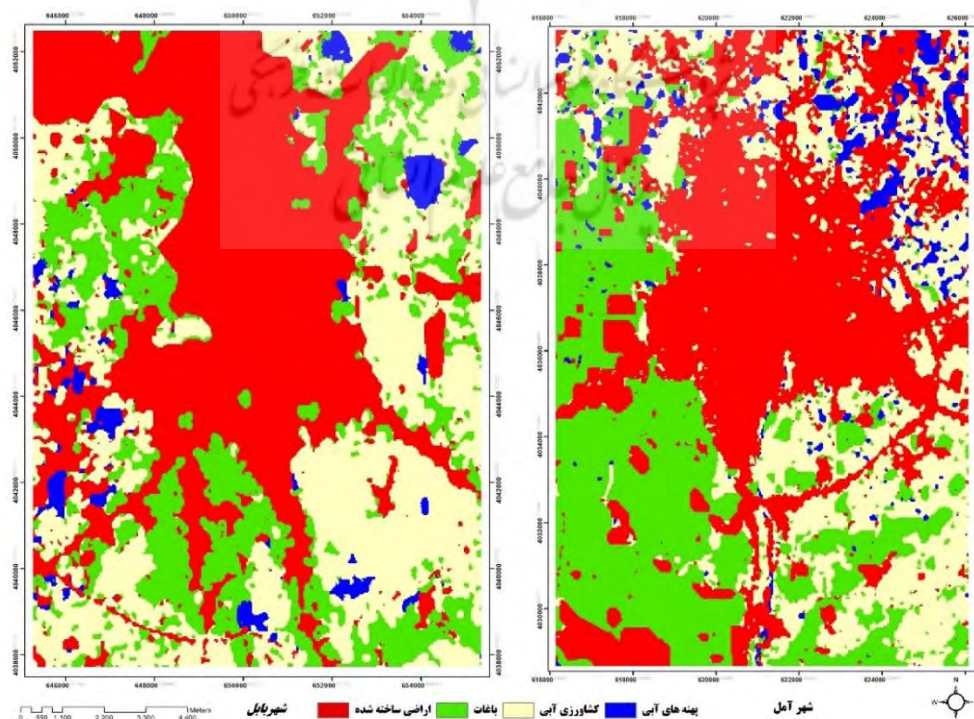
(منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۶)

جدول ۶. احتمال تغییر کاربری اراضی شهر بابل تا سال ۲۰۲۶  
براساس مدل زنجیره‌ای مارکوف (درصد)

پهنه آبی	کشاورزی آبی	باغات	اراضی ساخته شده	
۰	۰	۰	۱۰۰	اراضی ساخته شده
۳۸/۵۱	۰/۷۸	۱۹۸ ۸۸	۷/۲۳	باغات
۰/۰۵۳	۹۶/۵۲	۹/۵۳	۸/۸۴	کشاورزی آبی
۶۱/۴۴	۲/۷۰	۱/۴۹	۰/۵۳	پهنه آبی

(منبع: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۶)

ارزیابی تطبیقی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی ... قبل (t+1) دارد. در این روش پارامترهای مورد بررسی به صورت یک ماتریس به وجود آمده و احتمال وقوع هر یک از کاربری‌ها را نسبت به همدیگر براساس توابع احتمالاتی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و به پیش‌بینی تغییرات با فرایند احتمالاتی در زمان آینده می‌پردازد. به منظور انجام روش زنجیره‌ای مارکوف در این پژوهش، نقشه کاربری تهیه شده برای سال ۱۹۸۷ به عنوان نقشه پایه و نقشه کاربری سال ۲۰۱۶ به عنوان نقشه پیرو به صورت ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن مدت زمان ۱۰ سال برای پیش‌بینی تغییرات، سال ۲۰۲۶ به عنوان سال پیش‌بینی تغییرات در مدل مدنظر قرار گرفت تا ماتریس تغییرات احتمالی کاربری‌ها حاصل شود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در شهر آمل باغات بیشترین تغییرات را به اراضی ساخته شده خواهد داشت؛ ولی در شهر بابل اراضی کشاورزی آبی بیشترین تغییرات را به اراضی ساخته شده خواهد داشت. جدول ۵ و ۶ احتمال تغییر کاربری‌های مورد مطالعه را تا سال ۲۰۲۶ براساس روش زنجیره‌ای مارکوف نشان می‌دهند.



شکل ۱. نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی شهر آمل و بابل با استفاده از روش زنجیره‌ای مارکوف برای سال ۲۰۲۶  
(منبع: یافته‌های نگارندگان، ۱۳۹۶)

### نتیجه‌گیری

نحوه شکل‌گیری مکانی و رشد و گسترش شهر، از جمله مباحث مهمی است که در مطالعات شهری بررسی می‌شود. به دنبال آن، شکل شهر نیز به‌عنوان الگوی توسعه فضایی فعالیت‌های انسان در برهه خاصی از زمان مورد توجه قرار گرفته است. اکثر شهرهای ایران در مراحل اولیه شکل‌گیری با هدف استفاده از زمین‌های مرغوب به منظور زراعت در کنار رودخانه‌ها استقرار می‌یافته‌اند که با رشد و توسعه آرامی روبه‌رو بودند. به مرور زمان با تبدیل روستا به شهر و رشد روزافزون جمعیت و گستردگی شهرها اراضی مرغوب، تحت تأثیر فشار حاصل از تغییرات کاربری زمین (تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی ساخته‌شده) به‌سوی اراضی نامرغوب کشیده شده و اثرات زیان‌باری را برای انسان و محیط‌زیست او فراهم آورده است. همچنین از جمله مشکلات شهرهای کشور، درهم‌تنیدگی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از گسترش افقی بی‌برنامه است. با وجود همه مشکلات، این واقعیت را نیز باید پذیرفت که رشد و گسترش افقی شهرها امری اجتناب‌ناپذیر است؛ از این‌رو در دهه‌های اخیر در ایران رشد و گسترش شهرها به‌صورت نوعی معضل یا مسئله درآمده و لزوم توجه به مسائل شهری در قالب چارچوب علمی، اهمیت و ضرورت یافته است. شهرهای آمل و بابل به‌عنوان دو شهر بزرگ استان مازندران در دهه‌های اخیر به دلایل مسائل و مشکلات چندی، زمین‌های حاصلخیز کشاورزی اطراف شهر را از کاربری کشاورزی به دیگر کاربری‌ها تغییر داده‌اند که همین امر ضرورت ارزیابی اصولی این گسترش را نمایان می‌سازد. با توجه به کارایی منحصربه‌فرد تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینه ارزیابی گسترش افقی شهر و اثرات آن، در این تحقیق نیز از این تکنیک‌ها استفاده شده است؛ بنابراین این تحقیق با هدف بررسی مقایسه تطبیقی میزان گسترش کالبدی شهرهای آمل و بابل، در جهت پاسخ‌گویی به سؤالات تحقیق که چه آسیبی بر اثر فشار حاصل از تغییرات، بر

کاربری زمین در شهرهای آمل و بابل به‌وجود آمده است؟ و اینکه کدام‌یک از شهرهای آمل و بابل بیش‌ترین تغییرات کاربری اراضی را در پیرامون خود داشته و در آینده مسیر این تغییرات به کدام جهت است، انجام گرفت؛ بنابراین از چهار دوره تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۶ برای ارزیابی مقایسه رشد کالبدی شهرهای آمل و بابل استفاده شده است. بررسی تغییرات ایجادشده در مقطع زمانی مورد مطالعه و تصاویر طبقه‌بندی شده مورد مقایسه قرار گرفتند. از مجموع بحث‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات کاربری اراضی ساخته‌شده در شهر آمل نسبت به شهر بابل بیشتر است؛ به طوری که در شهر آمل ۱۶۱۷ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۴۳۷۳،۶۳ هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. که طبق مدل کراس‌تب، بیش‌ترین تغییر در سال ۲۰۱۶ در اراضی کشاورزی آبی با ۶۶،۹۷ درصد است. در حالی که مساحت اراضی ساخته‌شده شهر بابل، ۱۳۴۰،۰۱ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۳۹۵۶،۴۹ هکتار در سال ۲۰۱۶ رسیده است. در این میان آنچه مهم به‌نظر می‌رسد، تغییر اراضی کشاورزی به اراضی ساخته‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده از مدل کراس‌تب نشان می‌دهد که در شهر بابل در سال ۲۰۱۶ به‌طور کلی بیش‌ترین تغییرات کاربری در اراضی کشاورزی با ۵۵،۵۴ درصد و کمترین تغییرات در پهنه آبی با ۲،۳۲ درصد صورت گرفته است که این تغییرات باعث از بین رفتن اراضی مرغوب پیرامون شهر و کیفیت زیست‌محیطی آن شده است و نابودی این اراضی، مشکلات زیست‌محیطی متعددی را برای این شهرها به‌وجود خواهد آورد. همچنین در شهر بابل در سال ۱۹۸۷ بیش‌ترین تغییرات کاربری در اراضی ساخته‌شده با ۳۵،۴۳ درصد و کمترین تغییرات در پهنه آبی ۳،۲۹ درصد صورت گرفته است. این کاربری در سال ۱۹۸۷ در شهر آمل با ۳۵،۴۴ درصد بیش‌ترین تغییرات روبه‌رو بوده است که بیش‌ترین تبدیل از اراضی کشاورزی آبی به اراضی ساخته‌شده است و عوامل پیدا و پنهان بسیاری در این امر دخیل بوده‌اند

زمینه را می‌طلبند تا از گسترش بی‌رویه این شهرها و تبدیل اراضی کشاورزی و باغات به اراضی ساخته‌شده جلوگیری شود. در پایان شایسته است با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق برای بهبود رشد کالبدی شهرهای آمل و بابل، جلوگیری از رشد بی‌رویه این شهرها و یاری‌رساندن به برنامه‌ریزان در رابطه با موضوع رشد شهری به موارد زیر اشاره کرد:

### پیشنهادها

- استفاده از اراضی بایر و خالی داخل شهر در جهت مصارف شهری؛

- توجه به رویکرد رشد درون‌زای شهری به جای ایجاد شهرک‌های اقماری و بلندمرتبه‌سازی و استفاده از الگوی شهر فشرده به جای رشد پراکنده و گسترده شهری؛

- کنترل بیشتر بر محدوده‌های شهری: یکی از علل اصلی پراکنش افقی، بی‌توجهی و نداشتن برنامه برای چگونگی گسترش و توسعه شهر از سوی سازمان‌های مربوط و برنامه‌ریزان یا اجرانکردن طرح‌های مربوط است؛

- جلوگیری از افزایش بی‌رویه محدوده شهر و هدایت در جهت گسترش شهر در جهاتی غیر از زمین‌های کشاورزی: با توجه به از بین رفتن اراضی مرغوب کشاورزی شهرهای آمل و بابل و از آنجاکه توسعه فیزیکی شهر امر اجتناب‌ناپذیر شهرهاست و با ورود جمعیت، گسترش فیزیکی شهر نیز ضرورت می‌یابد؛ باید سعی شود توسعه شهر به سمتی هدایت شود که زمین‌های مرغوب کشاورزی و باغات در این فرایند نابود نشود.

### منابع

احدنژادروشتی، محسن؛ حسینی، سید احمد (۱۳۹۰). ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه)

که مهمترین آن‌ها عامل جمعیت و رشد بی‌قواره و نامتوازن شهری است که با استفاده از روش هلدنر مشخص شد چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره شهری بوده است. نتایج به‌دست‌آمده از این مدل در شهر بابل نشان می‌دهد که بیش‌ترین رشد کالبدی و فیزیکی شهر مربوط به رشد جمعیت و کمترین رشد مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است. همچنین نتایج در شهر آمل نیز نشان می‌دهد، ۷۴٫۵۶ درصد از رشد فیزیکی شهر مربوط به عامل جمعیت و ۲۵٫۴۳ درصد باقیمانده آن، مربوط به رشد نامتوازن شهر و اسپرال است؛ به‌عبارتی توسعه شهر ارتباط تنگاتنگی با میزان رشد جمعیت شهری دارد که نتایج این مدل در پژوهش حاضر نشان داد که رشد فیزیکی و کالبدی شهرهای آمل و بابل بیشتر بر اثر عامل جمعیت بوده است، نه رشد نامتوازن و اسپرال که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و درنهایت گسترش افقی و بدقواره شهر آمل و بابل بوده است. در ادامه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌های گوناگون در این پژوهش که پیش‌بینی علمی را درباره ادامه روند گسترش کالبدی این شهر در ۱۰ سال آینده داشته باشیم. در این پژوهش برای تحلیل دقیق پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی از روش زنجیره‌ای مارکوف استفاده شده است. به‌منظور انجام روش زنجیره‌ای مارکوف در این پژوهش، نقشه کاربری تهیه‌شده برای سال ۱۹۸۷ به‌عنوان نقشه پایه و نقشه کاربری سال ۲۰۱۶ به‌عنوان نقشه پیرو به‌صورت ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن مدت زمان ۱۰ سال به‌منظور پیش‌بینی تغییرات، سال ۲۰۲۶ به‌عنوان سال پیش‌بینی تغییرات در مدل مدنظر قرار گرفت تا ماتریس تغییرات احتمالی کاربری‌ها حاصل شود. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در شهر آمل باغات بیش‌ترین تغییرات را به اراضی ساخته‌شده خواهد داشت؛ ولی در شهر بابل اراضی کشاورزی آبی بیش‌ترین تغییرات را به اراضی ساخته‌شده خواهد داشت که اقدامات لازم در این

گسترش کالبدی-فضایی شهر بابلسر با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن، چشم‌انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، سال ششم، شماره ۱۶، پاییز، صص ۱۳۳-۱۱۵.

Aldous, T. (1992). Urban villages: a concept for creating mixed-use urban developments on a sustainable scale. Urban Villages Group. 1-95

Anderson, W.P. Kanaroglou, P.S. & Miller, E.I. (1996), Urban Form, Energy and the Environment, a Review of Issues and Policy, Urban Studies, Vol. 33, No. 1, PP. 7-35.

Ayala-Silva, T. Gordon, G. and Heath, R. (2009), Use of Satellite Data to Study the Impact of Land-Cover/Land-Use Change in Madison County Alabama, American Journal of Applied Sciences, Vol. 6, No. 4, PP. 656-660.

Barton, Hugh and et al (2003). Shaping neighborhoods: Agued for health, sustainability and vitally, spoon press, London and New York.

Bhatta, B. (2010). Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data. Springer Science & Business Media.

Bhatta, S.B; Saraswati, D; (۲۰۰۹). Quantifying the degree-of- freedom, degree of sprawl, and degree of goodness of urban growth from remote sensing data, Applied Geography, ۳۰, ۱۱۱-۹۶

Brueckner, J. K. & Largey, A. G. (2008). Social interaction and urban sprawl. Journal of Urban Economics, 64(1), 18-34.

Burchell, R, Downs, A, McCann, B, & Mukherji, S. (2005). Sprawl costs: Economic impacts of unchecked development. Island Press.

Chiotti, Q, & Probe, P. (2004). Toronto's Environment: A Discussion on Urban Sprawl and Atmospheric impacts. Pollution Probe. Canada.

Couch, C, & Karecha, J. (2002). The Nature and Dynamics of Urban Sprawl: A Case Study of Wirral, England. Liverpool John Moores University [http://www. Pik-potsdam. De/urbs/projekt/liverpool\\_aug02. Pdf](http://www.Pik-potsdam.De/urbs/projekt/liverpool_aug02.Pdf) (accessed 13 June 2007).

Ewing, R. (1997) 'Is Los Angelesstyle sprawl desirable?' Journal of the American Planning Association, 63(1): 107-125.

Hennig, E. I, Soukup, T, Orlitova, E, Schwick, C, Kienast, F, & Jaeger, J. A. (2016). Annexes 1-5: Urban Sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report. No 11/2016.

Hess, George (2001), just what is sprawl anyway? North California stat university. Www. ncsu. Edu/grhess.

موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۳)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال دوم، شماره ۴، صص ۲۰-۱.

پورمحمدی، محمدرضا؛ جمالی، فیروز؛ اکبر، اصغری زمانی (۱۳۸۷). پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۳، بهار، صص ۴۶-۲۹.

تیموری، اصغر؛ ربیعی فر، ولی‌الله؛ هادوی، محمدرضا؛ فرامرز هادوی، (۱۳۹۲). ارزیابی و پیش‌بینی گسترش افقی شهر قزوین با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی، طی دوره (۲۰۰۱-۱۹۸۷)، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، شماره ۵، صص ۲۷-۱۵.

حسینی، سید هادی؛ حسینی، معصومه (۱۳۹۴). تحلیل عوامل مؤثر بر ایجاد پراکنده‌رویی در مناطق شهری ایران، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم، شماره ۴، شماره زمستان، صص ۶۳-۳۳.

حکمت‌نیا، حسن؛ موسوی، میرنجف (۱۳۸۵). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، یزد: علم نوین.

داداش‌پور، هاشم؛ سالاریان، فردیس (۱۳۹۴). تحلیل پراکنده‌رویی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ساری، پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری: دوره سوم، شماره ۲، شماره تابستان، صص ۱۶۴-۱۴۵.

سیف‌الدینی، فرانک؛ زیاری، کرامت‌اله؛ پوراحمد، احمد، عامر نیک‌پور (۱۳۹۱). تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار، مجله پژوهش‌های جغرافیایی- انسانی، شماره ۸۰، صص ۱۷۶-۱۵۵.

صدرموسوی، میرستار؛ رحیمی، اکبر (۱۳۹۱). تحلیلی بر توسعه کالبدی تبریز و تخریب اراضی کشاورزی و فضاهای سبز شهری، مجله جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۴، سیستان و بلوچستان، صص ۱۰۹-۹۹.

طیبیبیان، منوچهر؛ اسدی، ایرج (۱۳۸۷). بررسی و تحلیل عوامل پراکنده‌رویی در توسعه فضایی مناطق کلان‌شهری، فصلنامه دانشگاه هنر، شماره ۲، انتشارات دانشگاه هنر، صص ۲۳-۵.

کانی، ویلیامز؛ بوتون، الیزابت، مایک جنکنر، (۱۳۸۳). دستیابی به شکل پایدار شهری؛ شکل پایداری و حمل‌ونقل، ترجمه و آراز مرادی مسیحی، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، چاپ اول، تهران.

ماجدی، حمید (۱۳۷۸). زمین مسئله اصلی توسعه شهری، مجله آبادی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران شماره ۳۳.

میرکتولی، جعفر؛ قدمی، مصطفی؛ مهدیان بهنمیری، معصومه؛ محمدی، سیده سحر (۱۳۹۰). مطالعه و بررسی روند و



- Nagendra, H. Pareeth, S. and Ghate, R. (2006), People Within Parks-forest Villages, Landcover Change and Landscape Fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve, India, *Applied Geography*, Vol. 26, No. 2, PP. 96-112.
- Nozzi, D. (2003). Road to Ruin: An Introduction to Sprawl and how to Cure it. Greenwood Publishing Group. 1-175.
- Peiser, R. (2001). Decomposing urban sprawl. *The Town Planning Review*, 275-298.
- Pelorosso, R. Leone, A. and Boccia, L. (2009), Land Cover and Land Use Change in the Italian Central Apennines: A Comparison of Assessment Methods, *Applied Geography*, Vol. 29, No. 1, PP. 35-48.
- Pumain, D. (2004). Scaling laws and urban systems.
- Rolando, E. Caravantes, D. and Sánchez-Flores, E. 2010, Water Transfer Effects on PeriUrban Land Use/Land Cover: A Case Study in a Semi-Arid Region of Mexico, *Applied Geography*, Vol. 31, No. 2, PP. 413-425.
- Sudhira, H.S. and Ramachandra, T.V. (2007): Characterising Urban Sprawl from Remote Sensing Data and Using Landscape Metrics. *Proceedings of 51th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Iguassu Falls, PR Brazil, July 55-53. URL:<http://eprints.iisc.ernet.in/55834/>
- Sun, Heng, Forsythe, Wayne, Waters, Nigel, 2007, Modeling Urban Land Use Change and Urban Sprawl: Calgary, Alberta, Canada, *Networks and Spatial Economics*, 7, 353-376.
- Wyman, M.S. and Stein, T. V. (2010), Modeling Social and Land-Use/Land-Cover Change Data to Assess Drivers of Smallholder Deforestation in Belize, *Applied Geography*, Vol. 30, No. 3, PP. 329-342.
- Yü, W. Zang, Sh. Wu, Ch. Liu, W. and Na, X. (2011), Analyzing and Modeling Land Use Land Cover Change (LUCC) in the Daqing City, China, *Applied Geography*, Vol. 31, No. 2, PP. 600-608.
- Zhang, T. (2000). Land market forces and government's role in sprawl: The case of China. *Cities*, 17(2), 123-135.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی