تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۳/۱۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۱۵

مدل‌سازی و تحلیل جریان‌های حرکت پیاده در بافت‌های تاریخی با رویکرد احیا و پویایی اجتماعی

(مطالعه موردی: محله جلفای اصفهان)

فرهنگ مظفر* ساجد راست‌بین**

چکیده

احیای بافت‌های تاریخی سال‌ها است که موضوع چالش حرفه‌های مرمت شهری، شهرسازی و معماری بوده و نظریات مختلفی بر مبنای شرایط و تجربیات گذشته مطرح شده است. عدم شناخت و تحلیل شایسته از بستر شهری بافت‌های تاریخی، کمبود تدوین و بکارگیری مطالعات تطبیقی، نبود درک مناسب از ویژگی‌های خاص بافت‌های تاریخی و نیز عدم شناخت علل رکود این بافت‌ها را می‌توان از دلایل اصلی ناتمام ماندن بسیاری از طرح‌ها در زمینه مرمت بافت‌های تاریخی و در نگاهی جامع‌تر طرح‌های شهری دانست. نادیده‌انگاری ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی و تاریخی نهفته در دل بافت‌های تاریخی و همچنین پررنگ شدن دیدگاه موزه‌ای به این اماکن از سوی متولیان امر، موجب تعریف بازسازی‌های صرفا ظاهری گشته است. دیدگاهی که در این پژوهش برای احیای بافت تاریخی اتخاذ شده، همراه با مفاهیم مطرح در طراحی شهری و شبکه‌های جریان حرکتی در بافت تاریخی و عجین با ابعاد اجتماعی است. تحقیق پیش رو بر آن است که یک ارتباط منطقی مابین نیازهای رفتاری کاربران فضا و قابلیت‌های محیط در بافت‌های تاریخی با مدلی حرکتی ایجاد نماید. این موضوع عامل افزایش انگیزه مردم در جذب به درون بافت و افزایش حضور آنها می‌شود و زندگی اجتماعی مداوم را که به علت نزول کیفیت‌های شهری در بافت‌های تاریخی کم‌رنگ شده، تا سر حد امکان تقویت می‌نماید. هدف نهایی در این پژوهش، با ارایه الگو و مدلی بر پایه علم ریاضی دنبال می‌شود؛ مدلی که شبکه‌ای تعریف شده را در ارتباط با ساختار و استخوان‌بندی اصلی شهر تدوین می‌نماید و تقویت جریان حرکت پیاده را با توجه به پتانسیل‌های گردشگری منطقه به همراه دارد و در نهایت بسترهای لازم را برای ارتقای تعاملات و مراودات اجتماعی فراهم می‌سازد. دست‌یابی به هدف نهایی پژوهش، یعنی ارتقای تعاملات اجتماعی بر اساس کیفیت‌ها و قابلیت‌های محیطی مد نظر بوده و همچنین ظرفیت فضاها و هزینه‌های ارتقای شهری برای تحقق‌پذیری مدل، اعمال شده است. حل مدل پیشنهادی به علت سایز بزرگ مساله و پیچیدگی زمانی زیاد، با بکارگیری روش‌های حل فرا ابتکاری انجام شده است. نتایج حاصل از حل مدل، مسیرهای بهینه حرکتی را در محدوده مورد مطالعه مشخص می‌نمایدکه در نهایت با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به تعیین نقاط کلیدی و استراتژیک محدوده می‌انجامد.

کلیدواژه‌ها: احیای بافت تاریخی، فضاهای مردم‌گرا، تعاملات اجتماعی، جریان پیاده، بهینه‌سازی، تصمیم‌گیری چندمعیاره.

---

* استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت.
** دانشجوی دکتری مرمت بافت‌های تاریخی، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان (نویسنده مسئول). rastbin.sajed@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اهمیت بیش از اندازه سرعت، تکنولوژی و زمان، انسان را به حرکت سریع ماشینی در بین فضاهای خصوصی ترغیب می‌کند. چیرگی خودرو بر وجوه مختلف زندگی انسان، مانع از برقراری روابط اجتماعی پویا در فضاهای عمومی شده است و درک محیط شهری، بسیار سطحی اتفاق می‌افتد. مساله فوق در بافت‌های تاریخی به دلیل ویژگی‌های خاص آن، نمود بیشتری دارد. زیرا فضاهایی که بتدریج و در فرایندی پیوسته برای انسان ایجاد شد، اکنون و به یک‌باره تحت تسلط خودرو قرار گرفت. دیگر در چنین فضاهایی که جایی برای انسان و حضور او نمانده، حس تعلق به جامعه، تجربه دیدن و دیده شدن و دیدارهای چهره به چهره و در نهایت تعاملات اجتماعی به عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای انسان به درستی اتفاق نمی‌افتد. پیامد این مساله به همین جا ختم نمی گردد. کاهش تعلق به محیط پیرامون به علت نبود تعاملات اجتماعی، علاوه بر تاثیرات روانی منفی در ساکنان، بقای بافت‌های تاریخی - را که از نظر هویتی و تاریخی ارزش بسیار دارد- به مخاطره می‌اندازد و فرسودگی آن را سرعت می‌بخشد. علت این امر را می‌توان فقدان زندگی اجتماعی فعال و مداوم، که احساس مسئولیت در برابر محیط را تقویت می‌کند، دانست. به خاطر فقدان چنین احساسی، برخی بافت‌های تاریخی، نه تنها به بافتی فرسوده تبدیل شده اند، بلکه شرایطی به وجود آمده است که آنها را بافت مخاطره‌انگیز نامیده‌اند؛ اصلاح شرایط پیش‌آمده را تنها در حذف صورت مساله و تخریب کلی بافت جستجو کرده‌اند. برای جلوگیری از بروز چنین وضعیتی و در سطحی بالاتر برای حفظ و شناساندن ارزش‌های اجتماعی نهفته در بافت‌های تاریخی- که ریشه‌های فرهنگی دارد- باید سعی در برقراری زندگی اجتماعی مداوم، ارتقای کیفیت زندگی اجتماعی و گسترش احساس مسئولیت شهروندی در بافت‌های تاریخی داشت. تحقق این اهداف میسر نخواهد شد مگر با استفاده از پتانسیل‌های بافت تاریخی در جهت برقراری تعاملات و مراودات اجتماعی و ارتقای بسترهای سرمایه اجتماعی. شرط اساسی برای برقراری تعاملات اجتماعی در فضاهای شهری، عبور و مهم‌تر از آن حضور مردم است. بنابراین اگر بتوان مدلی از جریان‌های حرکتی مردم را در سطح بافت تاریخی و محدوده‌های پیرامون آن ارائه نمود که متناسب با کیفیت‌ها و قابلیت‌های فضایی باشد، می‌توان طرح‌های شهری را اولا متناسب با نیازهای رفتاری کاربران فضا تدوین نمود؛ ثانیا بسترهای لازم را برای برقراری تعاملات اجتماعی و بهره‌گیری از سرمایه‌های اجتماعی خلق و تقویت کرد؛ ثالثا طرح‌هایی به عنوان تسهیل‌کننده، نه به عنوان کنترل کننده و یا بازدارنده، در رفتار کاربران فضا خلق کرد.

باتوجه به چند بعدی بودن پژوهش حاضر، موضوع را در دو مفهوم بررسی نموده‌ایم. نخست، مبانی نظری حاکم بر روان‌شناسی محیط و ایجاد فضاهای مردم‌گرا و ضرورت چنین نگرشی در بافت‌های تاریخی و دیگری، مدل‌سازی‌ها، یافته‌ها و پژوهش‌های انجام شده در خصوص شبکه‌های جریان پیاده.

مبانی نظری حاکم بر روان‌شناسی محیط و ایجاد فضاهای مردم‌گرا

امروزه، ادبیات حاکم بر شهرسازی و احیای بافت‌های تاریخی کشور ما، ادبیاتی ناکارآمد است. این موضوع سبب شده ارتباطات درون بافت‌های تاریخی و ارتباطات این بافت‌ها با حوزه‌های پیرامون تضعیف گردد و فضاهایی را در بافت‌های تاریخی به وجودآورده است که هیچ گونه تعامل اجتماعی را در خود نمی‌پذیرد. اپلیارد[۱] هدف غایی طراحی شهری را خلق محیط‌های دلپذیر[۲] می‌داند؛ محیط‌هایی که روابط اجتماعی و رفتاری‌ای را تعریف کند که بیشترین تناسب را با آن محل دارد و بتواند حس آسایش را بپروراند (Lennard et al,1993). کالن[۳] به «حس اکتشاف» و «جذبه و رازآمیزی» در شهر و فضاهای شهری ضمن یکپارچگی در کلیتی منسجم توجه می‌کند و هدف طراحی شهری را ارتقای کیفیت‌های اجتماعی و زندگی اجتماعی شهروندان و همچنین لزوم توجه هماهنگ به فرم و ساختار شهر و عوامل انسانی می‌داند (Cullen, 1961: 57). هال[۴] عنصر فرهنگ را در فضاهای شهری مورد پژوهش قرار می‌دهد و بر نقش مبلمان در شکل گیری فضاهای مردم‌گرا تاکید می کند (هال، ۱۳۸۵: ۱۶۴-۱۶۲). نویترا[۵] مفهوم روان بوم (روان‌مکان[۶]) را به معنای نقاطی برای آرامش روانی انسان، که به شهروند یاری می‌رساند تا بتواند نقش و تأثیر شهر بر شکل‌گیری شخصیتش را بیابد، مطرح می‌کند (Mitcherlich, 1963:15). زوکر[۷] مفهوم توقفگاه روانی را به معنای گره‌های اجتماعی طراحی شده که جامعه را به معنای واقعی به «اجتماع» و نه صرفاً به «تجمعی از افراد» تبدیل می‌کند، ابراز می دارد (Zucker, 1970:1). هالپرین[۸] فضای شهری موفق را محیط خلاق و دارای

Archive of SID

www.SID.ir

حق انتخاب می‌داند؛ محیطی با گوناگونی زیاد، که به شهروندان اجازه انتخاب آزادانه بدهد (Halprin, 1963: 7). آلتمن[۹] طراحی محیط‌های تأثیرپذیر را راه‌حل کاربرد نظریه های روان‌شناسی محیط در شهرسازی می‌خواند و آن را پاسخ‌گویی به گرایش‌های متغیر افراد می‌داند؛ محیطی که هم تأثیرپذیر باشد و هم نظارت بر تعاملات اجتماعی را ممکن سازد. وی مهم‌ترین هدف طراحی محیط را خلق محیط‌هایی می‌داند که بیشترین پیوند را با رفتار استفاده کنندگان داشته و ارتقا دهنده حس مکان در شهروندان باشد (آلتمن، ۱۳۸۲: ۲۲۵). راپاپورت[۱۰] در تفسیر رابطه انسان و محیط، به بحث معنا در محیط توجه دارد. وی محیط را دربرگیرنده یک رشته روابط (مناسبات) میان اشیا با اشیا، اشیا با مردم و مردم با مردم می‌داند و اصل طراحی را بر چهار مفهوم استوار می‌کند: فضا، زمان، ارتباط و معنا (راپاپورت، ۱۳۸۴: ۱۹۷). گهل[۱۱] توجه به زندگی در میان ساختمان‌ها و چگونگی استفاده‌های اجتماعی از فضاهای همگانی و همچنین چگونگی تاثیر توانایی‌های حسی انسان بر شیوه استفاده از فضا را مطرح می‌کند. وی شیوه طراحی مؤثر برای استفاده فعال از فضاهای باز شهری و طراحی ساختمان‌ها به عنوان ابزاری برای تکمیل طراحی فضای همگانی و شهری مابین آنها را مورد تاکید قرار می‌دهد. گهل جذابیت یک شهر را با توجه به انبوه مردمی که در فضاهای همگانی آن گردهم می‌آیند و وقت خودشان را در آنجا می‌گذرانند، تعریف می‌کند؛ همچنین این محقق شهر دعوت‌کننده را شهری می‌داند که در آن بتوان با هم‌شهری‌هایمان چهره به چهره دیدار کنیم و به طور مستقیم از راه حواسمان به تجربه‌اندوزی بپردازیم (Gehl, 1987: 77). وایت[۱۲] بر تمرکز طرح‌های شهرسازی بر انسان و رفتارهای انسانی به جای تمرکز بر مسایل ترافیکی، اقتصادی و یا توجه صرف به مسایل زیباشناسانه و فرم شهری تاکید می‌کند. وی در ضمن تاکید بر فضاهای مردم‌گرا، مفهوم زندگی خیابانی را بیان کرده است. در نظر وایت فضای مردم‌گرا به جایی اطلاق می‌شود که مردم در آن، ساعت‌ها با هم حرف می‌زنند یا خداحافظی‌های طولانی مدت دارند؛ فضایی که مردم در آن آسوده باشند و برای حضور، از آن استقبال کنند (Whyte, 1980). جیکوبز[۱۳] مفاهیم جذابیت و سرزندگی فضاهای شهری را بیان می‌کند و تحقق آن را در گرو ویژگی‌های خاصی می‌داند که از جمله آن ویژگی‌ها سریع‌الانتقال نبودن، وجود نقاط مکث و دعوت‌کننده برای شهروندان، وجود نقطه اوج و تمرکز در شهر و نیز وجود حدود و ثغور مشخص است (Jacobs, 1961: 74-75). لنگ[۱۴] در ارتباط با فضاهای مردم‌گرا، مفهوم مکان پذیرا را مطرح می‌کند و آن را محیطی می‌خواند که بتواند تجربه انسان را بهبود بخشد، دارای مقیاس انسانی بوده، بستر رفتارها و فعالیت‌های متنوعی باشد و توانایی پذیرش رفتارهای دلخواه شهروندان را داشته باشد. لنگ تاکید می‌کند که قرارگاه‌های رفتاری باید در ارتباط، پیوند و سلسله مراتبی منطقی با هم باشند تا بتوانند الگوهای رفتاری شهروندان را برآورده سازد (Lang, 1987: 130). گاسلینگ[۱۵] مفهوم «زبان ایما و اشاره» را جهت تعامل میان مردم و فضاهای شهری بر پایه تبادل علامت‌ها مطرح می‌سازد و بر ضرورت «سواد بصری» شهرسازان، که منجر به ایجاد حس رضایت فرد در تماس با محیط پیرامونش می‌شود، تاکید می کند. وی تغییر پارادایم‌ها و ارزش‌ها در دیدگاه نسبت به شهر را برای ارتقای تعامل اجتماعی در فضاهای شهری با محوریت شهروندان ضروری می‌داند (Gosling, 1996: 226). لفور[۱۶] مفهوم فضایی شدن اجتماعی را ارائه می‌دهد و آن را فضای حاوی خاطره جمعی، نماد دوره تاریخی معین و محل رویارویی جریان روابط عام و خاص اجتماعی تعریف می‌کند (Lefebvre, 1991).

بررسی ادبیات موضوع شبکه‌های جریان پیاده

در این بخش بسیار مختصر به بررسی پژوهش های صورت گرفته در خصوص جریان‌های حرکتی عابر پیاده می‌پردازیم؛ مردم به عنوان پایه‌های فرایندهای اجتماعی و اقتصادی، نقش بسیار مهمی را در کارکرد سیستم‌های شهری و حفظ بافت‌های آن بر عهده دارند. از آنجا که مردم مدت زمان زیادی را درون بناها به قصد استراحت، کار و غیره سپری می‌کنند، این حرکت‌های شهری، چه به صورت پیاده و چه به صورت سواره، است که مبین سرزندگی شهر است (Schelhorn et al, 1999: 1). محققان پیاده‌روی را قدیمی‌ترین و اساسی‌ترین حالت سفرهای شهری می‌دانند که اغلب در زمان طراحی سیستم‌های حمل و نقل شهری مورد کم‌توجهی قرار می‌گیرد (Zegeer et al, 2002: 2). تامین تسهیلات پیاده‌روی در شکل دهی به مسیرها و گذرهای شهری تا جنگ جهانی دوم، هماهنگ و متناسب با توسعه محدوده‌های زیستی و تجاری مورد توجه قرار می‌گرفت. پس از آن، اهمیت توجه به این تسهیلات با گسترش چیرگی ماشین بر زندگی انسان و شهرها، کم رنگ و کم‌رنگ‌تر شد (Moudon et al, 1997: 48). فعالیت

Archive of SID

www.SID.ir

پیاده‌روی را می‌توان قدمزدن مابین فضاهای شهری جهت اهداف تفریحی، ورزشی، دسترسی به تسهیلات شهری و مقاصد کاری دانست (Dobbs, 2009: 6). در این تعریف، بازتاب مفهوم دسترسی که با الگوهای شهری گره خورده، در ابعاد مختلفی مورد پژوهش قرار گرفته است. تئوری اقتصاد شهری (Alonso, 1960: 149-158)، سطح کارآیی سرویس‌های عمومی (Knox, 1978: 415-435; Pacione, 1989: 12-18)، تئوری عدالت فضایی بر اساس افزایش میزان دسترسی فیزیکی به تسهیلات شهری (Talen et al, 1998: 595–613) و همچنین ارتقای حق انتخاب برای بهره‌گیری از سیستم‌های حمل و نقل شهری (Levine, 1998: 133–149)، از جمله پژوهش‌هایی هستند که مفهوم دسترسی را هر یک در معنای خاصی به کار برده‌اند. کیفیت دسترسی و عملکرد آن در ارتقای پیوستگی و یکپارچگی فعالیت‌های شهری، یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های بنیادین شهرسازانه است که در خصوص شکل خوب شهر صورت گرفته است (Lynch, 1981; Jacobs et al, 1987; Duany et al, 1991). در پژوهش‌های متاخر، جهت ارائه راهکارهای ارتقای کیفیت دسترسی، آن در سه سطح منطقه، کلان‌شهر و همسایگی مطرح بررسی نموده است (Congress for the New Urbanism, 2000).

مطالعات بسیاری در زمینه عوامل تاثیرگذار بر پیاده مداری انجام شده است. عواملی چون نحوه شکل‌دهی به فضا، توزیع متناسب جذابیت‌های شهری و شاخصه‌های اجتماعی محیط (Therakomen, 2001: 1) و نیز تراکم[۱۷]، تنوع فعالیت‌ها[۱۸] و طراحی[۱۹] (Cervero et al, 1995:210-225; Cervero et al, 1997:199-219; Greenwald et al, 2001: 38) از جمله عوامل تاثیرگذار هستند. تعیین میزان تاثیر عوامل فوق بر جریان پیاده به‌صورت مجزا میسر نیست، زیرا در طراحی شهری، مفهوم فضا به عنوان بستر فعالیت‌های شهری، مفهومی ایستا و منفعل محسوب نمی‌شود، بلکه پدیده‌ای فعال و همواره در حال تغییر است. درک فعال و جاری بودن شهر و زندگی شهری نیازمند نگرش به محیط‌های شهری به عنوان سیستمی پیچیده است (Jacobs, 1961: 12).

به‌طور کلی پژوهش‌هایی که در باب تاثیر محیط بر رفتار کاربران فضا و روش‌های تحلیل حرکت و رفتار عابران پیاده، بالاخص درون بافت‌های شهری، انجام شده است را به چند دسته می‌توان تقسیم بندی کرد:

۱- مطالعات فرهنگی[۲۰]؛ برای نمونه کتاب بعد پنهان[۲۱] (Hall, 1966)

۲- یافته‌ها بر اساس مشاهدات میدانی[۲۲]؛ برای نمونه کتاب زندگی اجتماعی فضاهای شهری کوچک[۲۳] (Whyte, 1980)

۳- بررسی فعالیت‌های افراد پیاده[۲۴]؛ برای نمونه کتاب زندگی مابین ساختمان‌ها[۲۵] (Gehl, 1987)

۴- ساختار فضایی و منطق اجتماعی فضا[۲۶] (Hillier et al, 1984) و تئوری حرکت طبیعی[۲۷] (Hillier, 1996) که در جستجوی یافتن همبستگی مابین الگوهای حرکتی با دسترسی‌های فیزیکی در مقیاس محلی هستند.

۵- شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای برای تحلیل جابجایی‌های عابران پیاده. در برنامه‌ریزی‌های حمل و نقل شهری، سامان‌دهی و افزایش مطلوبیت سفرهای پیاده شهری بالاخص در بافت‌های تاریخی، مورد مسامحه قرار گرفته است. دلیل این مساله را می‌توان در مجموعه مدل‌های حمل و نقل اغلب ناکارآمد سنتی در برنامه‌ریزی‌های شهری جستجو کرد (Brog et al, 2001). به علت پیچیدگی بیش از حد عوامل محیطی موثر بر رفتار انسان، درک ارتباط مابین فضا و شاخصه‌های آن با رفتار افراد حاضر در فضا، به وسیله حواس و تجربیات طراحان شهری کاری بسیار دشوار و همراه با خطای زیادی خواهد بود. از این‌رو شبیه‌سازی‌های کامپیوتری از جریان حرکت عابر پیاده، روشی مفید برای درک این ارتباط پیچیده است. هدف مدل‌های حمل و نقل، پیش‌بینی الگوهای حرکتی و تبیین نحوه عملکرد اجزای سیستم‌های حمل و نقل شهری است (Desyllas et al, 2003: 2). اخیرا برنامه‌ریزان حمل و نقل شهری، به طور فزاینده‌ای، مدل‌های پیچیده‌ای را برای پیش‌بینی رفتار عابران پیاده طراحی کرده‌اند؛ مدل‌سازی‌هایی در زمینه نگرش به دسترسی مابین فضاهای شهری به عنوان متغیری وابسته، جهت مدل‌سازی با قابلیت پیش‌بینی بیشتر (Handy et al, 1997:1183) و همچنین جهت مکانیابی تسهیلات شهری (Ortuzar et al, 2000: 75) انجام شده است.

مدل‌های جریان پیاده را عمدتا می‌توان در سه دسته مورد مطالعه و پژوهش قرار داد: ۱- دیدگاه به صورت ذره‌ای[۲۸]، ۲- دیدگاه در سطحی فراتر از میکروسکوپیک تحت عنوان مدل‌های ماکروسکوپیک[۲۹] و ۳- دیدگاه در سطحی مابین میکروسکوپیک و ماکروسکوپیک به نام مدل‌های مسوسکوپیک[۳۰] (Hoogendoorn et al, 2000: 126)؛ مطالعات ماکروسکوپیک به‌طور عمده در راستای مدل‌سازی‌های حمل و نقل است که از سال ۱۹۹۵ در مسائل ترافیک شهری کاربرد یافت (Lighthill et al, 1955: 322). به کمک مدل‌های فوق توانستند بسیاری از معادلات جریان‌های شهری را

Archive of SID

www.SID.ir

حل نمایند. مدل‌های حمل و نقلی ماکروسکوپیک برای مدل‌سازی جریان حرکت پیاده در نمونه مطالعاتی جریان عابران پیاده در مکه هنگام سفر حج استفاده شده‌است (Al Gadhi et al, 2001:3-20). در مدل های ذرهای بر خلاف مدل‌های ماکروسکوپیک که بر ظرفیت‌های فضایی و شاخصه‌های فضا تاکید می‌شود، تمایل بیشتر به سمت شبیه‌سازی بر اساس شاخصه‌ها، خواسته‌ها و نحوه عملکرد عاملان[۳۱] و حاضران در فضاست. این شاخه از مطالعات دربرگیرنده مدل هایی تحت عنوان حرکت سلولی[۳۲] (Daganzo, 1994: 269 – 287) و مدل‌های دیگری تحت عنوان اتاماتای سلولی[۳۳] در علوم رایانه‌ای است که در مسائل شهری توسعه و کاربرد بسیار یافته‌است (Nagel et al, 1996; Beckman, 1997; Casti, 1998). مدل‌های ذره‌ای عموما بر اساس قوانین ذره‌ای فیزیک می‌باشد و برای شبیه‌سازی حرکت انبوهی از جمعیت برای استفاده از مسیرهایی از پیش تعیین شده، تدوین شده است (Helbing et al, 1997: 569 - 577). از مدل‌های دیگری که بر اساس قوانین فیزیکی به شبیه‌سازی جریان حرکت عابر پیاده می‌پردازد، مدلی است که سعی در شبیه‌سازی حرکت هر یک از عابران پیاده به صورت حرکات ذره‌های مغناطیسی در میدان مغناطیسی دارد. مدل فوق توانایی نمایش جریان حرکت و چگونگی ایجاد نقاط پرازدحام و بی‌استفاده را دارد تا راهنمایی برای پیش‌بینی چگونگی استفاده از فضا توسط کاربران فضا برای طراحان باشد. با استفاده از نتایج شبیه‌سازی فوق از ایجاد ناخواسته نقاط پرازدحام و مازاد بر ظرفیت و همچنین نقاط بدون استفاده و دور از نظارت اجتماعی جلوگیری می‌شود (Okazaki et al, 1993: 271-280).

۶- مسیریابی[۳۴]: تحقیقات بسیاری در حوزه مسیریابی جریان حرکت پیاده وجود دارد که دسترسی به مقصد خاصی را بر اساس پیچیدگی پیکربندی فضاهای شهری توجیه می نماید. در این حوزه دو مفهوم مورد تاکید قرار گرفته است: ۱- انتخاب مسیر[۳۵] و ۲- جستجوی فضایی[۳۶]. انتخاب مسیر به فرایندی اشاره دارد که افراد، مسیر خاصی را از بین مجموعه مسیرهای شناخته شده، انتخاب می‌کنند (Bovy et al, 1990)، جستجوی فضایی مفهوم وسیع تری است که در برگیرنده فرایندی فردی است که جهت تصمیم‌گیری میان گزینه‌های پیشنهادی از ساختارهای فضایی در جابجایی‌های شهری کاربرد می‌یابد (Eyle, 1986: 17)؛ نخستین قدم در راه پژوهش رفتار انسان در انتخاب مسیر، که همراه با به کارگیری مدل‌هایی برای انتخاب مقصد، انتخاب مسیر و انگیزش‌های توقف در فضا بود، توسط (Borgers et al,1986: 115- 128) انجام شده‌است. اخیرا چنین مدل‌ها و تحلیل‌هایی با مجموعه‌ای از مسایل بهینه سازی در انتخاب مسیر، جایگزین شده است. از جمله این پژوهش ها، مدل های هزینه‌ای است که با به کارگیری تعداد زیادی از روش‌های متفاوت به محاسبه سطح هزینه‌ها در مسیرهای مختلف می پردازد (Hoogendoorn et al, 2001: 123-154).

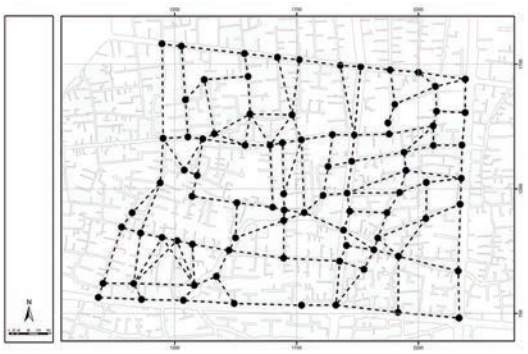
هدف از ارائه با تفصیل چنین ادبیات موضوعی، فقدان مطالعات، شبیه‌سازی و مدل‌سازی در حوزه حرکت‌های پیاده درون بافت‌های تاریخی و بر اساس ویژگی‌های خاص آن است. پژوهش حاضر هر چند با مدل‌های بیان شده در نحوه تعریف مساله تا حدودی تفاوت دارد، اما عمدتاً در حوزه مطالعات مسیریابی قرار می‌گیرد. مدل‌ها و تحقیقات انجام شده پیشین که عموما در ذیل پژوهش‌های میکروسکوپیک جای می‌گیرد، بر تاثیرات محیط بر رفتار و نحوه حرکت عابران پیاده تمرکز دارد و در راستای دست‌یابی به قوانین شبیه سازی حرکت عابران پیاده تلاش می‌کنند؛ در حالی‌که هدف غایی پژوهش حاضر، شبیه سازی حرکت عابران پیاده نیست بلکه تعیین مسیرهای بهینه حرکتی در جهت دست یابی به توابع هدف خاصی است که تعیین گره‌ها و گذرهای اصلی و استراتژیک درون بافت‌های تاریخی را برای در اولویت قرارگرفتن طراحی و صرف بودجه‌های شهری به دنبال دارد. به‌عبارت دیگر، اگر بتوان با روش‌های فنی و محاسباتی، نقاط درون بافت‌های تاریخی را بر اساس جریان‌های بهینه حرکت، تعیین و پس از آن نقاط فوق را با طراحی و صرف بودجه‌های شهری ارتقا داد، بر اساس نظریه احتمال گرایی محیط، جریان حرکت‌های شهری بتدریج از مسیرهای بهینه مورد انتظار، شکل خواهد گرفت و توابع هدف که همه در راستای افزایش عبور و حضور مردم درون بافت تاریخی است، تامین خواهد شد. اهدافی چون کوتاه ترین فاصله، کم‌ترین زمان سفر، بیشینه مطلوبیت و کیفیت سفر، کمینه هزینه‌های ارتقای شهری، استفاده حداکثر از پتانسیل گره ها و گذرهای مختلف و جلوگیری از عبور جریان مازاد بر ظرفیت از برخی از گره‌ها و گذرها- که کاهش استفاده از پتانسیل‌های مابقی نقاط را به همراه دارد- اهدافی است که در این پژوهش تحت عنوان بهینه‌سازی جریان‌های حرکت درون بافت‌های تاریخی مدنظر است.

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق

همچنان که بیان شد، احیای بافت تاریخی در این پژوهش بر اساس افزایش عبور و حضور مردم در درون بافت و از طریق بهینه‌سازی شبکه‌های جریان حرکت عابران پیاده و با اتخاذ رویکردهای اجتماعی دنبال می‌شود. در ابتدای پژوهش بر اساس رویکرد اتخاذ شده و هدف غایی پژوهش، شبکه مورد مطالعه بر اساس گره‌های اجتماعی (پاتوق‌ها) و گذرهای واصل مابین آنها تدوین شده است. گره‌های اجتماعی (پاتوق‌ها) نقاطی مشخص و ثبت شده در تصویر ذهنی مردم هستند که دارای شاخصه‌های قرارگاه رفتاری[۳۷] می‌باشند. در واقع گره‌های گراف (شبکه) مورد نظر را گره های اجتماعی و یال های گراف را گذرهای موجود مابین گره‌های فوق تشکیل می‌دهد. در این تحقیق محله جلفای اصفهان به عنوان نمونه پژوهشی انتخاب شده است. محله جلفا جزو محدوده‌های دارای ارزش تاریخی اصفهان می‌باشد. هرچند بخش‌هایی از این محله، به علت اتصال با ساختار و استخوان‌بندی اصلی شهر، از جریان‌های حرکتی و در نتیجه آن از جریان‌های اقتصادی قوی بهره‌مند است، اما بخش هایی از محدوده مورد نظر از چنین پتانسیلی بی بهره است. به همین علت علاوه بر اینکه ارزش املاک این نواحی در قیاس با نواحی پرتردد محدوده مورد مطالعه، بسیار پایین تر است، از جریان های حرکتی، زندگی اجتماعی فعال و تعامل اجتماعی مطلوب برخوردار نیست. با توجه به حجم زیاد محاسبات روش پیشنهادی، در هر مرحله نتایج محاسبات به تفکیک در نمونه پژوهشی مدنظر، ارائه می‌گردد. برداشت و ثبت گره‌های اجتماعی ابتدا بر اساس مشاهده و برداشت‌های میدانی انجام گرفته است. در ادامه پژوهش و برای حصول اطمینان از صحت مشاهدات میدانی صورت گرفته و نتایج بدست آمده و همچنین بررسی سطح سرمایه اجتماعی در پاتوق های موجود در سطح محله و برآورد اولیه کیفیت‌های محیطی چون خوانایی، حس مکان، انعطاف‌پذیری، ایمنی و امنیت در پاتوق‌ها از دیدگاه کاربران اصلی فضا، از تکنیک توزیع پرسش‌نامه استفاده شده است (دراین پژوهش سه پرسش نامه در ۹۴ سوال تنظیم شده است). پس از برداشت‌های اولیه و بررسی مسایلی چون روشن و صریح‌بودن سؤالات، تعداد سوالات و شیوه‌ی نگارش آنها از دید پاسخگویان و همچنین با توجه به شاخص‌های آماری (جامعه آماری ، میزان پراکندگی نتایج اولیه بدست آمده و درصد اطمینان مورد انتظار) پرسش‌نامه‌ها استانداردسازی گشته و مابین



تصویر۱. موقعیت گره‌های اجتماعی و لینک‌های واصل در محدوده محله جلفای اصفهان

تعداد معینی از افراد حاضر در محله توزیع شده است (۳۳۴ نفر در این پژوهش). تحلیل نتایج بدست‌آمده از این پرسشنامه‌ها به بررسی مکان دقیق پاتوق‌های محله در تصویر ذهنی مردم، ترجیحات و انتظارات آنها از فضای پاتوق و برآورد اولیه کیفیت‌های محیطی مذکور می‌پردازد. بر اساس پاتوق های برداشت‌شده، گراف حاصل شده در نمونه پژوهشی حاضر دارای ۸۷ گره و ۱۵۴ یال می‌باشد که در (تصویر ۱) نمایش داده شده‌است.

توابع هدف مساله

در راستای تحقق هدف غایی پژوهش یعنی تامین زندگی اجتماعی مداوم در بافت تاریخی، که از طریق ارتقای بسترهای عبور و حضور مردم درون بافت دنبال می‌شود، چهار تابع هدف[۳۸] در این مساله تعریف شده‌است. در ادامه پیرامون توابع هدف مختصرا توضیحاتی ارائه می‌گردد.

۱- بیشینه‌کردن مجموع مقادیر کمی‌شده کیفیت‌های محیطی در مسیرها از هر گره به گره دیگر(مطلوبیت سفر)

بدین معنی‌که جریان به گونه‌ای در کل گراف توزیع شود که مسیر پیشنهادی مدل بین هر دو گره، در حالت بهینه و بیشینه مطلوبیت (کیفیت) قرار گیرد. واضح است که منظور از این هدف، بیشینه کردن مطلوبیت مسیر بین هر دو گره به صورت مجزا و مستقل از دیگر مسیرها نیست، بلکه کل گراف باید در حالت بهینه مطلوبیت قرار گیرد. ممکن است جواب بهینه، منجر به انتقال جریان میان دو گره از مسیری شود که بیشترین مطلوبیت را برای آنها ایجاد نمی‌کند. یعنی اگرچه ممکن است تک تک مسیرها بهینه نباشند، اما کل شبکه با بیشترین مطلوبیت شکل گرفته است (به‌عبارتی احتمال غیر بهینگی جزء به نفع بهینگی کل وجود دارد).

Archive of SID

www.SID.ir

۲- توزیع جریان در کل گراف متناسب با ظرفیت تعریف شده برای لینک‌ها (ارزش به‌کارگیری لینک، عدالت)

در مسایل شهرسازی، خلوت، حالتی غیر قابل قبول است زیرا نظارت اجتماعی یکی از پیش‌نیازهای عبور و حضور مردم از فضاهای شهری است. بنابراین تابع هدف دوم به صورت بیشینه کردن کمینه میزان به کارگیری لینک با توجه به ظرفیت آن تعریف می‌شود. بدین معنی که میزان جریان از هر گره به گره دیگر به‌گونه‌ای توزیع گردد که تا جایی که ممکن است میزان اختلاف جریان عبوری از لینک و ظرفیت آن کم شود، چون در غیر این صورت خلوت بیش از حد حاصل می شود؛ به عبارتی هرچه میزان جریان عبوری از لینک نزدیک‌تر به ظرفیت آن باشد مطلوبتر خواهد بود، چون از حداکثر پتانسیل‌ها و کیفیت‌های آن استفاده شده است.

۳- توزیع جریان در کل گراف با کم‌ترین میزان جریمه (جلوگیری از ایجاد ازدحام)

جریان عبوری از هر لینک نباید از ظرفیت آن تجاوز نماید. بنابراین مدل مورد نظر باید دارای چنین قابلیتی باشد که جریان مازاد را از لینک‌هایی عبور دهد که علاوه بر اینکه این محدودیت مرتفع گردد، در بهینگی دیگر توابع هدف نیز تاثیر منفی نداشته باشد. از آنجا که مقوله عدم تجاوز جریان عبوری از ظرفیت تعریف شده برای لینک ها، در واقع محدودیت و قید مساله است که باید حتما رفع گردد. این موضوع سبب آن خواهد شد که فضای حل مساله بسیار محدود گردد و بسیاری از جواب‌هایی که ممکن است حالت بهینه‌تری از دیگر توابع را داشته باشند، حذف گردد. برای رفع این مساله متغیر دیگری به نام جریمه[۳۹] تعریف شده است که عبارت‌اند از میزان اختلاف مابین جریان عبوری و ظرفیت لینک مورد نظر. بر اساس تعریف این متغیر، تمامی لینک‌ها، از نقطه نظر جریان عبوری و ظرفیت با محاسبه‌ی مقدار مشخصی از جریمه، موجه خواهند بود؛ به‌عبارت دیگر هر لینک، می‌تواند هر میزان جریانی را با مقدار مشخصی از جریمه از خود عبور دهد. در این جا تابع هدف دیگری مطرح خواهد شد که کمینه کردن میزان جریمه است. تبدیل محدودیت جریان عبوری به‌صورت تابع هدف سبب خواهد شد که فضای حل مساله محدود نشود و مدل، قابلیت جستجو برای یافتن جواب‌های بیشتری را داشته باشد که این جواب‌ها ممکن است حالت بهینه‌تری از دیگر توابع هدف را داشته باشند.

۴-کمینه‌کردن هزینه ارتقای وضع موجود به وضعیت ایده‌آل ممکن در آینده (تحقق‌پذیری مدل)

هر گره و هر لینک تا حدی قابلیت تغییر را دارد و در صورت اعمال هزینه‌های شهری در آن لینک یا گره، مطلوبیت و همچنین ظرفیت آن به مقدار مشخصی افزایش می‌یابد. در اینجا هزینه بر اساس ۱- اختلاف کیفیت وضع موجود و ثانویه و ۲- اختلاف ظرفیت وضع موجود و ثانویه محاسبه می‌شود. در واقع مدل برای تحقق‌پذیری طرح، باید جریان را در کل گراف به گونه‌ای توزیع نماید که هزینه‌های ارتقای شبکه را کمینه نماید.

پارامترهای ورودی مدل

جهت مدل‌سازی و استفاده از روش‌های حل ریاضی برای بهینه‌سازی جریان حرکت عابر پیاده بر اساس اهداف مورد نظر، فراهم نمودن داده‌های متناسب با ویژگی‌های شبکه تدوین شده ضروری است؛ به عبارتی برای طراحی شبکه‌ای که بتواند توابع هدف مد نظر را تامین کند، به داده‌هایی نیاز است. داده‌های ورودی مساله بر اساس توابع هدف تعیین شده، عبارتند از:

- ماتریس مجاورت با توجه به گراف (شبکه) وضع موجود

A_{ij}: direct distance from node *i* to node *j* in current urban network

-کیفیت‌های شهری برای هر یک از گره‌ها و گذرها در محدوده بافت تاریخی مورد مطالعه

QNCi: quality of node i (current Situation)
QLCij: quality of link ij (current Situation)
QNUi: quality of node i (upgraded Situation)
QLUij: quality of link ij (upgraded Situation)

- ظرفیت جریان عبوری برای لینک‌ها در محدوده مورد مطالعه

CLC_{ij}: capacity of link *ij* (current Situation)
CLU_{ij}: capacity of link *ij* (upgraded Situation)

- هزینه ارتقا برای هر یک از گره‌ها و لینک‌ها در محدوده بافت تاریخی مورد مطالعه

PN_i: upgrading cost for node *i*
PL_{ij}: upgrading cost for link *i-j*

- میزان تقاضای سفر مابین هر جفت گره

W_{ij} : pedestrian flow from node *i* to node *j*

Archive of SID

www.SID.ir

ورودی اول مدل: ماتریس مجاورت با توجه به گراف (شبکه) وضع موجود

بر اساس شبکه (گراف) تدوین شده، که نحوه تدوین آن در ابتدای بخش روش تحقیق توضیح داده شدهاست، ماتریس مجاورت تدوین می‌شود. درایه‌های ماتریس فوق در صورت وجود ارتباط مستقیم مابین هر دو گره، برابر با طول لینک مستقیم مابین آنهاست و در صورت عدم وجود ارتباط مستقیم بین دو گره، درایه متناظر گره‌ها در این ماتریس صفر خواهد بود. بخشی از ماتریس مجاورت شبکه ی طراحی شده در محله جلفای اصفهان در (جدول۱) ارائه شده است.

ورودی دوم مدل: نتایج کمی‌سازی کیفیت‌های طراحی شهری

در این پژوهش با توجه به مطالعات گسترده‌ای که در باب ادبیات موضوع و مبانی نظری رویکردهای پژوهش، انجام گرفته است، کیفیتی از طراحی شهری به عنوان داده‌های قابل برداشت، در نظرگرفته شده است که در ارتباط با نیازهای رفتاری کاربران فضا و به منظور ایجاد فضاهای مردم گرا و بهره مندی از سرمایه های اجتماعی، برای ارتقای پیاده‌مداری و تزریق دوباره زندگی به بافت‌های تاریخی، است. ولی از آنجایی که هدف نهایی این پژوهش بهینه‌سازی شبکه‌ای است که مفاهیم خود را از رشته‌های دیگری همچون مهندسی صنایع، ریاضیات و نظریه گراف وام گرفته، لازم است که کیفیات مد نظر به پارامترهای کمی به عنوان داده‌های ورودی مدل ریاضی تبدیل گردد. اعتقاد به رابطه‌ی دیالکتیک مابین کیفیت و کمیت، فرایند مدنظر را توجیه می‌نماید. هر چند تفکیک انتزاعی کمیت و کیفیت، منطقی است اما در عمل و در عالم واقع آنها را نمی‌توان مستقل از یکدیگر پنداشت. در واقع کیفیت، مفهومی است کمیت‌پذیر و کم و بیش شدن کیفیت، میسر نیست مگر با تغییر در کمیت‌های آن پدیده. فرایند تبدیل

جدول ۱. ماتریس مجاورت کراف بر اساس ۴ گره در محله جلفای اصفهان

شماره گره	۱	۲	۳	۴
۱	۰	۱۸۸	۰	۰
۲	۱۸۸	۰	۱۷۸	۰
۳	۰	۱۷۸	۰	۱۴۱
۴	۰	۰	۱۴۱	۰

(مأخذ: نگارنده)

کیفیت‌های شهری به کمیت‌ها، نیازمند تشخیص زیرسنجه‌ها و فاکتورهای دخیل در هر کیفیت است تا بتوان مفاهیم ریاضی و کمی نهفته در آنها را تشخیص داد و محاسبه نمود. همچنین آشنایی با تکنیک‌های خاص ریاضی برای انطباق هر چه بیشتر نتایج کمی حاصل با داده‌های کیفی اولیه لازم به نظر می‌رسد. استفاده از تکنیک‌هایی ریاضی از جمله تکنیک های ریاضیات فازی، تصمیم‌گیری چند معیاره[۴۰] با استفاده از نرمافزار TOPSIS، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[۴۱] با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice و فرایند تحلیل شبکه‌ای[۴۲] با استفاده از نرم‌افزار Super Decision از جمله روش های محاسبه برآیند این زیرسنجه ها و محاسبه نتیجه نهایی هر کیفیت است. در این پژوهش با توجه به ماهیت کیفیت ها و زیرسنجه های تعریف شده، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برگزیده شده است. تکنیک فوق با توجه به سادگی، انعطاف پذیری و امکان به کارگیری هم‌زمان معیارهای کمی و کیفی در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی و طراحی شهری، بالاخص در مسایل مکان یابی، کاربرد فراوان یافته است (زبردست،۱۳۸۰: ۱۳-۲۰). از آنجاکه تکنیک فوق به عنوان ابزاری جانبی برای حصول هدف نهایی این پژوهش به کار رفته است، از ارائه روابط ریاضی حاکم و چگونگی تشکیل ماتریس های دودویی تصمیم گیری صرف نظر می شود و انجام آن به نرم افزار Expert Choice واگذار می گردد. نرم افزار فوق که کاملا بر اساس تکنیک تحلیل سلسله مراتبی تدوین شده است، همراه با تعیین شاخص های تصمیم‌گیری (کیفیت‌های طراحی شهری در این پژوهش) و قیاس دودویی شاخص‌های تصمیم‌گیری بر اساس نظر کارشناس و تعیین زیرفاکتورهای هر شاخص (زیرسنجه‌های هر کیفیت در پژوهش حاضر) و همچنین قیاس دودویی زیرفاکتورهای هر شاخص باز هم بر اساس نظر کارشناس پروژه، است. نتیجه فرایند فوق، تعیین اوزان (اولویت بندی) زیرسنجه ها بر اساس هدف پژوهش خواهد بود. در این پژوهش جهت محاسبه نهایی برآیند کیفیت ها به جای تمرکز بر نظر کارشناس از روش دیگری بهره برده شده است که بر اساس اولویت های کاربران اصلی فضاست و امکان خطاهای فردی به دلیل تمرکز بر نظریات کاربران فضا کاهش یافته است؛ بدین صورت که در قالب پرسش‌نامه با بیان سادهای از مفاهیم کیفیت‌های مدنظر، ترجیحات و انتظارات حاضران در محله جهت اولویت‌بندی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. اوزان تخصیص یافته به کیفیت‌ها و پارامترها برای محاسبه کیفیت نهایی

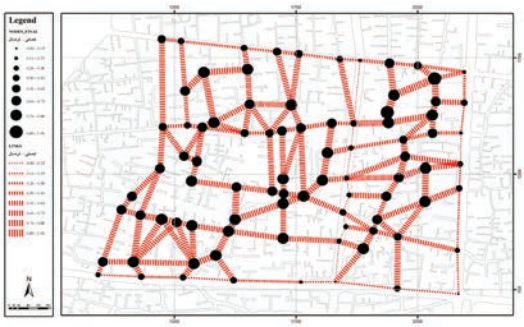
کیفیت	امتیاز	امتیاز نسبی
امنیت	۲۲۹۵	۰/۱۰۹
اجتماع‌پذیری	۲۷۸۵	۰/۱۳۲
انعطاف‌پذیری	۲۱۸۶	۰/۱۰۴
نفوذپذیری	۱۶۹۱	۰/۰۸۰
پیاده‌مداری	۲۶۴۷	۰/۱۲۵
خوانایی	۱۸۱۷	۰.۰۸۶
غنای حسی	۱۸۲۸	۰/۰۸۷
حس مکان	۱۵۸۹	۰/۰۷۵
سرمایه اجتماعی	۲۴۷۶	۰/۱۱۷
ایمنی در مقابل حرکت خودرو	۱۷۸۴	۰/۰۸۵

(مأخذ: نگارنده)

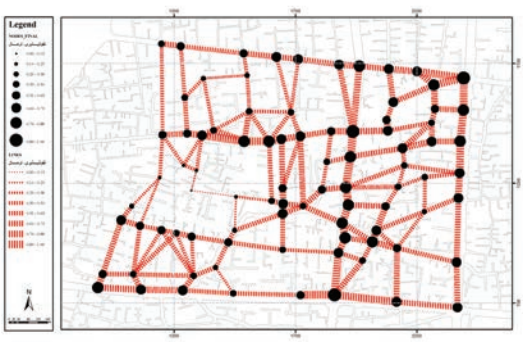
کیفیت‌ها و محاسبه اوزان آنها در محاسبه برآیند و کیفیت نهایی، استخراج شده است. نتایج امتیازدهی و اولویت بندی کیفیت های شهری که از تحلیل پرسش نامه های برداشت شده در محله جلفای اصفهان بدست آمده، در (جدول ۲) ارائه شده‌است.

برای هر یک از کیفیت‌های فوق‌الذکر، زیرسنجه‌هایی تعریف شده است که بتوان تا سر حد امکان، مفاهیم کیفی مد نظر را به پارامترهایی کمی با قابلیت محاسبات جبری تبدیل کرد. زیرسنجه‌های هر کیفیت، روش‌های ارزیابی زیرسنجه‌ها، اوزان تعیین شده برای هر یک از زیرسنجه‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و روش های کمی سازی هر یک از کیفیت ها و زیرسنجه های آنها که از رساله‌ی ارشد نگارنده برگرفته شده است، در مقاله دیگری تحت عنوان «کمی سازی کیفیت های طراحی شهری» در

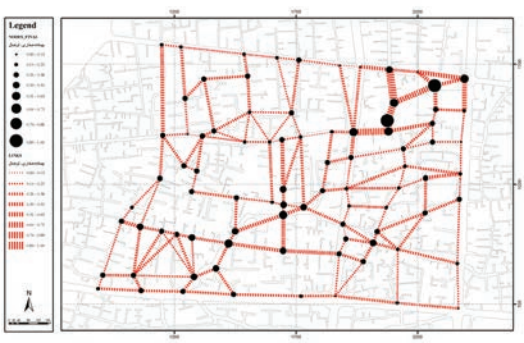
تصویر ۲. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت امنیت (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۳. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت ایمنی (مأخذ: نگارنده)

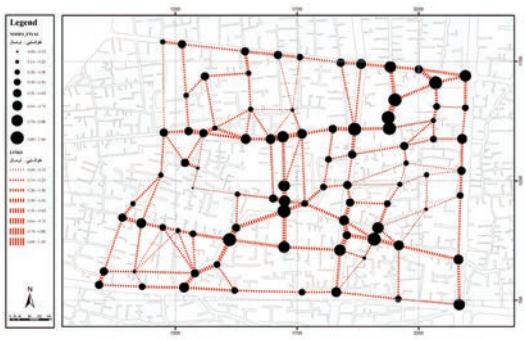


تصویر ۴. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت نفوذپذیری (مأخذ: نگارنده)

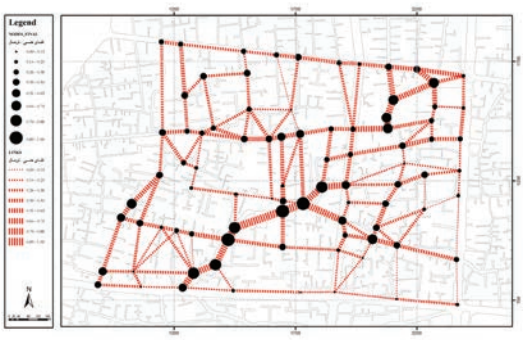


تصویر ۵. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت پیاده‌مداری (مأخذ: نگارنده)

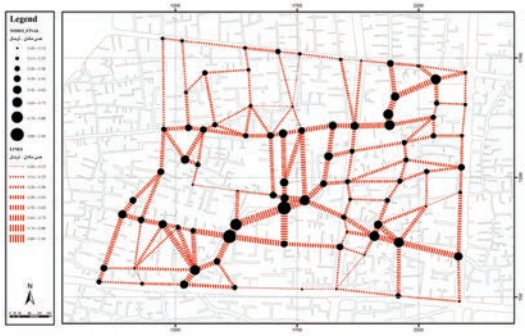
Archive of SID
www.SID.ir



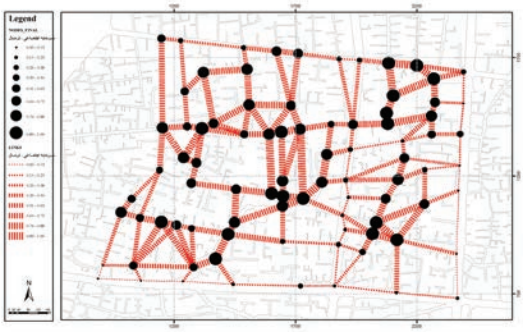
تصویر ۶. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت خوانایی (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۷. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت غنای حسی (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۸. مقایسه عناصر محدوده از نظر کیفیت حس مکان (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۹. مقایسه عناصر محدوده از نظر سرمایه اجتماعی (مأخذ: نگارنده)

نشریه معماری، طراحی و برنامه‌ریزی شهری آرمان‌شهر ارائه گردیده است؛ بنابراین در اینجا به‌دلیل حجم بسیار محاسبات انجام شده، به‌ذکر نتایج فرایند کمی‌سازی و محاسبات انجام شده در این راستا، به‌صورت گرافیکی اکتفا می‌شود. در (تصاویر ۲ تا ۹) به‌ترتیب نتایج کمی‌سازی کیفیت های امنیت، ایمنی، نفوذپذیری، پیاده مداری، خوانایی، غنای حسی، حس مکان و فاکتور سرمایه اجتماعی به صورت گرافیکی نمایش داده‌شده‌است. لازم به ذکر است، منظور از عناصر در تصاویر فوق، گره‌ها و لینک‌های محدوده‌ی مورد مطالعه است.

برآیند کیفیت‌های طراحی شهری محاسبه شده در راستای رویکردهای پژوهش

همان گونه که تشریح گردید، محاسبه برآیند نهایی کیفیت ها بر اساس اوزان بدست آمده از ترجیحات و انتظارات کاربران اصلی فضا، مطابق با (جدول ۲) انجام‌شده است. محاسبات فوق برای کلیه گره‌ها و لینک‌های محدوده مورد مطالعه انجام شده که در (جدول ۳) چند نمونه از این محاسبات و در (تصویر ۱۰) نتیجه محاسبات در کل گره‌ها و لینک‌ها به صورت گرافیکی نمایش داده شده است.

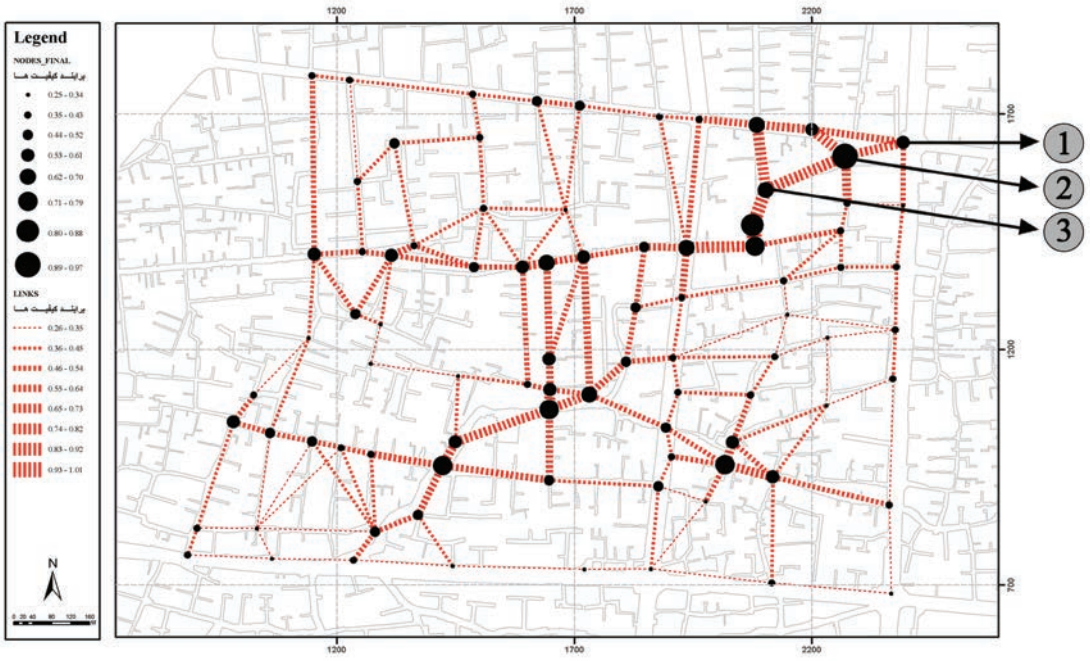
جدول ۳. نمونه محاسبات برآیند کیفیت‌های شهری در گره‌ها و لینک‌ها

نرمال‌سازی	۰/۴۱۰	۰/۵۵۰	۰/۳۵	۰/۵۴	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۱۸	۱/۰۰	۰/۵۱	۰/۶۱	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۵۸	۱
برآیند کیفیت ها	۰/۵۸۹	۰/۶۷۹	۱/۰۰	۰/۵۱	۰/۶۵	۰/۹۲	۰/۸۳	۰/۵۱	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۳۴	۰/۱۳	۳		
سرمایه اجتماعی	۰/۵۸۱	۰/۶۹۷	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۹۲	۰/۳۱	۰/۶۰	۰/۸۶	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۷۹	۰/۹۰	۱-۲		
پیاده مداری	۰/۷۱۴	۰/۷۹۷	۱/۰۰	۰/۶۳	۰/۷۰	۰/۳۵	۰/۸۹	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۸۴	۰/۶۹	۳-۲		
نفوذ پذیری	۰/۱۱۷	۰/۱۲۵	۰/۰۸۰	۰/۰۸۶	۰/۰۸۵	۰/۱۰۹	۰/۰۷۵	۰/۰۸۷	۰/۱۰۴	۰/۱۳۲	IMPORTANCE				
خوانایی	شماره گره-لینک	اجتماع پذیری	انعطاف پذیری	غنای حسی	حس مکان	امنیت	ایمنی								

(مأخذ: نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir



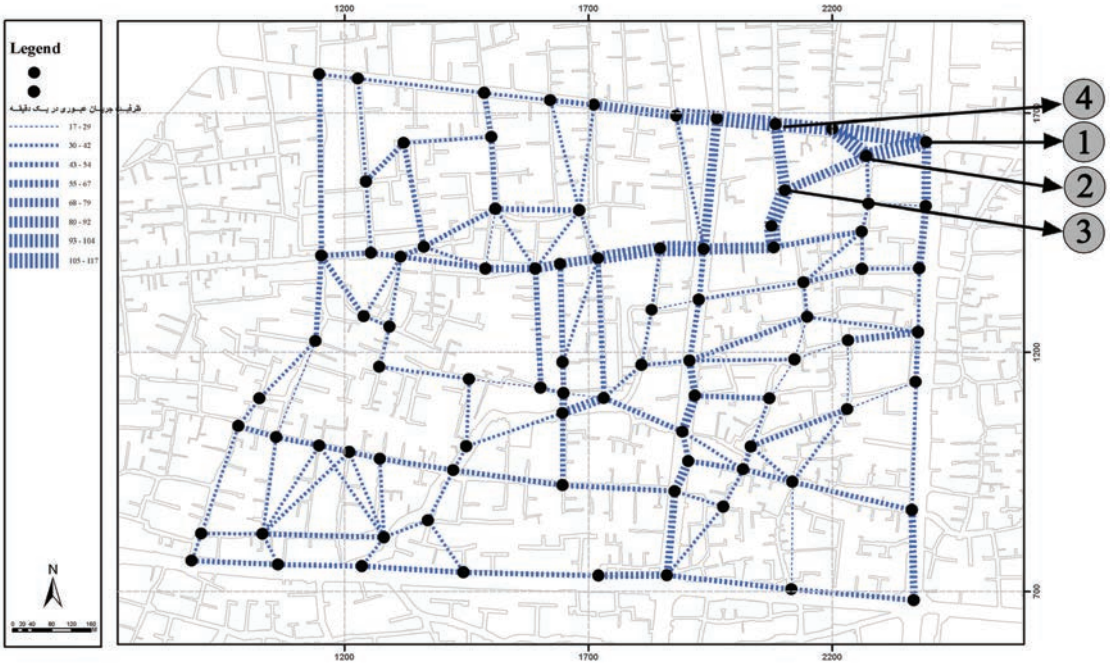
تصویر ۱۰. مقایسه گره‌ها و لینک‌های محدوده از نظر برایند کیفیت‌ها بر اساس اوزان تعریف شده (ماخذ: نگارنده)

ورودی سوم مدل: ظرفیت جریان عبوری لینک‌ها

هر لینک، ظرفیت یا به عبارتی پتانسیل عبور تعداد مشخصی از افراد را دارد. نحوه نگرش به مقوله ظرفیت در این پژوهش بدین‌گونه است که ظرفیت به عنوان پارامتری که فقط متاثر از ابعاد گذر (عرض موثر) باشد، در نظر گرفته نشده است؛ بلکه آن را پارامتری تعریف کرده‌ایم

جدول ۴. نمونه محاسبات ظرفیت محاسبه شده در لینک‌های محدوده مورد مطالعه

شماره لینک	ظرفیت در یک دقیقه
۱-۲	۱۱۶
۲-۳	۷۰
۳-۴	۷۹



تصویر ۱۱. مقایسه لینک‌های محدوده از نظر ظرفیت محاسبه شده (مآخذ: نگارنده)

www.SID.ir

که علاوه بر ابعاد و اندازه‌ها (عرض موثر)، تابع کیفیت‌های شهری نیز می‌باشد. به عبارت ساده‌تر لینکی که دارای کیفیت‌های بالاتری نسبت به دیگر لینک‌هاست ظرفیت و پتانسیل عبور تعداد بیشتری از افراد را دارد. برای محاسبه این پارامتر، بر اساس فرمول سطح سرویس (متوسط عرض موثر/ جریان= سطح سرویس)- با توجه به مشخص بودن میزان سطح سرویس و متوسط عرض موثر به دست‌آمده از برداشت‌های میدانی- می‌توان تعیین نمود که لینک مورد نظر، پتانسیل عبور چه تعداد از افراد را داراست. لازم به ذکر است چون هدف، محاسبه حداکثر پتانسیل لینک برای عبور جریان است، کم‌ترین حالت سطح سرویس لینک (پرازدحام‌ترین حالت قابل قبول) که از شرایط وضع موجود برداشت شده است، در محاسبات دخیل می‌شود. برای تاثیر دادن کیفیت‌ها در محاسبه ظرفیت، نتایج نرمال شده کیفیت هر یک از لینک‌ها را با ضریب تاثیر خاصی که در این پژوهش «۰/۲۵» در نظر گرفته شده است، در نتایج ظرفیت بدست آمده اعمال می‌کنیم. این عمل سبب می‌شود که در محاسبه ظرفیت لینک‌ها، کیفیت لینک مورد نظر نیز موثر واقع شود. ولی همچنان که از ضریب تاثیر کیفیت‌ها برمی‌آید، میزان تاثیر عرض موثر به عنوان پارامتر اصلی محاسبه ظرفیت، چهار برابر تاثیر برآیند کیفیت‌ها است. نتایج محاسبات ظرفیت در چند نمونه از لینک‌ها در (جدول۴) و نتایج محاسبات ظرفیت در تمامی لینک‌ها در (تصویر۱۱) به صورت گرافیکی ارائه شده‌است.

ورودی چهارم مدل: هزینه ارتقای شبکه

برای ارتقای کیفیت‌های وضع موجود هر لینک یا گره، باید هزینه‌ای متحمل شد. برای محاسبه هزینه ارتقا بدین صورت عمل شده‌است که هر یک از زیرسنجه‌های تعریف شده برای هریک از کیفیت‌ها (که در بخش کمی‌سازی کیفیت‌های شهری تعریف شده‌است) مورد تحلیل قرار می‌گیرد و مشخص می شود که زیرسنجه مذکور در گره یا لینک مورد نظر در مقیاس فازی لیکرت تا چه حدی قابلیت ارتقا دارد، به عبارت دیگر هر زیرسنجه در صورت اعمال هزینه در آینده، تا چه حد می‌تواند بهبود یابد. پس از این مرحله، هزینه هر واحد ارتقای زیرسنجه‌ها در قیاس با دیگر زیرسنجه‌های آن کیفیت باز هم در مقیاس فازی لیکرت تعیین می‌شود. برای مثال اگر هزینه هر واحد ارتقای زیرسنجه کف‌سازی از کیفیت پیاده‌مداری در مقیاس لیکرت برابر با (۱)، بسیار کم فرض شود، آنگاه هزینه هر واحد ارتقای زیرسنجه افزایش عرض موثر از کیفیت پیاده‌مداری برابر با (۵)، بسیار زیاد خواهد بود. نسبت‌های فوق به‌عنوان ماتریس‌های دودویی تصمیم‌گیری وارد نرم‌افزار Expert Choice می‌شود و نرم‌افزار فوق با استفاده از تکنیک AHP اوزان هریک از زیرسنجه‌ها را در قیاس با دیگر زیرسنجه‌ها از کلیه کیفیت‌ها محاسبه می‌نماید. بر اساس اوزان بدست‌آمده از AHP می‌توان برآیند هزینه های ارتقا را در هریک از گره‌ها و لینک‌ها محاسبه نمود. رویکرد اخیر در تعیین هزینه‌ها ارتقای شهری که بر اساس کیفیت‌های محیطی تدوین شده، در مقاله‌ی دیگری تحت عنوان "رویکردی جدید در برآورد هزینه‌های ارتقای شهری مبتنی بر کیفیت‌های محیطی" ارائه گردیده‌است. با محاسبه میزان قابلیت ارتقای هر گره و لینک از نظر زیرسنجه‌های هر کیفیت به وضعیت ایده‌آل ممکن در آینده و همچنین با توجه به هزینه هر واحد ارتقای زیرسنجه مورد نظر می توان حدود هزینه‌های ارتقا را به صورت فازی با درصد

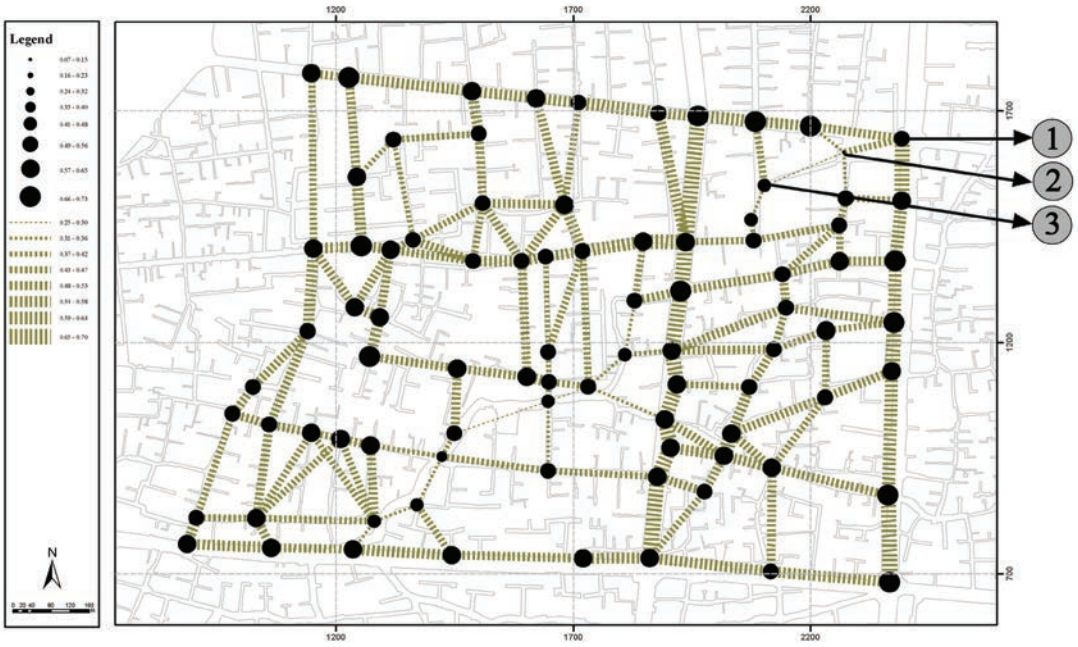
جدول ۵. نمونه محاسبات هزینه ارتقا به وضعیت ایدهآل ممکن در گره‌ها و لینک‌های محدوده مورد مطالعه

IMPORTANCE	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۲۰۰	۰/۰۵۰	۰/۱۰۰	۰/۲۵۰		
شماره گره-لینک	هزینه-اجتماع پذیری	هزینه-انعطاف پذیری	هزینه-غنای حسی	هزینه-امنیت	هزینه-ایمنی	هزینه-خوانایی	هزینه-نفوذ پذیری	هزینه-پیاده مداری	برایند هزینه ها	نرمال‌سازی
۱	۰/۶۱	۰/۸۱	۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۹۲	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۴۸	۰/۵۱۲	۰/۶۷
۳	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۲۰	۰/۴۶	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۴۲۲	۰/۵۴
۱-۲	۰/۲۶	۰/۴۹	۰/۷۷	۰/۱۲	۰/۴۹	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۷۰	۰/۴۵۶	۰/۴۶
۳-۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۶۴	۰/۴۴	۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۴۶	۰/۰۰

(مأخذ: نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir

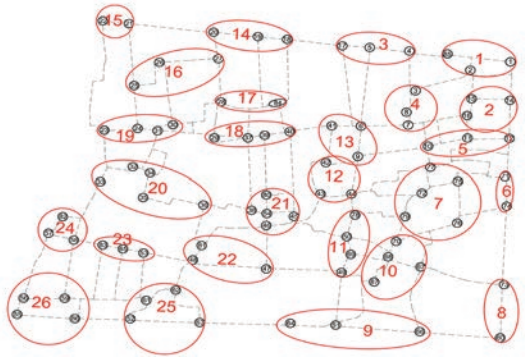


تصویر ۱۲. مقایسه گره‌ها و لینک‌های محدوده از نقطه نظر برآیند هزینه ارتقای کیفیت‌های طراحی شهری (مأخذ: نگارنده)

بالایی از اعتبار بدست آورد. در (جدول۵) محاسبات هزینه ارتقا در تعدادی از گره‌ها و لینک‌ها و در (تصویر۱۲) نتایج نهایی هزینه ارتقا در تمامی گره‌ها و لینک‌ها به صورت گرافیکی نمایش داده شده‌است.

ورودی پنجم مدل: تقاضای سفر مابین هر جفت گره

با توجه به تعداد زیاد گره‌ها در محدوده مورد مطالعه و همچنین فاصله نزدیک برخی از آنها به یکدیگر، برای محاسبه این پارامتر ورودی، ابتدا حوزه گره‌ها مشخص شده است. به عبارتی، گره‌هایی که در یک حوزه قرار دارند، یعنی فاصله نزدیکی با یکدیگر دارند و همچنین دارای ویژگی‌های مشترکی بوده و با یکدیگر کار می‌کنند و معمولا در برخی از تصاویر ذهنی شهروندان از محدوده به صورت یک گره ترسیم‌شده‌اند، به‌عنوان یک حوزه فرض‌شده و سپس میزان تقاضای سفر بین این حوزه‌ها بر اساس برداشت‌های میدانی محاسبه شده است. نحوه تعیین میزان تقاضای سفر بدین‌گونه است که از مبدا و مقصد حرکت افراد در محدوده مورد مطالعه سوال و پاسخ‌ها ثبت شده‌است. اگر افراد از خارج از محدوده مورد مطالعه، وارد شده‌اند یا قصد خروج از محدوده را دارند، نزدیک‌ترین حوزه‌ای که محل ورود آنها به محدوده بوده یا نزدیک به خروج آنها از محدوده است، ملاک محاسبات تقاضای سفر قرار گرفته‌است. در مرحله بعد با توجه به کاربری‌های جاذب جمعیت در هر گره و همچنین بر اساس تراکم جمعیت مسکونی و عبوری در هر گره- که بر اساس نقشه‌های محدوده و برداشت‌های میدانی به دست آمده است- وزن جذب جمعیت گره‌های هر حوزه نسبت به یکدیگر تعیین می‌شود. برای مثال در حوزه «۱»، گره‌های «۱»، «۲» و «۸۵» قرار دارد که بر اساس عوامل ذکر شده، وزن جذب جمعیت آنها به ترتیب ۴۵٪ ، ۳۵٪ و ۲۰٪ محاسبه شده است. در نهایت، جریان محاسبه شده بین حوزه‌ها بر اساس وزن‌های محاسبه‌شده برای گره‌های هر حوزه، مابین گره‌ها تقسیم می‌شود. مطابق این رویه منطقی می‌توان میزان جریان بین هر دو گره را محاسبه نمود. حوزه‌بندی گره‌های محدوده مورد مطالعه در (تصویر۱۳) و همچنین نمونه‌هایی از نتایج میزان تقاضای سفرمابین گره‌ها در محدوده مورد مطالعه در (جدول۶) ارائه گردیده‌است.



تصویر ۱۳. نقشه حوزه‌بندی گره‌ها در محدوده مورد مطالعه برای محاسبه میزان جریان (تقاضای سفر) (مأخذ: نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶. نمونه محاسبات تقاضای سفر مابین گره‌های محدوده مورد مطالعه

شماره گره	۱	۲	۳	۴
۱	۰	۶	۱۰	۱۳
۲	۹	۰	۶	۷
۳	۱۰	۶	۰	۶
۴	۱۶	۹	۵	۰

(مأخذ: نگارنده)

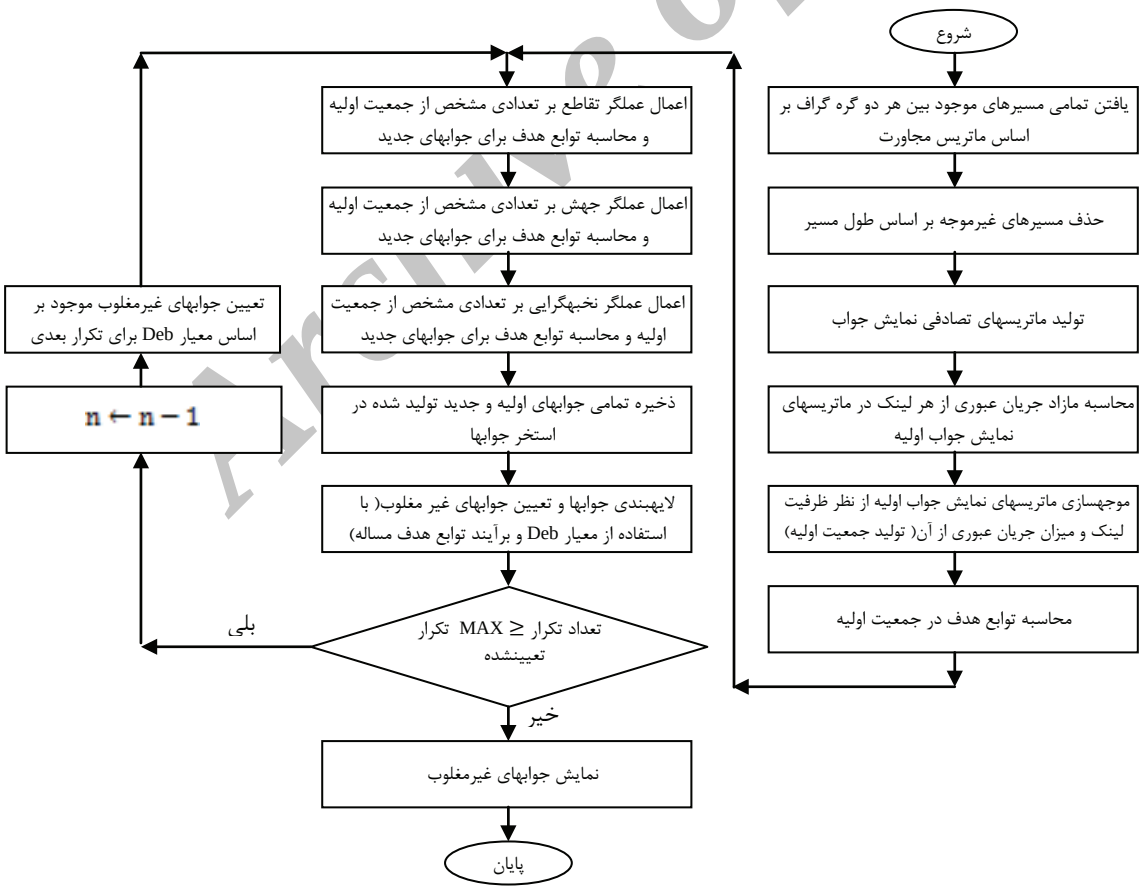
به‌صورت خلاصه مراحل فرایند ارائه شده تا این مرحله، بدین ترتیب می‌باشد:

- تشخیص گره‌های اجتماعی در محدوده بافت تاریخی مورد مطالعه بر اساس برداشت‌های میدانی و پرسش‌نامه
- تدوین شبکه (گراف) وضع موجود بر اساس گره‌های اجتماعی مکان‌یابی شده و گذرهای مابین آنها
- تحلیل پرسش‌نامه‌های برداشت شده در سطح محدوده مورد مطالعه برای تشخیص ترجیحات کاربران فضا
- بررسی ادبیات موضوع و مبانی نظری رویکردهای پژوهش و استخراج کیفیت‌های شهری مرتبط
- تدوین توابع هدف مساله و تعیین پارامترهای ورودی مدل
- فراهم کردن داده‌های ورودی مدل:

۱- ماتریس مجاورت شبکه (گراف) تدوین شده
۲- کمی‌سازی کیفیت‌ها بر اساس زیرسنجه‌های تعریف شده و اوزان محاسبه شده توسط تکنیک AHP
۳- محاسبه ظرفیت گذرها
۴- محاسبه هزینه‌های ارتقا به وضعیت ایده‌آل ممکن در آینده
۵- محاسبه میزان تقاضای سفر مابین هر دو گره شبکه

روش حل مدل پیشنهادی

با توجه به اینکه مدل پیشنهادی و فضای حل برای تامین توابع هدف در نظر گرفته شده در این پژوهش، به عنوان مساله‌ای با سایز بزرگ و حل آن با پیچیدگی زمانی زیاد در علوم مهندسی صنایع و کامپیوتر تعریف می شود، حل آن نیازمند به کارگیری روش‌های حل خاصی است. روش های حل فراابتکاری[۴۳] ابزار خاصی را برای مواجهه با چنین مسایلی فراهم می‌نماید. در شاخه هوش مصنوعی از علوم کامپیوتر، اثبات شده است که الگوریتم‌های



تصویر ۱۴. فلوچارت الگوریتم فراابتکاری NSGA II جهت حل مساله مورد نظر (مأخذ: نگارنده)

Archive of SID
www.SID.ir

فراابتکاری در حل مسایل با سایز بزرگ و با پیچیدگی زمانی بالا، توانایی چشم‌گیری در یافتن جوابی بسیار نزدیک به جواب بهینه (بدون ادعا در یافتن بهینه‌ترین جواب مدل) در مدت زمانی مناسب و منطقی خواهد داشت. با توجه به نوع مساله، در این پژوهش برای حل مدل پیشنهادی، از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک با توانایی اولویت بندی جواب‌های غیرمغلوب[۴۴] استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک، به‌عنوان یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری پایه، بر اساس ادبیات موضوع، توانایی خود را در حل مدل‌های شبکه‌ای با سطحی بالا از پیچیدگی در مدت زمان کم ثابت نموده است. الگوریتم NSGA II که الگوریتمی تعمیمی از الگوریتم ژنتیک است، قابلیت حل مدل‌هایی چند هدفه، که عموما دارای اهدافی متناقض می‌باشند، را داراست (Deb et al, 2002: 182-197). الگوریتم فوق، الگوریتمی جمعیتی است و در اولین گام بر اساس جمعیت اولیه تولید شده (جواب‌های تصادفی ورودی به الگوریتم) عمل می‌نماید و با استفاده از عملگرهای تقاطع[۴۵]، جهش[۴۶] و نخبه‌گرایی[۴۷] که جواب‌ها را کاملا تصادفی از جمعیت اولیه برمی‌گزینند، به‌صورت هدف‌دار سبب تولید جواب‌های جدیدی می‌شود. این جواب‌ها مقادیر بهینه‌تری از توابع هدف را دارا هستند. اعمال عملگرهای مذکور تکرار می‌یابد و پس از تعداد تکرار خاصی که در این پژوهش ۷۵۰ بوده‌است، خواهد توانست جواب‌هایی را تولید نماید که بسیار بسیار نزدیک به جواب بهینه مساله هستند. با توجه به تخصصی بودن الگوریتم‌ها و روش‌های حل فوق، با ارائه منابع لازم، از توضیحات بیشتر در این باب خودداری می‌شود. فلوچارت شماره «۱» مراحل اعمال الگوریتم NSGA II را در مساله حاضر بیان می‌دارد. لازم به توضیح است که مدل پیشنهادی در سایز کوچک توسط نرم‌افزار GAMS حل شده و بهینه‌ترین جواب[۴۸] برای آن جستجو شده و برای اثبات کارایی الگوریتم فراابتکاری به کار رفته در حل مدل حاضر، نتایج اعمال الگوریتم NSGA II با جواب بهینه در سایز کوچک مساله، مقایسه شده‌است. چون هیچ اختلافی مابین جواب بهینه دقیق و جواب NSGA II وجود نداشته‌است، می‌توان کارایی الگوریتم را در یافتن جواب‌های بسیار نزدیک به جواب بهینه در سایز بزرگ مساله تایید نمود.

نرم‌افزار طراحی شده برای تعمیم‌پذیری مدل

برای حل مدل پیشنهادی بر اساس الگوریتم فراابتکاری NSGA II در نمونه ی پژوهشی مدنظر (محله جلفای اصفهان)، برنامه‌نویسی در محیط C# انجام شده است. برای تعمیم‌پذیری مدل پیشنهادی و روش‌های حل به کار گرفته شده، برنامه طراحی شده، از حالت مطالعه موردی خارج و به‌صورت نرم‌افزاری تخصصی طراحی شده است تا نه تنها برای محله جلفای اصفهان بلکه برای هر محدوده شهری و هر بافت تاریخی دیگر، با تامین داده‌های ورودی مورد نیاز، قابلیت اجرا و ارایه جواب بهینه را داشته باشد. در این مقاله مجالی برای ارائه توضیحات کامل پیرامون نرم‌افزار طراحی شده وجود ندارد و صرفا به ذکر مراحلی که نرمافزار از ابتدای فرایند پیشنهادی انجام می‌دهد تا شبکه‌ی جریان‌های حرکتی را با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری، بهینه‌سازی نماید، بسنده می‌گردد.

- استخراج کلیه مسیرهای گراف بر اساس گراف تدوین شده: شامل مراحل تبدیل گراف به درخت، شمارش و استخراج کامل مسیرها و ارائه محدودیت‌های ابتکاری جدیدی در شاخه نظریه گراف جهت افزایش سرعت انجام محاسبات.

- موجه سازی مسیرها از نظر طول: حذف مسیرهای غیرموجه با ارائه محدودیت جدید، بر اساس داده های برداشت شده از پرسش نامه ها مبنی بر حداکثر زمان رسیدن به مقصد توسط حاضران در فضا.

- تولید ماتریس نمایش جواب تصادفی: ماتریس نمایش جواب، ماتریسی با درایه است (n تعداد گره‌های گراف است) که هر درایه آن مسیری تصادفی از گره‌ای به گره‌ی دیگر است.

- موجه سازی ماتریس نمایش جواب از نظر ظرفیت و جریان عبوری: در صورتی که جریان عبوری بر اساس ماتریس نمایش جواب تصادفی، به گونه ای باشد که از ظرفیت لینکی تجاوز نماید، مازاد جریان را با توجه به بهینگی دیگر توابع هدف، از لینک‌های مجاز مجاور عبور دهد تا جریان عبوری از لینک مورد نظر به میزانی کمتر از ظرفیت آن تقلیل یابد. انجام این مرحله به دو روش انتخاب تصادفی لینک‌ها و انتخاب بر اساس حداکثر مازاد جریان عبوری در نرم‌افزار انجام شده است.

- محاسبه توابع هدف: در این مرحله برای تمامی ماتریس‌های نمایش جواب تصادفی موجه شده، چهار تابع هدف محاسبه می‌گردد.

- اعمال الگوریتم NSGA II: الگوریتم جمعیتی NSGA II همچنان که پیشتر توضیح داده شد، بر اساس انتخاب و اولویت بندی جواب های غیرمغلوب عمل می نماید. الگوریتم فوق دارای عملگرهایی نظیر تقاطع، جهش و نخبه‌گرایی است و در گرایش هوش مصنوعی ثابت شده است که به جوابی بسیار نزدیک به جواب بهینه (در تعداد تکرار خاصی از الگوریتم) می‌رسد.

Archive of SID

www.SID.ir

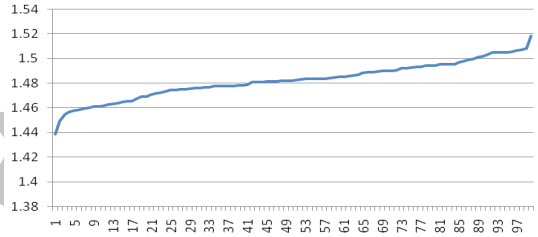
نتایج محاسباتی

در این بخش، ابتدا ورودی های مدل (جواب های تصادفی ایجاد شده پیش از موجه‌سازی) و سپس نتایج حاصل از مرحله موجه‌سازی بر اساس توابع هدف تعریف شده، مورد تحلیل قرار می‌گیرد و در نهایت، نتایج و خروجی‌های الگوریتم NSGA II بررسی می‌شود. جداول نتایج عددی محاسبات انجام شده به علت حجم زیاد محاسبات قابل ارائه نیست و فقط نتایج محاسبات به صورت گرافیکی در (تصاویر ۱۵ تا ۱۹) ارائه شده‌است.

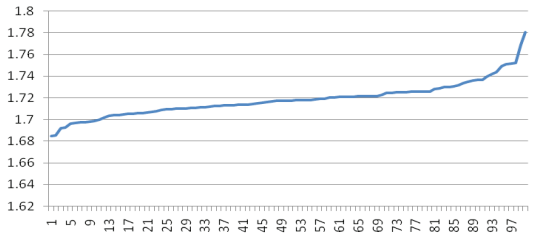
در هر تکرار الگوریتم NSGA II، متوسط برآیند توابع هدف جمعیت هر نسل محاسبه شده که در (تصویر۲۰) ارائه شده‌است. با توجه به مقادیر بدست آمده می توان قدرت الگوریتم را در یافتن جواب بسیار نزدیک به جواب بهینه تشخیص داد.

در جواب های حاصل از الگوریتم NSGA II، بین هر جفت مبدا و مقصد در گراف مورد نظر، مسیری پیشنهاد می شود. مجموعه تمامی مسیرهای پیشنهادی سبب خواهد شد که کلیت گراف در حالت بهینه توابع هدف قرار گیرد. اولویت توجه مسئولان شهری جهت صرف هزینه‌های شهری در مسیرهای پیشنهادی موجب خواهد شد که به تدریج مسیرهای مد نظر به عنوان مسیرهای مطلوب برای حرکت بین هر دو نقطه محله انتخاب گردد. در واقع این مساله بر طبق نظریه ی جان لنگ (لنگ، ۱۱۴:۱۳۸۳) و راپاپورت (راپاپورت، ۱۱:۱۳۸۴) مبنی بر رویکرد احتمال‌گرایانه‌ی محیطی است. بر اساس نظریات مذکور، محیط قابلیت‌هایی را عرضه می‌کند و به فرد حق انتخاب می‌دهد ولی احتمال انتخاب تعدادی از قابلیت‌های موجود در محیط بیشتر است.

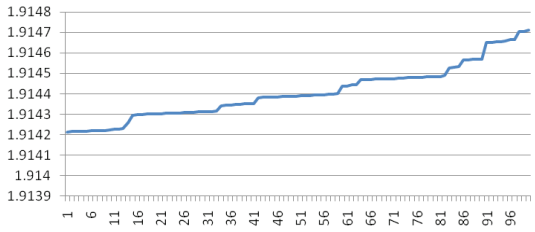
علاوه بر این مساله می توان نتایج حاصل از بهینه ترین جواب الگوریتم را به وسیله ی نرم افزار TOPSIS



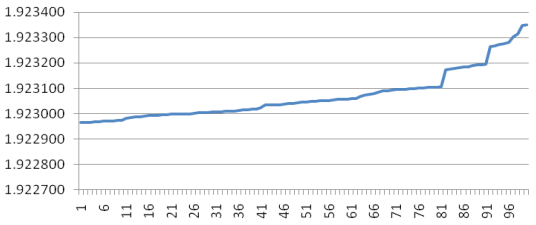
تصویر ۱۵. نمودار مقادیر برآیند توابع هدف جمعیت اولیه (۱۰۰ جواب) (مأخذ: نگارنده)



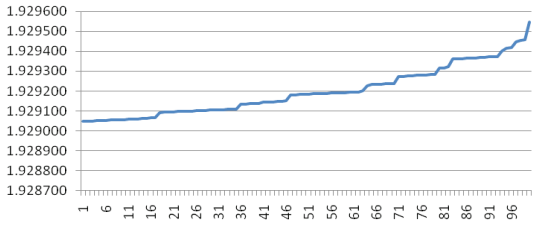
تصویر ۱۶. نمودار مقادیر برآیند توابع هدف پس از اعمال عملیات موجه‌سازی (۱۰۰ جواب) (مأخذ: نگارنده)



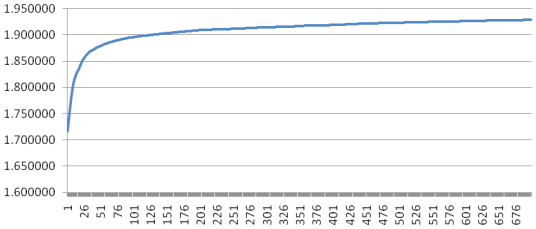
تصویر ۱۷. نمودار مقادیر برآیند توابع هدف ۱۰۰ جواب بهینه پس از اعمال ۲۵۰ تکرار الگوریتم NSGA II (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۱۸. نمودار مقادیر برآیند توابع هدف ۱۰۰ جواب بهینه پس از اعمال ۵۰۰ تکرار الگوریتم NSGA II (مأخذ: نگارنده)

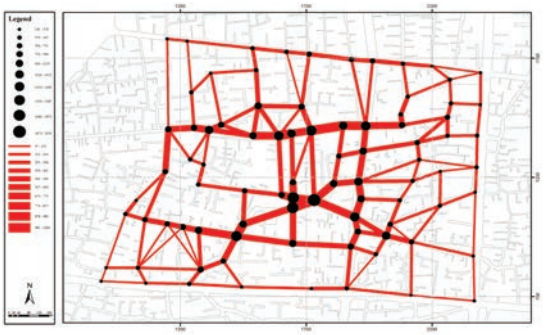


تصویر ۱۹. نمودار مقادیر برآیند توابع هدف ۱۰۰ جواب بهینه پس از اعمال ۷۵۰ تکرار الگوریتم NSGA II (مأخذ: نگارنده)

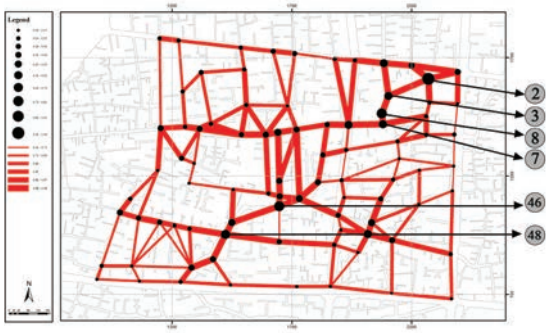


تصویر ۲۰. نمودار متوسط برآیند توابع هدف در ۷۵۰ تکرار الگوریتم NSGA II (مأخذ: نگارنده)

www.SID.ir



تصویر ۲۱. مقایسه گره‌ها و لینک‌های محدوده از نظر تعداد تکرار گره‌ها و لینک‌ها در مسیرهای پیشنهادی (مأخذ: نگارنده)



تصویر ۲۲. مقایسه گره‌ها و لینک‌های محدوده از نظر امتیاز بدست‌آمده از نرم‌افزار TOPSIS (مأخذ: نگارنده)

تحلیل نمود. این نرم‌افزار که بر پایه تصمیم‌گیری‌های چندمعیاری است،گزینه‌های موجود (گره‌ها و لینک‌ها) را بر اساس شاخص‌های تصمیم‌گیری (نتایج توابع هدف در بهینه‌ترین جواب الگوریتم) اولویت‌بندی می‌نماید. رویکرد دیگر اتخاذ شده برای یافتن گره‌ها و لینک‌های مهم و اصلی محدوده مورد مطالعه، بررسی تعداد تکرار و ظهور گره‌ها و لینک‌ها در مسیرهای پیشنهادی الگوریتم در بهینه‌ترین جواب است. رویکرد دوم زمانی پاسخ‌گو خواهد بود که ارتباط گره‌ها و لینک‌های حاشیه‌ی گراف، با محدوده پیرامون سایت مورد مطالعه، در نظر گرفته شود؛ چون در غیر اینصورت ممکن است که گره‌ها و لینک‌های حاشیه گراف علی‌رغم اهمیت زیاد، به دلیل عدم تکرار در مسیرهای پیشنهادی الگوریتم در اولویت‌بندی از جایگاه مناسبی برخوردار نشوند. در پژوهش حاضر برای تشخیص گره‌ها و لینک‌های اصلی شبکه از نرم‌افزار TOPSIS بر اساس بهینه ترین جواب الگوریتم NSGA II استفاده شده است. نتایج به کارگیری هر دو رویکرد در تعیین نقاط اصلی و استراتژیک محدوده مورد مطالعه به صورت گرافیکی در (تصاویر ۲۱ و ۲۲) ارائه شده‌است. همچنین نتایج محاسبات عددی نرم‌افزار TOPSIS در تعیین نقاط استراتژیک محدوده مورد مطالعه برای ده گره و ده لینک مهم محدوده، در (جدول ۷) نشان داده شده‌است.

جدول ۷. اولویت‌بندی ده گره و لینک اولیه بر اساس شاخص توابع هدف به وسیله‌ی نرم‌افزار TOPSIS

	PLUS	MINES	PLUS	MINES	
	0.318	0.161	0.298	0.223	
Number of Links	Quality Fitness	Cost Fitness	Using Link Fitness	Penalty Fitness	RESULT OF TOPSIS
7-8	1.0115	0.3709	0.9	0	0.977
3-8	0.8625	0.3061	0.83	0	0.951
2-3	0.7965	0.2462	0.99	0	0.943
3-4	0.8023	0.4334	0.94	0	0.939
46-54	0.8093	0.4118	0.81	0	0.935
45-46	0.7241	0.2895	0.87	0	0.922
6-7	0.7526	0.4509	0.76	0	0.918
2-85	0.8003	0.3475	0.615	0	0.917
48-81	0.7028	0.4037	0.75	0	0.909
46-81	0.6611	0.2543	0.8	0	0.905

	PLUS	MINES	
	0.75	0.25	
Number of Nodes	Quality Fitness	Cost Fitness	RESULT OF TOPSIS
2	0.97	0.07	1.000
8	0.84	0.43	0.780
46	0.79	0.41	0.723
48	0.77	0.39	0.698
68	0.72	0.57	0.618
7	0.71	0.51	0.611
3	0.68	0.42	0.581
6	0.67	0.57	0.559
4	0.66	0.66	0.532
39	0.63	0.56	0.504

(مأخذ: نگارنده)

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

هدف غایی طرح‌های مرمت بافت‌های تاریخی را می‌توان حفظ ارزش‌های تاریخی و اجتماعی همگام با ارزش‌های معماری و کالبدی آنها دانست.آنچه در این پژوهش به‌عنوان رویکرد بنیادین در احیای بافت‌های تاریخی برگزیده شد، ابعاد اجتماعی مطرح در مرمت بافت‌های شهری و زندگی فعال اجتماعی و مشارکت‌طلب در بافت‌های تاریخی به‌عنوان لازمه‌ی ادامه‌ی بقا و سرزندگی هر بافت تاریخی است. تحقق اهداف اخیر میسر نخواهد شد، مگر با استفاده از پتانسیل‌های بافت تاریخی در جهت برقراری تعاملات و مراودات اجتماعی و ارتقای بسترهای سرمایه اجتماعی. بنابراین پژوهش حاضر با ارائهی مدلی از جریانهای حرکتی مردم در سطح بافت تاریخی و محدوده‌های پیرامون آن، متناسب با کیفیت‌ها و قابلیت‌های فضایی، قصد در فراهم نمودن و ارتقای بسترهای لازم برای عبور و حضور مردم را داشته است. مدلی که اولا متناسب با نیازهای رفتاری کاربران فضا تدوین شده است و ثانیا بسترهای لازم برای برقراری تعاملات اجتماعی و بهره‌گیری از سرمایه اجتماعی خلق و تقویت نموده‌است.

نتیجه این پژوهش اولویت‌بندی نقاط و گذرهای درون بافت تاریخی و تعیین نقاط استراتژیک آن است که باید مورد توجه و طراحی قرار گیرد تا بیشینه‌ی تابع هدف (تعاملات اجتماعی) حاصل گردد. اولویت‌بندی فوق بوسیله طراحی شبکه‌ای از مراکز تعاملات اجتماعی و گذرهای واصل مابین آن‌ها با مفاهیم ریاضی و بر اساس کیفیت‌های شهری انجام می‌گیرد. مدل، مسیرهایی را بین هر دو گره پیشنهاد می‌دهد که اولا بیشینه مجموع کیفیت‌های شهری (کیفیت گره‌ها+ لینک‌ها) را در کلیت گراف بهینه داشته باشد و ثانیا جریان به گونه‌ای توزیع یابد که میزان اختلاف جریان عبوری از لینک‌ها و ظرفیت آنها کمینه گردد (از حداکثر پتانسیل و ظرفیت لینک‌ها تا حد ممکن بهره‌گیری شود)، ثالثا جریان به گونه‌ای توزیع شود که جریمه استفاده از لینک‌ها کمینه گردد (کمترین میزان مازاد جریان عبوری نسبت به ظرفیت لینک‌ها را در پی داشته باشد) و رابعا جریان به گونه‌ای توزیع گردد که هزینه‌های ارتقای شبکه (هزینه‌ی ارتقای وضع موجود به حالت ایده‌آل ممکن در آینده)کمینه شود. با توجه به گستردگی و سایز مساله حل آن با روش‌های فراابتکاری انجام گرفته است. با مشخص شدن میزان بودجه‌های شهرداری برای ارتقا و باززنده‌سازی محدوده با تبیین ارتقای تعاملات اجتماعی به عنوان هدف پروژه می‌توان گره‌ها و لینک‌ها را برای صرف بودجه‌های شهری اولویت‌بندی نمود و الگوهای شهری را از گره‌ها و لینک‌های اصلی بر اساس انطباق فضا با نیازهای رفتاری کاربران فضا و حداکثرسازی قابلیتهای فضا در جهت پاسخ‌گویی به نیازهای رفتاری کاربران استخراج و استنتاج نمود.

پی‌نوشت

1 - Donald Appleyard
2 - Caring Environments
3 - Gordon Cullen
4 - Edward Twitchell Hall
5 - Richard Neutra
6 - Psycho top
7 - Paul Zucker
8 - Lawrence Halprin
9 - Irwin Altman
10- Amos Rapoport
11- Jan Gehl
12- W.H.Whyte
13- Jane Jacobs

Archive of SID

www.SID.ir

14- Jon Lang
15- Gosling
16- Henri Lefebvre
17- Density
18- Diversity
19- Design
20- Proxemics
21- The Hidden Dimension
22- Findings from Observations
23- The Social Life of Small Urban Spaces
24- Pedestrian Activities
25- Life between Buildings
26- Space Syntax & The Social Logic of Space
27- Theory of Natural Movement
28- Microscopic
29- Macroscopic
30- Mesoscopic
31- Agent
32- cell-transmission
33- TRANSIMS, the cellular-automata-based system
34- Way Finding
35- Route Choice
36- Spatial Search
37- Behavioral Setting
38- Objective Function
39- Penalty
40- Multiple Criteria Decision Making (MCDM)
41- Analytical Hierarchy Process (AHP)
42- Analytical Network Process (ANP)
43- Meta-Heuristic
44- Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm (briefly NSGA II)
45- Crossover
46- Mutation
47- Reproduction
48- Exact Result

منابع

- آلتمن، ایروین. (۱۳۸۲). *محیط و رفتار اجتماعی*. ترجمه علی نمازیان. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- بنتلی، ایین، الکک، آلن، مورین، پال، مک‌گلین، سو، اسمیت، گراهام. (۱۳۸۲). *محیط‌های پاسخده*. ترجمه مصطفی بهزادفر. تهران: دانشگاه علم و صنعت.
- پاکزاد، جهانشاه. (۱۳۸۸). *سیر اندیشه‌ها در شهرسازی(۳): از فضا تا مکان*. تهران: شرکت عمران شهرهای جدید.
- راپاپورت، آموس. (۱۳۸۴). *معنی محیط ساخته شده*، ترجمه فرح حبیب. تهران: انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- زبردست، اسفندیار. (۱۳۸۰).*کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای*، نشریه هنرهای

Archive of SID
www.SID.ir

زیبا. دانشگاه تهران. شماره ۱۰، ۱۳- ۲۰.
- راست‌بین، ساجد. (۱۳۹۰). *بهینه‌سازی شبکه‌ی گره‌ها و مسیرهای شهری جهت ارتقای تعاملا اجتماعی*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد . دانشگاه هنر اصفهان.
- لنگ، جان. (۱۳۸۳). *آفرینش نظریه معماری: نقش علوم رفتاری در طراحی محیط*. ترجمه علیرضا عینی‌فر. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- هال، ادوارد تی. (۱۳۸۵). *بعد پنهان*. ترجمه منوچهر طبیبیان. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

- Al Gadhi, S. A., Mahmassani, H. S., Herman, R., (2001), *A speed and concentration relation for bi-directional crowd movements with strong interaction*, Springer, 3 -20.
- Alonso, W., (1960), *A Theory of the Urban Land Market*, Papers and Proceedings of the Regional Science Association, Vol. 6, 149–158.
- Beckman, R. J., (1997), *The Dallas - Ft.Worth case study, unclassified report,* Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM.
- Borgers, A., Timmermans, H., (1986), *A model of pedestrian route choice and demand for retail facilities within inner-city shopping areas*, Journal of Geographical Analysis, Vol. 18, pp: 115- 128.
- Bovy, H. L., Eliahu, S., (1990), *Route Choice: Way finding in Transport Networks*, The Netherlands, Kluwer Academic.
- Brog, W., Erl, E., (2001), *Walking: A Neglected Mode in Transport Surveys Proceedings of Australia*, Walking the 21st Century, An International Walking Conference.
- Casti, J. L., (1998), *Would-BeWorlds: How Simulation Is Changing the Frontiers of Science*, John Wiley, New York.
- Cervero, R., Gorham, R., (1995), *Commuting in transit versus automobile neighborhoods*, Journal of the American Planning Association, Vol. 61, No. 2, pp: 210–225.
- Cervero, R., Kockelman, K., (1997), *Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design*, Journal of Transportation Research Part D: Transport and Environment, pp: 199-219.
- Congress for the New Urbanism, (2000), *Charter of the New Urbanism*, McGraw-Hill, New York.
- Cullen, G., (1961), *The concise Townscape*, Architectural Press, London.
- Daganzo, C. F., (1994), *Cell transmission model: a dynamic representation of highway traffic consistent with the hydrodynamic theory*, Journal of Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 28, pp: 269 – 287.
- Deb, C., Pratap, A., Agarwal, S., Meyarivan T., (2002), *A Fast and Elitist Multi-objective Genetic Algorithm: NSGA II*, Journal of IEEE: Transaction On Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 2, pp: 182-197.
- Desyllas, J., Duxbury, E., Ward, E., Smith, A., (2003), *Pedestrian Demand Modeling of Large Cities: An Applied Example from London*, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, Vol. 62.
- Dobbs, G. L., (2009), *Pedestrian and Bicycle Safety on a College Campus: Crash and Conflict Analyses with Recommended Design Alternatives for Clemson University*, A Thesis Presented to the Graduate School of Clemson University.
- Duany, A., Plater-Zyberk, E., (1991), *Towns and Town-Making Principles*, Rizzoli, New York.
- Eyles, J., (1986), *Search Behavior: In the dictionary of human geography*, Oxford, Blackwell.
- Gehl, J., (1987), *Life between Buildings*, Translated by J. Koch, New York.
- Gosling, D., (1996), *Vision of Design*, Academy Editions, Britain.
- Greenwald, M.J., Boarnet, M.G., (2001), *Built environment as determinant of walking behavior: analyzing non-work pedestrian travel in Portland*, Journal of the Transportation Research Board, pp: 33-41.
- Hall, E. T., (1966), *the Hidden Dimension*, Doubleday, New York.

Archive of SID

www.SID.ir

- Halprin, L.,(1963) , *Cities*, the MIT Press, Massachusetts.
- Handy, S. L., Niemeier, D. A., (1997), *Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives*, Journal of Environment and Planning, Vol. 29, No. 7, pp: 1175–1194.
- Helbing, D., Molnar, P., (1997), *Self-organization phenomena in pedestrian crowds: in Self Organization of Complex Structures: Gordon and Breach*, Amsterdam, pp: 569 - 577.
- Hillier, B., Hanson, J., (1984), *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press, London.
- Hillier, B., (1996), *Space is the Machine*, Cambridge University Press, London.
- Hoogendoorn, S. P., Bovy, H. L., (2000), *Continuum modeling of multiclass traffic flows*, Journal of Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 34, pp: 123-146.
- Hoogendoorn, S. P., Bovy, H. L., Daamen, W., (2001), *Microscopic pedestrian way finding and dynamics modeling in Pedestrian and Evacuation Dynamics*, Springer, pp: 123- 154.
- Jacobs, J., (1961), *The Death and Life of Great American Cities*, Vintage Books, New York.
- Jacobs, A., Appleyard, D., (1987), *Toward an urban design manifesto*, Journal of the American Planning Association, pp: 112–120.
- Knox, P. L., (1978), *The intra-urban ecology of primary medical care: patterns of accessibility and their policy implications*, Journal of Environment and Planning A, Vol. 10, pp: 415–435.
- Lang, J., (1987), *Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Lefebvre, H., (1991), *The Production of Space*, Blackwell, Oxford, London.
- Lennard, S. G., Lennard, H., (1993), *Urban Space Design and Social Life, companion to contemporary architectural*, Rutledge, London.
- Levine, J., (1998), *Rethinking accessibility and jobs–housing balance*, Journal of the American Planning Association, Vol. 64, No. 2, pp: 133–149.
- Lighthill, M. H., Whitham, G. B., (1955), *On kinematic waves II: a theory of traffic flow on long, crowded roads*, Processing's of The Royal Society of London, Series A, Vol. 229, pp: 317 - 345.
- Lynch, K., (1981), *Good City Form*, Cambridge, London.
- Mitcherlich, A., (1963), *Die Unwirtlichkeit Unserer Stadte; Anstiftung Zum Unfrieden*, Edition Suhrkampverlag, Frankfort.
- Moudon, A. V., Hess, P. M., Snyder, M. C., Stanilov, K., (1997), *Effects of Site Design on Pedestrian travel in Mixed-Use, Medium-Density Environments*, Journal of Transportation Research Record, pp: 48-55.
- Nagel, K., Barrett, C. L., Rickert, M., (1996), *Parallel traffic micro-simulation by cellular automata and application for large-scale transportation modeling*, unclassified report LA-UR-97-50, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM.
- Okazaki, S., Matsushita, S., (1993), *A Study of Simulation Model for Pedestrian Movement with Evacuation and Queuing*, International Conference on Engineering for Crowd Safety, pp: 271-280.
- Ortuzar, J., Martinez, F. J., Varela, F. J., (2000), *State preferences in modeling accessibility*, Journal of International Planning Studies, Vol. 5, No. 1, pp: 65–85.
- Pacione, M., (1989), *Access to urban services: the case of secondary schools in Glasgow*, Scottish Geographical Magazine, Vol. 105, No. 1, pp: 12–18.
- Schelhorn, T., O›Sullivan, D., Haklay, M., Goodwin, M., (1999), *Streets: an agent-based pedestrian model*, UCL, centre for advanced spatial analysis working paper series, No. 9.
- Talen, E., Anselin, L., (1998), *Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds*, Journal of Environment and Planning A, Vol. 30, pp: 595–613.
- Talen, E., (2002), *Pedestrian Access as a Measure of Urban Quality*, Journal of Planning Practice and

Archive of SID

www.SID.ir

Research, Vol. 17, No. 3, pp: 257–278.

- Therakomen, p., (2001), *Mouse. Class: The Experiments for Exploring Dynamic Behaviors in Urban Places*, a thesis presented to the graduate school in University of Washington.
- Whyte, W. H., (1980), *The Social life of Small Urban Spaces*, Washington D.C.
- Zegeer, C., Seiderman, C., Lagerway, P., Cynecki, M., Ronkin, M., Schneider, R., (2002), *Pedestrian Facilities Users Guide - Providing Safety and Mobility,* University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
- Zucker, P., (1970), *Town and Square: from the Agora to the Village Green*, the MIT Press, Massachusetts.

Archive of SID

www.SID.ir

Receive Date : 6/1/2011
Admission Date : 8/6/2011

Modeling and Analyzing Pedestrian Flow in Historical Fabrics with Social Dynamics and Revitalization (Case of Jolfa, Isfahan)

Farhang Mozaffar* **Sajed Rastbin****

Abstract

Reconstruction and revitalization of historical fabrics has long been the challenge for professions of urban conservation, planning, design, and architecture. In these fields, various theories have been proposed based on previous conditions and experiences. Failure to properly identify and analyze the urban historical fabric, lack of conducting and applying comparative studies, fail in understanding the specific characteristics of historical fabrics and lack of knowledge about the causes of historical fabrics recession could be named as a few of the major causes for most historical fabrics rehabilitation plans-and in a more comprehensive view, urban plans- to remain unfinished. Ignoring the social, cultural, identity and historical values set behind the face of historical fabrics as well as highlighting the administrators' museum-based perspective on historical fabrics has led to a mere physical definition of reconstruction and has caused many historical fabrics repair either remain in studies stage or fail to result in desired purposes, even after conducting. Continuous social life is one of the major features of a valuable historical fabric; a concept which has no place in our recent urban refurbish.

The viewpoint considered in this research on the historical fabric revitalization is a melange with the concepts in urban design and flow networks in historical fabric suffused with social dimensions. This research attempts to build a logic relationship between behavioral needs of the space users and the environment affordance in historical fabrics with a movement model which could motive the individuals to appear within the fabrics and restore vitality of urban districts and increase social interactions as well as increasing the social capital in urban places of historical fabrics and in this way, it could strengthen the sustainable social life which is fading due to the decline of environment qualities in historical fabrics. The ultimate goal in this research is to offer a model based on mathematics, formulating a strong defined network in relation with the main urban structure which could enhance the pedestrian flow according the region's tourism potentials and provide conditions for increasing social interactions. Achieving the research ultimate goal i.e. increasing social interactions has been targeted based on environmental qualities and affordance and applying the available potentials and in this regard, the space capacity and urban upgrading costs to conduct the model have been taken into consideration. The proposed model, due to the great size of the problem and high complexity of the time, has been solved by Meta-Heuristic (NSGA II) technique. The results of the model solving determines the proper movement paths in the studied region which helps to identify strategic and key points in the region by using the Multi criteria Decision Making (MCDM) technique.

Keywords: historical fabric revitalization, urban sociable place, social interaction, pedestrian flow, urban network, modeling, optimizing, Meta-Heuristic, Multi criteria Decision Making (MCDM), Jolfa, Isfahan.

* Assis. Prof. of Architecture, Faculty of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

** PhD Student in Conservation of Historic Buildings and Sites, Faculty of Conservation, Art University of Isfahan, Iran. rastbin. sajed@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir