

ارزیابی الگوی اختلاط کاربری زمین در محلات شهر سبزوار

محمد رضا پورمحمدی، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تبریز

میرستار صدر موسوی، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تبریز

سعید حسین آبادی*، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تبریز

چکیده

امروزه با گسترش پارادایم‌هایی چون شهر فشرده، رشد هوشمند و نوشهرگرایی، کاربرد اختلاط کاربری زمین شهری - به عنوان یکی از اصول مهم این پارادایم‌ها - در شهرسازی کشورهای پیشرفته گسترش یافته است و محققان مختلف سعی در گسترش ادبیات موضوع و روش‌های ارزیابی کاربری زمین بر اساس مفهوم اختلاط کاربری داشته‌اند. مفهوم اختلاط کاربری به آن کاربری‌ها و فعالیت‌هایی اشاره دارد که در یک فضای محدود در ارتباط با هم هستند و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. یکی از علایق پژوهشگران حوزه‌ی کاربری اراضی شهری سنجش مناسب میزان اختلاط کاربری‌ها بوده است و سعی شده با استفاده از شاخص‌هایی درجه‌ی اختلاط و تنوع کاربری‌ها را در سطح بخش‌های مختلف یک شهر بسنجند. با توجه به اهمیت موضوع در این تحقیق سعی شده است با استفاده از شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری (آنتروپی، دسترسی، آماره کانونی) به ارزیابی کاربری اراضی در شهر سبزوار پرداخته شود. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اعداد به دست آمده از این شاخص‌ها نزدیک به هم است. با ترکیب این چند شاخص، شاخص نهایی به دست آمد که بر اساس آن مشخص شد که تفاوت زیادی بین محلات مختلف از نظر میزان اختلاط کاربری‌ها وجود دارد. همچنین نتایج حاکی از آن است که بین فاصله از مرکز شهر و اختلاط کاربری‌ها همبستگی منفی وجود دارد به صورتی که با دور شدن از مرکز شهر از میزان اختلاط کاربری کاسته می‌شود. آماره موران نیز نشان داد که بین محلات مختلف از نظر میزان اختلاط کاربری همبستگی فضایی وجود دارد.

واژگان کلیدی: اختلاط کاربری، شاخص آنتروپی، شاخص دسترسی، آماره کانونی، شهر سبزوار.

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسئله

موضوع زمین و چگونگی استفاده از آن همواره موضوع و بستر اصلی برنامه‌ریزی شهری بوده و در حقیقت سرنوشت نهایی طرح توسعه شهری را چگونگی مداخله و نظارت بر نحوه‌ی استفاده از زمین رقم می‌زند و همواره یکی از مسائل اجتماعی اقتصادی و کالبدی در شهرنشینی معاصر را این مقوله تشکیل داده است (حکمت‌نیا، ۱۳۸۹: ۸۴ به نقل از هاشم زاده همایونی، ۱۳۷۹: ۷۱۳).

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، ساماندهی مکانی و فضایی فعالیت‌های و عملکردهای شهری بر اساس خواستها و نیازهای جامعه‌ی شهری است و هسته‌ی اصلی برنامه‌ریزی شهری را تشکیل می‌دهد (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۳). الگوهای برنامه‌ریزی کاربری زمین در طول زمان دچار تحول شده است. تفکیک کاربری‌های مختلف شهری و در نتیجه ایجاد زون‌بندی عملکردی مجزا یکی از روش‌های زون‌بندی رایج از انقلاب صنعتی است و تا مدت‌ها به عنوان الگوی رایج برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری در غرب بوده است. اما به مرور زمان اثرات منفی این نوع نگرش به مکان‌یابی فعالیت‌ها مشخص شده و انتقادات نظریه‌پردازان مختلف را برانگیخته به طوری که نظریات جدید شهرسازی از اختلاط کاربری‌ها حمایت کرده و آن را لازمه‌ی پایداری شهری می‌دانند (وحیدی، ۱۳۸۶: ۲۳). منتقدان اعتقاد دارند که در الگوی جدایی‌گزینی کاربری‌ها، استفاده ناکارآمد از زمین شهری به ایجاد مسائل اساسی مانند ناپایداری زیست‌محیطی (آلودگی‌های صوتی، آب‌وهوا، بصری) و ناپایداری اجتماعی - اقتصادی (بی‌عدالتی و کیفیت پایین زندگی)، تهدید سلامتی انسان‌ها و شهرها منجر شده است. این امر با تراکم پایین، کاربری منفرد و ناسازگار و توسعه‌ی جهشی شهر به سمت حومه‌ها، ایجاد فاصله‌ی زیاد بین محل کار و زندگی و... وضعیت نامطلوبی به شهرهای کنونی داده است. این معضلات باعث شده به مرور زمان الگوی کاربری مختلط - با این ادعا که توان رفع و یا کاهش معضلات برآمده از تفکیک کاربری‌ها را دارد - مطرح و در شهرهای کشورهای غربی عملی گردد.

پویای شهری معاصر ایران نیز از روند توسعه‌ی شهری مبتنی بر منطقه‌بندی و الگوی برنامه‌ریزی جامع - اگرچه نه در تکرار مصادیق عینی آن - متأثر بوده است و در ترکیب با تحولات و تأثیرات جنبش شهرسازی مدرنیستی، دگرگونی‌های شهری ویژه‌ای را در پی داشته است؛ با دستور کار قرار گرفتن تهیه‌ی طرح‌های جامع شهری (از دهه‌ی ۴۰ شمسی به بعد) در نظام برنامه‌ریزی شهری کشور، نقشه‌های کاربری اراضی با دستورات منطقه‌بندی و به همراه در نظام برنامه‌ریزی شهری کشور نقشه‌های کاربری اراضی با دستورات منطقه‌بندی و به همراه مجموعه‌ی مختصری از ضوابط غیرمنعطف به عنوان اسناد توسعه‌ی شهری، عمومیت پیدا نمودند. با نگاهی به طرح‌های توسعه‌ی شهری که برای بسیاری از شهرهای کشور به‌ویژه کلان‌شهرها تهیه شده است، می‌توان اذعان نمود که تبیین نظری و متدولوژیک پارادایم اختلاط کاربری در ادبیات دانشگاهی توسعه‌ی شهری ایران بسیار کم‌رنگ می‌نماید. این در حالی است که با توجه به کمبود زمین برای توسعه‌های آتی شهری، توجه به کیفیت مطلوب زیست‌محیطی شهری، رعایت فشرده‌گی و پایداری توسعه شهری، ضرورت توجه به رویکرد اختلاط کاربری را بیش از پیش برجسته‌تر می‌کند (فرجام و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۴).

گذشته از تأثیرات کاربری‌های مختلط بر پایداری و توسعه‌ی شهری، یکی از علایق و البته دغدغه‌های پژوهشگران این حوزه، سنجش مناسب میزان اختلاط کاربری‌ها بوده است و سعی شده با استفاده از شاخص‌هایی درجه‌ی اختلاط و تنوع کاربری‌ها را در سطح بخش‌های مختلف یک شهر بسنجند. با توجه به اهمیت موضوع در این تحقیق سعی می‌شود با استفاده از شاخص‌های تعریف شده برای سنجش میزان اختلاط کاربری اراضی، به ارزیابی کاربری اراضی محلات و نواحی مختلف شهر سبزوار بپردازیم تا مشخص شود کدام محلات و نواحی اختلاط کاربری بهتری دارند و کدام یک از تنوع و اختلاط کم‌تری بهره می‌برند.

۲-۱- سؤالات تحقیق

سؤالات تحقیق عبارت است از:

- الف) شاخص‌های اختلاط کاربری در محلات و نواحی مختلف شهر سبزوار چگونه است؟
 ب) بین فاصله از مرکز شهر سبزوار و اختلاط کاربری اراضی چه رابطه‌ای وجود دارد؟
 پ) آیا بین محلات مختلف از نظر میزان اختلاط خودهمبستگی فضایی وجود دارد؟

۳-۱- پیشینه‌ی تحقیق

در زمینه‌ی سنجش اختلاط کاربری اراضی شهری تحقیقات متعددی انجام شده است که در این قسمت به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

کجتازی^۱ (۲۰۰۷) در پایان‌نامه تحصیلی خود با عنوان «سنجش میزان چند عملکردی نواحی شهری» از شاخص‌های آنترویی و سیمپسون برای سنجش میزان تنوع فعالیت‌های شهری استفاده نموده است.

کریستین^۲ و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ی خود با عنوان «اختلاط کاربری چقدر بر رفتار پیاده‌روی تأثیرگذار است؟» برای محاسبه‌ی اختلاط کاربری از شاخص آنترویی استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که اختلاط کاربری تأثیر قوی بر پیاده‌روی دارد.

ک. جونز^۳ (۲۰۱۲) در بخشی از پایان‌نامه‌ی خود با عنوان «محدودیت‌های کاربرد اصول کاربری اراضی در لینکلن نبراسکا» با استفاده از روش آماره کانونی در محیط GIS به سنجش اختلاط کاربری اراضی در این شهر پرداخته است. وی از همسایگی‌های ۳*۳ برای تحلیل کانونی بهره برده است.

اسپیرس^۵ و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی با عنوان «تأثیرات اختلاط کاربری بر استفاده از وسایل نقلیه» به این نتیجه رسیده است که اختلاط نوع خاصی از کاربری می‌تواند به کاهش حضور و عبور و مرور وسایل نقلیه در خیابان‌ها کمک کند.

نبیل و الدایم^۶ (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «تأثیر اختلاط کاربری بر سرمایه‌ی اجتماعی» برای سنجش اختلاط کاربری از شاخص‌های آنترویی، دسترسی و نسبت کاربری به واحد مسکونی بهره برده‌اند. نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر اختلاط کاربری بر سرمایه اجتماعی در ۶ محله‌ی منتخب در قاهره بوده است.

سلطانی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود با عنوان «تولید سفرهای درون‌شهری و تأثیرپذیری از تنوع کاربری زمین» نقش تنوع کاربری زمین بر تولید سفرهای درون‌شهری در ۴ محدوده‌ی مسکونی شهر شیراز پرداخته‌اند. آن‌ها برای محاسبه‌ی اختلاط کاربری از روش آنترویی استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که تولید سفرهای درون‌شهری با متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و تنوع کاربری‌ها رابطه دارد. افزایش تنوع کاربری‌ها در سطح محلات مسکونی، نیاز ساکنین به مراجعه به حوزه‌ی فراتر از محدوده‌ی سکونتی خود کاهش می‌یابد.

-
- 1- Kajtazi
 - 2- Christian
 - 3- K. Jones
 - 4- Lincoln, Nebraska
 - 5- Spears
 - 6- Nabil and Eldayem

جوادی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله خود به ارزیابی شاخص های تعیین تنوع کاربری ها در نواحی و محلات منطقه ۷ شهرداری تهران پرداخته است. آنها برای تعیین تنوع کاربری از شاخص های تعادل، هرفیندال- هیرشمن، آنتروپی، اتکینسون و شاخص جینی استفاده کرده اند.

۳- مفاهیم و مبانی نظری

۳-۱- مفهوم اختلاط کاربری

اختلاط کاربری به ارتباط و نزدیکی زمین ها و انواع ساختمان هایی که کاربردهای مختلفی دارند اشاره می کند؛ برای مثال ممکن است اختلاطی از ساختمان های مسکونی مستقر در کنار ساختمان اداری، مغازه ها، مدارس، کافی شاپ ها، پارک ها و ایستگاه های حمل و نقل باشد. برخی آن را به عنوان الگوی ناهمگن کاربری زمین در منطقه بندی های جغرافیایی و مخصوصاً شامل کاربری های مسکونی و تجاری، نهادی، صنعتی، اوقات فراغت (تفریحی) و کشاورزی می دانند (Nabil and Abd Eldayem, 2014, 2). اختلاط کاربری که بیانگر ترکیب کاربری های مسکونی و غیرمسکونی است می تواند اشکال مختلفی داشته باشد؛ به گونه ای که کاربری ها را هم می توان به صورت افقی ترکیب کرد یعنی در کنار یکدیگر قرار داد و یا به صورت عمودی یعنی در طبقات مختلفی از یک ساختمان جای داد. همچنین اختلاط کاربری می تواند ترکیبی از اختلاط افقی عمودی باشد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۲).

البته اکثر محققان هنگام محاسبه ی اختلاط کاربری، اختلاط در سطح افقی- که بیانگر کنار هم قرار گرفتن کاربری های مختلف است- را مد نظر دارند.



شکل ۱: انواع اختلاط کاربری

۲-۳- سیر تحول نظری الگوی اختلاط کاربری اراضی شهری

به طور سنتی، سکونتگاه‌های انسانی، الگوهای کاربری مختلط داشته‌اند (www.wikipedia.com). در یونان و روم باستان و همچنین در قرون وسطی، محل زندگی، کار، مغازه‌ها همه در کنار هم بود (Koster, 2010, 4)؛ اما برنامه‌ریزی مدرن در جست‌وجوی جداسازی و دادن نظم به آن‌ها بود (پژوهان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۵).

در بسیاری از مرورها در برنامه‌ریزی کاربری مختلط^۷ معمولاً ادعا می‌شود که جدایی عملکردها محصول ایدئولوژی لکوربوزیه^۸ و منشور سیام آتن^۹ است. در حقیقت این درست است که منشور آتن درخواست زیادی برای جداسازی عملکردها از هم داشت؛ اما یک نوع اختلاف نظر بین مورخان برنامه‌ریزی شهری وجود دارد و این که جنبش مدرنیستی خواستار جدایی کاربری‌هاست و منشأ آن اواخر قرن ۱۸ میلادی است. کیفیت متمایز جنبش مدرنیست آن است که آن‌ها جدایی عملکردها را یک هدف زیباشناسانه به منظور تعریف پروژه‌های شهری که تمیز، کارا و به خوبی سازمان‌دهی شده در مقابل شهرهای کثیف و درهم و برهم قرن ۱۹ باشد (Hoek, 2008: 4). ایده‌ی منطقه بندی به عنوان یک ابزار کنترل توسعه ابتدا در آلمان در پایان قرن ۱۹ مطرح شد و در اوایل قرن ۲۰ به ایالات متحده آمریکا و سپس کانادا انتقال یافت (Leung, 2003, 214).

جدایی عملکردی کاربری‌ها در مدرنیست‌های کلاسیک، از جمله تونی گارنیه (شهر صنعتی) نفوذ کرد و در اعلامیه‌ی کنگره‌ی بین‌المللی معماری مدرن (سیام) در سال ۱۹۳۳ آتن به اوج خود رسید (پژوهان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۵). سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۵۰ بافت کالبدی شهر بر اساس منشور آتن تقسیم می‌شد. در دوران حاکمیت مدرنیسم به ندرت از کاربری مختلط در توسعه‌های جدید استفاده می‌شد (Butler, 2011: 1) و بر اثر پیشرفت‌های فناوریانه مخصوصاً در بخش حمل‌ونقل و تغییر در رفتار فرهنگی، کاربری زمین اغلب از هم جدا شد (Koster, 2010: 14). منطقه‌بندی^{۱۰} و تفکیک کاربری‌ها دو دلیل مرتبط با هم داشت؛ اول: تا محله‌های مسکونی را از کارخانه‌جات صنعتی مضر جدا سازد و دوم این که ثبات و اطمینان را در بازار املاک فراهم سازد. از اواسط قرن بیستم جداسازی کاربری‌های مختلف از کاربری‌های مسکونی تبدیل به هنجار شد و منطقه‌بندی مختلط رد می‌شد. ایده‌ی منطقه‌بندی تک کاربری بر این اساس گسترش یافت که اغلب دو کاربری مختلف را نمی‌توان در کنار یکدیگر قرار داد. در درون نواحی مسکونی، منطقه‌بندی تک کاربری حتی گونه‌های مختلف مسکن نیز از هم جدا شدند. فضاهای عمومی و شهری نیز اغلب از هم جدا بودند. پارک‌ها و مراکز شهرداری، قبلاً در نزدیک مرکز اجتماعات محلی قرار داشت، به عنوان کاربری زمین جدا و منفک و بنابراین در حاشیه‌ی حومه مستقر می‌شد (Beyer, 2012: 1).

نخستین انتقاد در مقیاس جهانی این بود که نتیجه‌ی جدایی عملکردهای شهری، دور شدن زندگی و مرگ شهر است که در کتاب «زندگی و مرگ در شهرهای بزرگ آمریکا» اثر جین جیکوبز (۱۹۶۱) متبلور است. در این کتاب درخواست برای ترکیب کاربری‌های اولیه و ثانویه پیغام جیکوبز است (Hoek, 2008: 4). فرضیه او بر این بود که اختلاط متعادل کاربری‌ها منجر به محلاتی سرزنده، امن و پویا می‌شود (Koster, 2010: 14). جیکوبز (۱۹۶۱) با انتقاد از این نوع برنامه‌ریزی، کاربری ترکیبی زمین را به عنوان پیش‌نیاز و لازمه‌ی حیات شهری خاطر نشان کرد. پس از انتشار کتاب «مرگ و زندگی شهرهای بزرگ آمریکا» بسیاری از برنامه‌ریزان، کاربری زمین مختلط را پذیرفتند (Koster, 2010: 14).

بعد از آغاز اختلاط کاربری‌ها به عنوان انتقادی اولیه بر برنامه‌ریزی شهری مدرن، دومین جنبش بعد از بحران نفتی دهه‌ی ۱۹۷۰، هنگام ظهور ایده «شهر فشرده»^{۱۱} شروع شد (سال ۱۹۸۴). عقیده‌ی از قبل تشکیل شده‌ی شهر فشرده، ریشه‌اش در

7- mixed-use planning

8- Le Corbusier

9- ciam charter of Athens

10- Zoning

11- compact city

این مفهوم است که تمرکز مردم و فعالیت‌ها می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی به وسیله‌ی کاهش رفت‌وآمدها از طریق افزایش تراکم‌ها و نزدیک هم قرار دادن کار و شهر در فاصله‌ی نزدیک باشد. سال‌های دهه‌ی ۷۰ میلادی بسیاری از ادارات و امکانات در مرکز شهر قرار گرفتند (Hoek, 2008: 4).

سومین ایدئولوژی اختلاط کاربری در دهه‌ی ۱۹۹۰ ظهور یافت. بر اساس این ایده اگر شهری می‌خواهد در رقابت جهانی در عصر ایده و خلاقیت موفق باشد باید محیطی جذاب و سرزنده داشته باشد و برای خلق چنین محیطی، شهر باید اختلاطی از انواع مختلف فعالیت‌های شهری را داشته باشد. این اعتقاد که محیط‌های جذاب شهری با اختلاط شدید جاذبه‌های مختلف در فاصله‌ی نزدیک باید باشد توسط ریچارد فلوریدا^{۱۲} در کتاب مشهورش تحت عنوان «طهور طبقه‌ی خلاق» گسترش یافت^{۱۳}. او بیان داشت که قرارگیری اقتصاد، اوقات فراغت، تفریح به صورتی سازمان‌دهی شده و اصولی کنار هم در یک شهر، عنصری ضروری برای موفقیت اقتصادی در عصر اطلاعات است. (Hoek, 2008: 4).

در دهه‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ توسعه مختلط به عنوان عامل کلیدی در رویکردهای رشد هوشمند و اجتماعات سرزنده پدیدار شد (خاتمی، ۱۳۹۱: ۳). تأکید بر کاربری‌های مختلط، یکی از زمینه‌های اساسی برنامه‌ریزی پست‌مدرنیستی است و یک اتفاق آرای جمعی روی این مفهوم در نظریه‌های کنونی برنامه‌ریزی وجود دارد (پژوهان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۵) و از این‌رو در سال‌های اخیر، کاربری مختلط به بحث داغ در بین توسعه‌دهندگان، برنامه‌ریزان شهری و معماران تبدیل گردیده (Butler, 2011: 1) و تا حدودی پذیرفته شده که کاربری مختلط، درمانی برای حل مسائلی است که علت آن پراکنده رویی می‌باشد. بسیاری از سیاست‌های برنامه‌ریزی، هدفشان ارتقاء پایداری و سرزندگی محلات شهری است. به این منظور مسلم دانسته می‌شود که کاربری‌های مختلط، این پایداری را ارتقاء می‌دهد. این سیاست‌های اختلاط کاربری، ستون فقرات الگوهای برنامه‌ریزی مثل نوشهرگرایی و رشد هوشمند است (Koster, 2010: 10).

اکنون در اروپا و آمریکا کاربری مختلط به عنوان راهی برای برنامه‌ریزی شهرها مورد حمایت بوده و الگوی شهری مختلفی را در سال‌های اخیر به وجود آورده است (Huang&Tsai, 2013: 207).

۳-۳- مزایای اختلاط کاربری

امروزه بسیاری از نظریه‌پردازان برنامه‌ریزی با منافع عملکردی، محیطی و اجتماعی کاربری اراضی مختلط موافق‌اند. اصول کاربری مختلط پایه‌ی تفکر اصلی پارادایم برنامه‌ریزی معاصر مؤثر مثل رشد هوشمند، نوشهرگرایی و توسعه‌ی پایدار هستند (Hirt, 2007: 225).

اختلاط کاربری از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت است:

- کاربری مختلط می‌تواند سرزندگی و امنیت ادراکی یک ناحیه را از طریق افزایش تعداد و فعالیت افراد در یک خیابان افزایش دهد.

- اختلاط کاربری می‌تواند به منافع اقتصادی کمک کند؛ برای مثال قرار گرفتن زمین‌های تجاری در کنار زمین‌های مسکونی می‌تواند ارزش دارایی‌ها را بالا برد و به افزایش دریافت مالیات محلی کمک کند.

(www.smartgrowth.org/principles/mix_land.php)

- اختلاط کاربری‌ها، حس تعلق، تعامل و زندگی اجتماع محلی را در محلات توسعه می‌بخشد.

(Kotharkar & Bahadure, 2012: 1)

- در محلات با اختلاط بیشتر، دسترسی راحت‌تری به تسهیلات وجود دارد (خاتمی، ۱۳۸۸: ۴)

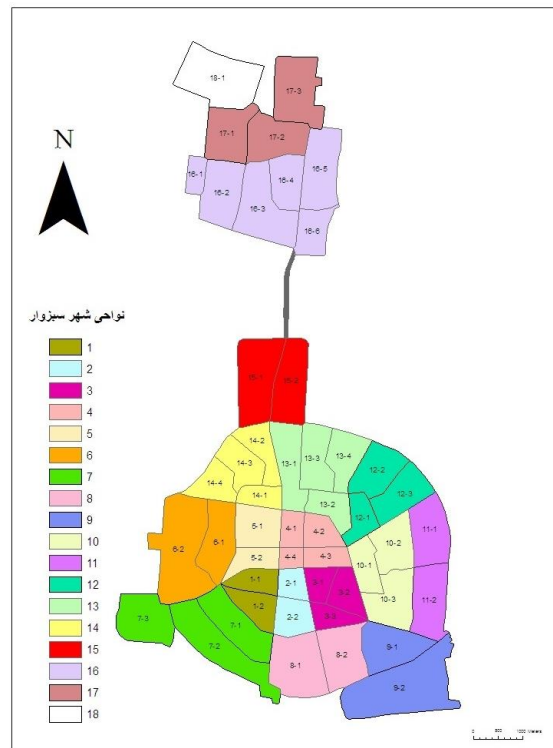
- دامنه‌ی وسیع‌تری از انتخاب‌ها برای خانوارها در این الگوی کاربری وجود دارد (Hirt, 2007: 227).

- منطقه‌بندی مختلط، باعث نزدیکی خانه، محل کار، مدارس، خرده‌فروشی، اوقات فراغت و... می‌شود و امکان دسترسی به آن‌ها را با دوچرخه، پیاده یا با رانندگی با فاصله کم فراهم می‌کند.

- نواحی با کاربری مختلط پشتیبانی متقابلی ایجاد می‌کنند و اشتراک مساعی بین کاربری‌های مختلف به وجود می‌آورد؛ برای مثال ساکنان و کارمندان اداری یک بازار برای مغازه‌های خرده‌فروشی و رستوران‌ها ایجاد می‌کنند که در عوض تسهیلات قابل دسترس و مناسب را پیشنهاد کند (Beyer, 2012: 2).

۴- معرفی محدوده‌ی مطالعاتی

شهر سبزوار به عنوان مرکز شهرستان سبزوار، در ۲۲۸ کیلومتری جنوب غربی مشهد و در محدوده‌های طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه در دشتی به همین نام قرار گرفته است (سلمانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۱). طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، جمعیت این شهر حدود ۲۳۰ هزار نفر است و یک شهر میانه اندام محسوب می‌شود. این شهر علاوه بر الگوی رشد پیوسته، الگوی رشد گسسته در قالب شهرک توحید را نیز داشته است. شهرک توحید به عنوان توسعه منفصل در حدود ۵ کیلومتری شمال شهر برنامه ریزی و توسعه یافته است. طبق تقسیمات پیشنهادی طرح جامع، این شهر به ۱۸ ناحیه و ۵۰ محله تقسیم شده است (شکل ۲).



شکل ۲: محلات و نواحی شهر سبزوار بر اساس پیشنهاد طرح جامع شهر

۵- روش تحقیق

این تحقیق یک تحقیق توصیفی-تحلیلی محسوب می شود. جامعه آماری این تحقیق، محلات شهر سبزوار است. داده های لازم برای این پژوهش، مساحت کاربری های مختلف زمین است که از طریق نقشه کاربری اراضی شهر سبزوار (وضع موجود کاربری ها در طرح جامع شهر) استخراج شده است. برای سنجش اختلاط کاربری از مدل ریاضی آنتروپی و ابزارهای فاصله تا نزدیکترین همسایه و آماره کانونی در محیط GIS استفاده شده است. همچنین برای ارزیابی رابطه بین موقعیت محلات و میزان اختلاط کاربری از آزمون رگرسیون استفاده می شود. در نهایت نیز برای بررسی میزان همبستگی فضایی بین محلات از نظر میزان اختلاط کاربری از آماره موران در محیط GIS استفاده شد.

۶- یافته های پژوهش

۶-۱- اختلاط کاربری بر اساس شاخص آنتروپی

این اندازه گیری در مطالعه ای تنوع زیستی در رشته های اکولوژی مورد استفاده قرار می گیرد که از کار شانون^{۱۴} (۱۹۴۸) تأثیر پذیرفته است. استفاده آن در برنامه ریزی شهری و مطالعات کاربری زمین شهری به فرانک و پیو^{۱۵} (۱۹۹۴) برمی گردد. شاخص آنتروپی^{۱۵} را می توان این گونه نوشت (Manaugh & Kreider, 2013: 64):

$$\frac{-\sum(A_{ij} \ln A_{ij})}{\ln N_j}$$

رابطه ی ۱

که A_{ij} نسبت مساحت هر کاربری از مساحت کل کاربری های محله یا ناحیه و N_j تعداد کاربری ها در محله می باشد. مقدار شاخص آنتروپی از صفر تا یک می باشد که عدد صفر نشان دهنده ی یک دست بودن کاربری زمین است که کم تر پایدار است و مقدار ۱ نشان دهنده ی حداکثر تنوع و اختلاط است که پایدارتر می باشد. شاخص آنتروپی بیش از دو نوع کاربری را در یک محاسبه وارد می کند (Song and Rodriguez, 2004).

در این تحقیق برای محاسبه ی شاخص آنتروپی کاربری های مسکونی، تجاری، خدمات عمومی (درمانی و آموزشی)، فرهنگی- مذهبی و اوقات فراغت (پارک ها، کاربری تفریحی و پذیرایی) در نظر گرفته شده است. بر اساس این شاخص بهترین وضعیت را محلات ۲-۸ و ۱-۱۳ دارند که شاخص آنتروپی اختلاط کاربری های مورد نظر به ترتیب عدد ۰/۷۲ و ۰/۷۱ را نشان می دهد که نشان دهنده ی توزیع نسبتاً متعادل مساحت این محلات بین کاربری های مختلف است و در کل این محلات دارای تنوع بالایی از نظر کاربری اراضی هستند. در مقابل محلات ۱-۱۶ و ۲-۱۱ اختلاط بسیار پایین و نزدیک به صفر دارد که نشان می دهد که دلیل آن فقدان بسیاری از کاربری های غیرمسکونی در این محلات و غلبه ی کاربری مسکونی در آنهاست. دامنه ی شاخص آنتروپی در شهر سبزوار بین ۰/۰۳ تا ۰/۷۲ می باشد که نشان دهنده ی تفاوت بالای محلات از نظر این شاخص است.

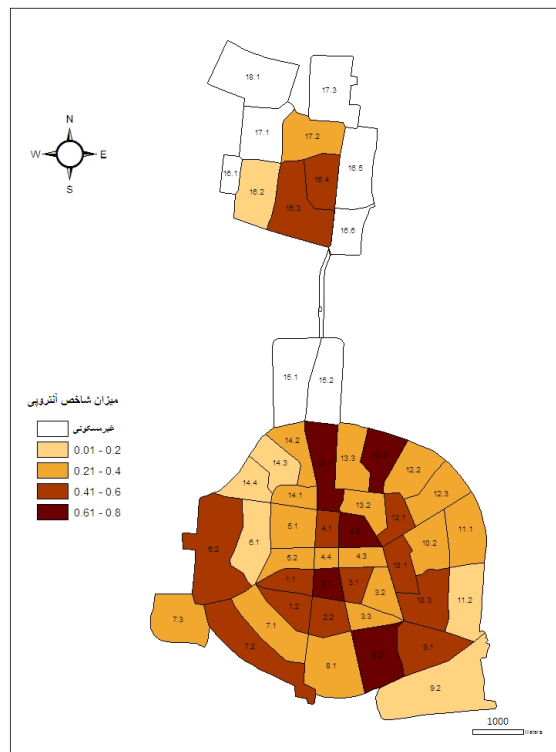
14- Shannon

15- entropy index

جدول ۱: میزان اختلاط کاربری محلات شهر سبزوار از نظر شاخص آنتروپی

شاخص آنتروپی	محلّه	شاخص آنتروپی	محلّه	شاخص آنتروپی	محلّه	شاخص آنتروپی	محلّه
-	*۲-۱۵	۰/۰۸	۲-۱۱	۰/۲	۱-۶	۰/۵۳	۱-۱
-	*۱-۱۶	۰/۵۵	۱-۱۲	۰/۴۴	۲-۶	۰/۵	۲-۱
۰/۰۳	۲-۱۶	۰/۲۴	۲-۱۲	۰/۳۵	۱-۷	۰/۶۴	۱-۲
۰/۴۶	۳-۱۶	۰/۲۷	۳-۱۲	۰/۶	۲-۷	۰/۵۱	۲-۲
۰/۵۵	۴-۱۶	۰/۷۱	۱-۱۳	۰/۳۲	۳-۷	۰/۴۵	۱-۳
-	۵-۱۶	۰/۲۱	۲-۱۳	۰/۳۸	۱-۸	۰/۳۷	۲-۳
-	*۶-۱۶	۰/۳۶	۳-۱۳	۰/۷۲	۲-۸	۰/۳۴	۳-۳
-	*۱-۱۷	۰/۶۱	۴-۱۳	۰/۵۷	۱-۹	۰/۵۷	۱-۴
۰/۳۹	۲-۱۷	۰/۲۹	۱-۱۴	۰/۲	۲-۹	۰/۶۷	۲-۴
-	*۳-۱۷	۰/۲۸	۲-۱۴	۰/۲۴	۱-۱۰	۰/۳۶	۳-۴
-	*۱-۱۸	۰/۱۳	۳-۱۴	۰/۴۲	۲-۱۰	۰/۳۲	۴-۴
-	-	۰/۰۵	۴-۱۴	۰/۲۲	۳-۱۰	۰/۳۶	۱-۵
-	-	-	*۱-۱۵	۰/۲۷	۱-۱۱	۰/۳	۲-۵

* این محلات، آن دسته از محلات پیشنهادی طرح جامع هستند که در حال حاضر مسکونی نیستند و از این رو در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.



شکل ۳: وضعیت محلات شهر سبزوار از نظر اختلاط کاربری بر اساس شاخص آنتروپی

۲-۶- اختلاط کاربری بر اساس شاخص دسترسی

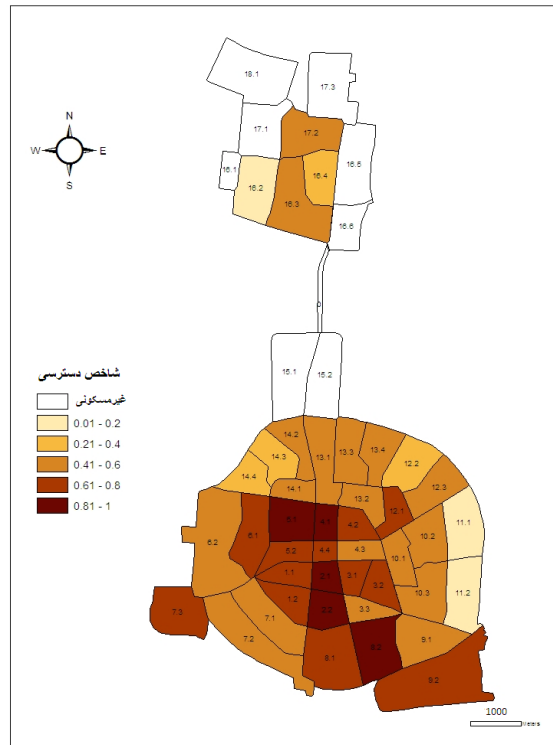
دسترسی کاربری مسکونی به غیرمسکونی یکی از شاخص‌های مهم اندازه‌گیری اختلاط کاربری است. برای اندازه‌گیری این شاخص می‌توان میانگین فاصله قطعات مسکونی به نزدیک‌ترین کاربری‌های غیرمسکونی را در نظر گرفت (Brownsen et al, 2009: 15).

در این تحقیق میزان فاصله قطعه زمین‌های مسکونی به کاربری‌های تجاری، آموزشی، فضای سبز، ورزشی، فرهنگی، مذهبی، درمانی (درمانگاه‌ها، مطب، خانه‌ی بهداشت) و پذیرایی (رستوران‌ها، غذاخوری، کافی‌شاپ‌ها)، هر کدام به صورت جداگانه بر اساس فاصله به متر و در نرم‌افزار GIS مورد محاسبه قرار گرفت و سپس نتایج برای تک‌تک کاربری‌های غیرمسکونی موردنظر و به تفکیک محلات در قالب جدول تدوین شد و سپس بر اساس کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین عدد فاصله، اعداد نرمال‌سازی شد تا برای هر محله از نظر دسترسی به کاربری غیرمسکونی عددی بین صفر تا ۱ به دست آید. دلیل انجام این نرمال‌سازی این است که شاخص دسترسی به سایر شاخص‌های اختلاط قابل قیاس، قابل جمع و گرفتن میانگین باشد. نبود کاربری غیرمسکونی خاص با عدد صفر نشان داده شده است. کم‌ترین فاصله‌ی ثبت شده در بین محلات برای هر کاربری عدد ۱ است که ارزشمندترین عدد است. هر چه اعداد به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر دسترسی بهتر آن محله به کاربری موردنظر است و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشند، نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ی بیش‌تر بین مساکن و کاربری‌های غیرمسکونی است. در نهایت نیز اعداد به دست‌آمده برای ۸ کاربری موردنظر میانگین‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که محله ۱-۲ بهترین دسترسی به کاربری‌های غیرمسکونی را دارد. شاخص دسترسی کاربری‌های مسکونی به کاربری‌های غیرمسکونی در محلات شهر سبزوار دامنه‌ای بین ۰/۰۲ تا ۰/۹۷ را تشکیل داده است.

جدول ۲: میزان اختلاط کاربری محلات شهر سبزوار از نظر شاخص دسترسی

شاخص دسترسی	محله	شاخص دسترسی	محله	شاخص دسترسی	محله	شاخص دسترسی	محله
-	*۲-۱۵	۰/۰۲	۲-۱۱	۰/۶۷	۱-۶	۰/۷۸	۱-۱
-	*۱-۱۶	۰/۷۱	۱-۱۲	۰/۴۴	۲-۶	۰/۸	۲-۱
۰/۰۷	۲-۱۶	۰/۲۵	۲-۱۲	۰/۵۶	۱-۷	۰/۹۷	۱-۲
۰/۴۴	۳-۱۶	۰/۵۶	۳-۱۲	۰/۴۸	۲-۷	۰/۹۱	۲-۲
۰/۳۹	۴-۱۶	۰/۵۸	۱-۱۳	۰/۶۳	۳-۷	۰/۶۹	۱-۳
-	۵-۱۶	۰/۴۶	۲-۱۳	۰/۷۵	۱-۸	۰/۷۲	۲-۳
-	*۶-۱۶	۰/۴۵	۳-۱۳	۰/۸۱	۲-۸	۰/۴۵	۳-۳
-	*۱-۱۷	۰/۴۷	۴-۱۳	۰/۴۷	۱-۹	۰/۸۸	۱-۴
۰/۵۷	۲-۱۷	۰/۵۳	۱-۱۴	۰/۶۴	۲-۹	۰/۶۶	۲-۴
-	*۳-۱۷	۰/۴۹	۲-۱۴	۰/۵۱	۱-۱۰	۰/۴۵	۳-۴
-	*۱-۱۸	۰/۳	۳-۱۴	۰/۵۳	۲-۱۰	۰/۸	۴-۴
-	-	۰/۲۷	۴-۱۴	۰/۵۱	۳-۱۰	۰/۸۱	۱-۵
-	-	-	*۱-۱۵	۰/۱۱	۱-۱۱	۰/۷۸	۲-۵

* این محلات، آن دسته از محلات پیشنهادی طرح جامع هستند که در حال حاضر مسکونی نیستند و از این‌رو در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.



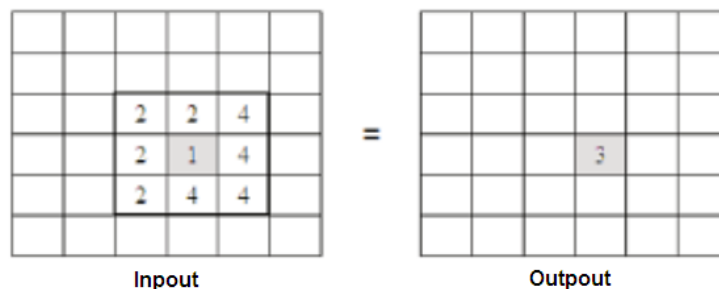
شکل ۴: اختلاط کاربری محلات مختلف شهر سبزوار بر اساس شاخص دسترسی

۳-۶- اختلاط کاربری بر اساس آماره کانونی (Focal Statistic)

برای محاسبه‌ی اختلاط کاربری‌های شهری آماره کانونی (Focal Statistic) که یکی از آماره‌های تحلیل فضایی در محیط GIS است می‌تواند مفید باشد. ابتدا باید کاربری اراضی را به رستر تبدیل نمود (K.Jones, 2012: 12). آماره‌ی کانونی عملکردهای مختلفی دارد که یکی از آنها تنوع (Variety) می‌باشد.

آماره‌ی کانونی focal variety تعداد ارزش‌های منحصر به فرد (یا تنوع) را برای هر موقعیت سلول یک رستر ورودی در یک همسایگی خاص را تعیین می‌کند. شکل ۶ نمونه‌ای از عملکرد تنوع کانونی را در یک مستطیل ۳×۳ سلولی را نشان می‌دهد (Albert, 2013: 170).

همان‌طور که شکل ۵ نشان می‌دهد؛ لایه‌ی ورودی، سه کاربری (با کدهای ۱، ۲ و ۴) را در همسایگی ۳×۳ سلولی نشان می‌دهد. در لایه‌ی خروجی ارزش ۳ که نشان‌دهنده‌ی تعداد انواع کاربری خاص در این همسایگی است در سلول مرکزی همسایگی درج شده است.



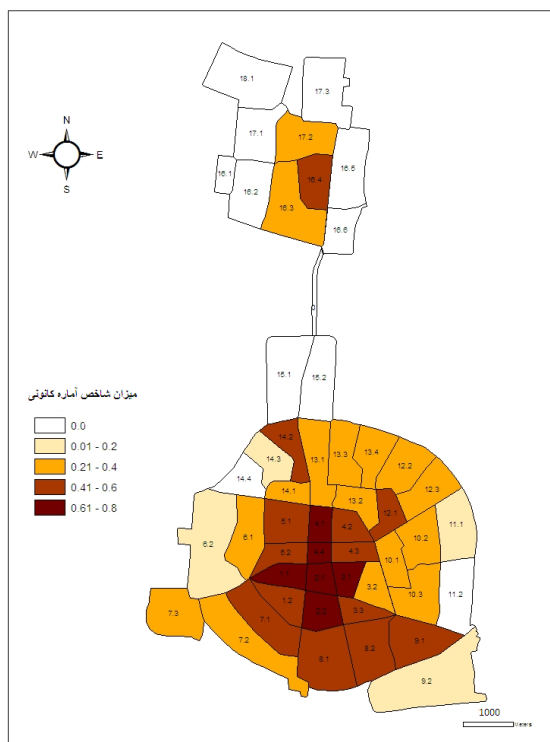
شکل ۵: تنوع کانونی عمل کننده در یک سلول خاص در درون یک همسایگی ۳×۳ تایی (Albert, 2013: 170)

در این تحقیق، ابتدا نقشه‌ی کاربری اراضی هر کدام از محلات از فرمت‌برداری به رستری تبدیل شد سپس از ابزار Neighborhood آماره Focal Statistic انتخاب و همسایگی‌های ۳×۳ تشکیل شد. هر محله از تعدادی همسایگی تشکیل می‌شد که در نهایت نقشه‌ی خروجی و جدول توصیفی که بیانگر تنوع هر همسایگی و در مجموع هر محله است، استخراج شد. در جدول توصیفی به ترتیب بیان می‌دارد که همسایگی‌های دارای یک نوع کاربری، ۲ نوع کاربری، ۳ نوع کاربری و ... هر کدام چه فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به این که همسایگی‌ها دارای تعداد بیشتر کاربری از ارزش اختلاط بیشتر برخوردار هستند در این تحقیق، همسایگی‌های دارای دو کاربری، ضریب ۲، همسایگی‌های دارای ۳ کاربری، ضریب ۳ و ... گرفتند. سپس فراوانی مطلق هر دسته از این همسایگی‌ها در این ضرایب ضرب شد. در مرحله‌ی بعد فراوانی نسبی (نسبت هر دسته از همسایگی‌ها از کل همسایگی‌ها محاسبه شد. با کم کردن فراوانی نسبی همسایگی‌های دارای یک کاربری، عدد اختلاط برای آن محله به دست آمد. قاعدتاً با این روش عددی بین صفر تا ۱ به دست می‌آید. البته هیچ کدام از محلات مورد مطالعه در این تحقیق، نتوانسته‌اند عدد ۱ را کسب کنند به عبارتی هیچ محله‌ای نبوده که تمام همسایگی‌های تعریف شده در روش تابع کانونی دارای بیش از یک کاربری باشد. در بین محلات، محله ۱-۲ با نمره ۰/۷۸ بهترین وضعیت را دارا بوده است. این محله در مرکز اقتصادی و اداری شهر واقع شده و از تنوع بالایی از نظر فعالیت‌های شهری برخوردار است.

جدول ۳: میزان اختلاط کاربری محلات شهر سبزوار بر اساس شاخص آماره کانونی

محله	شاخص آماره کانونی	محله	شاخص آماره کانونی	محله	شاخص آماره کانونی	محله	شاخص آماره کانونی
۱-۱	۰/۷۲	۱-۶	۰/۳۲	۲-۱۱	۰	۲-۱۵*	-
۲-۱	۰/۵۸	۲-۶	۰/۱۹	۱-۱۲	۰/۵۵	۱-۱۶*	-
۱-۲	۰/۷۸	۱-۷	۰/۴۴	۲-۱۲	۰/۲۳	۲-۱۶	۰
۲-۲	۰/۷۳	۲-۷	۰/۳۷	۳-۱۲	۰/۳۵	۳-۱۶	۰/۳۱
۱-۳	۰/۶۶	۳-۷	۰/۳	۱-۱۳	۰/۳۹	۴-۱۶	۰/۵۴
۲-۳	۰/۳۷	۱-۸	۰/۴۴	۲-۱۳	۰/۲۷	۵-۱۶	-
۳-۳	۰/۵۳	۲-۸	۰/۴۵	۳-۱۳	۰/۲۷	۶-۱۶*	-
۱-۴	۰/۶۹	۱-۹	۰/۴۶	۴-۱۳	۰/۳۴	۱-۱۷*	-
۲-۴	۰/۶	۲-۹	۰/۱۵	۱-۱۴	۰/۲۸	۲-۱۷	۰/۳۱
۳-۴	۰/۵۸	۱-۱۰	۰/۴۳	۲-۱۴	۰/۴۶	۳-۱۷*	-
۴-۴	۰/۶۶	۲-۱۰	۰/۳۲	۳-۱۴	۰/۱	۱-۱۸*	-
۱-۵	۰/۵۸	۳-۱۰	۰/۳۶	۴-۱۴	۰	-	-
۲-۵	۰/۵۴	۱-۱۱	۰/۱۷	۱-۱۵*	-	-	-

* این محلات، آن دسته از محلات پیشنهادی طرح جامع هستند که در حال حاضر مسکونی نیستند و از این‌رو در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.



شکل ۶: اختلاط کاربری محلات مختلف شهر سبزوار بر اساس شاخص آماره کانونی

۴-۶- شاخص نهایی اختلاط کاربری

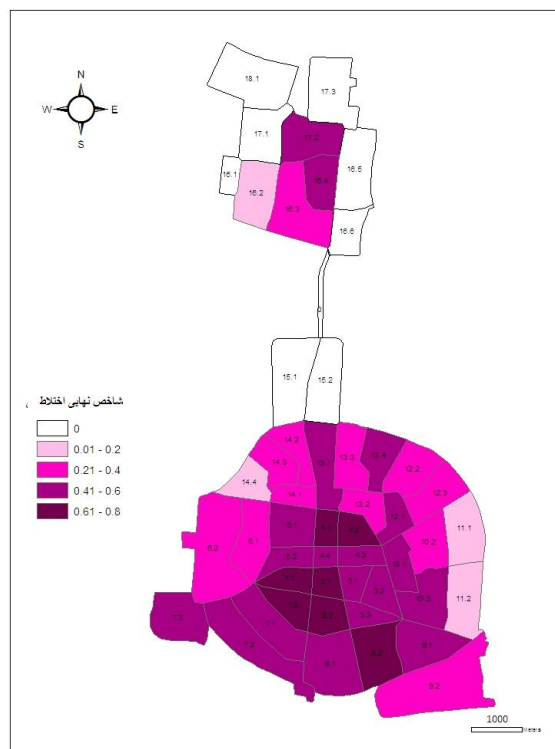
شاخص نهایی اختلاط کاربری از طریق میانگین‌گیری شاخص‌های آنتروپی، دسترسی و آماره‌ی کانونی حاصل می‌شود. در جدول ۴ و شکل ۷ قابل مشاهده است. در کل محلات ۲-۱ و ۲-۲ و ۱-۱ و ۴-۱ بیش‌ترین اختلاط کاربری و محلات ۲-۲ و ۱-۱ کم‌ترین اختلاط را دارا هستند. همچنین همان‌طور که شکل ۸ نشان می‌دهد، محلات دارای اختلاط کاربری ۰/۴۱ تا ۰/۵ بیش‌ترین سهم را در بین ۵۰ محله به خود اختصاص داده‌اند. در کل ۳۳/۳ درصد محلات اختلاط کاربری بالاتر از ۰/۵ را شامل می‌شوند و دارای اختلاط کاربری بالایی هستند.

جدول ۴: شاخص نهایی اختلاط کاربری زمین در محلات شهر سبزوار

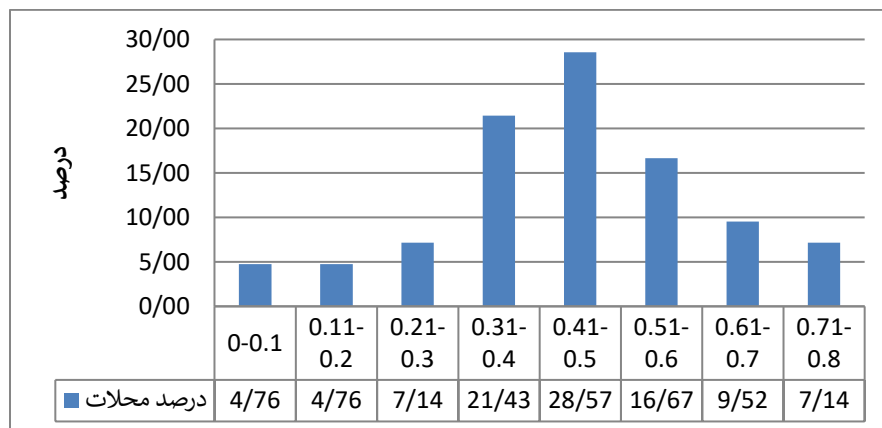
شاخص نهایی اختلاط	محله	شاخص نهایی اختلاط	محله	شاخص نهایی اختلاط	محله	شاخص نهایی اختلاط	محله
-	*۲-۱۵	۰/۰۳	۲-۱۱	۰/۴	۱-۶	۰/۶۸	۱-۱
-	*۱-۱۶	۰/۶	۱-۱۲	۰/۳۶	۲-۶	۰/۶۳	۲-۱
۰/۰۳	۲-۱۶	۰/۲۴	۲-۱۲	۰/۴۵	۱-۷	۰/۸	۱-۲
۰/۴	۳-۱۶	۰/۳۹	۳-۱۲	۰/۴۸	۲-۷	۰/۷۲	۲-۲
۰/۴۹	۴-۱۶	۰/۵۶	۱-۱۳	۰/۴۲	۳-۷	۰/۶	۱-۳
-	۵-۱۶	۰/۳۱	۲-۱۳	۰/۵۲	۱-۸	۰/۴۹	۲-۳
-	*۶-۱۶	۰/۲۷	۳-۱۳	۰/۶۶	۲-۸	۰/۴۴	۳-۳
-	*۱-۱۷	۰/۴۵	۴-۱۳	۰/۵	۱-۹	۰/۷۱	۱-۴

۰/۴۲	۲-۱۷	۰/۳۹	۱-۱۴	۰/۳۳	۲-۹	۰/۶۴	۲-۴
-	*۳-۱۷	۰/۳۵	۲-۱۴	۰/۴۲	۱-۱۰	۰/۴۶	۳-۴
-	*۱-۱۸	۰/۳	۳-۱۴	۰/۳۷	۲-۱۰	۰/۵۹	۴-۴
-	-	۰/۱۴	۴-۱۴	۰/۴۲	۳-۱۰	۰/۵۸	۱-۵
-	-	-	*۱-۱۵	۰/۱۸	۱-۱۱	۰/۵۴	۲-۵

* این محلات، آن دسته از محلات پیشنهادی طرح جامع هستند که در حال حاضر مسکونی نیستند و از این رو در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.



شکل ۷: شاخص نهایی اختلاط کاربری محلات مختلف شهر سبزوار



شکل ۸: توزیع فراوانی نسبی محلات شهر سبزوار از نظر شاخص نهایی اختلاط کاربری اراضی

۵-۶- میزان همبستگی بین شاخص‌های اختلاط کاربری:

برای پی بردن به این نکته که آیا همبستگی معناداری بین شاخص‌های مختلف محاسبه اختلاط کاربری وجود دارد، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. محاسبه‌ی همبستگی پیرسون برای ۴۲ محله‌ی مسکونی انجام شده است. بر اساس نتایج این آزمون بین سه شاخص آنتروپی، دسترسی و آماره‌ی کانونی رابطه‌ی معناداری وجود دارد و این سه شاخص نتایج نزدیک به هم را نشان می‌دهند؛ به طوری که در بسیاری از محلات شهر سبزوار زمانی که شاخص آنتروپی عدد بالایی را نشان داده، شاخص دسترسی و آماره‌ی کانونی نیز عدد بالایی را گزارش داده است.

جدول ۲: میزان همبستگی بین شاخص‌های سنجش اختلاط کاربری در شهر سبزوار

	آنتروپی	دسترسی	آماره کانونی
شاخص آنتروپی	1	.554**	.658**
Pearson Correlation			
Sig. (2-tailed)		.000	.000
N	42	42	42
شاخص دسترسی	.554**	1	.797**
Pearson Correlation			
Sig. (2-tailed)	.000		.000
N	42	42	42
شاخص کانونی	.658**	.797**	1
Pearson Correlation			
Sig. (2-tailed)	.000	.000	
N	42	42	42

** همبستگی در سطح خطای کمتر از آلفا ۰,۰۱ (سطح اطمینان ۹۹ درصد) معنادار است.

۶-۶- تغییرات مکانی میزان اختلاط کاربری با توجه به فاصله از مرکز شهر

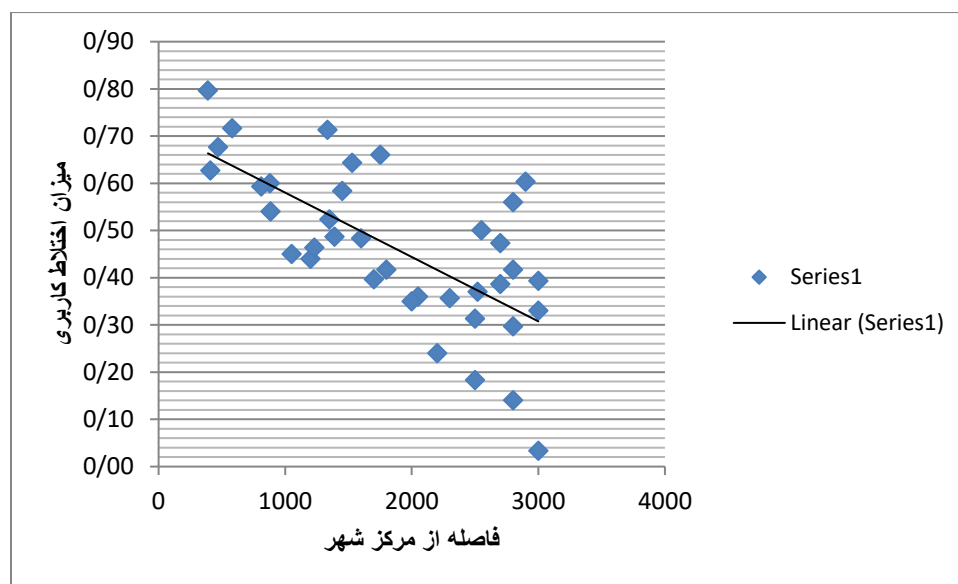
یکی از سؤالات تحقیق این است که «با دور شدن از مرکز شهر چه تغییری در میزان اختلاط کاربری اتفاق می‌افتد؟» فاصله‌ی مرکز هر محله نسبت به مرکز شهر در محیط GIS محاسبه شد و فاصله از مرکز شهر (به متر) به عنوان یک متغیر مستقل در محیط SPSS شد. لازم به توضیح است که با توجه به فاصله‌ی حدود ۵ کیلومتری بافت منفصل (شهرک توحید) از بافت اصلی و پیوسته و وجود زمین‌های خالی زیاد در این فاصله برای محاسبه رابطه بین فاصله از مرکز شهر و اختلاط کاربری فقط بافت پیوسته در نظر گرفته شد و رابطه‌ی بین شاخص‌های اختلاط کاربری محلات بافت متصل شهر و فاصله‌ی محله از مرکز شهر بر اساس آزمون رگرسیون خطی مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج این آزمون در جدول ۳ آورده شده است. بر این اساس همبستگی بین فاصله محلات از مرکز شهر و میزان اختلاط کاربری عددی منفی (حدود $-0/683$) است که نشان می‌دهد با دور شدن از مرکز شهر از میزان اختلاط کاربری کاسته می‌شود. با توجه به کم‌تر بودن میزان SIG از آلفا 0,01، این رابطه، رابطه‌ی معناداری است. البته برخی محلات در حاشیه‌ی شهر مثل محله ۲-۸ اختلاط کاربری مناسبی دارند، اما در مجموع و به طور کلی با فاصله گرفتن از مرکز شهر، از اختلاط کاربری کاسته می‌شود.

همان‌طور که شکل ۹ نشان می‌دهد تمام محلاتی که در فاصله‌ی حداکثر ۱۰۰۰ متری از مرکز شهر، دارای اختلاط کاربری بیش‌تر از $0/50$ می‌باشند (۷ محله) اما از فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری به بعد محلات دارای اختلاط کاربری بیش از $0/5$ کاهش و محلات دارای کم‌تر از $0/5$ افزایش می‌یابد. به طوری که در فاصله‌ی ۳ کیلومتری از مرکز شهر فقط یک محله با اختلاط بیش‌تر

از ۰/۵ وجود دارد. با این که تا فاصله ۲۰۰۰ متری از مرکز شهر، اختلاط کاربری کمتر از ۰/۳ دیده نمی‌شود، از محدوده‌ی فاصله ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متری، ۵ محله اختلاط کاربری کمتر از ۰/۳ را نشان می‌دهد.

جدول ۵: رابطه بین فاصله از مرکز شهر و اختلاط کاربری اراضی در شهر سبزوار

R Square	ضرایب استاندارد شده	T	Sig
	Beta		
۰/۴۶۷	-۰/۶۸۳	-۵/۵۳	۰/۰۰



شکل ۹: رابطه بین فاصله از مرکز شهر و اختلاط کاربری اراضی در شهر سبزوار

۷-۶- همبستگی فضایی بین محلات شهر سبزوار از نظر میزان اختلاط کاربری

در طبقه‌بندی الگوهای فضایی خواه خوشه‌ای، پراکنده و تصادفی، می‌توان بر چگونگی نظم و ترتیب قرارگیری واحدهای ناحیه‌ای متمرکز شد. می‌توان مشابهت و عدم مشابهت هر جفت از واحدهای ناحیه‌ای مجاور را اندازه گرفت. وقتی که این مشابهت و عدم مشابهت‌ها برای الگوهای فضایی خلاصه شوند، خودهمبستگی فضایی شکل می‌گیرد. خودهمبستگی فضایی؛ به مفهوم این است که ارزش صفت‌های مطالعه شده، خود همبسته هستند و همبستگی آن‌ها قابل استناد به نظم جغرافیایی پدیده‌هاست. خودهمبستگی فضایی قوی؛ به مفهوم این است که ارزش صفات پدیده‌های جغرافیایی به‌طور قوی با یکدیگر در ارتباط هستند. اگر ضرایب ویژگی پدیده‌های جغرافیایی مجاور ارتباط و نظم ظاهری مشخصی نداشته باشد؛ گفته می‌شود دارای ارتباط ضعیف یا الگوی تصادفی است. برای اندازه‌گیری همبستگی فضایی آماره‌هایی وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها آماره‌ی موران است (رهنما و ذبیحی، ۱۳۹۰: ۱۷).

آماره‌ی موران به صورت زیر نوشته می‌شود.

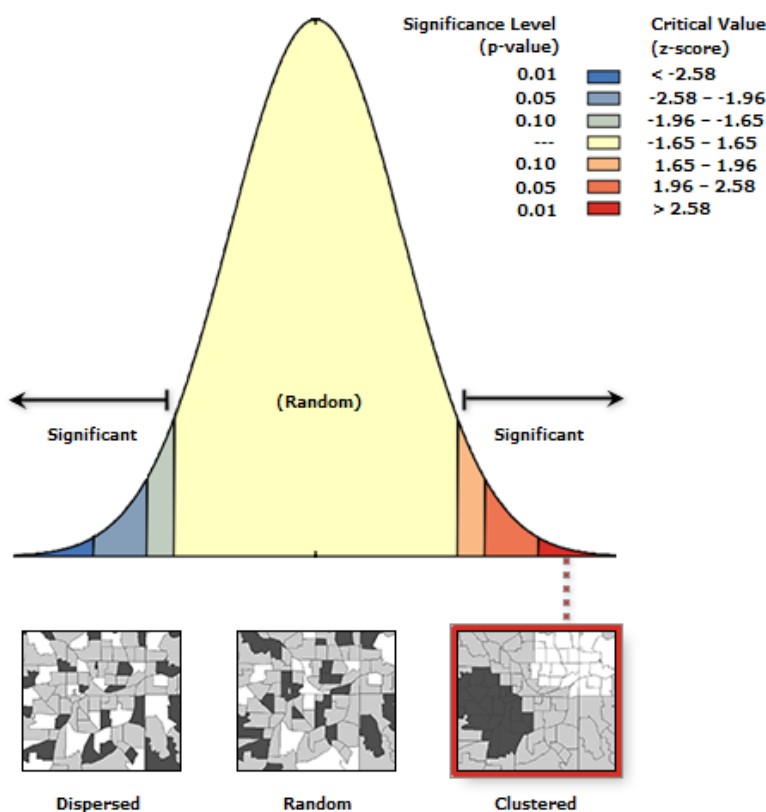
$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{w \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

رابطه‌ی ۲

در این تحقیق X_i میزان اختلاط کاربری در محله X_i و X_j میزان اختلاط کاربری در محله j می‌باشد و W_{ij} نیز وزن بین محله i و j است.

ضریب موران از -1 تا $+1$ مرتب می‌شود. مقدار بالای آن بیانگر تجمع زیاد محلات با اختلاط کاربری بالا، مقدار نزدیک به صفر بیانگر تجمع تصادفی و مقدار -1 نشانگر الگوی شطرنجی قرارگیری محلات دارای اختلاط کاربری کم و زیاد در کنار یکدیگر است.

برای پاسخ به این سؤال که آیا محلات دارای اختلاط کاربری بیشتر، تشکیل خوشه داده‌اند یا پراکنده‌اند یا الگوی خاصی ندارند (به صورت تصادفی پراکنده شده‌اند) از آماره‌ی موران در محیط GIS استفاده شد. آماره‌ی موران برای محلات از نظر شاخص نهایی اختلاط کاربری، عدد $0/49$ را نشان می‌دهد. این عدد و نمودار موران نشان می‌دهد محلات با اختلاط کاربری بالاتر با هم‌دیگر تشکیل خوشه داده‌اند و محلات دارای اختلاط کم‌تر نیز کنار هم‌دیگر تجمع یافته‌اند.



شکل ۱۰: الگوی فضایی محلات شهر سبزوار از نظر اختلاط کاربری

۷- نتیجه‌گیری

اختلاط کاربری در محلات شهری چند سالی است که در ادبیات شهرسازی و به عنوان اصلی مهم در ادبیات شهر فشرده، نوشهرگرایی، رشد هوشمند و... گسترش چشم‌گیری داشته است و از مزایای توسعه‌ی مختلط شهری به جای توسعه‌ی تک‌کاربری مباحث متعددی شده است؛ مزایایی چون افزایش پیاده‌روی به‌جای اتومبیل، افزایش حس سرزندگی و امنیت، صرفه‌جویی‌های اقتصادی و... .

جدای از بحث در مزایا و اثرات کاربری‌های مختلط، پژوهشگران متعدد سعی در گسترش فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی برای سنجش میزان تنوع و اختلاط کاربری در سطح محلات و نواحی شهری داشته‌اند.

در این تحقیق، به ارزیابی میزان اختلاط کاربری اراضی در محلات مختلف شهر سبزوار با استفاده از شاخص‌های مربوطه پرداخته شد. شاخص‌هایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند عبارت است از: شاخص آنتروپی، شاخص دسترسی و آماره‌ی کانونی در همسایگی. این شاخص‌ها نشان می‌دهد که هر محله تا چه حد از نظر کاربری‌های مختلف (مسکونی، فضای سبز، اداری، بهداشتی-درمانی و...) متنوع است و درجه اختلاط آن چقدر است. نتایج سه شاخص مزبور نزدیک به هم است و اعداد به دست آمده همبستگی معناداری را با هم نشان می‌دهند. نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که اختلاف فاحشی بین محلات شهر سبزوار از نظر اختلاط کاربری وجود دارد. کم‌ترین اختلاط ۰,۰۳ و بیش‌ترین حدود ۰,۸ است؛ یعنی اختلافی بیش از ۲۶ برابر. میانگین اختلاط کاربری محلات حدود ۰,۴۵ و انحراف از معیار نیز ۰,۱۷۳ است؛ از طرف دیگر محلات مرکزی و محلاتی که به مرکز شهر نزدیک‌ترند، از تنوع و اختلاط بیش‌تری برخوردارند و هر چه از مرکز شهر دور می‌شویم، اختلاط نیز کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که تمام محلاتی که در فاصله‌ی حداکثر ۱۰۰۰ متری از مرکز شهر، دارای اختلاط کاربری بیش‌تر از ۰/۵۰ می‌باشند؛ اما از فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری به بعد محلات دارای اختلاط کاربری بیش از ۰/۵۰ کاهش و محلات دارای کم‌تر از ۰/۵ افزایش می‌یابد. همچنین آماره‌ی موران نشان داد که محلات دارای اختلاط کاربری بیش‌تر با هم تشکیل خوشه داده‌اند و محلات با اختلاط کم‌تر نیز در کنار یکدیگر تجمع یافته‌اند.

ادبیات و مطالعات در مورد اختلاط و ترکیب کاربری‌ها هنوز در ایران جوان است و می‌طلبد که تحقیقات متعددی در مورد ارزیابی اختلاط کاربری و اثرات آن در شهرهای مختلف کشور انجام شود. از جمله مطالعات پیشنهادی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مطالعه‌ی اثر اختلاط کاربری بر سفر درون‌شهری
- مطالعه‌ی اثر اختلاط کاربری بر کیفیت زندگی شهروندان
- مطالعه‌ی اثر اختلاط کاربری بر صرفه‌های اقتصادی خدمات شهری
- ارزیابی طرح‌های جامع و تفصیلی شهری بر اساس شاخص‌های اختلاط کاربری برای پی بردن به این که این طرح‌ها تا چه حد توسعه‌ی مختلط را پی گرفته‌اند و در پیشنهاد‌های خود سعی در توسعه‌ی محلاتی با کاربری ترکیبی نموده‌اند.

۸- منابع

۱. پژوهان، موسی، الیاس زاده مقدم، نصرالدین، فتحی سمیه (۱۳۹۲). بررسی تطبیقی نظام‌های کاربری زمین شهری از دیدگاه دو پارادایم مدرنیسم و پست‌مدرنیسم، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۵، شماره ۲، صص ۳۶-۱۷.
 ۲. پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران، انتشارات سمت، چاپ چهارم.
 ۳. جوادی، قاسم، طالعی، محمد، کریمی، محمد (۱۳۹۲). ارزیابی کاربرد شاخص‌های تعیین تنوع در اختلاط کاربری پهای شهری، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال چهارم، شماره شانزدهم، صص ۴۶-۲۳.
 ۴. حکمت‌نیا، حسن (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهر بهاباد، با استفاده از الگوی تحلیل SWOT، فصلنامه‌ی مطالعات شهرهای ایرانی-اسلامی، شماره‌ی دوم، سال اول، صص ۹۴-۸۳.
 ۵. خاتمی، سید یحیی، مولایی، اصغر (۱۳۹۱). بررسی رویکردهای نوین در کاربری پایدار زمین شهری، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
 ۶. رهنما، محمدرحیم، ذبیحی، جواد (۱۳۹۰). تحلیل توزیع تسهیلات عمومی شهری در راستای عدالت فضایی با مدل یکپارچه دسترسی در مشهد، فصلنامه جغرافیا و توسعه، دانشگاه فردوسی مشهد، دوره ۹، شماره ۲۳، صص ۲۶-۵.
 ۷. سلطانی، علی، سقاپور، طیبه، ایزدی، حسن، پاک شیر، عبدالرضا (۱۳۹۱). تولید سفرهای درون‌شهری و تأثیرپذیری از تنوع کاربری زمین، نمونه‌ی موردی چهار محدوده مسکونی در شهر شیراز، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال سوم، شماره‌ی دوازدهم، صص ۱۶-۱.
 ۸. سلمانی مقدم، محمد، امیر احمدی، ابوالقاسم، کاویان، فرزانه (۱۳۹۳). کاربرد برنامه‌ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر زمین لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی: شهر سبزوار، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دانشگاه حکیم سبزواری، شماره ۱۷.
 ۹. فرجام، رسول، سلیمانی، محمد، تولایی، سیمین، رفیعیان، مجتبی، موحد، علی (۱۳۹۲). توسعه‌ی شهری مبتنی بر ترکیب کاربری‌ها؛ مروری بر ادبیات دانشگاهی آن در ایران، مجله‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال چهارم، شماره‌ی دوازدهم، صص ۴۸-۲۳.
 ۱۰. قربانی، رسول و همکاران (۱۳۹۳). نگرشی بر الگوهای نوین آمایش شهری، چاپ اول، تبریز، انتشارات فروزش.
 ۱۱. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، نتایج سرشماری شهر سبزوار.
 ۱۲. مهندسین مشاور پردازاز (۱۳۸۹). طرح جامع شهر سبزوار، مصوب بهمن ۱۳۸۹ در شورای برنامه‌ریزی و توسعه استان خراسان رضوی. کارفرما: سازمان مسکن و شهرسازی استان خراسان رضوی.
 ۱۳. وحیدی، گلدیس (۱۳۸۶). راهکارهای اجرایی اختلاط کاربری، دوماهنامه شهرنگار، شماره ۴۸. سال هشتم، صص ۲۸-۲۳.
14. Albert, Donald, Dobbs, G. Rebecca (2013). Emerging Methods and Multidisciplinary Applications in Geospatial Research, Information Science Reference. IGI Global.
 15. Beyer, Paul (2012). MIXED-USE ZONING, Livable New York Resource Manual.
 16. Bordoloi, Rupjyoti, Amit Motea, Partha Pratim Sarkarb, C.Mallikarjuna (2013). Quantification of Land Use diversity in the context of mixed land use, Procedia - Social and Behavioral Sciences 104 (2013). 563 – 572.
 17. Brownson, Ross, Christine M. Hoehner, Kristen Day, Ann Forsyth and James F. Sallis, (2009) Measuring the Built Environment for Physical Activity. NIH Public Access Author Manuscript.

18. Butler, Williams (2011). MIXED USE IN HISTORIC STRUCTURES: A PATH TO THE FUTURE, A LINK TO THE PAST, MASTER THESIS OF HISTORIC PRESERVATION, The University of Georgia.
19. Christian, Hayley, Fiona C Bull¹, Nicholas J Middleton, Matthew W Knuiman, Mark L Divitini, Paula Hooper, Anura Amarasinghe³ and Billie Giles-Corti (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDEstud.
20. Hoek, Joost W. van (2008). The MXI (Mixed-use Index) as Tool for Urban Planning and Analysis. Corporations and Cities. Available 26 May 2008, www.corporationsandcities.org.
21. Huang, Shu-Wei and Tsai, Wan-Jung (2013). The Analysis of Measurements and Influence Factors of Mixed Land Use, International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 3, No. 3, May 2013.
22. Huang, Shu-Wei and Wan-Jung Tsai (2013). The Analysis of Measurements and Influence Factors of Mixed Land Use, International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 3, No. 3, May 2013.
23. Hirt, Sonia (2007). the mixed-use trend: planning attitudes and practices northeast Ohio, Journal of architectural and planning research. 24:3. Pp 224-246.
24. K. Jones, Rachel (2012). Zoning Barriers to the Implementation of New Urbanist Land Use Principles in Lincoln, Nebraska, a master thesis in Community and Regional Planning University of Nebraska – Lincoln.
25. Kajtazi, Bekin (2007). Measuring multifunctionality of urban area. Master Thesis in Geo-information Science, International institute for Geo-information science. Enschede, The Netherland.
26. Koster, Hans (2010). The Impact of Mixed Land-Use, A hedonic analysis of the effects of mixed land-use on housing values. VU University Amsterdam.
27. KOTHARKAR, RAJASHREE, BAHADURE, SARIKA (2012). Mixed Landuse and Sustainable Urban Development, A Case Study of Nagpur, PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012.
28. Leung, Hok-lin (2003). Land use planning made plain, University of Toronto Press. Second edition.
29. Ma, Yen-Shen, Xueming Chen (2013). GEOGRAPHICAL AND STATISTICAL ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN LAND-USE MIXTURE AND HOME- BASED TRIP MAKING AND MORE: CASE OF RICHMOND, VIRGINIA. Journal of Urban and Regional Analysis, vol. V, 1, 2013, p. 5 – 44.
30. Manaugh, Kevin, Kreider, Tyler (2013). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix, The Journal of Transport and Land Use, Vol6, No.1 pp:63-72.
31. Nabil, Noah Ahemd, Abd Eldayem, Gehan Elsayed (2014). Influence of mixed land-use on realizing the social capital, HBRC Journal
32. Song, Y AND Rodriguez, D.A (2005). The measurement of the level of mixed land uses: A synthetic approach, Carolina Transportation, Program, Carolina.
33. Spears, Steven, Marlon G. Boarnet, Susan Handy (2014). Impacts of Land-Use Mix on Passenger Vehicle Use and Greenhouse Gas Emissions. California Environmental Protection Agency.
34. www.smartgrowth.org/principles/mix_land.php
35. www.wikipedia.com