نشریه هنرهای زیبا • شماره ۳۷ • بهـار ۱۳۸۸

مدل تعیین تراکم مطلوب شهـری با استفاده از سیستـم های اطلاعات زمینـی (LIS)*
مطالعه موردی اصفهـان-خمینـی شهـر

مهندس اسدا... کریمی[1]، دکتر محمود رضا دلاور[2]، دکتر محمود محمدی[3]**

[1] مربی دانشکده مهندسی دانشگاه اصفهان و دانشجوی دکتری پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
[2] استادیار گروه مهندسی نقشه برداری، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
[3] استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۴/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۷/۱۰/۷)

چکیده:

تراکم شهری نامطلوب یکی از معضلات و مشکلات اساسی شهرهای امروز است و می تواند منشأ بسیاری از نابسامانی های دیگر نظیر توزیع نامتعادل خدمات شهری، ترافیک شدید، اشراف و غیره باشد. هدف این مقاله ارائه مدلی است که با استفاده از قابلیت ها و امکانات سیستم های اطلاعات زمینی و با فرض امکان شناسایی عناصر اصلی تراکم و بهره گیری از امکانات متعدد هندسی و توصیفی سیستم های مزبور در شفاف سازی عوامل تراکم شهری، تأثیر آنها را بسرعت و به دقت برای همه دست اندرکاران و مسئولین مربوطه آشکار و هویدا سازد. هرچند در پژوهش های قبلی در زمینه تراکم و رابطه ترافیک و فضای سبز با آن در محیط سیستم های اطلاعات زمینی موارد متعددی مورد بررسی قرار گرفته ولی در ارتباط با مدلسازی سیستم های فوق در رابطه با تراکم شهری به طور خاص اقدامی چشمگیر به عمل نیامده است. مدلی که تهیه شد به روش تحلیلی با کمّی ساختن عوامل اصلی کالبدی، اقتصادی و اجتماعی مؤثر در تراکم شهری و نرمالیزه نمودن آنها نتایج مفیدی را در تشکیل مدل تراکم ارائه داد به صورتی که از مقایسه دو ساختار تراکم شهری در این مدل (در وضعیت موجود و مدل پیشنهادی) مزایای آن آشکار به نظر می رسد. علاوه بر این مدل مزبور در شهری از استان اصفهان (خمینی شهر) به صورت موفقیت آمیز مورد آزمایش قرار گرفت.

واژه های کلیدی:

تراکم شهری، سیستم های اطلاعات زمینی، کاداستر، مدلسازی.

* این مقاله با استفاده از تحقیق پایان نامه دکتری اسداله کریمی با عنوان [مدل سازی تراکم مطلوب شهری در محیط سیستم های اطلاعات زمینی سه بعدی] تهیه شده است.

** تلفن: ۰۹۱۳۱۲۵۶۱۶۹ ، نمابر: ۰۳۱۱-۷۹۳۲۶۷۵ ، **E-mail:** Karimiasd@yahoo.com.

مقدمه

تراکم شهری به مفهوم وجود تعداد متنابهی جمعیت یا مقادیر متراکمی از توده های ساختمانی در نقاطی از شهرها در صورت عدم تعادل و توازن در مناطق مختلف، عامل معضلات و مشکلات عدیده ای خواهد بود که حل آنها زمان، نیرو و هزینه گزافی را می‌طلبد ولی متأسفانه مدیریت شهری به هنگام تصویب افزایش تراکم،کمتر به مسئولیت عواقب و پیامدهای آن توجه دارد یا حتی آگاه است زیرا اینگونه عواقب سال ها بعد خود را نشان می دهد که مدیریت شهری تغییر کرده و زمان پاسخگویی او گذشته است. از طرف دیگر توجه به اظهارات مسئولین و مدیران(حاج رسولیها، ۱۳۸۵) و مذاکرات و مصوبات کمیسیون ماده پنج شهرها[1] این نکته را روشن می کند که بخش عمده درآمد شهرداری ها از این زاویه است و ظاهراً شهرداری‌ها ناگزیر از فروش تراکم می باشند و همین موضوع تشدید مسئله را به دنبال دارد (حناچی، ۱۳۸۶)[2].

در ارتباط با تراکم مباحث زیادی مطرح شده و تألیفاتی نیزمنتشرگردیده است (عزیزی، ۱۳۸۲)[3] اما این نوشتار نگاه دیگری به موضوع دارد، هدف آنست که با ارائه یک مدل کمّی عوارض و معضلات تراکم را ملموس‌تر و آشکارتر سازد به نحوی که به راحتی امکان شناخت معضلات تراکم فراهم آید و اهمیت و ضرورت بحث نیز همین جاست که با عددی ساختن عوارض تراکم هر چه سریع تر به شفاف سازی و روشن نمودن مسئله بپردازد و گرنه در هر یک از آثار قبلی بنحوی به عوارض تراکم پرداخته شده و مشکلات آن بررسی شده است. بدیهی است در این راه باید از تکنولوژی و فنون روز نظیر سیستم های اطلاعات مکانی، کاداستر سه‌بعدی و نظایر آن استفاده نمود (2001, ۹ ,Laurini ; Zlatanova,2000,173). به همین جهت به نظر نگارنده با استفاده از سیستم های اطلاعات زمینی (LIS) و کاداستر سه بعدی می توان همه عوارض تراکم را به درستی شناساند و تا آنجا به شفاف سازی پرداخت که راه گریزی برای نادیده گرفتن مشکلات نباشد.

۱- طرح مسئله

به علت فقدان یک مدل کمّی گویا و روشن و بیان مشکلات تراکم به صورتی صرفاً علمی و تئوریک، به طور معمول نمی توان تاثیر مثبت و مؤثری در جلوگیری از افزایش تراکم های بی رویه در سطح شهرها داشت و بروز مشکلات متعدد ناشی از این امر همچنان روبه ازدیاد است؛ از جمله در موارد زیر:

- نابسامانی در نظم و سلسله مراتب شبکه های ارتباطی که نتیجه آن ترافیک مغشوش و شدید در مناطق شهری است.
- به هم خوردن توزیع مطلوب شبکه تاسیساتی (آب، برق، گاز و غیره)
- عدم تعادل در توزیع مناسب خدمات شهری
- دوگانگی و تضاد در سیمای شهری در نقاط مختلف شهرها
- ایجاد اشراف ساختمان های مرتفع تر نسبت به پیرامون آنها

به بیان دیگر سوال اینست: آیا می توان مدلی ایجاد نمود که با وجود عوامل متعدد در تعیین تراکم - تراکم هر منطقه- ناحیه یا بلوک شهری را مشخص نماید به صورتی که امکان عدول از آن بسیار مشکل گردد و مدیریت شهری نتواند بدون دلیلی موجه به افزایش تراکم در هر محلی مبادرت ورزد. بنابراین هدف این پژوهش ایجاد مدلی است که بتواند در کاهش عوارض فوق نقشی مؤثر ایفا نماید و موارد زیر را تعقیب کند:

- شفاف سازی عواقب تراکم های بیرویه شهری (به صورت کمّی)
- ایجاد نظم و تعادل در تراکم از طریق کاهش تراکم های نامناسب
- افزایش سرعت و توان برنامه ریزان و طراحان شهری (در برنامه ریزی و طراحی)
- دقت و سرعت تصمیم گیری مسئولین، مدیران و کارشناسان

فرضیات: می دانیم همچون دیگر مسائل و موضوعات شهری در تراکم نیز عوامل و عناصر متعددی دخالت دارند اما فرض این مقاله آنست که می توان تعدادی از عناصر را که نقش مهم تری از بقیه دارند مجزا و در یک مدل آنها را گنجاند تا به حل مسئله نزدیک شد بنابراین باید موضوعات زیر را مدنظر قرار داد:

- امکان تعیین عناصر اصلی تراکم و تمایز آنها از عوامل فرعی و کم اهمیت تر
- امکان ایجاد ارتباط بین عناصر و عوامل فوق بنحو مطلوب و به صورت کمّی
- امکان پردازش و تجزیه و تحلیل عوامل مزبور با وجود تنوع زیاد داده ها از طریق تنظیم و نرمالیزه نمودن انها
- توان تامین سرعت و دقت لازم در نتیجه گیری مدل

محدودیت ها: بدیهی است موضوعی همچون تراکم در مناطق مختلف و کشورهای گوناگون ویژگی های متفاوتی دارد و نمی‌توان با یک نگرش واحد به همه نقاط شهری نگریست به همین

لحاظ سعی شده در این مقاله به عوامل اصلی تراکم در شرایط مختلف محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی ایران توجه شود، هرچند مدل معرفی شده دارای ساختاری انعطاف پذیر است به‌صورتی که در تعیین عناصر آن می توان یک یا بعضی از عناصر را حذف و به جای آنها برخی دیگر از عناصر را جایگزین نمود. در مورد این نکته در بخش چهارم توضیح بیشتری داده خواهد شد.

۲-چارچوب نظری

تراکم شهری یکی از اولین مسائل اساسی در برنامه ریزی های شهری است، به صورتی که در هر اثری که در این عرصه به جای مانده اشاره ای نیز به تراکم شده است (وزارت کشور، ۱۳۷۷). اما کمتر موردی را می توان یافت که در آن به طور خاص در مورد تراکم شهری (یا تراکم وکلیه عوامل مؤثر در آن) بحث شده باشد. به عنوان نمونه مطالعات متعددی در رابطه با تراکم و تاثیر آن در ترافیک شهری و تقاضای سفر شده است (LU and Huapu, 2006). همچنین رابطه آلودگی های شهری با تراکم در برخی دیگر از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته (Matejicek et al, 2006). نحوه میزان استفاده از فضای، سبز و رابطه آن با تراکم شهری از دیگر مواردی است که به کرات می توان آثار آنها را مشاهده نمود (Kyoshik et al, 2007). غالب مطالعات فوق در سال های اخیر انجام گرفته که استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) وجه مشترک همه آنها بوده است. همچنین از سنجش از دور و GIS، در تشخیص میزان تراکم موجود در نقاط شهری برخی کشورها استفاده شده و می‌شود (Langford,et al, 2008; Kumar, 2008). مدل هایی نیز برای توزیع جمعیت شهری و میزان دسترسی به خدمات شهری نظیر داروخانه، دندانپزشکی، اداره پست و ... به کمک GIS ارائه شده است (; He,et al,. 2008 Langford, et al, 2008).

در ارتباط با کاداستر و استفاده از آن در برنامه ریزی شهری به طور موردی در بعضی از کشورها اقداماتی صورت گرفته (Williamson, 2001; Stoter,2004)، با ذکر این موضوع که کاداستر به دو صورت در برنامه ریزی شهری مورد استفاده قرار گرفته: به صورت خاص "ملکی" که مالکیت های عمومی، خصوصی و دولتی محور اصلی آنهاست (Saadi, 2002 ;Stub Kjaer et al 2005). و به صورت عام که همان کاداستر جامع است یعنی کلیه اطلاعات اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی که مورد نیاز برنامه ریزی شهری می‌باشد (Stub Kjaer, 2006; dale p. and Mc Laughlin ,1998,35).

در ایران در سال های اخیر تشکیلاتی در درون سازمان ثبت اسناد و املاک کشور با نام سازمان کاداستر و با هدف تهیه اطلاعات مورد نیاز شهر سازی و علوم و فنون دیگر (اعم از نقشه های توپوگرافی و موضوعی) به وجود آمد ولی متاسفانه آنچنان که انتظار می رفت پیشرفت قابل توجهی حاصل نشد و فقط محصول آن تعدادی کتب و مقالات در رابطه با کاداستر و استفاده از آن در شهر سازی و دیگر زمینه‌های علمی بوده است (پور کمال، ۱۳۷۷، ۸۹).

در مورد تراکم شهری در ایران نیز همچون کشورهای دیگر مطالعات مجزاء کم تر صورت گرفته و شاید بتوان تحقیقاتی را که در رابطه با اصول و معیارهای تعیین تراکم در دانشکده شهر سازی دانشگاه تهران انجام شده به عنوان شاخص ترین آنها نام برد (عزیزی، ۱۳۸۲). از دیگر آثار این عرصه مقالاتی است که در رابطه با فروش تراکم و چگونگی باب شدن آن در ایران و علل آن شده است (جهانشاهی، ۱۳۸۱ ؛رفیعی، ۱۳۸۰ ؛رضازاده و اریانفر، ۱۳۸۵).

در این مقاله تلاش می شود با استفاده از سیستم های اطلاعات زمینی [۴](LIS) که زیر سیستمی از سیستم های اطلاعات مکانی [۵](GIS) است و کاربرد آن در نواحی شهری و مناطق (با مقیاس ۱/۵۰۰ تا ۱/۵۰۰۰) می‌باشد مدلی فراهم گردد که متناسب با شرایط و ویژگی های ایران تهیه شود. در این تلاش با استفاده از کلیه تجاربی که در مورد تراکم شهری در ایران بدست آمده است عوامل و عناصر اصلی تراکم جستجو، تحلیل و انتخاب می گردد و سپس در قالب یک مدل سازماندهی شده و مدل سازی آنها انجام می‌گیرد. نهایتاً دو نتیجه خاص در مدل مورد بحث، تعقیب می شود:

۱. روشن شدن عواقب افزایش تراکم های ناموزون و نامطلوب و متعاقبا انتخاب تراکم متعادل و مطلوب

۲. انتخاب تراکم های خاص برای نواحی و بلوک های مورد مطالعه با توجه به شرایط محلی

۳-روش پژوهش

روشی که برای انجام تحقیق در این مقاله دنبال می شود روشی اسنادی، تحلیلی است. بدین صورت که پس از بررسی و مطالعه منابع و ماخذ مرتبط با تراکم، مدلسازی و موضوعات مرتبط دیگر از جمله مفاهیم و ویژگی‌های کاداستر و سیستم های اطلاعات زمینی، عوامل و عناصر تراکم جستجو، طبقه بندی و تحلیل می گردد ، سپس عناصر اصلی انتخاب و بر اساس فلوچارت (تصویر ۱) ماتریس شاخص های تراکم آماده می شود. آنگاه با توجه به وضعیت موجود تراکم و ماتریس مذکور مدل تراکم مطلوب معرفی می گردد. این مدل اطلاعات لازم برای تشخیص تراکم در هر بلوک شهری را خواهد داشت و براساس آن تراکم مطلوب هر بلوک تعیین خواهد شد. به دنبال آن همانطور که فلوچارت نشان می دهد در یک منطقه نمونه داده های مورد نظر تهیه، پردازش و تحلیل می گردد و بر پایه تحلیل های انجام گرفته مقایسه دو مدل موجود و مطلوب انجام می‌گیرد و در صورتی که مشکلی وجود نداشت نتیجه لازم بدست می آید در غیر این صورت با بازخورد بین بخش "مقایسه" و "تراکم موجود" فرایند مزبور ادامه می‌یابد تا به نتیجه مورد نظر بتوان دست یافت. نهایتا مدل تعیین تراکم مطلوب پیشنهاد می شود اما ذکر چند نکته در این باره لازم است:

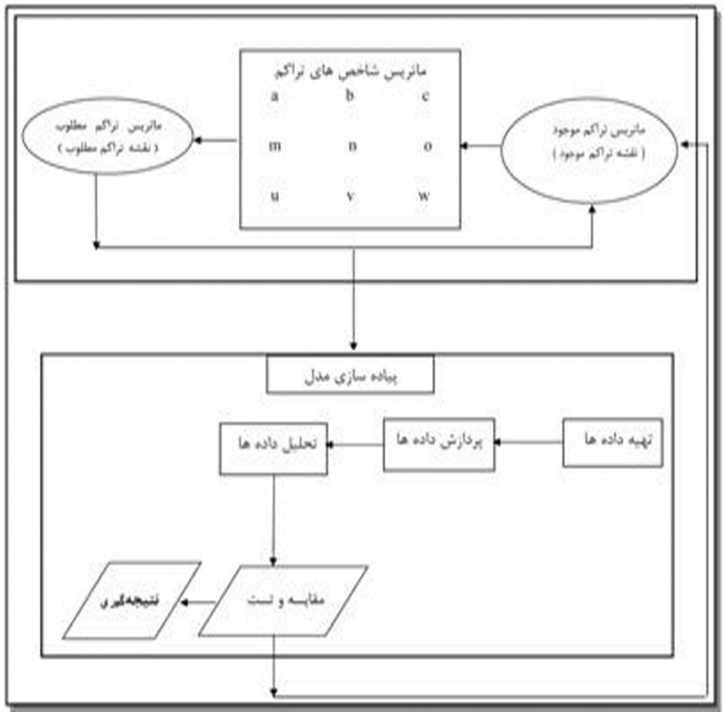
۱. با توجه به مجموع اصول و مفاهیم کاداستر و LIS از یک طرف و شرایط و مقتضیات محلی از طرف دیگر نه عامل بشرح زیر انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر آن باید گفت که پس

از به نتیجه رسیدن نتایج مدل، تغییر و تعویض شاخص های نه گانه کار دشواری نیست و مدل انعطاف لازم را برای افزایش یا جایگزینی موارد دیگری خواهد داشت به نحوی که مطلوب بودن تراکم با عنایت به عناصر مورد نظر نظیر سیمای شهر و توزیع متعادل خدمات شهری برای تصمیم گیرندگان محلی نیز قابل تأمین باشد.

۲. در ارتباط با نه عامل ذکر شده نیز بلحاظ اختصار سعی شده از هر عامل دو یا سه شاخص مدنظر قرار گیرد به عنوان مثال در بخش مسائل اجتماعی اقتصادی، شاخص های در آمد خانوار و ارزش اراضی در نظر گرفته شده‌اند ولی در اینجا نیز امکان افزایش تعداد شاخص‌ها در هر بخش وجود دارد و در هر حال قدرت انعطاف مدل همواره مدنظر بوده است و عندالزوم می توان تعدادی دیگر از عوامل اجتماعی نظیر بعد خانوار و غیره را اضافه نمود.

۳. نکته دیگر امکان باز خورد مدل است و چنانچه در فلوچارت دیده می شود (تصویر ۱)، پس از نمایش نتیجه مدل می توان در صورت مشاهده وضعیت ارائه شده مجدداً به وضع موجود برگشت و با تغییر شاخص‌ها و یا افزایش و کاهش ضرائب آنها نتایج را بار دیگر مشاهده نمود. این روند می تواند در دفعات متعدد صورت پذیرد: به عنوان مثال تعادل و تقارن در فضاهای شهری را می‌توان ذکر نمود که در مناظر و مرایای شهری مورد علاقه بسیاری از معماران و صاحب نظران است و در این مدل امکان اعلام وزنی به مراتب بالاتر از بقیه به این عامل وجود دارد و می توان نتیجه مورد نظر را در سیستم دید لیکن مهم آنست که در این مدل مرتباً یادآوری می‌شود که سایر عوامل و شاخص ها فراموش نشوند و همیشه بایستی به سایر عوامل نیز توجه نمود.

تصویر ۱- فلوچارت مدل تراکم مطلوب.

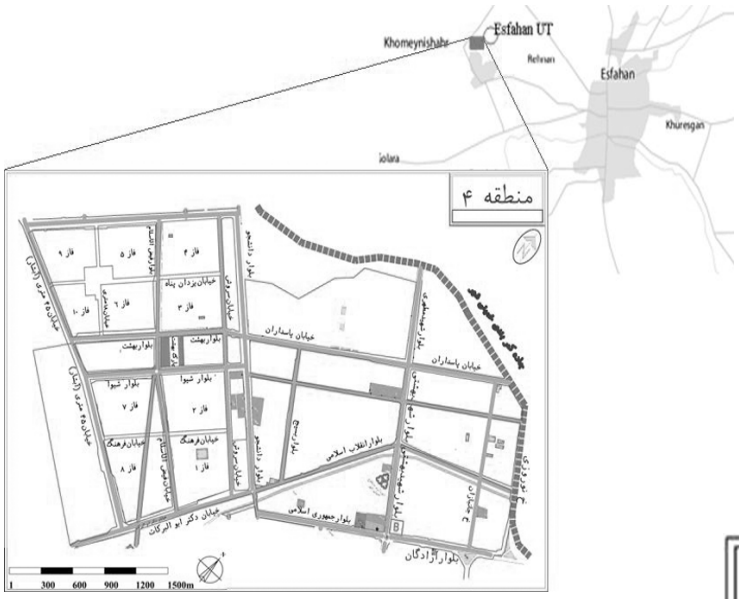


(ماخذ نگارنده)

٤-نمونه موردی

محلی که برای آزمایش مدل انتخاب شد شهری در شمال غربی اصفهان به نام خمینی شهر است (تصویر ۲). این شهر دارای دویست و ده هزار نفر جمعیت می‌باشد و به چهار منطقه تقسیم گردیده که منطقه چهار آن به عنوان بستری برای آزمایش مدل در نظر گرفته شد و اطلاعات آن جمع آوری گردید. نکته قابل توجه آن که برای ممیزی املاک، کد گذاری بلوک ها و قطعات این شهر انجام شده بود و بسیاری از اطلاعات آن آماده بود و همین امر تهیه داده‌ها را بسیار تسهیل نمود.

تصویر ۲- نقشه منطقه مورد مطالعه.



ماخذ: (شهرداری خمینی شهر)

داده های مورد نیاز: با توجه به آنچه گذشت داده های مربوط به عناصر نه گانه با مراجعه به شهرداری، سازمان های مربوطه و برداشت های میدانی گردآوری و به سیستم وارد شد. این داده ها در سه دسته سه عنصری ساماندهی و تنظیم گردیدند که به شرح هر یک پرداخته می شود. دسته اول سه عنصری هستند که وضعیت موجود منطقه را نشان می دهند و شامل کاربری ها ـ حجم ترافیک و تراکم موجود می باشند.

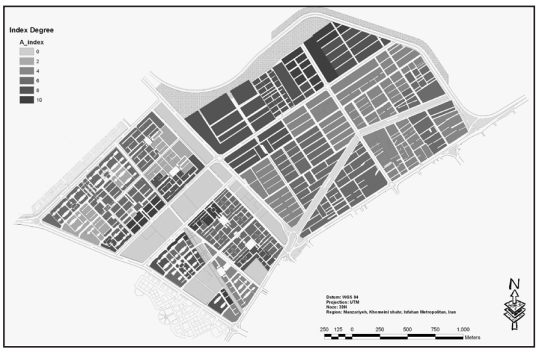
سرانه کاربری ها: این بخش از داده ها شامل چهار کاربری اصلی و عمومی بود که نقش مهم تری در مدل داشتند این کاربری‌ها عبارت بودند از: آموزشی، ورزشی، فضای سبز و پارکینگ و برای تهیه آنها به کمک طرح تفضیلی و برداشت میدانی، سرانه موجود هر کاربری محاسبه و نهایتاً سرانه میانگین متعلق به هر بلوک به دست آمد در حقیقت میزان بهره مندی هر بلوک از کاربری‌های اصلی و مهم در این نقشه نشان داده می‌شود. که در راهنمای نقشه به صورت درجه بندی شده مشخص می گردد

(تصویر ۳). نحوه درجه بندی در بخش ششم (نرمالیزه شدن) توضیح داده می شود.

ترافیک: برای محاسبه حجم ترافیک شبکه منطقه مورد مطالعه، به کمک واحد ترافیک شهرداری خمینی‌شهر میزان ترافیک هر خیابان بدست آمد و سپس با توجه به این اعداد میزان تاثیر آن در هر بلوک محاسبه گردید و همانند سرانه کاربری ها در نقشه مربوطه منعکس شد(تصویر ۴).

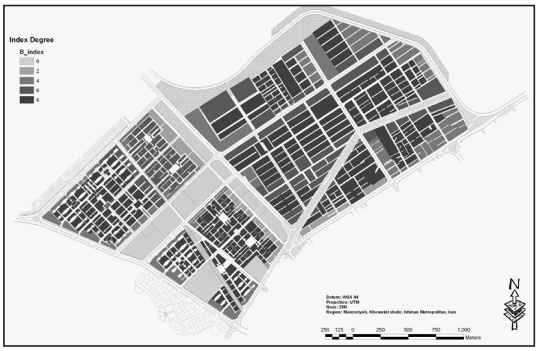
تراکم موجود : در این مورد هر دو نوع تراکم ساختمانی و جمعیتی در منطقه مورد مطالعه قابل دسترس بودند لذا با بدست آوردن و نرمالیزه نمودن اعداد مربوط به هر یک میانگین آن در سیستم منظور گردید (تصویر ۵).

تصویر ۳- سرانه کاربری ها.



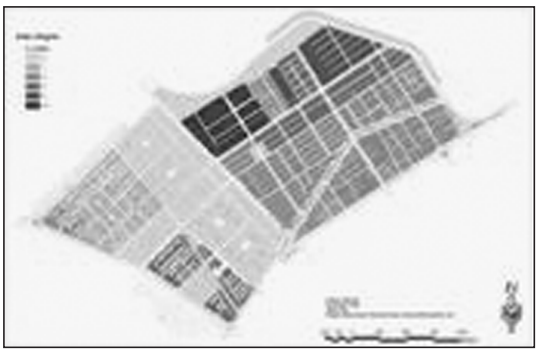
(ماخذ نگارنده)

تصویر ۴- تراکم موجود



(ماخذ نگارنده)

تصویر ۵- ترافیک.



(ماخذ نگارنده)

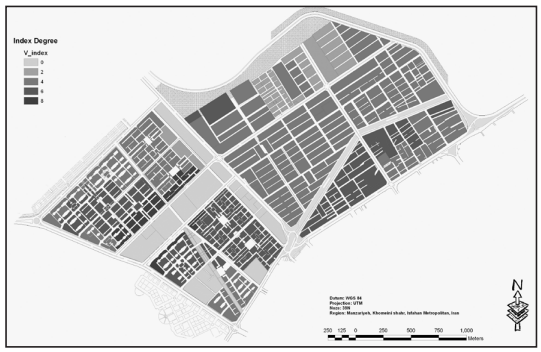
در دسته دوم عناصری قرار می گیرند که اگر چه بوضوح مشهود نیستند لیکن از مهم ترین شاخص های مؤثر در تراکم می باشند و لازم است برای جمع آوری داده های آنها اقدام لازم به عمل آید. می‌توان گفت این سه عنصر پتانسیل های زیر بنایی در تخصیص تراکم را نشان می دهند و عبارتند از "بافت شهری -تاسیسات شهری -مسایل اقتصادی اجتماعی".

بافت شهری: برای تخصیص تراکم های بالاتر نیاز به بافت منظم تر و منسجم تر ضروری است جهت منظور نمودن میزان نظم و انسجام شبکه ارتباطی پیرامون بلوک ها برداشت میدانی مستقیماً قابل استناد بود لیکن با استفاده از نقشه شبکه ها و بهره گیری از توابع آنتروپی، این متغیر نیز سریع تر و علمی تر بدست آمد (با کمک نقشه و تصویر متناظر آن- تصویر ۶).

تاسیسات موجود : منظور از تاسیسات، شبکه های موجود آب برق گاز و تلفن می‌باشد لذا با استفاده از نقشه‌های تهیه شده از سازمان‌های مربوطه و میزان بهره مندی هر بلوک از میانگین بدست آمده از شبکه های مزبور، این داده ها نیز آماده گردید (تصویر ۷).

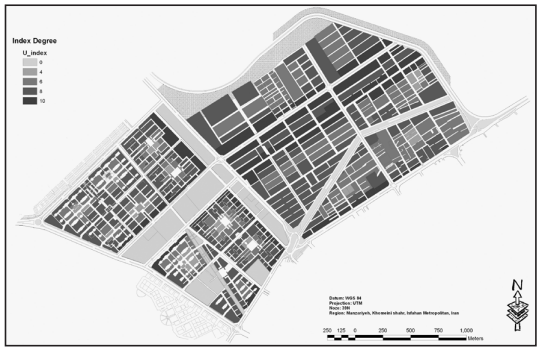
اطلاعات اقتصادی اجتماعی: به لحاظ تاثیر مسائل اقتصادی اجتماعی در تراکم، منظور نمودن این نوع از داده‌ها نیز ضروری بود هر چند بقیه شاخص‌ها نیز به نوعی متاثر از اطلاعات اقتصادی اجتماعی هستند. لذا با جمع آوری داده های مربوط به در آمد خانوار بعد خانوار و ارزش اراضی، به عنوان نمونه‌ای از این نوع اطلاعات و محاسبه میانگین نرمالیزه شده آنها، شاخص فوق محاسبه گردید (تصویر ۸).

تصویر ۶. بافت شهری.



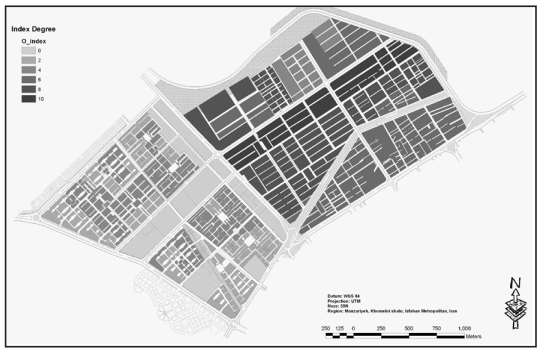
(ماخذ نگارنده)

تصویر ۷. تاسیسات موجود



(ماخذ نگارنده)

تصویر ۸. اطلاعات اقتصادی اجتماعی.



(ماخذ نگارنده)

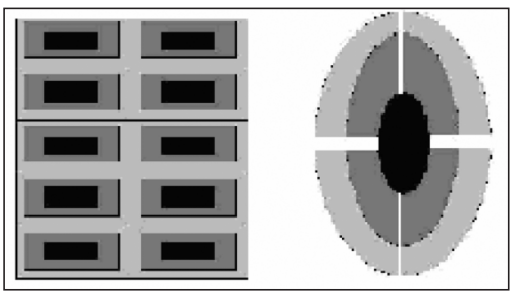
سه عنصر آخر عناصری هستند که ایده‌ها، تفکرات و نوع بینش برنامه‌ریزان و طراحان را برای منطقه تجسم می‌نمایند و عبارتند از "نظم و تقارن، استانداردها و سیاست های توسعه".

نظم و تقارن: علاوه بر بافت شهری که میزان نظم را از نظر افقی در شبکه های ارتباطی موجود در این مدل نشان می‌دهد میزان نظم و هماهنگی فضایی و تقارن سه بعدی در حالت پیشنهادی، می تواند یکی از شاخص‌های اصلی مورد نظر باشد به همین لحاظ با تهیه برنامه ای که در محیط 3DMAX تهیه شد و گزینه های مختلف و متنوعی از نظم و تقارن را می توان به وسیله آن طراحی نمود (شعاعی، چهار گوشی، ... یا بلوکی، منطقه ای و غیره). این شاخص نیز در ماتریس منظور گردید که با انتخاب هر یک از حالت‌های مورد نظر و ورود آنها به سیستم سهم این شاخص مهم نیز در مدل محفوظ باشد (تصاویر ۱۰ و ۹). قابل ذکر است که در تصویر ۱۰ اختلاف تراکم موجود با مقدار پیشنهادی انعکاس یافته است.

استانداردها: یکی از اصلی ترین استاندارد های شهری، سرانه‌ها هستند با این توضیح که عوامل موثر در انتخاب استانداردها به طور عام و سرانه ها به طور خاص بایستی مدنظر قرار گیرند. به همین جهت با لحاظ نمودن این موارد سرانه های پیشنهادی منطقه مورد نظر بدست آمد و میانگین آنها در ماتریس مزبور وارد شد. تاکید می‌شود که می توان به جای سرانه‌ها استانداردهای دیگری را جایگزین نمود (تصویر ۱۱).

سیاست‌های توسعه: معمولا مدیران و مسئولین نظرات خاصی در ارتباط با نحوه توزیع جمعیت (یا خدمات شهری و غیره) در بعضی از مناطق شهری دارند که در صورت وجود چنین نظراتی می توان آنها را به شکل یک نقشه عددی وارد سیستم نمود و تاثیر آنها را در مدل نشان داد (تصویر ۱۲).

تصویر ۹- دو نمونه نظم و تقارن.



(ماخذ نگارنده)

تصویر ۱۰- نظم و تقارن.

(ماخذ نگارنده)

تصویر ۱۱- استانداردها.

(ماخذ نگارنده)

تصویر ۱۲- سیاست های توسعه.

(ماخذ نگارنده)

پردازش داده‌ها: پس از ورود داده های مورد بحث در سیستم، پردازش آنها آغاز شد در اولین مرحله از این بخش همه اطلاعات با وزن مساوی و به صورت یکسان در سیستم وارد و پردازش گردید که نتیجه آن تصویر ۱۳ می‌باشد ولی در مرحله بعد با توجه به آنچه قبلاً اشاره گردید وزن هر یک از شاخص‌های مورد نظر با ضرایب متفاوت وارد گردید تا نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد نقشه های شماره ۱۴ و ۱۵ دو نمونه از آنها را نشان می دهد. از مقایسه این دو نقشه با نقشه شماره ۱۳ به روشنی پیداست که تاثیر وزن هر یک از شاخص‌ها می‌تواند نقشی متفاوت را در عرضه نتایج داشته باشد و همین امر، قابلیت سیستم اطلاعات زمینی را در تغییر و تعویض داده‌ها، تغییر وزن هر یک، تنظیم و ساماندهی آنها، پردازش و تجزیه و تحلیل سریع اطلاعات بوسیله توابع مختلف جبری (به صورت مکرر) نشان می‌دهد.

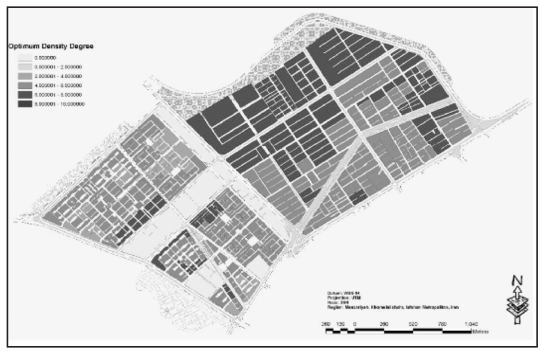
تصویر ۱۳- تراکم مطلوب (شاخصهای برابر).

(ماخذ نگارنده)

تصویر ۱۴- استانداردها (شاخص صد و برابر).

(ماخذ نگارنده)

تصویر ۱۵- سیاست های توسعه (شاخص شش چهار برابر).



(ماخذ نگارنده)

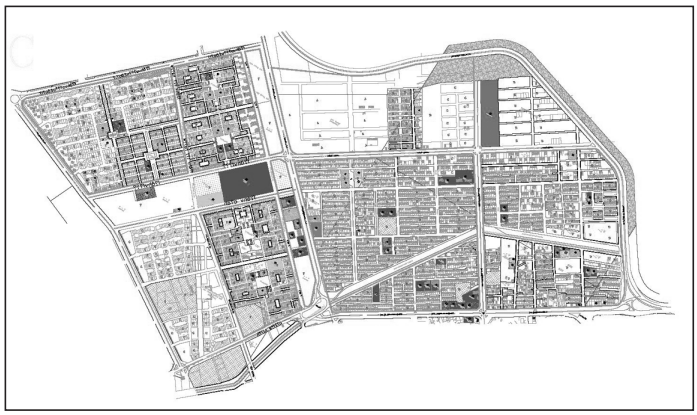
۵- مدل تعیین تراکم مطلوب

با استفاده از تجارب مذکور در بخش های پیشین و بهره گیری از مفاهیم و دستاورد های علمی و فنی کاداستر (Stub Kjaer, 2006) و سیستم های اطلاعات مکانی در سایر کشورها[۶] و همچنین خصوصیات، شرایط و ویژگی های کشورمان (پورکمال، ۱۳۷۷، ۳۵؛ لارسن، ۱۳۷۶، ۱۱۹)، مدلی پیشنهاد می شود که بتوان به وسیله آن میزان تراکم مطلوب در هر منطقه شهری را محاسبه و از این طریق به نظم و هماهنگی فضائی شهری کمک نمود. منظور از مدل تراکم مطلوب در این مقاله مدلی است که نابسامانی ها و آشفتگی های موجود در تراکم های فعلی شهری را نداشته باشد و تا آنجا که ممکن است بنحوی به تنظیم و هماهنگی تراکم ها بپردازد که از جهات گوناگون نظیر سیمای شهری، تعادل در خدمات شهری، نظم در ترافیک و غیره پاسخگوی متخصصان و شهروندان باشد. بر این اساس مدلی پیشنهاد می شود که حتی الامکان مزایای فوق را داشته و از مضار تراکم های ناهماهنگ و ناموزون به دور باشد. همانطور که تصویر شماره یک ساختار کلی مدل پیشنهادی را نشان می دهد، پس از جمع آوری داده های مربوط به تراکم موجود در منطقه مورد نظر، ماتریس شاخص های تراکم آماده می شود که هر درایه آن یک آرایه ۳×۳ دارد سپس با در اختیار داشتن این دو مجموعه داده ها، ماتریس تراکم مطلوب بدست می آید بنابراین در مدل مورد بحث سه ماتریس نقش اساسی دارند: "ماتریس تراکم موجود، ماتریس شاخص های تراکم و ماتریس تراکم مطلوب".

ماتریس های سه‌گانه: به لحاظ اهمیت و ضرورت نقش هر یک از سه ماتریس فوق در مدل پیشنهادی، جزئیات بیشتری از آنها به طور مجزا ارائه می شود.

ماتریس تراکم موجود: منظور از این ماتریس "ماتریس نقشه‌ای" است که وضعیت تراکم موجود را در هر منطقه شهری نشان می‌دهد. به بیان دیگر تعداد طبقات ساختمانی وضعیت موجود در هر بلوک در این "ماتریس نقشه" نشان داده می‌شود (تصویر ۱۶).

تصویر ۱۶- نقشه تراکم موجود.



ماخذ: (شهرداری خمینی شهر)

قابل ذکر است که در این مرحله میانگین تراکم فوق الذکر در هر بلوک مشخص می‌گردد ولی در مراحل بعدی به جای بلوک می توان قطعات (پارسل‌ها) را مشخص نمود حتی امکان آن وجود دارد که در مواردی از تقسیمات ریزتری استفاده شود (پیکسل‌ها). در مورد ضرورت، مزایا و معایب هر کدام در تحقیقات بعدی (پایان مقاله) توضیح داده خواهد شد.

ماتریس عوامل تراکم: برای تعیین شاخص‌های تراکم عناصر بسیار زیادی باید مدنظر قرار گیرد اما با جستجو و تحقیق از منابع مختلف و به لحاظ ضرورت محدود کردن عوامل، این عناصر در نه فاکتور خلاصه شدند بدیهی است در کارهای بعدی می‌توان تعداد عناصر را افزایش داد ولی با توجه به مطالب فوق، در این پژوهش این نه عنصر بعنوان مهم‌ترین و ضروری‌ترین عوامل تعیین شده‌اند (تصویر ۱۷).

نه عنصر فوق در سه دسته تقسیم و تنظیم شده‌اند که عبارتند از:

۱- عناصر سطر اول که وضعیت موجود منطقه را نشان می‌دهد و در اینجا از میانگین سرانه های اصلی (چهار کاربری حیاتی: آموزشی، ورزشی، فضای سبز و پارگینگ)، حجم ترافیک و تراکم ساختمانی استفاده شده است.

۲- عوامل سطر دوم که پتانسیل های کالبدی و زیربنایی منطقه را مشخص می‌کنند. از این دسته عوامل نوع بافت، تأسیسات شهری (آب - گاز - برق) و وضعیت اجتماعی اقتصادی انتخاب گردیده‌اند.

۳- مواردی که ایده آل ها و سیاست ها را دربرمی گیرند نظیر تعادل فضایی نواحی، استانداردها (سرانه‌های مطلوب) و سیاست‌های رشد مناطق شهری که در سطر سوم این عوامل مورد استفاده قرار گرفته اند.

تصویر ۱۷- ماتریس عوامل تراکم.

تراکم ساختمانی موجود	حجم ترافیک	میانگین سرانه های حیاتی موجود
وضعیت اقتصادی اجتماعی	تأسیسات شهری	بافت شهری
سیاست های توسعه	استانداردها	تعادل و تقارن فضائی

(ماخذ نگارنده)

ماتریس تراکم مطلوب: پس از دو ماتریس قبلی زمینه برای آماده سازی ماتریس تراکم مطلوب به وجود می آید بدین صورت که از طریق ضرب دو ماتریس تراکم موجود و شاخص های تراکم ، ماتریس نقشه ای تهیه می گردد که در هر بلوک تعداد طبقات ساختمانی را مشخص می نماید و این در حقیقت همان ماتریس تراکم مطلوب است.

تنظیم و نرمالیزه کردن اطلاعات: انواع داده‌های متفاوت فوق نیاز به کلاسه بندی و تنظیم دارند زیرا تنوع اعداد و ارقام مرتبط با هر یک از عوامل، هم از حیث ورود به سیستم و هم از نظر امکان بررسی سریع و دقیق، مشکلاتی را سبب می‌شوند به همین جهت با عنایت به ویژگی‌های هر کدام و ضوابط و معیارهای مورد نظر در شهرسازی، کلیه اعداد و ارقام در یک دامنه مشخص و محدود یعنی صفر تا دو نرمالیزه گردیدند بدیهی است در صورت نیاز که موارد آن ذکر خواهد شد می‌توان دامنه مزبور را تا حد ضرورت گسترش داد به نحوی که هم امکان نتیجه گیری سریع وجود داشته باشد و هم مسائل موردی نظیر موقعیت کاربری های عمومی (غیرمسکونی) را حل نماید (تصویر ۱۸).

تصویر ۱۸- ماتریس ۳×۳ یک بلوک نمونه.

1.1	365	0.85
0.34	1.5	43
1.75	19	2.5

ماتریس یک پیکسل نمونه

0.9	1.1	0.7
1.75	1.6	0.85
1.55	1.9	1.3

ماتریس یک پیکسل (نرمالیزه شده)

(ماخذ نگارنده)

امکان سنجی: همانطور که در بخش چهارم ذکر شد می‌توان عوامل بی‌شماری را در به وجود آمدن تراکم‌های شهری مؤثر دانست(اوپنهایم، ۱۳۷۹ ؛ توفیق، ۱۳۷۰)؛ لیکن با گزینش عوامل اصلی از طریق بررسی منابع و تجارب مدیریت‌های شهری سه دسته از عوامل مزبور با توجه به شروط زیر انتخاب گردیده اند.

۱- تأثیر زیادتری از سایر عوامل در تراکم های شهری داشته باشند.

۲- قابل اندازه گیری باشند و یا با روش های نوین س‌ه‌م) و پردازش تصویر) قابلیت اندازه گذاری پیدا نمایند.

۳- امکان سریع اخذ و جمع آوری داده های مربوطه فراهم باشد.

تأکید این پژوهش بر استفاده از کاداستر سه بعدی نیز بدین خاطر است که اولاً بسیاری از این داده‌ها چه موضوعی و چه هندسی ماهیتی سه بعدی دارند ، ثانیاً مسئله تراکم موضوعی سه بعدی است و مهم تر از همه آنکه نتایج حاصل از مدل با نمایش سه بعدی مفاهیم مورد نظر بسیار سریع تر و ساده تر در معرض قضاوت متخصصان قرار خواهد گرفت؛ به بیان دیگر با شبیه سازی وضعیت تراکم در مناطق و بلوک های شهری به نحوی سریع موضوع روشن خواهد شد و این موضوع نیز با استفاده از سیستم‌های اطلاعات زمینی سه بعدی قابل انجام است و در پایان می توان تصویری سه بعدی از مدل ارایه نمود. در کنار مسائل فوق باید اشاره نمود نرمالیزه شدن عناصر و عوامل فوق الذکر با توجه به تفاوت ویژگی ها و خصوصیات هر کدام از آنها روش های مختلفی را می‌طلبد که به عنوان نمونه در مورد سرانه‌های حیاتی با توجه به درجه بندی شهر مورد تحقیق که شهری دویست و ده هزار نفری است (شهر متوسط) میانگین سرانه های مزبور عدد بیست فرض شده است، این عدد برای نرمالیزه شدن معادل یک در نظر گرفته شده و بالاتر از آن دو و کمتر از آن صفر منظور گردیده است یا در مورد تراکم ساختمانی که عدد تعادل یک برای تراکم ۱۸۰ درصد (سه طبقه) انتخاب شده و برای سه طبقه بیشتر صفر و پائین تر از سه طبقه، عدد دو فرض شده است، در اینجا نیز مبنای سه طبقه قابل تغییر می باشد ، ضمناً برای نرمالیزه شدن عمدتاً از برنامه "مطلب" استفاده شده است. تصویر ۱۸ یک بلوک نمونه را که برای آن، نه عامل مورد نظر نرمالیزه شده، نشان می‌دهد. همانطور که از شکل پیداست دامنه هر یک از ارقام نه گانه بسیار متفاوت است ولی در ماتریس نرمالیزه شده همه ارقام بین صفر تا دو محدود شده اند.

۶- بحث و تحلیل

مجموعه بحث‌ها، مذاکرات و نوشتارها در محافل علمی، فنی و اداری نشان می‌دهد که حل مسئله تراکم در شهرها امری ضروری است. با توجه به همه مباحث و دست آورد های نظری در دانشگاه ها و مراکز علمی از طرفی و تجارب و امور جاری در شهرداری‌ها، شورا های اسلامی شهرها، کمیسیون‌های ماده پنج و کمیته های فنی آن از طرف دیگر ضرورت دستیابی به راه حلی که بتواند این مشکل را حل کند به شدت احساس می‌گردد.

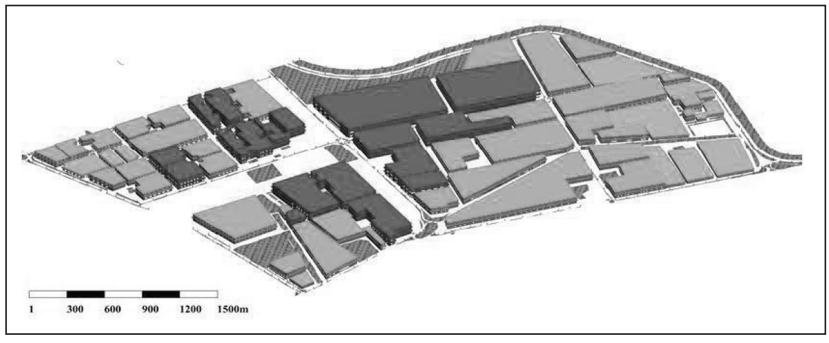
مدلی که با استفاده از مباحث فوق و با در نظر گرفتن عوامل و عناصر مؤثر در تراکم‌های شهری ارائه شد می‌تواند گامی باشد برای حل مسئله تراکم، به گونه‌ای که بلادرنگ و بدون ملاحظه عواقب و پیامدهای تراکم نامطلوب، هر تراکمی برای هر ساختمانی منظور نگردد. در این مدل لازم بود مواردی مدنظر قرار گیرد که تاثیر زیادتری نسبت به بقیه عوامل در تراکم داشته باشند هر چند ناگفته پیداست که تعداد، نوع و وزن هر عامل در هر شهر و هر منطقه شهری ممکن است با دیگر نقاط متناظر بسیار متفاوت باشد ولی با قدری تغییرات در مدل می‌توان آن را در شهر و منطقه مورد نظر پیاده نمود. با این حال این نکته شایان ذکر است که تنوع عوامل مدنظر قرار گرفته است: از حیث وضعیت موجود، عوامل زیر بنایی و عناصری که همواره در ایده‌آل ها و آرمان های برنامه ریزان و طراحان بوده و می‌باشد. همچنین امکان سنجی در مدل پیوسته مد نظر واقع شده است. به نحوی که تهیه داده‌ها، تنظیم آنها، ذخیره و پردازش اطلاعات امکان پذیر باشد. البته این نکته که تعیین تراکم در شهرداری ها و کمیسیون‌های ماده پنج از حیث مقیاس (بلوکی، پارسلی و سلولی) به کدام صورت ساده‌تر، اجرایی‌تر و عملی‌تر تعیین شود جواب سریع تری خواهد داد خود بحث دیگری است که نگارنده مصمم است در تحقیقات بعدی آن را دنبال نماید.

نتیجه

هدف اصلی در این پژوهش ایجاد مدلی بود که به وسیله آن بتوان با وجود گستردگی و تنوع داده‌ها، اصلی‌ترین آنها را انتخاب و به ساماندهی آنها پرداخت تا نهایتاً هر چه ساده‌تر و سریع تر به شفاف سازی عواقب تراکم دست یافت. علاوه بر آن ایجاد نظم و تعادل در تراکم‌های شهری از جمله اهداف پژوهش بود. چنانچه گذشت به این اهداف رسیدیم به نحوی که عناصر اصلی مؤثر در تراکم تعیین و وارد سیستم گردید و با پردازش آنها در حالت های مختلف و انتخاب گزینه‌های وزنی متفاوت، نتایج مربوط ارائه داده شد. به طوری که از تصاویر شماره ۱۴ و ۱۵ پیداست تاثیر هر یک از شاخص ها به گونه‌ای در مدل آشکار است به عنوان نمونه درصورتی که به متغیر "سیاست های توسعه" وزن بیشتری داده شود بلافاصله اثر آن در منطقه موردنظر (مثلا بلوک‌هایی که در آنها تراکم بالاتری مورد نظر مدیریت شهری بوده است) مشخص می‌گردد و همینطور در مورد متغیر های دیگر که تغییر وزن آنها تاثیر لازم را در مدل نشان خواهد داد ولی در هر صورت نظم، هماهنگی و توازن در مدل همیشه مشهود است. علاوه بر این مدل این امتیاز را دارد که در صورتی که یکی از متغیر ها کمبود یا نقصانی داشته باشد که نظم و تقارن مدل را به هم بزند (مثلا تاسیسات شهری) تاثیر منفی آن مشخص و هشداری به استفاده کننده از سیستم جهت جبران آن می‌دهد. به هر حال همانطور که از مقایسه این تصاویر مشخص می‌گردد با لحاظ نمودن شاخص‌های مورد نظر در تراکم، نظم و تعادل در تراکم های پیشنهادی منطقه مورد مطالعه به روشنی آشکار می‌شود ضمن اینکه برای ایجاد تراکم مطلوب همه شاخص های اصلی مؤثر در تراکم منظور شده و انتخاب تراکم محدود به نوع خاصی از داده ها به صورتی که هم اکنون معمول می‌باشد نگردیده است. سرعت و دقت در تغییر گزینه‌ها و ارائه نتایج نیز از دیگر اهداف بود که مدل مورد بحث از عهده آن بر آمد و این موضوع نیز برای تصمیم گیری‌ها حائز اهمیت بسیار است.

پیشنهادات و اقدامات آتی: با وجود نتایج مطلوب مدل در تحقیق فوق و اجرایی بودن آن در بسیاری از موارد به ویژه برنامه ریزی‌ها و طراحی‌های شهری، تلاش بر آنست که اقدامات تکمیلی در ارتباط با مدل مزبور استمرار یابد، از جمله تحقیق در مورد مقیاس های بزرگ تر و کوچک تر مورد استفاده و تهیه بسته ای نرم‌افزاری که به صورت تعاملی همه اقدامات مورد نیاز را بتوان به وسیله آن انجام داد تا سرعت ودقت انجام امور باز هم ارتقاء یابد.

تصویر ۱۹- مدل سه بعدی منطقه.



(ماخذ نگارنده)

پی نوشت ها:

۱ بحث و جدل های مکرر و پیاپی در کمسیون های ماده پنج که خود سال ها شاهد آن بوده‌ام شامل دو بخش اصلی است: تغییر کاربری ها و تراکم، و نمایندگان شهرداری ها معمولاً بر سر عدول از ضوابط و مقررات هر دو چانه زنی می کنند.
۲ از این نوع اظهارات مرتباً در جراید دیده می شود.
۳ البته چون هدف مقاله انطباق با شرایط ایران است برای انتخاب عناصر مرتبط با تراکم عمدتا به منابع داخلی مراجعه شده است، ولی به عنوا ن نمونه می توان از استاب کجایر نام برد که تقسیم بند ی عناصر را اینگونه انجام داده است: حمل ونقل، ارتفاع (تراکم موجود)، هیدروگرافی، مالکیت، مسایل محیطی و اجرایی
۴ Land Information System.
۵ Geo Information System.
۶ به عنوان نمونه تعدادی از منابع آن در بخش چارچوب نظری ذکر شد.

فهرست منابع:

پورکمال، محمد (۱۳۷۷)، شناخت کاداستر و کاربردهای آن، انتشارات شهرداری تهران مرکز (GIS)، تهران.
جهانشاهی، علی (۱۳۸۱)، تراکم جمعیت و فروش تراکم اضافی چطور باب شد، مجله شهر، شماره ۲۲، صص ۱۵-۱۷.
حناچی، پیروز (۱۳۸۶)، فروش تراکم ریشه گرانی مسکن، شهروند امروز، سال دوم شماره ۱۷، ص۲۹.
رضازاده، رامینه و آریانفر، علیرضا (۱۳۸۲)، معرفی انواع روشهای کنترل تراکم شهری، شهرداریها، سال پنجم شماره ۵۱، صص۱۴-۱۹.
رفیعی، مینو (۱۳۸۰)، تراکم در شهرها، مجله شهر، شماره ۱۸، صص۵۴-۵۸.
عزیزی، محمدمهدی (۱۳۸۲)، تراکم در شهرسازی (اصول و معیارها)، دانشگاه تهران، تهران.
لارسن، گرهارد (۱۳۷۶)، سیستمهای کاداستر و ثبت زمین، ترجمه میترا پورکمال، انتشارات شهرداری تهران مرکز (GIS)، تهران.
توفیق، فیروز (۱۳۷۹)، مجموعه مباحث شهرسازی، مرکز مطالعات شهرسازی و معماری ایران، تهران.
حاج رسولیها، عباس (۱۳۸۵)، مجله نما، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان، شماره ۱۳۴-۱۳۳، صص۶-۲۹.
اپنهایم، نوربرت (۱۳۷۹)، مدل های کاربردی در تحلیل مسایل شهری، ترجمه دکتر منوچهر طبیبیان انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
وزارت کشور (۱۳۷۷)، شیوه های تحقق طرحهای توسعه شهری، تهران.

Dale P. F., McLaughlin (1998), *Land Information Management*, Oxford University, New York.
He, C., Okada, N., Zhang, q., Shi, P., Li, J. (2008), Modeling Dynamic Urban Expansion Processes Incorporating a Potential Model with Cellular Automata, *Landscape and Urban Planning*. Vol.86,pp 79-91.
Hu p. ,Lu H. (2007), Study on the Impacts of Urban Density on the Travel Demand Using GIS Spatial Analysis, *Transportation Systems Engineering and Information Technology*, vol. 7,pp90-95.
Kumar M.P.K. and Khare D.(2008), Monitoring and Modeling of Urban Sprawl Using Remote Sensing and GIS Techniques, *Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol.10, pp 26-43
kyushik Oh and Seunghyun j. (2007), Assessing the Spatial Distribution of Urban Parks Using GIS, *Landscape and Urban Planning* ,vol.82,pp25-32
Laurini,R. (2001), *Information Systems for Urban Planners*, New York.
Langford, M., Higgs, g., Radcliffe, j., White, s. (2008), Urban Population Models and Service Accessibility Estimation. Computers, *Environments and Urban Systems*, Vol.32, pp 66-80.
Matejicek (2006), A GIS-Base Approach To spatio Temporal Analysis of Environmental Pollution Urban Areas, case study Paragues, environment extended by LIDAR data, *Ecological Modelling*, vol. 199, issue 3, pp 261-277.
Saade ,Y.(2002), *The Real state Management In Lebanon and the Influence of Urban Planning and Cadastre on the Valuation* ,FIG International Congress, USA.
Stoter Janfine Esther (2004), *3D cadastre* ,Delft university Netherlands.
Stubkjaer, Erik and Vibeke Andersson (2005),A MSc study progeramme:An analytical approach to Cadastral Development. Presentation, *COST 7th Workshop Programme and 8 th MC meeting*,June 9.-11.2005 in Thessaloniki, Greece.
Stubkjaer, Erik (2006), *Modeling Real Estate Business for Governance and Learning Fig Workshop Budapest*, Hung.
Williamson, I., Ting, L.(2001), Land Administration and Cadastral Trends -A Framework for Re-Engineering. Computers, *Environments and Urban Systems*, vol25,pp 335-366.
Zlatanova, Siyka (2000), *3D GIS for Urban Development*, PhD Thesis, Austria.