Senseable City Lab :.:: Massachusetts Institute of Technology

This paper might be a pre-copy-editing or a post-print author-produced .pdf of an article accepted for publication. For the definitive publisher-authenticated version, please refer directly to publishing house's archive system

کُـدگشـــــایی شهـــــر

شهرسازی در عصر داده‌های کلان

تألیف

دیتمار آفن‌هوبر، کارلو راتی

برگردان

دکتر ناصر براتی، مانی ستارزاد فتحی، فردین حیدری

پیشگفتار **۷**

دیتمار آفن‌هوبر، کارلو راتی

● بخش اول: داده‌ها– منابع و جمع‌آوریِ اطلاعات

ضبطِ دیدگان جهان **۲۳**

فابین ژیراردین

هاب‌کَب؛ کشف مزایای خدمات تاکسیرانیِ مشترک **۳۴**

مایکل سِل و بندیکت غوُس

قابلیتِ دسترسی و میزانِ ربط داده‌ها: ارزیابی کاربرد اطلاعات شهریِ آنی در کشور سنگاپور **۴۶**

آنتونی وانکی

تعقیبِ ضایعات به‌منظور کاهش ضایعات **۵۹**

دیوید لی

تبادل مکالمات در شهر نیویورک: آشکارسازیِ ساز و کارهای شهری از طریق شبکهٔ مخابرات جهانی **۶۹**

فرانسیسکا ژُوهاس

●● بخش دوم: بازنمایی– مدل‌ها و تصویرپردازی

شهر به‌مثابه فضای عمومیِ دیجیتال– ملاحظاتی دربارهٔ طراحیِ پلتفرم‌های مربوط به داده‌های زندهٔ شهری **۹۱**

کریستیان کِلوهکِل

پرتره‌ها و کاریکاتورهای شهری **۱۰۸**

پدرو کروز، پِنوزال ماشادو

مدل‌های محاسباتیِ فعالیت‌های حرکتی: چشم‌اندازی از داده‌های تلفن همراه **۱۲۵**

فیلیپ هول، فیلیپو سیمینی، چامینگ سونگ و آلبرت لاسلو باراباشی

مشاهدهٔ شهر از طریق داده‌ها/مشاهدهٔ داده‌ها از طریق شهر ۱۴۳
کائیل گرِکو

●●● بخش سوم: مکان‌ها– پیامدهای طراحی

شبکه‌های محیطِ انسان‌ساخت ۱۶۵
آندِرس سِوسُوک

مسئلهٔ چندمرکزی بودن در شهرهایمان چگونه شکل می‌گیرد؟ ۱۸۲
مارکوس شِلپفر

شهر چه نوع مسئله‌ای است: چشم‌اندازهایی نوین در مورد ماهیت شهرها از دیدگاه تئوری سیستم‌های پیچیده .. ۱۹۰
لوئیز بِتِنکورت

رویکرد دیجیتال به مرزبندیِ منطقه‌ای ۲۰۴
اِستانیسلاو سوبالوسکی

پیشگفتار

دیتمار آفن‌هوبر، کارلو راتی
Dietmar Offenhuber, Carlo Ratti

چگونه بایستی این تناقض را توضیح داد که امروزه علی‌رغم رواجِ شهرنشینی- پس از چندین دهه همراه با شتاب دائمی- نشانی از حرفهٔ شهرسازی نیست و با این همه، این حرفه همچنان می‌کوشد تا یک *پیروزی*[1] قطعی را برای شهرها در مقیاس جهانی بنیان نهد. *رِم کولهاوس (۱۹۹۵)*

●

رِم کولهاوس[2] در سال ۱۹۹۵ [میلادی] در مقالهٔ خود تحت عنوان «*هر آنچه که برای شهرسازی پیش آمد*[3]»، شهرسازی را به‌عنوان رشته‌ای شکست‌خورده تشخیص داد. در پرتو شیوعِ لجام‌گسیختهٔ شهرنشینی در مقیاس جهانی، این حرفه در شکل‌دهی و یا حتی در اثرگذاری بر واقعیت‌های فیزیکی و اجتماعی و اقتصادیِ شهرها ناکام مانده است. در دههٔ ۱۹۹۰ [میلادی]، چالشِ اصلی تنها نحوهٔ مواجهه با کمّیت بود، اما امروزه در قرن بیست و یکم، این چالش شکل مبهم‌تری به خود گرفته است. پیرو گذشت بیش از پنجاه سال همراه با حاشیه‌نشینی و فرسایشِ مراکز شهری، شهرهای کشورهای توسعه‌یافته دو مسیر متفاوت را اتخاذ کرده‌اند: آن‌ها یا به بازیگرانِ پرقدرت و بی‌همتای اقتصادِ جهانی و یا به *شهرهایی منقبض*[4]- ناشی از تغییرات جمعیتی و یا *صنعت‌زدایی*[5]- بدل شده‌اند (Ryan, 2012). در همین اثناء، به دلیلِ نوظهور بودن اقتصاد کشورهای درحال‌توسعه، شهرنشینی با میزانی ضعیف دنبال می‌شود. با احتسابِ مقیاس جهانی، انتظار می‌رود تا در سال ۲۰۵۰ [میلادی]، ۶۷ درصد از جمعیت جهان شهرنشین شوند (United nations, 2012:2).

کشمکش همچنان برای رشتهٔ شهرسازی ادامه دارد. هر دو نمونه از مسیرهای یادشده، چالش‌هایی را در رابطه با مسائلی از قبیل تأمین زیرساخت، خانه‌سازی و توسعهٔ اجتماعی_ اقتصادی پیش می‌کشند. لیکن برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران و اقتصاددانان، دیگر تنها متخصصانی نیستند که می‌توانند به این چالش‌ها پاسخ دهند. بازیگرانِ جدیدی وارد صحنه می‌شوند

1.Triumph
2. Rem Koolhaas
3. Whatever Happened to Urbanism
۴. انقباض شهری (City Shrinkage) یا کاهش جمعیت شهری (Urban depopulation)، به فرآیندی نسبت داده می‌شود که در آن دسته از شهرهای متراکم، در اثر اشباع یا مهاجرت، درصد قابل توجهی از جمعیت خود را از دست می‌دهند و تقریباً خالی از سکنه می‌شوند [مترجمان].
5. Deindustrialization

و رویکردهای نوینی را مطرح می‌کنند. شاید بتوان گفت که برجسته‌ترین تحولات و پیشرفت‌ها، در حوزهٔ روش‌هایی رخ داده که شدیداً بر حجم عظیمی از داده‌ها وابسته می‌باشند. اصطلاح *داده‌های کلان*[۶]، به قابلیتِ دسترسی به مجموعهٔ حجیمی از داده‌های وابسته به ادوات رایانه‌ای اشاره دارد. این اطلاعات به‌وسیلهٔ *سیستم‌های فنی_اجتماعی*[۷] تولید می‌گردد و در آن انسان‌ها به میزان زیادی، به‌طور اختیاری و یا اجباری، درگیر می‌شوند؛ شبکه‌های تلفن همراه، سیستم کارت‌های اعتباری و یا شبکه‌های مربوط به رسانه‌های اجتماعی می‌توانند نمونه‌های بارزی از این سیستم‌ها به‌حساب آیند. بنابر ارتباطِ تنگاتنگی که میان «خروجی‌های دیجیتالِ» تولیدشده توسط این سیستم‌ها و زندگیِ روزمره ما وجود دارد، این خروجی‌ها به منابع باارزش و مقرون به‌صرفه‌ای برای مشاهدهٔ فرآیندها و تعاملات اجتماعی بدل می‌شوند. لذا روش‌های جدیدی برای بررسیِ این‌گونه از داده‌های حجیم که مشخصاً با مقاصد پژوهشی ایجاد نشده و سازمان نیافته‌اند، مورد نیاز می‌باشد.

افزایش قابلیتِ دسترسی به این‌چنین منابعی از داده‌های دیجیتال در ده سال پسین، باعث شده تا علوم اجتماعی به‌سوی کمّی‌گرایی سوق داده شود که اغلب از آن‌ها با عنوان علوم اجتماعیِ رایانه‌ای یاد می‌شود (Lazer *et al*., 2009). هم‌آمیزیِ روش‌های جدیدِ رایانه‌ای با مجموعه داده‌های کلان، پژوهشگران را قادر ساخته تا بتوانند به موضوعاتی همچون ادراکات و احساسات محیطی و یا ارتباطات اجتماعی که پیش‌تر محدود به روش‌های تحقیقِ کیفی بود، رسیدگی کنند. اخیراً جامعه‌شناسان، فیزیکدانان، ریاضیدانان و محققین علوم رایانه‌ای از [پدیدهٔ] شهر به‌عنوان مبحثی درخور مسائلِ متعدد و جذابِ پژوهشی یادکرده‌اند و امروزه، علوم اجتماعیِ رایانه‌ای باعث شده تا این اشخاص با یکدیگر هماهنگ و متحد شوند. بخصوص، عرصهٔ در حال ظهورِ *علم شبکه*[۸]- [علم] مطالعهٔ شبکه‌های پیچیده- سهم قابل‌توجهی را در ادبیات پژوهشیِ شهری احراز کرده است (Börner, Sanyal, and Vespignani 2007). رسالتِ علم شبکه را می‌توان در تغییرِ موضع از یک چشم‌انداز فضاییِ صرف از داده‌های شهری به یک دیدگاه توپولوژیک خلاصه نمود[۹]؛ این دیدگاه بر مقیاس‌های مختلفی از روابط و تعاملات میان مردم و مکان‌ها و نهادها تمرکز می‌کند. لذا، علم شبکه سبب تحقق ایده‌هایی می‌شود که اشخاصی همچون *مانوئل کَستلز*[۱۰] در ادبیات شهری مطرح کرده‌اند (Castells, 1996). علم شبکه بر آن است

---

7. Big data

۹. سیستم‌های فنی_ اجتماعی (Sociotechnical systems)، رویکردی‌هایی پیچیده در روند توسعهٔ سازمانی به‌حساب می‌آیند که هدفشان شناساییِ نحوهٔ تعامل انسان و فن‌آوری است. این موارد، تعامل میان زیرساخت‌های پیچیدهٔ اجتماعی و رفتار انسان را نیز شامل می‌شود [مترجمان].

۱۱. علم شبکه (Network science)، به بررسی شبکه‌های پیچیده همانند شبکه‌های مخابراتی، رایانه‌ای، اجتماعی و غیره می‌پردازد [مترجمان].

[۹] در نگاه توپولوژیک، به آن دسته از خواصی تکیه می‌شود که بر اثر تبدیلات پیوستهٔ اجزاء فضا، دستخوش تغییر نمی‌شوند [مترجمان].

۱۲. مانوئل کستلز (Manuel Castells) جامعه‌شناس اسپانیایی است که ارتباطات رسانه‌ای و جهانی شدن را بررسی نموده است [مترجمان].

تا با خلاصه کردن کلیت شهرها در شبکه‌های متضمن روابط اجتماعی و فضایی، کمک کند تا مشترکات ساختاریِ تسهیم‌شده توسط تمامیِ سیستم‌های شهری مورد مکاشفه قرار گیرد؛ همچنین از این طریق پژوهشگران را قادر سازد تا بتوانند نحوهٔ تکامل و رشد شهرها را در طول زمان توصیف کرده و پیش‌بینی نمایند (Batty, 2013). *گرایش انفورماتیک شهری*[11] در علوم مهندسی، می‌کوشد تا ریتم و آهنگ شهرها را از طریق شبکه‌هایی از حسگرها تنظیم نماید[12] (Foth, 2009). در این روند، فن‌آوری‌هایی مانند *جی‌پی‌اِس (سیستم موقعیت‌یاب جهانی)*[13] با ادوات دیجیتالی روزمره (به‌مانند تلفن‌های همراه) ادغام می‌شوند و بدین منوال، امکان بازنماییِ شرایط شهری را به‌صورت *آنی*[14] ممکن می‌سازند. نظریه-پردازانِ سیستمی و شرکت‌هایی همچون *آی‌بی‌ام* و *زیمنس* و یا *سیسکو*[15]، باعث می‌شوند تا ابعاد علمی و مهندسی شهرهای هوشمند توسعه یابد. رویکرد شهر هوشمند، بهبود مدیریت شهرها را از طریق وفق‌پذیرتر نمودنِ زیرساخت‌های آن وعده می‌دهد- زیرساخت‌هایی که قادر باشند تا اطلاعاتی را دربارهٔ وضعیت خود را جمع‌آوری نموده و سپس خود را بر اساس وضعیتِ سیستم کل (شهر) سازماندهی کند. امروزه نقش شهروندان در اداره و مدیریت شهرها به‌طرز عمده‌ای تغییر کرده است. پیدایش رسانه‌های اجتماعی باعث شد تا انواع نوینی از مشارکت و فعالیت‌های اجتماعی پدیدار شود. با گذار از سبک‌های سنتیِ مشارکت در پروژه‌های برنامه‌ریزی، شهروندان به‌طور داوطلبانه نقش‌های پیچیده‌ای را در انجام نظارت و مدیریت و ادارهٔ شهر و زیرساخت‌های آن تقبل می‌کنند- پدیده‌ای که *اریک پائولُس*[16] از آن به‌عنوان ظهور «*تازه‌کارِ حرفه‌ای*[17]» نام می‌برد (Kuznetsov and Paulos, 2010).

در پرتو این پیشرفت‌ها، ما بر این باوریم که وضعیت برنامه‌ریزی شهری بایستی از نو مورد بازنگری واقع شود و ضمن احتراز از گرفتار شدن به «*غرور داده‌های کلان*»[18] (Lazer, 2014)، چگونگی نیل رویکردهای مذکور به درک جدیدی

---

13. The field of urban informatics

۱۴. در این شبکه‌ها سعی می‌شود تا از طریق جاسازیِ گروهی از حسگرهای بی‌سیم در محیط‌های شهری، ویژگی‌های فیزیکیِ محیط در ابعاد فضایی تحت مشاهده قرار گرفته و ثبت شود؛ این ادوات، داده‌های به‌دست آمده را در یک موقعیت مرکزی جمع‌آوری و سپس سازماندهی

15. Global Positioning System (GPS)

۱۶. در این مجلد، صفتِ "آنی" (Real-time) منسوب به اطلاعاتی است که در حین استفاده از ادوات و یا نرم‌افزارهای ردیابی و مسیریابی، بصورت لحظه‌ای دریافت و تجربه می‌شوند. البته در بخش‌های بعدی ما با صفت "زنده" (Live) نیز مواجه می‌شویم. تفاوت این دو در این است که صفتِ "زنده" تمامیِ اطلاعات و موارد لحظه‌ای را در بر می‌گیرد و فقط مختص ادواتِ ردیابی و یا مسیریابی نیست؛ در واقع، این صفت می‌تواند برای تمامیِ ادوات دیجیتالی مورد استفاده قرار گیرد [مترجمان].

19. IBM (International Business Machines Corporation), Siemens, Cisco

20. Eric Paulos

21. Expert amateur

22 برابر انگلیسیِ این اصطلاح Big Data Hubris است. این اصطلاح به ما یادآوری می‌کند که داده‌های کلان و تمامی موارد مربوط به آن‌ها، بایستی نه به‌عنوان جایگزین، بلکه مکمل مواد و روش‌های قدیمی و سنتیِ تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شود [مترجمان].

از شهر نیز مورد کاوش قرار گیرد. اگرچه رویکردهای مطرح‌شده نسبتاً نوپا هستند، ولی بدون سابقه و عقبه نیز نیستند. تاریخِ برنامه‌ریزی شهری، الگوهای مبتکرانهٔ بسیاری را به خود دیده است که توسط فن‌آوری‌های نوین ابداع شده‌اند.

در دههٔ ۱۹۶۰ [میلادی]، *سایبرنتیک*[۱۹] به‌عنوان علم سیستم‌های بازخوردی و پویا، شروع به اثرگذاری بر عرصهٔ شهرسازی کرده بود و نتایج خوب و یا بدِ ماندگاری را به همراه می‌آورد. از نقطه‌نظر مثبت، مدل‌های سایبرنتیک چشم‌انداز نوینی را برای وارسیِ سیستم‌های شهری به ارمغان آوردند. علم سایبرنتیک، به‌واسطهٔ تمرکزش بر پویایی و بازخورد و همین‌طور فرآیندهای نظام‌مند، سبب بروز سبک نگرشِ جدیدی نسبت به مسائلِ موقتی و بی‌دوام شد؛ همچنین این علم، به طرق گوناگون با تئوری برنامه‌ریزی متأخرِ مدرن و پهنه‌بندیِ عملکردی محض ناشی از آن نیز در تضاد بود. با این حال، مدل‌های سایبرنتیک، شکست‌های فاجعه‌باری را متحمل شده‌اند؛ یک نمونه از این موارد، بازطراحی سیستم اعلام و اطفاء حریق شهر نیویورک در دههٔ ۱۹۷۰ [میلادی] توسط *کمپانی رَند*[۲۰] بود؛ پروژه‌ای که مرتکب کوتاهی در ارائهٔ امکانات و خدمات به محلات فقیرنشین و لذا رخداد آتش‌سوزی وسیع و نارضایتی اجتماعی شد (Flood, 2010). شاید بتوان ناسازگاری میان «پیچیدگی مسئله» و «ناکارآمدی روش‌ها» در اقدامات سایبرنتیک را در تجربهٔ جاه‌طلبانهٔ *پروژهٔ سایبرسین*[۲۱] که برای کنترل اقتصادِ ملیِ کشور شیلی در دوران ریاست جمهوری *آلِنده*[۲۲] طراحی شده بود، مشاهده نمود (Pickering, 2010: 258).

جدای از شکستِ کاملاً واضحِ علم سایبرنتیک در ثبت و ضبط ابعاد اجتماعی_ سیاسیِ سیستم‌های شهری، می‌توان این علم را از دیدگاه متفاوت دیگری نیز به چالش کشید: این علم خود را وقف تئوریِ طراحیِ خوب نمی‌کند. این علم مناسب شبیه‌سازیِ سیستم‌های سازگار و پویا و پیچیده است، اما رهنمودهای آینده‌نگرانهٔ اندکی را ارائه می‌دهد. بنابر پیشنهادِ *آندره پیکرینگ*[۲۳]، علم سایبرنتیک بیش از اینکه *بازنماینده*[۲۴] باشد، *اجرایی*[۲۵] است: این علم در یک *جعبه‌سیاهِ*[۲۶] سازگار با شرایط فعلی عمل می‌کند، اما چشم‌اندازی از وضعیت کنونی یا مطلوب جهان ارائه نمی‌دهد (همان: ۱۹). با این وجود، ایدهٔ بکار بستن داده‌ها در جهت مکاشفهٔ قلمروهای نوینِ برنامه‌ریزی و طراحی شهری، دارای پیشینهٔ گسترده‌ای

---

۲۳. سایبرنتیک (Cybernetics) یک رویکرد میان رشته‌ای برای بررسیِ ساختار و محدودیت و امکانات سیستم‌های تنظیم‌گر است [مترجمان].

24. RAND Corporation
25. Project Cybersyn
26. Salvador Allende
27. Andrew Pickering
28. Representational
29. Performative

۳۰. مقصود همانا یک سیستم و یا وسیله‌ای پیچیده است که عملکرد درونیِ آن پنهان بوده و یا به آسانی قابل درک نمی‌باشد [مترجمان].

است که می‌تواند در نقشه‌کشی‌های بسیار وسواسانهٔ *جام‌باتیستا نولی*[۲۷] از شهر رم در سدهٔ هجدهم [میلادی] و یا *ایلدِفونس سِردا*[۲۸] در بارسلونا دنبال شود. در کتاب *علوم مصنوع*[۲۹]، *هربرت سیمون*[۳۰] به دنبال دستیابی به یک علم طراحیِ بسیار دقیق است که بتواند همچون «بدنه‌ای از یک مکتب فکریِ مستحکم و تحلیلی و تا حدی رسمی و شدنی و کمابیش تجربی و تعلیم پذیر برای فرآیند طراحی باشد» (Simon, 1996: 113). چنین علمی از طراحی، دو وظیفه را بر عهده می‌گیرد: مورد نخست ارزیابیِ عملکرد یک طرح مورد نظر است و مورد دوم نیز شناساییِ چیستیِ سناریوهای جایگزین. نقش حرفهٔ طراحی، احیای رابطهٔ میان «*جهان درونیِ*»[۳۱] اجسام فیزیکی و «*جهان بیرونیِ*»[۳۲] متعلق به اهداف و عملکرد آن‌ها می‌باشد. «دغدغهٔ علوم طبیعی، چگونگیِ پدیده‌ها است [...] و از سویی دیگر، اینکه پدیده‌ها چگونه بایستی باشند نیز دغدغهٔ [علم] طراحی است» (Simon, 1996: 114).

معرفی کتاب

این مجلد دربارهٔ نحوهٔ بهره‌مندی از مدل‌هایی است که برای درک و پیشرفت شهرها می‌توانند به کار گرفته شوند. گرچه داده‌های کلان می‌توانند سطح درک ما را از سیستم‌های شهری بهبود بخشند، اما متأسفانه تاکنون کوشش‌های چشمگیری برای بررسی پیامدهای طراحانهٔ آن‌ها صورت نگرفته است. این مجلد، مطالعه‌ای مقطعی از یک برنامهٔ تحقیقاتی است که در آزمایشگاه SENSEable City واقع در *موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست*[۳۳] انجام شده است. این آزمایشگاه به‌عنوان یک موسسهٔ میان‌رشته‌ای واقع در دپارتمان برنامه‌ریزی و مطالعات شهری، بر آن است تا نحوهٔ سودمندیِ *فن‌آوری‌های لحظه-پرداز*[۳۴] را در نیل به فهم بهتری از شهرها مورد بررسی قرار دهد و امکاناتی که این فن‌آوری‌ها برای ترقی و بهبود وضعیت شهرهایمان به ارمغان می‌آورند را معلوم کند. این مجلد، حاویِ مجموعه‌ای از اقداماتِ پژوهشگران سابق و کنونی و همین‌طور دائمیِ آزمایشگاه مذکور است. تخصصِ این افراد، طیف گسترده‌ای از علومِ مختلف از قبیل معماری، برنامه-ریزی شهری، جامعه‌شناسی، علوم سیاسی، ریاضیات، علوم رایانه‌ای، فیزیک و طراحی بصری را در برمی‌گیرد.

31. Giambattista Nolli
32. Ildefons Cerdà
33. The Sciences of the Artificial
34. Herbert Simon
35. Inner world
36. Outer world
37. Massachusetts Institute of Technology
[34] Real-time technologies

محتویات این مجلد، به نحوهٔ تولید، *بازنمایی*[۳۵]، تحلیل و در نهایت *میزان ربط*[۳۶] داده‌های شهری در برنامه‌ریزی و طراحی شهری می‌پردازد. بدین منظور، این مجلد در سه بخش ساختاربندی شده است. بخش اول با تمرکز بر مطالعات موردی، می‌کوشد تا بر سرِ منشأ داده‌های شهری و نحوهٔ تولید و جمع‌آوری و همچنین شکاف‌ها و کاستی‌های ذاتی و درونی آن‌ها به مباحثه بپردازد. سپس بخش دوم، به مسائل مربوط به مسئلهٔ بازنمایی، چه به‌صورت مدل‌های بصری و چه ریاضی، متمرکز می‌شود؛ و سرانجام، بخش سوم نیز به جنبه‌های عملیِ اقدامات طراحی شهری رسیدگی می‌کند.

در آغاز این مجلد، *فابین ژیراردین*[۳۷] دربارهٔ مفهوم *ردپای دیجیتال*[۳۸] توضیح می‌دهد؛ این ردپاها در واقع داده‌هایی هستند که به‌هنگام بهره‌مندی مردم از خدمات دیجیتالی برجای می‌مانند. وی این ردپاها را به دو گونه تفکیک می‌کند؛ گونهٔ اول را *ردپاهای منفعل*[۳۹] می‌نامد که بدون اطلاع کاربران تولید می‌شوند و گونهٔ دوم را *ردپاهای فعال*[۴۰] می‌خواند که به‌طور عمدی تولید شده و به اشتراک گذاشته می‌شوند. او نشان می‌دهد که داده‌هایی که کاربران به‌هنگام استفاده از وب‌سایت‌های مختصِ به اشتراک‌گذاری تصاویر تولید می‌کنند، چگونه می‌توانند به‌منظور بررسیِ رفتار مربوط به سفرِ گردشگران مورد استفاده قرار گیرند. ازآنجایی‌که تعداد روزافزونی از تصاویر به‌صورت داوطلبانه به این وب‌سایت‌ها بارگذاری می‌شوند و حاوی *برچسب‌های جغرافیاییِ*[۴۱] قابل شناسایی و روشنی هستند، لذا وب‌سایت‌های به اشتراک‌گذاریِ تصاویر سبب می‌شوند تا نحوهٔ انجام سفرِ گروه‌های متفاوتِ مردمی و همین‌طور ارزش‌ها و علایق راهبر آن‌ها معلوم شود. *مایکل سِل*[۴۲] و *بندیکت غوُس*[۴۳] تلاش می‌کنند تا نشان دهند که مجموعه داده‌های عمومیِ جمع‌آوری‌شده به‌منظور پاسخ‌دهی به مسائل شهری، چه فرصت‌ها و امکاناتی را می‌توانند به همراه بیاورند. این دو نفر به مدت یک سال، درگیر کار بر روی مجموعه‌ای از داده‌های به‌دست آمده از ۱۷۰ میلیون سفرِ تاکسیِ انجام‌شده در شهر نیویورک بودند– اطلاعات مربوط به این سفرها، از طریق *قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات*[۴۴] و از فرمانداری شهر نیویورک درخواست شده بود. این تلاش سبب شد تا با شناسایی موارد منسوخِ موجود در سیستم، نویسندگانش گزینه‌ای پیشنهادی

38. Representation

[۳۶] در این مجلد اصطلاح "میزان ربطِ داده‌ها" (Data relevance)، به درصدِ انطباق و تناسب داده‌های شهری با نیازهای مردم اشاره می‌کند؛ این کیفیت موجب افزایش اتکاپذیری و سندیت داده‌ها می‌شود [مترجمان].

39. Fabien Girardin
40. Digital footprint
41. Passive footprints
42. Active footprints
43. Geotags
44. Michael Szell
45. Benedikt Groß
46. Freedom of Information Act

به نام سیستم تاکسیرانیِ مشترک را ابداع کنند. در بطنِ سومین اظهارات این مجلد، *تونی وانکی*[۴۵] به بررسی اعتمادِ گاهاً مبهمِ مردم به داده‌های شهری می‌پردازد. در حال حاضر، کوشش‌های انگشت‌شماری برای سنجشِ میزانِ ربط داده‌های شهریِ آنی انجام شده است: بدین معنا که این داده‌ها چه تأثیری بر تعامل انسان با زیرساخت‌های شهری می‌گذارند. در مورد کشور سنگاپور، وانکی چندین معیار را به شکل چند پرسش برمی‌شمارد: چه استقبال و استفاده‌ای از داده‌های شهری آنی می‌شود و این اطلاعات چگونه بر تصمیماتِ فضاییِ شهروندان در مقیاس فردی اثر می‌گذارند؟

دیوید لی[۴۶] تلاش می‌کند تا در مورد *حسگرپردازی مشارکتی*[۴۷] به‌عنوان روشی مقرون به صرفه برای جمع‌آوری داده‌ها به مباحثه بپردازد؛ روشی که در آن افراد داوطلب با استفاده از فن‌آوری‌های مبتنی بر مکان، به‌صورت فعالانه در [روند] جمع‌آوری داده‌های مورد نظر مشارکت می‌کنند (Burke *et al.*, 2006). به‌عنوان نمونه، لی با استفاده از طرح *تعقیبِ زباله*[۴۸] می‌کوشد تا نشان دهد که تجربهٔ مشارکت و مساعدت در چنین پروژه‌ای، چگونه باعثِ تغییر رفتار و تصورات مشارکت‌کنندگانش می‌شود؛ اینکه آیا همکاری [عمومی] در وارسی سرنوشت زباله‌ها می‌تواند نگرش مشارکت‌کنندگان را نسبت به مدیریت و بازیافت ضایعات تغییر دهد یا نه. نهایتاً، *فرانسیسکا رُوهاس*[۴۹] تلاش می‌کند تا نقشهٔ جغرافیای فرهنگیِ شهر نیویورک را بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از طریق تلفن‌های همراه ترسیم نماید که در آن مجموعه داده‌های جمع‌آوری‌شده از نقطه‌نظر اعتبار و کیفیت با اطلاعاتِ رسمی و موثقِ سرشماری مورد مقایسه قرار می‌گیرند. وی در [روندِ] تجزیه و تحلیل داده‌های مخابراتی، ضمن اینکه می‌کوشد تا فعالیت‌های جهانیِ مراکز اقتصادیِ شهر نیویورک را در قالبی از نقشه به تصویر بکشد، حقایقِ مربوط به آن دسته از مهاجران دائمی (اسکان‌یافته) و کارگران مهاجری (دارای مقاصد مقطعی) که ارتباطشان با ممالک مادری‌شان به‌طور دائم حفظ شده است را نیز نشان می‌دهد.

بخش دومِ این مجلد به *تصویرپردازی*[۵۰] و مدل‌سازی اختصاص یافته است. این بخش با بیاناتِ *کریستیان کِلوهکِل*[۵۱] آغاز می‌شود. وی می‌کوشد تا روند توسعهٔ *پلتفرم*[۵۲] مربوط به داده‌های شهری آنی را در کشور سنگاپور کنکاش نماید؛ پلتفرمی

47. Tony Vanky
49. David Lee

۵۰. حسگرپردازی مشارکتی (Participatory sensing) روش همکارانه‌ای است که در آن به موجب فعالیت دیجیتالی افراد، حجم وسیعی از اطلاعات تولید می‌شود و بدین منوال بدنه‌ای از دانش شکل می‌گیرد [مترجمان].

51. Trash Track project
52. Francisca Rojas
53. Visualization
54. Kristian Kloeckl

[۵۲] به طور کلی در علم فن‌آوری اطلاعات، یک پلتفرم (Platform) نرم‌افزار یا سخت‌افزاری است که از یک برنامهٔ کاربردی پشتیبانی می‌کند. برای مثال نرم‌افزار اینستاگرام، ویندوز، و اکثر برنامه‌های کاربردی یک پلتفرم محسوب می‌شود [مترجمان].

که موجب گردد تا فرآیندهای جمع‌آوری و ترکیب و توزیع جریان‌های مختلف مربوط به داده‌های مستخرج از شبکه‌های شهریِ این کشور تسهیل شود. این «*پیش‌نمایش‌های شهری*»[۵۳]، با ارائهٔ نمونه‌هایی حقیقی نشان می‌دهند که بازنمایی‌های تصویری و پُرمفهوم داده‌ها می‌توانند فرصت‌هایی را برای تمامیِ ذینفعان در حوزه‌های مختلف به‌منظور تسهیل گفتمان متقابل دربارهٔ مسائل شهری فراهم کنند. دو تن از متخصصانِ تصویرپردازی، *پدرو کروز و پنوزال ماشادو*[۵۴] در مقاله‌شان نظراتی را دربارهٔ استعاره‌ها و رویکردهای فیگوراتیوِ قابل‌استفاده در امر تصویرپردازیِ داده‌های شهری ارائه می‌دهند. آن‌ها بر روی مسئله‌ای تمرکز می‌کنند که امر تصویرپردازیِ *جغرافیایی_فضایی*[۵۵] را دشوار می‌کند- ماهیت فضایی و حقیقیِ سیستم‌های شهری و طبیعتِ خشک و انتزاعی داده‌هایی که بایستی بازنمایی شوند. آن‌ها رابطهٔ بین خواصِ *داده‌های اصلی*[۵۶] و راهبردهای بازنمایی را مورد بررسی قرار می‌دهند و در امرِ تصویرپردازی، میان تصویرِ نزدیک به واقعیتِ اطلاعات و تصویرِ مبالغه‌آمیز و غیرحقیقیِ آن تمایز قائل می‌شوند. برخی از متخصصان شبکه از قبیل *فیلیپ هول*[۵۷]، *فیلیپو سیمینی*[۵۸]، *چامینگ سونگ*[۵۹] و *آلبرت لاسلو باراباشی*[۶۰] تلاش می‌کنند تا نحوهٔ مشاهده و شکل‌دهی و پیش‌بینیِ رفتارهای حرکتی انسان را بر اساس مجموعه داده‌های مخابراتی مورد بررسی قرار دهند. این‌گونه از داده‌های عرضه‌شده توسط اپراتورهای تلفن همراه، اطلاعات مجازیِ فراوانی را از بُعدِ فضاییِ حرکت و جابجایی مشترکینِ تلفن‌های همراه در خود دارند و لذا امکان پاسخ‌دهی به برخی از سؤالات، از قبیل اینکه ما در روال روزمرهٔ خود چگونه و تا چه حد می‌توانیم مورد پیش‌بینی واقع شویم؟ را فراهم می‌کنند. آن‌ها در حین انجام تجزیه و تحلیل مبتنی بر [علم] ریاضیات، متوجه وجود نظمی شگفت-انگیز در نحوهٔ سفر مردم شدند و همین امر موجب شد تا بتوانند یک مدلِ ریاضی برای توصیف رفتارهای حرکتیِ انسان ابداع کنند. از سویی دیگر، *کائیل گرکو*[۶۱] به‌واسطهٔ مطالعهٔ فعالیت‌های حرکتیِ شهر ریاض در عربستان سعودی، راهبرد-هایی را برای بازنماییِ داده‌های شهریِ ارائه می‌کند. وی تلاش می‌کند تا با استفاده از دو رویکرد مرتبط اما متضاد، به پیچیدگی و ظرافتِ داده‌های شهری دست یابد: رویکرد اول، توسعهٔ روش‌هایی جدید برای مشاهدهٔ شهر از طریق داده‌های

---

55. Urban demos
56. Pedro Cruz and Penousal Machado

۵۷. اصطلاح جغرافیایی_ فضایی (Geospatial) صفتی است که به‌منظور اشاره به داده‌ها و اطلاعات جغرافیایی_ فضایی استفاده می‌شود [مترجمان].

[۵۶] نهایی‌ترین داده‌هایی که به هنگام اتمام روند تجزیه و تحلیل باقی می‌مانند و مستقیماً نتایج را نشان می‌دهند، داده‌های اصلی یا اساسی (Underlying data) نامیده می‌شوند [مترجمان].

59. Philipp Hövel
60. Filippo Simini
61. Chaoming Song
62. Albert-László Barabási
63. Kael Greco

فضایی و رویکرد دوم نیز بهره‌مندی از ساختار و ترکیب‌بندیِ شهر به‌منظور تدارک دیدن راه‌هایی نوین برای مشاهده و درک داده‌های اجتماعی می‌باشد.

بخش سوم این مجلد با بیانات یک برنامه‌ریز شهری به نام *آندرِس سِوسُوک*[۶۲] آغاز می‌شود؛ وی در امر طراحی شهری، میان کارکرد یک نقشه همچون ابزاری سنتی برای بازنمایی تصویرگونهٔ یک شهر، و بازنمایی شبکه مانندِ شهر و روابطش تمایز قائل می‌شود. سِوسُوک به‌عنوان یکی از پیش‌قراولان رشتهٔ در حال ظهور *مطالعاتِ پیکربندی*[۶۳]، در تلاش است تا نشان دهد که *سنجه‌های ساختاریِ شبکهٔ دسترسی شهری*[۶۴] از قبیل *«میان‌بودگی»*[۶۵] و *«حصول»*[۶۶]، چگونه سبب پیدایشِ شیوه‌هایی پرکاربرد برای تشریح جذابیت و کیفیت مکانیِ سیستم‌های شهری می‌شوند. *مارکوس شِلپفر*[۶۷] در حوزهٔ *مطالعات مقیاس‌بندی*[۶۸]، مسئلهٔ *چند مرکزگراییِ*[۶۹] ساختار شهر را در ارتباط با رفتار مبتنی بر سفرِ گردشگران و ساکنین شهر مورد اشاره قرار می‌دهد. شِلپفر با استفاده از مجموعه داده‌های مخابراتی، ریتم‌های زمانیِ صدها هزار نفر را در کشور سنگاپور و شهرهایی از قبیلِ لیسبون و بوستون بررسی می‌کند. *لوئیز بتِنکورت*[۷۰]، فیزیکدانِ پیشگام در عرصهٔ رو به ظهور مطالعاتِ مقیاس‌بندی، روش‌های کثیری را تشریح می‌نماید که در آن‌ها مقیاس کلیِ سیستم شهری می‌تواند طیف وسیعی از کیفیات و شاخص‌های شهری مانند میانگینِ تعداد برخوردها و تعاملات شخصی، سرانهٔ بازدهی و نوآوری اقتصادی و حتی شیوع جرایم را در محیط‌های شهری تعیین کند. نظریهٔ ریاضی‌گونهٔ شِلپفر نشان می‌دهد که شهرها چگونه به‌واسطهٔ رشد خود دچار تغییر می‌شوند و این تغییرات چطور بر زندگی شهروندان تأثیر می‌گذارد. نهایتاً *اِستانیسلاو سوبالوسکی*[۷۱]، پخشایش و پراکندگیِ ارتباطات دیجیتالی را برای نیل به تعریف بهتری از مناطق شهری و مرزهای آن‌ها مورد استفاده قرار می‌دهد. وی با توجه به کشورهایی مانند بریتانیا و فرانسه و بلژیک، نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با استفاده از

---

64. Andres Sevtsuk
65. Configurational studies
۶۶. مقصود از این عبارت همانا "سنجه‌های محوریت و کارآمدیِ شبکهٔ دسترسیِ شهری" (Urban network centrality measures) است. معیارهای سنجش کارآمدیِ یک شبکه عبارت است از روش‌های ریاضی‌گونه‌ای که اهمیت هر نقطه و گره را در یک گراف تعیین می‌کنند. سنجه‌های کارآمدی، بر کارآمدیِ هر گراف در ارتباط با دیگر گراف‌ها متمرکزند؛ در مطالعات شهری، از نقطه و یا گره به‌عنوان عناصر نقطه‌ایِ شهری و از کلیتِ گراف نیز به‌عنوان شبکهٔ دسترسی یاد می‌شود. برخی از این سنجه‌ها عبارتند از "حصول"(Reach)؛ " گرانش" (Gravity)؛ "میان‌بودگی" (Betweenness)؛ "نزدیکی" (Closeness)؛ "سر راستی" (Straightness) [مترجمان].
65 Betweenness
66 Reach
69. Markus Schläpfer's
70. Scaling studies
69 Polycentrism
71. Luís Bettencourt
73. Stanislav Sobolevsky

داده‌های تلفن همراه، *فضای جریان‌ها*[۷۴]- مطرح‌شده توسط مانوئل کاستلز (Castells, 1996)- را در فضای جغرافیایی نقشه‌نگاری نمود.

حال سؤال این است که این روش‌ها چگونه منجر به بروز گونه‌های جدیدی از ممارست‌های طراحی برای شهرها می‌شوند؟ رِم کولهاوس، پاسخ به این پرسش را این‌گونه جمع‌بندی می‌کند: «اگر جور جدیدی از شهرسازی رو به ظهور باشد، [آن] مبتنی بر ایجاد نظم و قدرتِ مطلق نخواهد بود؛ بلکه عرصه‌ای را برای بروز عدمِ قطعیت فراهم خواهد کرد؛ و دغدغهٔ آن، آرایش و چینش عناصر شهری بر اساس درجهٔ ثبات و دوام نخواهد بود و تنها به تعالیِ قلمروهای شهری از طریق تزریق پتانسیل‌های لازمه خواهد پرداخت؛ [...] و دیگر، دل مشغولیِ این فرآیند، شهرها نخواهد بود، بلکه تنها با دست‌کاریِ ماهرانهٔ زیرساخت‌ها، بستری را برای تقویت و تنوع و ایجاد مسیرهای میانبر و همچنین توزیع مجدد فراهم خواهد کرد- [در واقع همان] بازسازی مجدد فضای روانی» (Koolhaas, 1995: 31).

مدل‌های رایانه‌ایِ برآمده از داده‌ها، روش‌های قدرتمندی برای تشخیص بلاتکلیفی‌ها، تعالی پتانسیل‌ها و ضبط و ثبت کیفیت‌های ذهنی و نامحسوسِ وابسته به فضای روانی محسوب می‌شوند. داده‌ها ما را قادر می‌سازند تا بتوانیم در میزانِ بی‌سابقه‌ای از جزئیات، طبیعت بسیار پویا و زندگی اجتماعی و شبکه‌های زیرساختی شهرها را مدل‌سازی کنیم.

حریم خصوصی و نظارت

> تو نیز به‌مانند دیگران بر این باوری که تشکیلاتِ ما سال‌هاست در حال آماده‌سازیِ بزرگ‌ترین پایگاه اسنادی است که تا به حال دیده شده است، مجموعه‌ای که در نهایت، هر چیز دربارهٔ هر فرد و حیوان و شیء را جمع‌آوری و فهرست خواهد کرد. *ایتالو کالوینو*[۷۵] *(۱۹۹۵)*

●

مسئلهٔ حفظ حریم خصوصی و نظارت دیجیتالی، همچنان به‌مثابه یک دغدغهٔ اصلی و اساسی مطرح می‌باشد که به‌گونه‌ای تنگاتنگ با ماهیت فنیِ سیستم‌های دیجیتالی نیز در ارتباط است. بیشتر معضلاتِ مربوط به حریم خصوصی، به‌تبع پیامدهای

۷۴. فضای جریان‌ها (Space of flows) یک انتزاعِ فرهنگی از مفهوم فضا و زمان و تعامل پویای آن دو با جامعهٔ عصر دیجیتال است [مترجمان].
75. Italo Calvino

ناخواستهٔ ناشی از این ماهیت‌های فنی به وجود می‌آید. در سال ۲۰۱۰ [میلادی]، معلوم شد که دو مورد از بنام‌ترین سیستم عامل‌های تلفن همراهِ توسعه‌یافته توسط کمپانیِ اپل و گوگل، مشغول جمع‌آوری و ذخیره‌سازیِ اطلاعات مربوط به مکان و موقعیت کاربرانشان هستند. هدف آن‌ها ایجاد نظارت و یا بازاریابیِ هدفمند نبود: هر دوی این سیستم عامل‌ها فقط به دنبال پیش‌بینی مکان کاربرانشان بودند و بدین منظور، در ابتدا به‌شدت بر اطلاعاتِ مربوط به موقعیت تجهیزات وای فای شناسایی‌شده و برج‌های مخابراتی تکیه داشتند. سپس به دلیل تغییرِ مکررِ موقعیت و دشوار بودن تشخیص محل تجهیزاتِ وای فای خصوصی (شناسایی نشده)، دست اندرکارانِ هر دو سیستم عامل تصمیم گرفتند تا تحت شرایط مخفی به تلفن همراهِ تک‌تک کاربرانشان نفوذ کنند و سپس اطلاعات مورد نظرشان را به‌طور خودکار از طریق وای فای‌های خصوصیِ شناسایی شده توسط هر یک از تلفن‌های همراه گردآوری کرده و به صورت نقشه ذخیره نماید. نگرانی‌های مربوط به حفظ حریم خصوصی، نه از کلیت این هدف بلکه از عواقب و تبعات آن نشأت گرفت- در واقع معضل کلی، ابراز عدم رضایت نسبت به وجود یک پایگاه داده‌ای گسترده و پویا بود که می‌توانست اطلاعاتی دقیق از رفتار خصوصی هر کاربر را در بر گیرد.

در نخستین روزهای پیدایش رسانه‌های دیجیتال، حفظِ حریم خصوصی به‌طور عمده‌ای در زمینهٔ تولید داده‌ها مورد بحث قرار گرفت- چه کسی مجاز به جمع‌آوری اطلاعات است و چه کسی بایستی اجازهٔ دسترسی به آن‌ها را داشته باشد؟ در دههٔ اخیر، این موضوع به‌سوی بحث در مورد «نحوهٔ کنترل» تغییر جهت داده است. بدین معنا که یک کاربر بایستی بتواند مالک و کنترل‌کنندهٔ اطلاعات مربوط به زندگی‌اش باشد و یا حتی بتواند تا این اطلاعات را در ازای پول یا خدمات مبادله کند. به بیانی ساده، می‌توان این‌گونه از نحوهٔ کنترل را به‌واسطهٔ مکانیسم *رضایت و عدم‌رضایت*[۷۴] محقق نمود. همچنین انجام پژوهش دربارهٔ اثرات و ردپاهای دیجیتالی برجای مانده از کاربران ادوات دیجیتالی نیز باعث شده تا در عصر داده‌های کلان، بینش‌های جدیدی حول مسئلهٔ حفظ حریم خصوصی شکل گیرد- اینکه چه چیزی پاسخگو است و چه چیزی نیست و مکانیسمِ حفاظت از حریم خصوصی چگونه می‌تواند ارتقاء یابد.

مسئلهٔ حریم خصوصی، مستقیماً با موضوعِ شفافیت در امور دولتی در ارتباط است. حراست از حریم خصوصی، نیازمند [توسعهٔ] سازوکارهایی برای کنترل قواعد و ضوابطی است که در اختیار شرکت‌ها و دولت‌ها می‌باشند؛ این ساز و

---

۷۶. در اینجا، واژهٔ "رضایت" معادل اصطلاح Opt-in، و "عدم‌رضایت" نیز معادل اصطلاح Opt-out در نظر گرفته شده است. این دو واژه در فرآیندهای دیجیتالی استفاده می‌شوند. وقتی یک کاربر به اصطلاح Opt-in می‌کند، شخصاً رضایت می‌دهد تا اطلاعاتش به اشتراک گذاشته شود و یا مبادله گردد. این در حالی است که یک کاربر با Opt-out کردن، درخواست و یا قابلیت تبادل اطلاعات شخصیِ خود را رد کرده و اعلام عدم رضایت می‌نماید [مترجمان].

کارها می‌توانند به‌گونه‌ای سختگیرانه، از طریق شفاف‌سازی منابعِ دربرگیرندهٔ اطلاعاتِ دولتی پیگیری شوند. شفافیت تام دولتی و حفظ تام حریم خصوصی، مواردی هستند که مکرراً مورد تقاضا واقع می‌شوند. با این حال، پیرو وجود تعاملات گوناگون میان شهروندانِ عادی و دولت‌ها، این دو حوزه نمی‌توانند به‌طور مطلق از هم تفکیک شوند.

بایستی دقت داشت که هیچ‌یک از رویکردهای فوق‌الذکر نمی‌توانند در مقابل «*دولت در سایه*»[۷۵] کارساز باشند- در برابر حوزهٔ فوق سری و محرمانهٔ دولت‌ها. مدنیت و تهدید همچون دو جنبهٔ قابلِ استنتاج از داده‌های کلان، در روندِ قانون‌گذاریِ ایالات متحده آمریکا به‌وضوح قابل مشاهده است. این کشور، یکی از کهن‌ترین و پیشرفته‌ترین پیشگامانِ پیاده‌سازی و اجرای قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات است و از طریق این قانون، مکانیسم‌های لازم برای تسهیلِ دسترسیِ عمومی به اسناد دولتی را فراهم می‌کند؛ ولی به‌طور همزمان، دولت این کشور با گماشتنِ گستره‌ای از گروه‌ها که در محرمیت مطلق و خارج از اطلاع و دسترس عموم عمل می‌نمایند، از این قانون سرپیچی می‌کند. حال دموکراتیزه کردن این مسائل از طریق اقدامات رسمی و غیررسمی، نیازمند شکل‌گیریِ نوعی از مباحثهٔ عمومی است که از طریق سطح سواد و معلومات داده‌ایِ بالا و دانشی متفاوت از فن‌آوری و داده‌های دیجیتال قابل دستیابی می‌باشد. این مجلد بر آن است تا از طریق اِعمال بینش و بصیرتی نوین به ماهیت و اسلوبِ فن‌آوری‌های مبتنی بر داده‌ها، سبب پیشرفت و توسعهٔ سطح سواد و معلومات داده‌ای شود. البته، مسئلهٔ حریم خصوصی از دو جنبهٔ تاریخی و فرهنگی نیز حائز اهمیت است. شاید بتوان از *متون گُدگذاری‌شدهٔ رایانه‌ای*[۷۶]، به‌عنوان تجلی ماندگار و صریحِ دیجیتالیِ گفتار و افکار بشر نام برد که عملاً در حداقلِ فضا قابل ذخیره‌سازی است. در اینجا، مسئلهٔ طول عمر بی‌نهایتِ داده‌ها مشکل‌ساز می‌شود- آیا اطلاعات شخصی، همچون پیام‌های به‌ظاهر شرم‌آور و خصوصی یک جوان، بایستی حذف گردد یا اینکه غیرقابل دسترس شود؟ در یک مقیاس بزرگ‌تر، چه مقدار از اطلاعاتِ فرهنگیِ مربوط به جهان دیجیتالی و مستندشده ما، مفقود خواهد شد؟

همان‌گونه که در داستان کالوینو، در مسیر تلاش برای حفظ حافظهٔ جهان روایت شده است، یک «*بایگانی تمام‌عیار و مطلق*»[۷۷] محدودیت‌های غیرقابل تفوقی را برای سازمان‌های انسانی به بار می‌آورد که در نهایت در داستان وی، منجر به نیستی می‌شود.

با این وجود، به‌هنگام اتخاذ نگاهی موشکافانه می‌توان دریافت که ایدهٔ جمع‌آوریِ مجموعه‌ای مطلق از داده‌های کلان، افسانه‌ای بیش نیست. توزیع داده‌ها در حد زیادی ناعادلانه و غیرمتعادل است؛ داده‌ها دقیقاً در محل‌هایی بروز

[75] Deep state
78. Plain text
79. Total archive

می‌کنند که ما به بیش‌ترین حد به آن‌ها نیازمندیم- برای نمونه در مناطقِ دور از دسترس و در ورای *افتراق دیجیتالی*[۷۸]. محتویاتِ این مجلد نشان‌دهندهٔ ارزش بی‌کرانِ اثراتی است که به‌طور روزمره توسط زندگیِ دیجیتالِ بشر تولید می‌شوند و می‌توانند به‌منظور نیل به درک بهتری از شهرها و انواع فرهنگ‌ها و اجتماعات مورد استفاده قرار گیرند. می‌توان انواع مختلفِ مجموعه داده‌های عمومیِ تولید و ارائه‌شده توسط دولت‌ها، مؤسسات پژوهشی، زیرساخت‌ها و یا مردم (داوطلبانه) را همچون پایه‌ای برای تحقق مباحثهٔ مدنی و سرانجام به‌مثابه بخش جدایی‌ناپذیر فضای عمومی انگاشت.

مآخذ

Batty, Michael. 2013. *The New Science of Cities*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Börner, Katy, Soma Sanyal, and Alessandro Vespignani. 2007. "Network Science," *Annual Review of Information Science and Technology* 41, no. 1: 537–607.

Burke, Jeff, Deborah Estrin, Mark Hansen, Andrew Parker, Nithya Ramanathan, Sasank Reddy, and Mani Srivastava. 2006. "Participatory Sensing," in *World Sensor Web Workshop*, 1–5.

Calvino, Italo. 1995. "World Memory," in *Numbers in the Dark and Other Stories*, translated by Tim Parks. New York: Vintage, 135–136.

Castells, Manuel. 1996. *The Rise of the Network Society*. Chichester: Wiley-Blackwell.

Flood, Joe. 2010. *The Fires: How a Computer Formula, Big Ideas, and the Best of Intentions Burned Down New York City – and Determined the Future of Cities*. New York: Penguin.

Foth, Marcus, ed. 2009. *Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the Real-Time City*. Hershey, PA: Information Science Reference.

Koolhaas, Rem. 1995. "Whatever Happened to Urbanism?" *Design Quarterly* no. 164: 28–31.

Kuznetsov, Stacey, and Eric Paulos. 2010. "Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures," in *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Bound aries*, edited by Ann Blandford et. al. New York: Association for Computing Machinery, 295–304.

Lazer, David, Alex Pentland, Lada Adamic, Sinan Aral, Albert-László Barabási, Devon Brewer, Nicholas Christakis, et al. 2009. "Computational Social Science," *Science* 323, no. 5915: 721–723.

Lazer, David, Ryan Kennedy, Gary King, and Alessandro Vespignani. 2014. "The Parable of Google Flu: Traps in Big Data Analysis," *Science* 343, no. 6176: 1203–1205.

Pickering, Andrew. 2010. *The Cybernetic Brain: Sketches of Another Future*. Chicago: University of Chicago Press.

Ryan, Brent D. 2012. *Design After Decline: How America Rebuilds Shrinking Cities*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Simon, Herbert A. 1996. *The Sciences of the Artificial*, 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press.

United Nations. 2012. "World Urbanization Prospects: The 2011 Revision." ESA/P/WP/224. New York: United Nations Publications

۸۰ افتراق دیجیتالی (Digital divide)، به گسست و تبعیضی اشاره دارد که به دلیل قابلیت و یا عدم قابلیتِ دسترسی به ادوات رایانه‌ای و اینترنتی در بین افراد به وجود می‌آید [مترجمان].

داده‌ها

بخش
نخست

منابع و جمع‌آوریِ اطلاعات

ضبطِ دیدگان جهان

فابین ژیراردین
Fabien Girardin

مقدمه

بازدیدکنندگانِ یک شهر می‌توانند به طرق مختلفِ داوطلبانه و یا غیر داوطلبانه، اثرات الکترونیکی بسیاری را برجای بگذارند: پیش از بازدید، هنگامی که گردشگران از نقشه‌های دیجیتالی و وب‌سایت‌های راهنمای سفر استفاده می‌کنند، باعث تولیدِ درصد زیادی از مدارک و فایل‌های رایانه‌ای و نرم‌افزاری می‌شوند؛ سپس در مرحلهٔ انجام بازدید و به هنگام استفاده از تلفن‌های همراه، بازدیدکنندگان از خود ردپاهایی را بر شبکهٔ بی‌سیم اینترنتی بر جای می‌گذارند و پس از اتمام بازدید، ممکن است نظرات و تصاویر بسیاری را به صورت آنلاین منتشر کنند. لذا در اینجا، دو نوع ردپای الکترونیکی مطرح می‌شود: ردپاهای فعال و منفعل که از آن‌ها با عناوین اطلاعات *داوطلبانه*[۷۹] و *همکارانهٔ*[۸۰] مبتنی بر مکان نیز یاد شده است (Harvey, 2013). ردپاهای منفعل، به دور از اطلاع کاربران و به‌هنگام تعاملشان با زیرساخت‌ها و تسهیلاتی مانند شبکهٔ تلفن همراه نقش می‌بندند و سپس باعث تولید حجم مشخصی از اطلاعات وابسته به مکان می‌شوند. این در حالی است‌که ردپاهای فعال، مستقیماً از خود کاربران نشأت می‌گیرند؛ در واقع هنگامی که کاربران، داده‌های مبتنی بر مکان را در قالبی از تصاویر و پیام‌ها و یا حسگرهای اندازه‌گیری به اشتراک می‌گذارند، باعث تولید ردپاهای فعال می‌شوند.

پروژهٔ *دیدگانِ جهان*[۸۱] (شکل ۱) نمونه‌ای است که در آن سعی شده تا از طریق بررسیِ ردپاهای فعال، نحوهٔ سفر و تجربهٔ مردم از یک شهر آشکار شود. بدین منظور ما با استفاده از وب‌سایت *فلیکر*[۸۲] به‌عنوان یک *رابطِ برنامه‌نویسیِ کاربردی*[۸۳] مختص به اشتراک‌گذاریِ تصاویر، سعی کردیم تا به تصاویر عمومی منتشرشده دست یابیم. در ماه فوریهٔ سال ۲۰۰۹ [میلادی]، این وب‌سایت صدها میلیون تصویرِ حاویِ اطلاعاتِ *زمین مرجع*[۸۴] را دستچین کرد و برای اهداف مطالعهٔ مذکور ارائه نمود (بیش از سه میلیارد تصویرِ ذخیره‌شده). این مسئله حاکی از وجود میزانِ بی‌سابقه‌ای از داده‌های قابل دسترس برای عموم است که از تعامل انسان با وب‌سایت‌ها و تلفن‌های همراه تولید می‌شود. ما به‌واسطهٔ ضبط این موارد

81. Volunteered
82. Contributed
83. The world's eyes
84. Flicker
85. Application Programming Interface (API)

۸۶ زمین مرجع نمودن (Georeferencing) یعنی مشخص نمودن محل و موقعیتِ یک عکس هوایی و یا یک نقشه بر روی سطح کرهٔ زمین. لذا صفتِ زمین مرجع (Georeferenced) به تصاویرِ دارای مختصات‌ها و اطلاعاتِ جغرافیایی_ رایانه‌ای اطلاق می‌شود [مترجمان].

به‌مثابه «دیدگانِ جهان»، توانستیم تا الگوهای حرکتیِ بازدیدکنندگان شهرهایی از قبیل فلورانس (Girardin *et al.*, 2008a) و رم (Girardin *et al.*, 2008b) در ایتالیا و همچنین نیویورک (Girardin *et al.*, 2009) را در ایالات متحده آمریکا مورد بررسی قرار دهیم.

شکل ۱. نمایی از تصویر رایانه‌ایِ متعلق به پروژهٔ دیدگانِ جهان که در سال ۲۰۰۹ [میلادی] در موزهٔ طراحی در شهر بارسلونا به نمایش گذاشته شد. این تصویر، سیر تکامل و تحولِ حضور و جریانِ حرکت گردشگران را نشان می‌دهد. این‌گونه از تصاویر، به‌عنوان عواملِ منعکس‌کنندهٔ شدتِ فعالیت‌های گردشگران، سبب می‌شوند تا موقعیت و مبدأ و علایق و سلایق آن‌ها در طول روند گردش و بازدیدشان مشخص شود.

هر بار که یک کاربر تصویری را به یک موقعیتِ مکانیِ مشخص الصاق می‌کند، وب‌سایت فلیکر مقادیرِ مشخصی از *طول و عرض جغرافیایی*[۸۵] را بر روی *سطح بزرگنماییِ*[۸۶] یک نقشه، با دقت تمام و با کیفیت بالا به یکدیگر پیوند می‌زند.ما بر این باوریم که بر خلاف ردپاهای منفعل، محتوایی که به‌طور داوطلبانه توسط کاربران تولید می‌شود، چشم-اندازهای ویژه‌ای را برای درک *فعالیت‌های حرکتیِ*[۸۷] انسان فراهم می‌نماید. اگرچه مواردی همچون برداشت میدانی یا خروجیِ سیستم‌های جی‌پی‌اِس، ابزار دست پژوهشگران علاقه‌مند به بررسی ابعاد فضایی و زمانیِ فعالیت‌های انسانی

87. Longitude and latitude
88. Zoom level

۸۹. در این مجلد منظور از فعالیت‌های حرکتی، همان اَعمالی است که در حین حرکت انسان در یک سیستم یا شبکه رخ می‌دهد و می‌توان انواع حرکت از قبیل حرکت پیاده یا با وسایل نقلیه را شامل شود. معادل لاتین آن Human mobility است. این نوع از اَعمال می‌تواند در شکل‌دهی و یا تغییر چهرهٔ شهر و حتی در صعود و نزول روابط پیچیدهٔ اقتصادی و اجتماعی و محیطی و فرهنگی شهر موثر باشد. این اَعمال که به تبع تقاضا و یا مقاصد انسانی بروز می‌کنند، به‌طور گسترده در مطالعه و بررسی ویژگی‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند [مترجمان].

محسوب می‌شوند، اما امروزه تلاشِ یک فرد برای ثبت و انتخاب و بارگذاریِ یک تصویر بر روی یک وب‌سایت مختصِ به اشتراک‌گذاری تصاویر و یا اطلاعات جغرافیاییِ زمین مرجع می‌تواند از درصد کارآمدیِ بیشتری نسبت به این ابزارها برخوردار باشد. مردم به‌هنگام منتشر و فاش کردنِ تصاویرشان، بار محتواییِ غنی و پرمایه‌ای را به این تصاویر ضمیمه می‌کنند؛ همچنین نتایج حاصله حاکی از آن است که کاربرانِ وب‌سایت فلیکر، فقط به جالب‌توجه‌ترین لحظات سفر و بازدیدشان اشاره می‌کنند، در حالی که موارد بی‌اهمیت را عمداً از قلم می‌اندازند. این‌گونه از «*اعلام موقعیت عامدانه*»[88]، موجب می‌شود تا بُعدِ ذهنی و شخصیِ ارتباط مردم با فضا و مکان برجسته‌تر شود (Dourish, 2006).

تلاش‌های ما نشان از آن دارد که به کار بستنِ این‌گونه از مجموعه داده‌ها به‌منظور نظارت بر بازدیدکنندگان از نقاط متعددِ یک شهر در زمان‌های مختلف، می‌تواند نحوهٔ تدارکِ خدمات و یا تبلیغات مربوط به آن‌ها را بهبود بخشد، سازماندهیِ دوبارهٔ برنامهٔ زمانیِ بازدید از بناهای تاریخی را تسهیل کند، تخصیص مجددِ زیرساخت‌های خدماتیِ موجود را ممکن سازد و حتی به ارزیابی مجدد برخی از راهبردهای شهری بیانجامد. همین‌طور با نگاه از یک دریچهٔ کاملاً متفاوت، گردشگران نیز می‌توانند خود از نحوهٔ تراکم و میزان حضورشان در یک شهر توریستی آگاه باشند و در نتیجه راهبردهای گوناگونی را اتخاذ کنند.

از نقشه‌های پویا و متحرک فرآیندهای انسان‌محور تا واقعیت

امروزه سهولتِ دسترسی به محتویاتِ تولیدشده توسط کاربران و همین‌طور مقرون به صرفه بودن این موارد، سببِ به چالش کشیده شدن تمامی عرصه‌هایی شده که به دنبال ادراک عمیقِ رفتار گروه‌های بزرگ مقیاس هستند. در چند سال اخیر، تولید دیاگرام‌های فضایی_ زمانیِ کاملاً پویا که از طریق امتزاج داده‌های مربوط به فعالیت‌های انسانی و اشکال بدیعِ تجزیه و تحلیل حاصل می‌شد، تنها در شرایط مشروط و محدود ممکن بود. به‌عنوان نمونه، *زُوک و همکاران*[89] در سال ۲۰۰۴ [میلادی] پیش‌بینی کردند که: «وقتی درصد زیادی از دیاگرام‌ها به‌صورت یک توده در سطح شهر و منطقه جمع شوند، تصویرپردازی‌های برآمده از آن‌ها ممکن است تا برای اولین‌بار نقشه‌هایی دقیق و پویا از *فرآیندهای انسان محور*[90] را برای جغرافیدانان فراهم کند. نقشه‌های مربوط به تغییرات فرآیندهای اجتماعیِ قرن بیست و یکم می‌تواند یک نمونه از این موارد باشد».

90. I was here
91. Zook *et al*., 2004
92. Human processes

وجود ردپاهای فعال، نویدبخشِ پایانِ مسائل بی‌دوام و زودگذر است؛ ما ابزارهای جدیدی برای بازنماییِ شهر و فرآیندهای آن در دست داریم. اخیراً همپوشانیِ بسیار خوبی میان این‌گونه از توانایی‌ها برای بازنماییِ شهر و علایق مقامات محلی و برنامه‌ریزان شهری نسبت به داده‌های کلان برقرار شده است. سنجش کمّیِ [عمل] گردشگری بسیار دشوار است، زیرا گردشگران در طول اقامت خود اثرات ملموسِ چشمگیری را بر جای نمی‌گذارند. در پروژهٔ دیدگانِ جهان، انجام تجزیه و تحلیل و نقشه‌نگاری از محتوای ناملموسِ تولیدشده توسط کاربران، موجب شد تا بتوانیم میزان جذابیت شهرهای [دارای عملکرد و ماهیت] تفریحی و همین‌طور نقاط جاذب جمعیت آن‌ها را بسنجیم. علاوه بر این، این موضوع باعث می‌شود تا نواحی و مناطقِ تصویربرداری نشدهٔ خالی از ازدحام گردشگران نیز آشکار شود. از آنجایی که این تصاویر می‌توانند شدتِ فعالیت گردشگران را به خوبی منعکس کنند، لذا قادرند تا موقعیت و مبدأ و علایق و سلایق آن‌ها را نیز در طول گردش و بازدیدشان آشکار سازند. ما به منظور مکاشفهٔ این دامنه، چندین مرحله را طی نمودیم که نخستین مرحلهٔ آن با جمع‌آوری ردپاهای دیجیتال آغاز می‌شد. ما با استفاده از رابطِ برنامه‌نویسیِ کاربردیِ وب‌سایت فلیکر، مختصات و صحت تصاویر را در زمان ثبتشان مورد بازیابی قرار دادیم و همچنین مشخصات صاحبانشان را از دسترس خارج کردیم[۹۱]. علاقهٔ وافر ما به رفتار گردشگران باعث شد تا در روند تجزیه و تحلیلمان، عکاسان را بر اساس حضورشان در طول زمان، به دو گروهِ مردم محلی و بازدیدکنندگان تفکیک کنیم. ما در طول روندِ سه سالهٔ مطالعهٔ شهر رم، موفق شدیم تا مجموعه‌ای از داده‌ها را از طریق ۱۴۴۵۰۱ تصویر زمین مرجعِ منتشرشده توسط ۶۰۱۹ کاربر جمع‌آوری نماییم. به‌واسطهٔ تجمیع این داده‌ها، ما توانستیم تا بسیاری از خصوصیات فضایی_ زمانیِ شهر از قبیل نوسانات فصلی، الگوهای استفاده، توزیع فضایی، *خطوط تمایل سفر*[۹۲] و نقاط جاذب جمعیت را شناسایی و سپس استخراج کنیم.

حضور در فضا و زمان

برای ترسیم نقشهٔ توزیع فضاییِ کاربران، داده‌ها در یک ماتریس ذخیره می‌شوند؛ این ماتریس کلیتِ منطقهٔ مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. هر *دَرایهٔ ماتریس*[۹۳]، شامل داده‌هایی است که تعداد تصاویر گرفته‌شده و عکاسان آن‌ها را مشخص می‌کند. تجزیه و تحلیلِ نحوهٔ بازدید مردم از شهر رم، سبب شد تا نقاط جاذب جمعیت این منطقه مانند *کولوسئوم*[۹۴] و

---

۹۳. به دلیل جلبِ رضایتِ عمومی و جلوگیری از سوء استفاده از اطلاعات شخصی [مترجمان].

۹۴. خطوط تمایل سفر (Desire lines)، نشان‌دهندهٔ مسیرهایی هستند که در اثر رفت و آمد بیش از حدِ پیادهٔ انسان پدیدار می‌شوند و هویت می‌یابند. این خطوط در فرآیند شناساییِ تمایلات حرکتی انسان‌ها در مقیاس جغرافیایی_فضایی، از پتانسیل بالایی برخوردار هستند [مترجمان].

۹۵. به هر یک از عناصر درون ماتریس، دَرایه (Cell) گویند [مترجمان].

96. Colosseum

اصلی‌ترین ایستگاه قطار واقع در مجاورت *میدان ریپوبلیکا*[۹۵]، به‌سرعت شناسایی شوند (Girardin *et al*., 2008b). علاوه بر این، اثرات زمانیِ ثبت‌شده نیز موجب شدند تا شواهد ثانویهٔ فراوانی برای شناسایی انواعِ مختلف حضور در مکان‌های مورد علاقهٔ گردشگران فراهم شود. با اتکای به نتایج می‌تواند این‌گونه فرض کرد که در شهر رم، کولوسئوم سبب جذب فعالیت‌های مربوط به تماشا و گشت و گذار (به مانند عکاسی) در تعطیلات آخر هفته می‌شود و محلهٔ شامل ایستگاه قطار نیز در طول هفته، امکاناتی را برای افرادِ در حال سفر (به مانند اشخاص مشغولِ سفرهای کاری) فراهم می‌کند.

خطوط تمایل سفر

مطالعهٔ ردپاهای دیجیتال، ما را قادر می‌سازد تا بتوانیم خطوط تمایلِ دیجیتالی بر جای مانده از حرکت مردم به‌هنگام بازدیدشان از یک شهر یا منطقه را کشف کنیم. در بستر تجزیه و تحلیل ما تلاش شد تا با احتساب جزئیات مربوط به تاریخ و مکان، تصاویر در یک *ترتیب زمانی*[۹۶] سازماندهی شوند تا از این طریق، رفتارهای حرکتی عکاسان بازسازی گردد. در مرحلهٔ نخست، ما می‌کوشیم تا با خوشه‌بندیِ فضاییِ داده‌ها، پر جنب و جوش‌ترین و فعال‌ترین مناطق را بیابیم. سپس به‌منظور تولید خطوط تمایلِ سفر، می‌کوشیم تا مسیرهای طی‌شده توسط هر فرد که نشانگر ترجیحات متوالی بازدیدکنندگان می‌باشد را جمع‌آوری نماییم. با بررسی موقعیتِ فعالیت هر کاربر (با توجه به تصاویرِ تولیدشده توسط کاربران) سعی می‌شود تا امکان و یا عدم امکان جایگیریِ این موقعیت در یک دستهٔ مشخص بازرسی شود؛ سپس در صورت تطابق موقعیت و دستهٔ مذکور، علامتی به این ردپای تولیدشده ضمیمه می‌گردد. این روند، سبب تولید *گراف‌های چندگانهٔ جهت‌داری*[۹۷] می‌شود که می‌توانند روش‌های تجزیه و تحلیل کمّیِ کارآمدتری را به ارمغان بیاورند، تخمین تعداد وب‌سایت‌های بازدید شده را به تفکیک فصول تسهیل نمایند، بیشترین نقاط مورد علاقهٔ بازدید شده و عکاسی شده را نمایان کنند و در نهایت اطلاعاتی را در مورد مبدأ و مقصد عکاسان آشکار سازند.

مکان‌های مورد علاقه

بنابر آنچه که در قسمت پیشین بیان شد، اطلاعات زمانی و فضاییِ تفسیرشدهٔ موجود بر روی وب‌سایت‌ها، می‌تواند به‌منظور شناسایی اطلاعات معناییِ مربوط به مکان‌ها و رویدادها مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Rattenbury *et al*., 2007). به‌طرز

97. Piazza della Repubblica
98. Chronological order
۹۹. گراف چندگانهٔ جهت‌دار (Multiple directed graph) مشخصاً به گرافی اطلاق می‌شود که لبه‌هایش بی‌هویت است؛ یعنی ممکن است در محل هر خط و گرهِ مورد هدف، چندین قوس تشکیل شود. به زبانی دیگر، در این نوع از گراف‌ها، رأس ابتدایی و انتهایی متعلق به تمامیِ مسیرها یا خطوط می‌تواند مشترک باشد [مترجمان].

مشابهی، تجزیه و تحلیلِ علامت‌ها و برچسب‌های الصاق‌شده بر روی تصاویرِ ایجادشده توسط کاربران موجب می‌گردد تا سرنخ‌هایی از نحوهٔ ادراک محیطیِ مردم و همچنین معناشناسیِ تصوراتشان از فضای شهری به دست آید. به‌عنوان مثال، واژهٔ *خرابه‌های تاریخی*[۹۸] یک نمونه از برچسب‌هایی است که به حدِ زیادی برای توصیفِ تصاویر شهر رم در وب‌سایت‌ها الصاق شده است. نقشه‌نگاریِ توزیع این برچسب از طریق ۲۸۶۶ عدد تصویر، باعث شد تا کهن‌ترین و سالخورده‌ترین بخش‌های شهر رم همچون کولوسئوم و فروم کشف شود. ما در سال ۲۰۰۸ [میلادی]، به‌عنوان بخشی از مطالعهٔ اثرات اقتصادیِ آبشارهای مصنوعِ شهر نیویورک، موفق شدیم تا با به کار بستن این‌گونه از اطلاعات معنایی، حوزه‌های اصلیِ مورد بهره‌برداریِ عکاسان را تعیین کنیم.

مطالعهٔ موردی: سنجش میزانِ تأثیرِ یک رویداد

ما در حین انجام یک مطالعهٔ موردی که در تابستان سال ۲۰۰۸ [میلادی] در پیرامون محدودهٔ پروژهٔ هنری و عمومیِ آبشارهای مصنوعِ شهر نیویورک برگزار شد، توانستیم تا با بررسیِ ویژگی‌های ردپاهای دیجیتالی، شاخصه‌هایی را برای اندازه‌گیری سیر تکامل و تحول جذابیت شهری تعیین کنیم. هدف مقامات محلی این بود که میزان توسعهٔ جذابیت و محبوبیتِ مکان‌های شهریِ واقع در نقاط مختلف دارای مزیت را در پروژهٔ مذکور با یکدیگر مقایسه کنند. بنابراین، ما میزان توزیع فضاییِ مردم محلی و بازدیدکنندگان را اندازه‌گیری کرده و سپس به مقایسهٔ سیر تکامل و تحول حضور ردپاهای دیجیتالی پرداختیم. سپس این موارد، به‌عنوان شواهدی از اثرات مثبت آبشارهای مصنوع شهر نیویورک بر میزانِ جذابیت *آبکنارهای شهری*[۹۹] فرض شدند. سرانجام، دو نتیجهٔ کلی در گزارش مربوطه به دست آمد: سیر تکامل و تحول جذابیت، کاملاً متکی بر حضور عکاسان می‌باشد و سیر تکامل و تحول محبوبیت نیز وابسته به میزان محوریت و اهمیت.

سیر تکامل و تحول جذابیت بر اساس حضور عکاسان

ما در طول تابستان سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ [میلادی] (دوران تجلیِ آبشارهای مصنوع شهری) کوشیدیم تا تغییرات شاخص جذابیت را بر اساس حضور نسبی عکاسان مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم. این تجزیه و تحلیل حاکی از رشد مثبت جذابیت آبکنارهای شهری به میزان ۸/۲ درصد در تابستان سال ۲۰۰۷ [میلادی] و ۲۰/۷ درصد در تابستان سال ۲۰۰۸

---

۱۰۰. واژهٔ Ruins برای توصیف ساختمان‌هایی استفاده می‌شود که از نظر ظاهری شبیه به خرابه هستند، ولی همچنان دارای ارزش تاریخیِ بالایی بوده و علی‌رغم متروکه بودنشان، همچنان پابرجا می‌باشند [مترجمان].

101. Waterfronts

[میلادی]، در مقایسه با الباقیِ محل‌های جاذب جمعیت از قبیل *میدان تایمز*[100] و *سنترال پارک*[101] بود؛ همین موضوع به خودی خود نشانه‌ای از تأثیر بالقوهٔ حضور مردم در گردهمایی‌های منصوب به آبشارهای مصنوع شهری محسوب می‌شد.

سیر تکامل و تحول محبوبیت بر اساس محوریت و اهمیت

محوریت و اهمیت یک محلِ جذاب، معیاری است که می‌کوشد تا میزان پیوستگی و یکپارچگی این محل را با جریان‌های متداول عکاسان تعیین کند. شاخص *رتبهٔ مکان*[102] به ما نشان داد که در بین سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ [میلادی]، محل‌های دارای مزیت، شامل اُفتِ ۱۵ درصدیِ محوریت و اهمیت خود شدند؛ این در حالی بود که به‌طور همزمان، محوریت و اهمیت دیگر نقاط جذاب به میزان ۱۰ درصد افزایش یافت. البته بعدها این میزان در بین سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ [میلادی]، در نقاط دارای مزیت ۵۶ درصد افزایش و در نقاط دیگر به میزان ۳۰ درصد کاهش یافت. در نهایت در سال ۲۰۰۸ [میلادی]، میزان محوریت و اهمیت نقاط دارای مزیت به حدِ نقاط جذاب رسید؛ این بدین معنا است که این نقاط همانند سایر نقاط جاذب جمعیت، به همان میزان توسط گردشگران مورد رفت و آمد و بازدید قرار گرفته‌اند.

این مطالعهٔ موردی نشان داد که ظهور ردپاهای دیجیتالی می‌تواند فرصت‌های با ارزشی را برای ارزیابیِ جزء به جزء نحوهٔ استفاده از فضا، تأثیرات رویدادها و همچنین سیر تکامل و تحول محیطِ انسان‌ساخت فراهم نماید. این رویکرد نه تنها می‌تواند سبب تعالیِ تصمیمات طراحانه و مدیریتیِ شهرها شود، بلکه مقامات محلی را نیز قادر می‌سازد تا بتوانند شواهدِ به هنگامی را از نحوهٔ استفاده از فضا و نحوهٔ تأثیرِ مداخلات درون بافتی جمع‌آوری نمایند و سپس این موارد را به عموم مردم عرضه کنند. در واقع ادغام و یکپارچه‌سازیِ نتایج حاصل‌شده از بررسیِ تأثیرات اقتصادی پروژهٔ هنری و عمومیِ آبشارهای مصنوع شهر نیویورک، به ما نشان می‌دهد که شاخص‌های مستخرج از روند تجزیه و تحلیلمان می‌توانند سنجه‌های مفیدی را برای تکمیل روش‌های سنتیِ تحقیق به ارمغان آورند.

بحث

فن‌آوری‌های شایع و در دسترس (مانند تلفن‌های همراه) که روند انجام فعالیت‌های روزمره را آسان‌تر و منعطف‌تر می‌کنند، به‌طور همزمان ابزارهای با ارزشی را نیز به‌منظور مطالعهٔ ابعاد زمانی و مکانیِ فعالیت‌هایمان فراهم می‌آورند. همچنین بهره‌برداری از محتوای تولیدشده توسط کاربران در راستای درک بهتر رفتارهای حرکتیِ بروز یافته در محیط‌های شهری، منجر به وقوع پیامدها و اثرات متعددی می‌شود که ما در ادامه مشتاقیم تا در موردشان بحث کنیم.

102. Time Square
103. Central Park
104. Place rank

پیامدهای فنی

به موازات تلاش‌هایمان در بابِ بررسیِ شاخص‌های جذابیت شهری، محققان دیگری نیز هستند که به منظور ضبط و ثبت ویژگی‌های خاصِ ساز و کارهای شهری، از *روش استخراج واقعیت*[۱۰۳] استفاده کرده‌اند (Kostakos *et al*., 2008; Ratti *et al*., 2006). عمده‌ترین چالش در این رویکرد، ارائهٔ درکی واضح از گسترهٔ تحت پوششِ داده‌ها و *دخالت امیال شخصی در تولید آن‌ها*[۱۰۴] است. مثلاً کلیت و ظاهرِ رفتار نباید به‌عنوان عاملِ تأیید نهایی نتایج تصور شود؛ همین موضوع سبب شد تا محدودیت‌های مشخصی در روند مطالعهٔ آبشارهای مصنوعِ شهر نیویورک به وجود آید؛ چراکه تراکم ردپاهای دیجیتال، تنها عامل مبین شاخص‌های جذابیت شهری فرض شده بود[۱۰۵]. بنابراین، مطالعات آتی بایستی به آن دسته از *واسنجی‌هایی*[۱۰۶] تکیه کنند که بر اطلاعات حقیقیِ به‌دست‌آمده از روش‌های اثبات‌شده مبتنی باشند.

برخی دیگر از روش‌های تجزیه و تحلیل، استفاده از تصاویرِ زمین مرجع و دارای برچسب‌های جغرافیایی را پیشنهاد می‌کنند. این موارد نیز محدودیت‌هایی را به همراه دارند، زیرا ممکن است تا تحت تأثیر فرهنگ یا ملیت گردشگر، مدت زمان اقامت یا سطح آشنایی گردشگر با شهر، میزان مهارت فنی و یا توانایی گردشگر در جهت‌یابی فضایی، اهداف و مقاصد گردشگر و یا حتی نوع محیط بازدیدشده بوده و بر این اساس ضمیمه شده باشند. مسئلهٔ دیگری که بایستی مورد توجه قرار گیرد، مربوط به انواعِ شرایطی است که باعث می‌شود تا میزانِ تمایل کاربران به استفاده از دستگاه‌های تلفن همراه و تولید داده افزایش و یا کاهش یابد. در واقع پاسخ‌دهی به این موارد بایستی ما را قادر سازد تا ضمن ارائهٔ تعاریفی بهتر از معانی داده‌ها، بتوانیم پتانسیل‌های کاربردیِ این موارد را در علوم اجتماعی و مطالعات شهری نیز کشف کنیم.

پیامدهای روش‌شناختی

قابلیت بازنماییِ یک شهر حکایت از فرصت‌هایی دارد که محققان می‌توانند با استفادهٔ از آن‌ها، روش‌های نوینی را برای توصیف محیط‌های شهری ارائه کنند. بنابراین، متصور شدنِ جهان همچون پدیده‌ای متشکل از داده‌ها می‌تواند ایدهٔ جالب‌توجهی به شمار آید؛ جهانی که قابل پردازش به اطلاعات بوده و [سپس] اطلاعاتی که می‌توانند به‌طور طبیعی

---

۱۰۵. روش استخراج واقعیت (Reality mining method) متدی است که در آن از طریق جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های محیطی و رایانه‌ایِ مربوط به رفتار اجتماعی انسان، الگوهای قابل پیش‌بینیِ رفتارها مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد [مترجمان].

۱۰۶. دخالت امیال شخصی در تولید داده‌ها زمانی رخ می‌دهد که نگرش و رویکرد پژوهشگر، غرض‌ورزانه باشد. نتیجهٔ این موضوع، ناهم-خوانی محاسبات آماریِ انجام شده با پارامترهای جمعیتی برآوردشده خواهد بود [مترجمان].

۱۰۷. گذر گروهی از عابران از یک محل نباید به عنوان تنها دلیلِ موثق برای اثبات جذبهٔ آن محل به حساب آید؛ چون ممکن است این رفتارهای حرکتی فقط با قصد جابجایی انجام شده باشد و دلیلی برای جذابیت محیطی به حساب نیاید [مترجمان].

108. Calibrations

ارزش‌های بی‌شماری را برای مردم به ارمغان بیاورند. این امر در نهایت به *شهرسازی داده‌گرا*[۱۰۷] می‌انجامد، البته مشروط بر اینکه امرِ شهرسازی، از طریق داده‌ها قابل کنترل و هدایت باشد. شناخت و ادراک یک شهر، چیزی فراتر از ماشین‌آلات و اتفاقات رایانه‌ای را می‌طلبد و مرزهای وابسته به این موارد را درمی‌نوردد. در نتیجه، بایستی توجه داشت که بین نقشه‌های توسعه‌یافته توسط داده‌های غیرقابل تجمیع و غیرقابل دسترس، و امکان تولید «*نقشه‌های هوشمند*»[۱۰۸] تفاوت بسیاری وجود دارد. ساز و کار ما بر آن است تا با در نظر گرفتن ایده‌های نوین و مدرن، بتوانیم برخی از ملاحظاتِ حیاتی را لحاظ کنیم. در این مرحله، ما همچنان به دنبال این هستیم تا دریابیم که: (۱) داده‌ها منجر به آشکار شدن چه حقایقی می‌شوند؟ (۲) ما چه کارهایی می‌توانیم با این حقایق بکنیم؟ (۳) چگونه می‌توانیم با انتقال و به اشتراک گذاری داده‌ها با مردم، اطلاعات مورد نیاز را کسب کنیم؟ (هرچند که تمامی این موارد همچنان از مفهوم «هوشمند» به دور است).

با احتسابِ این ملاحظات، این‌طور به نظر می‌رسد که رویکرد تحقیق ما، نویدبخشِ کسب دانش دربارهٔ نحوهٔ حضور و جریان حرکت انسان در یک فضای مشخص است و با بهره‌برداری از فن‌آوری‌های خاص، منجر به پیدایش رویکردی می‌شود که ما آن را « *شهرسازی مبتنی بر انسان/داده‌ها* »[۱۰۹] می‌نامیم. این رویکرد، در چندین حالت قابل استفاده است:

(۱) تجزیه و تحلیل کیفی برای هدایت جستارهای کمّی: این رویکرد ابتدا بر روی افراد و اقداماتشان تمرکز می‌کند؛ بدون این پیش فرض که بایستی حتماً چیزی محاسباتی و مبتنی بر داده از آن‌ها استخراج شود. سپس این جهت‌گیریِ کیفی می‌تواند موجب شکل‌گیریِ یک تجزیه و تحلیل کمّی شود و شواهد به‌دست‌آمده از یک الگوی رفتاریِ بخصوص، تجربی‌تر و ملموس‌تر گردد. البته تنها تعداد اندکی از رویکردها به این دیدگاه می‌پردازند. به‌عنوان مثال، *ویلیامز و همکاران*[۱۱۰] (۲۰۰۸) استدلال می‌کنند که انتخاب اشکال و اندام‌های شهری به‌منظور بررسیِ تجربهٔ یک شهر، غلط است و درک ما از شهر بایستی به‌واسطهٔ *تحلیلِ وضعیت*[۱۱۱] تجربیات شهریِ افراد محقق شود.

(۲) *داده‌کاویِ*[۱۱۲] کمّی برای هدایت تحقیقات کیفی: در این رویکرد، داده‌های کمّی به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم رفتارهای ممکن الوقوع و ناهنجار و غیرطبیعیِ بحث‌برانگیز را آشکار کنیم. سپس، بخش کیفیِ تحقیق قادر می‌شود تا

---

109. Data-driven urbanism
110. Intelligent maps
111. Human/data-based urbanism
112. Williams *et al*., 2008

۱۱۳. تحلیل وضعیت (Situation analysis) اشاره به مجموعه‌ای از روش‌هایی دارد (مثلاً تحلیل سوات) که مدیران برای تجزیه و تحلیل محیط داخلی و خارجی یک سازمان به کار می‌گیرند تا بتوانند قابلیت‌ها، کاربران و محیط عملکردی این سازمان را بفهمند [مترجمان].

۱۱۴. داده‌کاوی (Data Mining) روشی است که در آن سعی می‌شود تا بخش مشخصی از اطلاعات و الگوها و روابط نهان موجود در حجم زیادی از داده‌های بانک‌های اطلاعاتی بزرگ مورد بررسی قرار گرفته و سپس استخراج شود [مترجمان].

پدیده را در موقعیتش توضیح دهد. در این رویکردِ کیفی نیاز است تا تنها به پرسش‌های بجا و مرتبط پاسخ داده شود تا این رویکرد بتواند هر چیز معنادار در مورد یک موقعیت را بفهمد. به‌طور مشخص، این رویکرد می‌توانست در روند بررسیِ اثراتِ آبشارهای مصنوعِ شهر نیویورک نیز اِعمال شود. ما در یک دورهٔ سه ساله موفق شدیم تا با بهره‌مندی از ردپاهای دیجیتال، تغییرات موجود در بُعد فضاییِ حضور و [همین‌طور] الگوهای غیرطبیعیِ زمانِ حضور را بررسی نماییم. اما در کنار این تجزیه و تحلیل کمّی، می‌توانستیم تا از طریق انجام مشاهدات کیفی در مناطق مشخص‌شده، نحوهٔ سیر تکامل و تحول جذابیت را نیز نشان دهیم (به عنوان مثال اینکه آیا حضورپذیریِ مردم افزایش یافته بود یا نه؟).

این رویکرد باعث می‌شود تا نیاز به پژوهش و حضور پژوهشگران برای توسعهٔ درکی منسجم از اثراتِ ناشی از فعالیت‌ها در دو جنبهٔ کیفی (اطلاعات صوتی و ویدئویی ضبط شده به هنگام انجام فعالیت و یا مصاحبات) و کمّی (محتوای آماریِ تولیدشده توسط کاربر) به امری واجب بدل شود. ما به‌واسطهٔ اطلاعاتی که نحوهٔ واقعیِ استفادهٔ از فضا را نشان می‌دهند، می‌توانیم انواع جدیدی از *ارزیابی‌های پس از اشغال*[۱۱۳] را به اجرا در آوریم که اغلب در عمل طراحی شهری و معماری نادیده گرفته می‌شوند (Brand, 1995). با این حال، بخش عمده‌ای از ابزارها و معیارها و روش‌های تفسیر در حال توسعه هستند.

پیامدهای اجتماعی

اطلاعات جغرافیاییِ شایع، هم به میزان قابل‌توجهی توانمندساز هستند (برای مردم و مکان‌هایی که قادرند تا این اطلاعات را تولید کرده و مصرف نمایند) و هم به‌طورِ بالقوه پرنفوذ؛ به تبع همین امر، نهادها و نیروهای دولتی قادر می‌شوند تا نحوهٔ تهیهٔ اطلاعات را با مشخصه‌های شخصی و فضاییِ در حالِ رشد هماهنگ کنند. بدین منوال، پیامدهای بسیاری در ارتباط با مسائل اخلاقی و حفظ حریم خصوصی به وجود می‌آید که بایستی با آن‌ها دست و پنجه نرم کنیم. بنابر بیانات مردم دربارهٔ *قابلیت ردیابی*[۱۱۴]، می‌توان شاهدِ دغدغه‌ای کاملاً برحق در مورد پیامدهای ناشی از بررسیِ ردپاهای دیجیتالی مبتنی بر مشخصات جغرافیایی بود- دقیقاً مشابه آنچه که در پروژه دیدگان جهان رخ داد. تلاش‌های ما منحصراً نمونه‌ای از تغییر جهت از مقیاس کلان به مقیاس‌های محلی‌تر می‌باشد. این تغییر مقیاس را می‌توان به حرکت از سوی کنترلِ ***بالا***

---

۱۱۵. ارزیابیِ پس از اشغال (Post-occupancy evaluation) که در برخی از موارد به صورت ارزیابیِ پس از بهره‌برداری یا ارزیابیِ پس از تملک و تصرف نیز معنا شده است، نشان از فرآیندی دارد که به ارزیابیِ نظام‌مند و دقیقِ ساختمان‌ها پس از ساخته شدن و اشغال می‌پردازد [مترجمان].

116. Traceability

به پایین[۱۱۵] حریم خصوصی توسط برادر بزرگ‌تر، به سوی نظارت از *پایین به بالا*[۱۱۶] توسط خواهر کوچک‌تر تشبیه نمود. اِعمال این امر در مباحث فنی، باعث می‌شود تا اجتناب از پذیرشِ فن‌آوری، به جدایی گزینی و انصراف از اجتماع بیانجامد.

به‌طور مشخص، ردپاهای دیجیتالی ابزارهایی هستند که به‌منظور لذت بردن از تسهیلاتِ مدرنِ روزافزون مورد نیاز بوده و در جامعهٔ معاصر اجتناب ناپذیرند و همان‌طور که انفصال ما از سایهٔ خودمان ناممکن است، جداییِ ما از این موارد نیز نشدنی است (Zook *et al.*, 2004). رشد و نمو داده‌ها دارای یک فرآیند مبهم است؛ از طرفی شهروندان، نگرانِ حریمِ خصوصی‌شان هستند و از طرفی دیگر نیز راغب‌اند تا این حریمِ خصوصی را به صورت داوطلبانه مبادله کنند. خلاصه آنکه، اطلاعات جغرافیایی، از یک سو، ابزارهای نوینی را برای نقشه‌نگاری و مدل‌سازیِ رفتارهای حرکتی انسان تولید می‌کند و از سویی دیگر، حریمِ خصوصی به مفهوم امروزی را نیز به چالش می‌کشند. این در حالی است که چالشِ اصلی بایستی پرهیز از ساختارهای اقتدارگرا و توتالیتر در حین استفاده از غنا و پیچیدگیِ موجود در اطلاعات جغرافیایی باشد.

مآخذ

Brand, Stewart. 1995. *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. New York: Penguin.

Dourish, Paul. 2006. "Re-space-ing Place: 'Place' and 'Space' Ten Years On," in CSCW '06: *Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work*. New York: Association for Computing Machinery, 299–308.

Girardin, Fabien, Andrea Vaccari, Alexandre Gerber, Assaf Biderman, and Carlo Ratti. 2009. "Quantifying Urban Attractiveness from the Distribution and Density of Digital Footprints," *International Journal of Spatial Data Infrastructure Research* 4: 175–200.

Girardin, Fabien, Filippo Dal Fiore, Carlo Ratti, and Josep Blat. 2008a. "Leveraging Explicitly Disclosed Location Information to Understand Tourist Dynamics: A Case Study," *Journal of Location-Based Services* 2, no. 1 (March): 41–56.

Girardin, Fabien, Francesco Calabrese, Filippo Dal Fiore, Carlo Ratti, and Josep Blat. 2008b. "Digital Footprinting: Uncovering Tourists with User-Generated Content," *IEEE Pervasive Computing* 7, no. 4 (October–December): 36–43.

Kostakos, Vassilis, Tom Nicolai, Eiko Yoneki, Eamonn O'Neill, Holger Kenn, and Jon Crowcroft. 2008. "Understanding and Measuring the Urban Pervasive Infrastructure," *Personal and Ubiquitous Computing* 13, no. 5 (June): 355–364.

Rattenbury, Tye, Nathaniel Good, and Mor Naaman. 2007. "Towards Automatic Extraction of Event and Place Semantics from Flickr Tags," in *SIGIR '07: Proceedings of the 30th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. New York: Association for Computing Machines, 103–110.

Ratti, Carlo, Riccardo Maria Pulselli, Sarah Williams, and Dennis Frenchman. 2006. "Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis," *Environment and Planning B: Planning and Design* 33, no. 5: 727–748.

Williams, Amanda, Erica Robles, and Paul Dourish. 2008. "Urbane-ing the City: Examining and Refinining the Assumptions Behind Urban Informatics," in *The Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the Real-Time City*, edited by Marcus Foth. Hershey, PA: Information Science Reference, 1–20.

Zook, Matthew, Martin Dodge, Yuko Aoyama, and Anthony Townsend. 2004. "New Digital Geographies: Information, Communication, and Place," in *Geography and Technology*, edited by Stanley D. Brunn, Susan L. Cutter, and J. W. Harrington. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 155–176.

117. Top-down
118. Bottom-up

هاب‌کَب؛ کشف مزایای خدمات تاکسیرانیِ مشترک

مایکل سِل و بندیکت غوُس
Michael Szell, Benedikt Groß

استفاده از داده‌های کلان برای تفحص در فعالیت‌های حرکتیِ انسان

داده‌های مربوط به فعالیت‌های انسان، از پتانسیل بالایی برای ارتقاءِ سیستم ترافیکیِ شهر برخوردارند. داده‌های مستخرج از انواع تعاملات انسانی همچون تماس‌های تلفنی و معاملات انجام‌شده از طریق کارت‌های اعتباری و یا شبکه‌های اجتماعی، موجب می‌شوند تا بسیاری از قواعد معلوم شود و قابلیت پیش‌بینی تقویت گردد (Song *et al*., 2002) و علاوه بر این، قوانین آماریِ پنهان در پس رفتارها و الگوهای حرکتیِ روزمرهٔ مردم نیز هویدا شود. امروزه قابلیت مطالعهٔ رفتارها و فعالیت‌های حرکتی انسان، دیگر محدود به علوم اجتماعی نیست؛ نظر بر اینکه پژوهشگرانِ علوم رایانه‌ای و ریاضیات و فیزیک قادرند تا ذراتِ ابتدایی ماده‌ای بی‌جان را مورد مطالعه قرار دهند، پس می‌توانند الگوهای حرکتی ما را نیز مورد بررسی قرار دهند. همچنین در بسیاری از مواقع می‌توان رفتار جمعی و آماریِ موجوداتِ بسیار پیچیده از قبیل انسان را تنها در قالبی از *شرایط ماشینیِ*[۱۱۷] صرف، ادراک و فرمول‌بندی نمود (Ball, 2003).

اما پرسش اینجاست که این حجم عظیم از داده‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ انسان، چگونه به‌راحتی در دسترس قرار می‌گیرند؟ همچنین طراحیِ سیستم‌های حمل و نقل بر اساس این موارد، چه پیامدهایی را به همراه می‌آورد؟ امکان دسترسیِ ما به این‌گونه از داده‌ها، ریشه در پیشرفت‌های اجتماعی و فنی دارد. تلفن‌های همراه سبب ایجاد جهشی انقلابی در نحوهٔ ارتباطات شدند؛ بدین منوال، ما همواره در دسترس هستیم و ردیابی می‌شویم. هرگاه که یک تماس تلفنی برقرار می‌شود و یا یک پیامک الکترونیکی ارسال می‌گردد، آنگاه موقعیت نزدیک‌ترین برج مخابراتی توسط اپراتورهای مربوطه ذخیره می‌شود. همچنین، فن‌آوریِ جی‌پی‌اِس موجود بر روی دستگاه‌های تلفن همراه نیز باعث می‌شود تا بتوان تک‌تکِ موقعیت‌ها را به گونه‌ای دقیق‌تر مورد ردیابی قرار داد. شایان توجه است که نه تنها رفتارهای حرکتیِ عابران پیاده، بلکه هرگونه حرکت به هنگام استفاده از انواع سیستم‌های حمل و نقل شهری نیز می‌تواند بدین طریق مورد ردیابی قرار گیرد. کارگزاریِ ردیاب‌ها در وسایل نقلیه، تصاویر کاربردیِ بسیار مهمی را از نحوهٔ جریان و گردش میلیون‌ها وسیلهٔ نقلیه در یک شهر به دست می‌دهد (شکل ۱) و بدین ترتیب، میزان درک و فهمِ ما از رفتار جمعیِ انسان‌ها و تنگراه‌های موجود در سیستم‌های حمل و نقل شهری را ارتقاء می‌بخشد.

119. Mechanistic term

اکنون در کنار مسائل اجتماعی، نیاز است تا به مفاهیمی از قبیل *داده‌های به‌اصطلاح باز*[۱۱۸] و یا شفاف‌سازیِ دولتی نیز تأکید شود. اصطلاح داده‌های باز اشاره به مفهومی دارد که به موجب آن، بایستی داده‌ها به‌صورت آزادانه و به دور از هرگونه محدودیتِ حق تکثیر و امتیاز و انحصار و کنترل در دسترس همگان قرار گیرند و بنابر تقاضا، مورد بهره‌برداری واقع شوند. به تازگی بسیاری از نهادهای اداری و دولتی نشان داده‌اند که عمومیت بخشیدن به مجموعه داده‌ها می‌تواند حرکت هوشمندانه‌ای باشد: مثلاً، داده‌های بازِ مستخرج از سیستم حمل و نقل شهری سبب شده تا آن دسته از نرم‌افزارهایی که مختصِ جداول زمان‌بندیِ حرکت اتوبوس‌ها و قطارهای شهری می‌باشند و مشخصاً بر روی تلفن‌های همراه هوشمند قابل اجرا هستند، به‌طور مستقل توسعه یابند؛ از جمله، ابتکار عمل *Open311*[۱۱۹] که به شهروندان اجازه می‌دهد تا به‌طور مستقیم با شهرهایشان به تعامل بپردازند؛ و یا وب‌سایت اینترنتیِ *Open Access Directory* [۱۲۰] که دانشمندانِ گرایش‌های مختلف را قادر می‌سازد تا به راحتی به مخازن اطلاعاتی مختلفِ موجود در فهرستش، دسترسی داشته باشند. همین‌طور می‌توان به وب‌سایت *OpenStreetMap* [۱۲۱] به‌عنوان یک پروژهٔ مشارکتی اشاره نمود که در آن داده‌های *کارتوگرافی*[۱۲۲]، تحت مجوز آزاد ترسیم می‌شود و به‌منظور استفادهٔ عموم منتشر می‌گردد. ریشهٔ تحقق ایدهٔ شفاف‌سازیِ دولتی به زمانی باز می‌گردد که در سال ۱۹۶۶ [میلادی]، رئیس جمهور وقت ایالات متحده آمریکا *لیندون جانسون*[۱۲۳]، قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات را امضاء کرد؛ این روند پس از ۱۰ سال تلاشِ متمادی در جلساتِ کنگره که توسط *جان موس*[۱۲۴] برای مطالبهٔ قابلیتِ بررسیِ مشاغل مقامات اجرایی در زمان ریاست جمهوریِ آیزنهاور حمایت می‌شد، محقق گردید (Blanton, 2002). در این کشمکش، موس توسط عده‌ای از روزنامه‌نگاران بنام که برای زدودنِ موانع بوروکراتیک و محرمانهٔ دولت وقت می‌کوشیدند، پشتیبانی می‌شد- در این جلسات موس با قاطعیت تمام گفت: «کسب اطلاعات برای شما بسیار ناخوشایند خواهد بود» (Kennedy, 1978). تصویب قانون مذکور باعث شد تا اسنادِ منتشرنشدهٔ تحت کنترلِ دولتِ ایالات متحده آمریکا افشا شود و مراحل افشاء نیز اجباری باشد. علی‌رغم اصلاح چندبارهٔ این قانون،

---

120. Open data

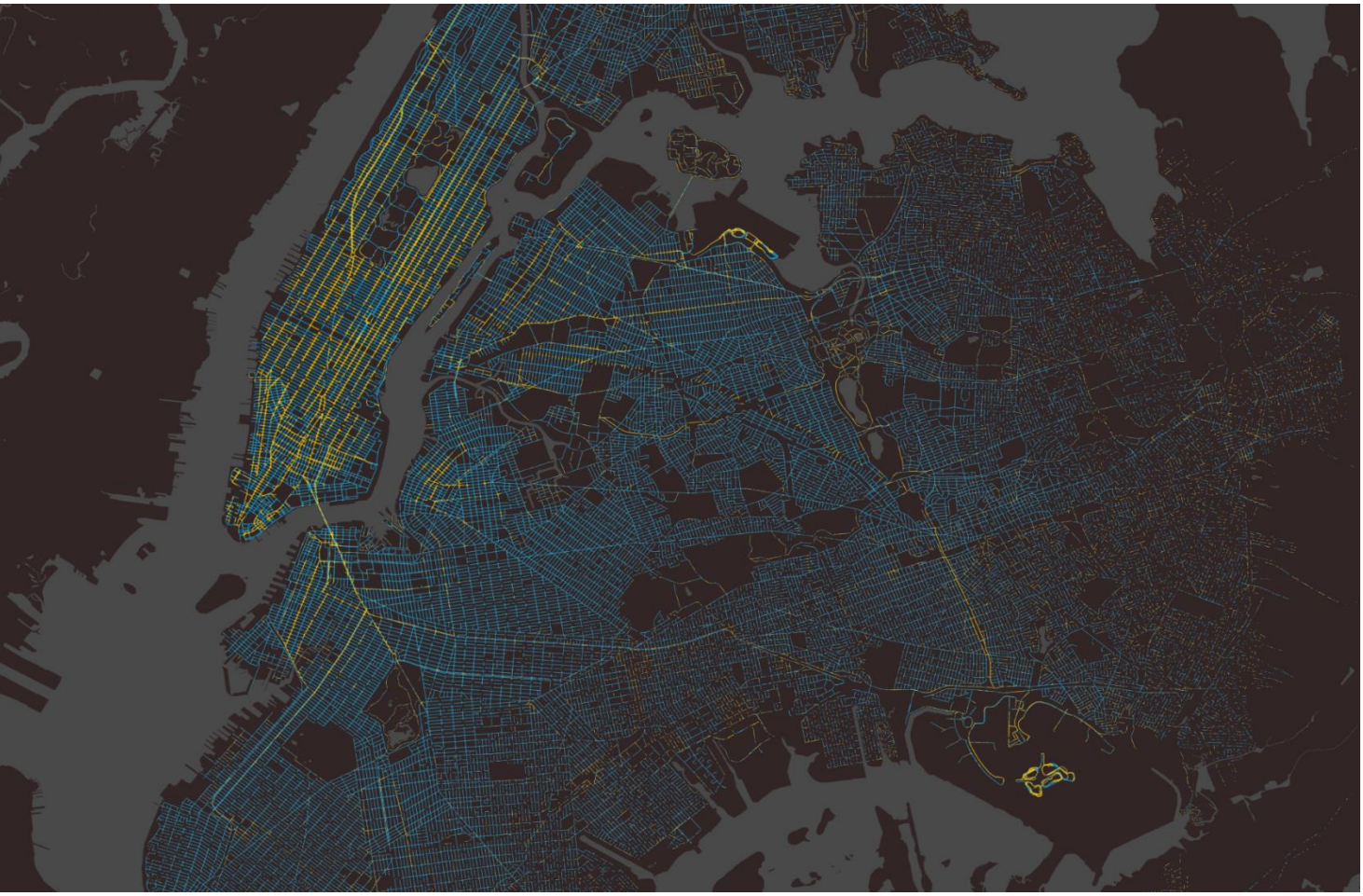
۱۲۲. عدد ۳۱۱ شماره تلفنی است که برای استفاده از خدمات غیر ضروریِ شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ Open 311 نرم‌افزاری است بر پایهٔ این شماره تلفن، که از طریق ایجاد یک رابطِ برنامه‌نویسیِ کاربری به کاربران اجازه می‌دهد تا با متصل شدن به شبکهٔ اینترنت از طریق تلفن‌های همراه، اطلاعات شهریِ گسترده‌ای را دریافت کرده و با شهرِ خود به تعامل بپردازند [مترجمان]. ر.ک.به: http://www.open311.org

۱۲۳. این وبسایت زمینهٔ گسترده و وسیعی را برای اندیشمندان و دانشمندان مختلف فراهم می‌آورد تا با سهولت تمام از داده‌های باز به‌صورت رایگان بهره‌مند شوند [مترجمان]؛ ر. ک. به: http://oad.simmons.edu/oadwiki/Data_repositories

۱۲۴. ر. ک. به: https://www.openstreetmap.org/#map=5/32.723/53.682

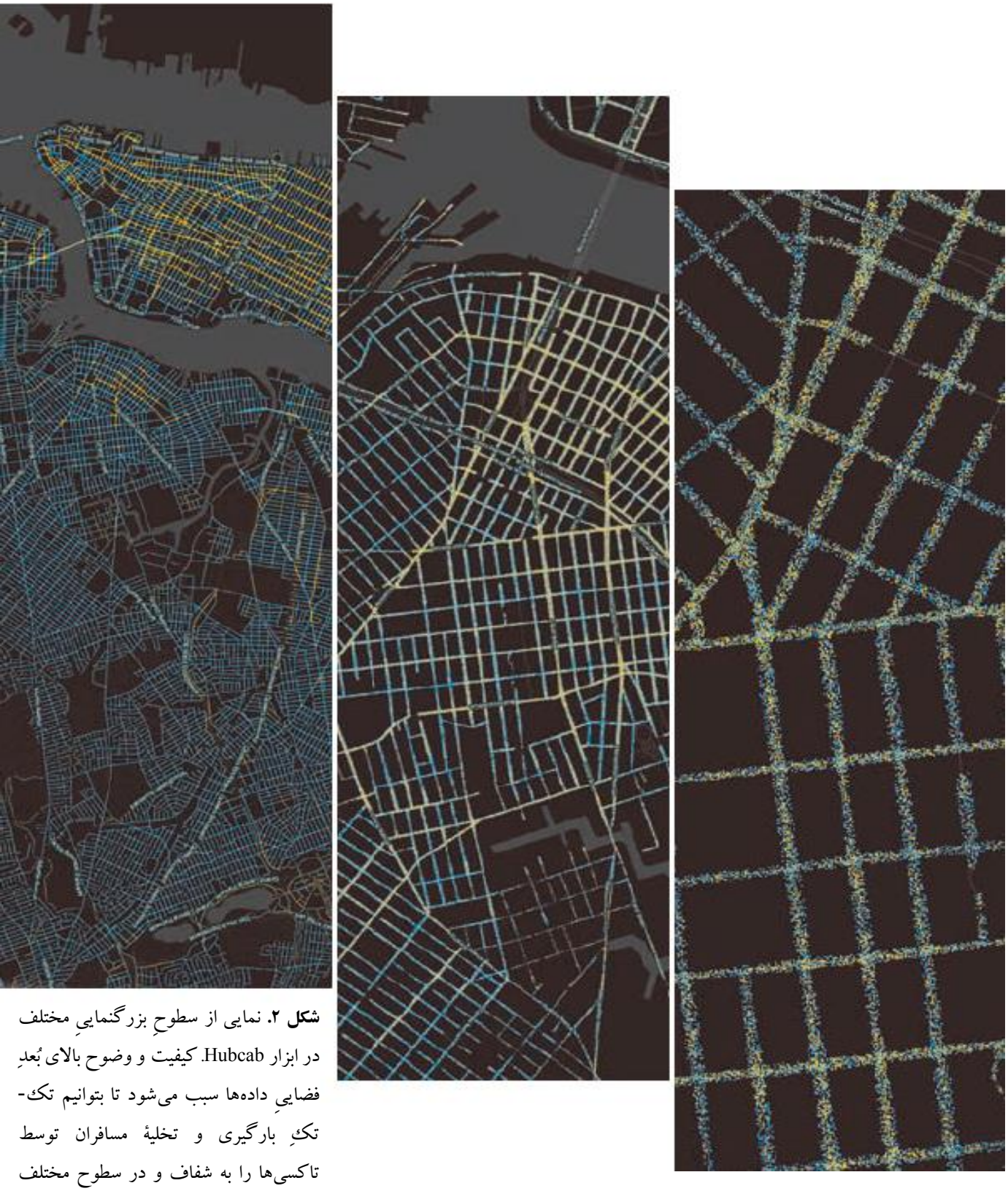
125. Cartography
127. Lyndon B. Johnson
128. John E. Moss

اصل اساسی آن همچنان پابرجا است و لذا سبب می‌شود تا از این قبیل مطالعات به منصه‌ظهور رسند. در این میان، رخدادِ افتضاحاتی همچون *واترگیت*[۱۲۵] و امثالهم سبب شدند تا مواردی به‌مانند قانون مذکور به حیات خود ادامه دهد و انگیزشی باشد تا جنبش‌های مربوط به مطالبهٔ اطلاعات در سراسر جهان به قوت خود باقی بمانند (Blanton, 2002).



شکل ۱. نمایی از تصویرِ رایانه‌ایِ متعلق به اثراتِ بر جای مانده از سفرهای تاکسی در شهر نیویورک. در این طرح، خیابان‌های شهر نیویورک به بخش‌های ۴۰ متری تقسیم شده و تمامیِ فعالیت‌های مربوط به عمل تاکسیرانی در طول سال ۲۰۱۱ [میلادی] کاملاً مجسم گشته است. خطوطِ زرد رنگ حاکی از موقعیت خیابان‌هایی است که دارای بیشترین درصد مسافرگیری هستند، و خطوط آبی رنگ نیز موقعیت خیابان‌هایی را نشان می‌دهند که بیشترین درصد پیاده شدن مسافر را دارند. ضخامتِ خطوط، متناسب با شدتِ فعالیت تاکسی‌ها تنظیم شده است و تقریباً تمامیِ خیابان‌ها توسط تاکسی‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ترسیم خیابان‌های شریانی به رنگ زرد و خیابان‌های دارای درجهٔ کمتر به رنگ آبی موجب شده تا طرحی زیبا از یک سیستم پیچیدهٔ شهری مجسم شود.

۱۲۹. رسواییِ واترگیت (Watergate scandal)، اشاره به اقدام جاسوسی‌ای دارد که در زمان ریاست جمهوریِ نیکسون، توسط مأمورین اف‌بی‌آی از حزب دموکرات ایالات متحده آمریکا انجام شد. در این مجلد مقصود از مطرح کردن این موضوع، اشارهٔ غیرمستقیم به سوء استفاده‌ای است که در قالبی از فن‌آوریِ شنود انجام شده است و می‌تواند منجر به نارضایتی عمومی و تهدید حریم خصوصی شود [مترجمان].



شکل ۲. نمایی از سطوحِ بزرگنماییِ مختلف در ابزار Hubcab. کیفیت و وضوح بالای بُعدِ فضاییِ داده‌ها سبب می‌شود تا بتوانیم تک-تکِ بارگیری و تخلیهٔ مسافران توسط تاکسی‌ها را به شفاف و در سطوح مختلف بزرگنمایی مشاهده کنیم.

علی‌رغم چنین ابتکاراتِ نظام‌مند و مطلوب که برای عمومیت بخشیدن به داده‌ها محقق می‌شود، منابع داده‌ای غالباً از طریق افشای خصوصی یا غیررسمی و برنامه‌ریزی نشده در اختیار محققان قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، اطلاعات و داده‌های مربوط به تلفن‌های همراه، معمولاً در تصاحب شرکت‌های مخابراتی است– لذا تیم‌های تحقیقاتی برآنند تا با متقاعد کردن این شرکت‌ها، داده‌های عمومی را برای اهداف تحقیقاتی در اختیار گیرند. یک نمونهٔ عمده از افشای غیر برنامه‌ریزی شدهٔ داده‌های عمومی، توسط کمپانیِ Enron Corpus انجام شد؛ این کمپانی یک پایگاه دادهٔ عظیم به شمار می‌رفت و حاویِ بیش از ۶۰۰۰۰۰ ایمیل بود که توسط ۱۵۸ کارمند مشغول در آن ساخته شده بود؛ سرانجام، پس از فروپاشیِ ننگین این شرکت در سال ۲۰۰۳ [میلادی] و به‌هنگام بازرسی آن، این اطلاعات برای عموم افشا شد[۱۲۶]. تجزیه و تحلیل هماهنگِ شبکهٔ اجتماعیِ شرکت مذکور، منجر به برملا شدنِ اقدامات نانوشته و غیرقانونیِ آن گردید و به‌طور کلی موجب شد تا پرده از ماهیتِ ساز و کارهای گروهی در سازمان‌های بزرگ مقیاس برداشته شود و اصل و اساس آن‌ها به‌گونه‌ای بهتر تفهیم گردد. همچنین ردیابی و ذخیره‌سازیِ الگوریتم‌هایی که در طول چندین ماه توسط تلفن‌های همراه شرکت اپل از رفتارهای حرکتی کاربرانش انجام می‌شد نیز در آپریل سال ۲۰۱۱ [میلادی] علنی شد و اکنون به‌عنوان یکی از اولین نمونه‌های افشای برنامه‌ریزی‌نشدهٔ داده‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتی انسان شناخته می‌شود[۱۲۷]. کشف چنین الگوریتم‌هایی، منجر به پیدایش ابتکاراتی از قبیل وب‌سایت crowdflow.net شد تا بدین منوال پایگاهی از داده‌ها به‌صورت باز و کاملاً آزاد بر روی شبکهٔ اینترنت ایجاد شود[۱۲۸].

ارتقاءِ سیستم تاکسیرانی شهری

ما چگونه می‌توانیم با به‌کارگیری حجمِ عظیمی از داده‌های در دسترس، سطحِ زندگی را در شهرها ارتقاء بخشیم؟ ما به نحوهٔ کارکردِ سیستم‌های حمل و نقل شهری دلبستگیِ فراوانی داریم. رشد پرشتاب شهرنشینی و افزایش حجمِ عبور و مرور در شهرها موجب شده تا نیاز به روان بودن خدماتِ حمل و نقل شهری بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. اشباع و ازدحام شبکهٔ دسترسی یکی از عمده‌ترین گرفتاری‌هایی است که موجب انتشار گازهای مضر شده و کیفیت هوا را در مناطق شهری تقلیل می‌دهد و لذا اثرات منفیِ آن از نقطه نظر اقتصادی و محیطی در شهرها کاملاً حس می‌شود.

هم‌اکنون می‌خواهیم تا بر روی سیستم تاکسیرانی به‌عنوان یکی از عمده روش‌های حمل و نقل شهری تمرکز کنیم. علی‌رغم اهمیت صنعت تاکسیرانی در سیستم حمل و نقل شهری، این صنعت در گذشته غالباً باب میل جامعهٔ دانشگاهی

---

۱۳۰. ر. ک. به: https://www.nytimes.com/2011/03/05/science/05legal.html

۱۳۱. ر. ک. به: http://radar.oreilly.com/2011/04/apple-location-tracking.html

۱۳۲. شرکت اپل چند هفته بعد با بروز رسانیِ سیستم عاملِ تلفن‌های همراه خود، از این موضوع جلوگیری کرد [نویسندگان].

و پژوهشی نبوده و لذا دستخوش تغییرات و بهسازی‌های نظام‌مند نشده است. به‌عنوان مثال، برخلافِ وعده‌هایی که در چند دههٔ اخیر از سوی بسیاری از مقامات شهریِ نیویورک برای بهبود سیستم تاکسیرانی داده شده، اهمیت این صنعت از دههٔ ۹۰ [میلادی] به بعد تغییرات چندانی را به خود ندیده است (Li, 2006). اما امروزه شرکت‌های مربوطه و مشتریان و حتی برنامه‌ریزان شهری، علاقهٔ وافری به ارتقاءِ کاراییِ *سیستم‌های اعزام تاکسی*[۱۲۹] دارند- به‌عنوان مثال، بهره‌مندی از *فرآیندهای تخصیص پویا*[۱۳۰] یکی از مواردی است که این‌روزها به‌منظور کاهش مصرف سوخت، ارتقاءِ کیفیت خدمات و همین‌طور بهبود وضعیت پایداری در نظام رفت و آمد شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در یک پروژهٔ تحقیقاتی اخیر، ما مجموعه‌ای از داده‌های حاویِ موقعیت ۱۳۵۰۰ تاکسی را در شهر نیویورک که در طی ۱۷۰ میلیون سفر در سال ۲۰۱۱ [میلادی] ثبت شده بود، مورد مطالعه و استفاده قرار دادیم. کسب و کار تاکسیرانی در شهر نیویورک توسط *کمیسیون تاکسی و لیموزین*[۱۳۱] سازماندهی می‌شود؛ به موجب این کمیسیون، مجوزهایی مشروط و مؤکد (به نام Medallions) برای انواع تاکسی‌ها صادر می‌شود و بدین منوال حقوق تاکسی‌های زرد رنگ، منحصراً برای سوار کردن مسافران خیابانی حفظ می‌گردد. از سال ۲۰۰۸ [میلادی] به بعد، به موجبِ کمیسیون مذکور، تمامیِ تاکسی‌های شهر نیویورک مجبور شدند تا وسایل نقلیهٔ خود را به یک *سیستم فنیِ تاکسیرانی*[۱۳۲] مجهز کنند؛ این سیستم دارای یک ردیاب جی‌پی‌اِس است که می‌کوشد تا به کمکِ نمایشگرِ تعبیه‌شده بر پشتِ صندلی جلو، نقشه‌ای زنده از محل خودرو را به مسافران نشان دهد. داده‌های تولیدشده، توسط ردیاب‌ها جمع‌آوری می‌شوند و به‌طور مستقیم به کمیسیون مذکور ارسال می‌گردند. نصب این‌گونه از ردیاب‌ها عملاً همراه با مشاجره بود- اعتصاباتِ گاه به گاه و شکایت‌های مطرح‌شده از سوی رانندگانِ تاکسی بر علیه کمیسیون مذکور پیگیری شد و طی سال‌های متمادی نیز ادامه داشت. مسئولان با اتکا به داده‌های جمع‌آوری‌شده متوجه شدند که مسافرکشیِ برخی از رانندگان بیش از حد مجاز (از نظر بار و تعداد مسافر) است و لذا همین امر سبب شد تا مجوز برخی از صاحبان تاکسی توسط کمیسیون مذکور لغو گردد. این وضعیت موجب گشت تا رانندگان از طریق تدوین یک شکایت‌نامهٔ جمعی، از نصب ردیاب به‌عنوان عملی خودسرانه و غیرقانونی برای تعارض به حریم خصوصیشان نام ببرند[۱۳۳]. با صرف‌نظر از این موضوع، کمیسیون مذکور

---

۱۳۳. در کشورمان می‌توان از سیستم‌ها و نرم‌افزارهایی از قبیل اسنپ و تپسی و ماکسیم و غیره به‌عنوان موارد مشابه سیستم‌های اعزام تاکسی (Taxi dispatch systems) نام برد [مترجمان].

134. Dynamic allocation processes
136. Taxi and Limousine Commission (TLC)
137. Taxi Technology System (TTS)

۱۳۳. ر. ک. به: https://www.rutherford.org/files_images/general/2-23-12_Complaint_Aka.pdf

نهایتاً در انجام مأموریت خود (مجبور کردن رانندگان به نصب ردیاب) موفق شد و اکنون مجموعه داده‌های مربوط به موقعیت تاکسی‌ها، می‌تواند به واسطهٔ قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات توسط هر شخص از کمیسیون مذکور درخواست شود- البته این داده‌ها به‌صورت *بی‌نام و نشان*[۱۳۴] (فاقد اطلاعات شخصی رانندگان) ارائه می‌گردد.

اینک، نیویورک تنها شهری نیست که داده‌های مربوط به موقعیت ناوگانِ تاکسیرانی‌اش در دسترس می‌باشد. در *موسسهٔ تحقیق و فن‌آوریِ سنگاپور_ ام‌آی‌تی*[۱۳۵]، بزرگ‌ترین تأمین‌کنندهٔ خدمات تاکسیرانیِ کشور سنگاپور، به سهامداران منتخبش اجازه داد تا برای تحققِ آن دسته از اهدافِ مطالعاتی‌ای که در راستای بهبود کیفیت زندگی درون شهری بود، به داده‌های جمع‌آوری شده از طریق ۱۶۰۰۰ فروند از مجموع ۲۶۰۰۰ تاکسی کشور سنگاپور دسترسی داشته باشند. مطالعاتِ مشابه دیگری نیز با استفاده از داده‌ها در شهرهایی از قبیلِ شانگهای، سان‌فرانسیسکو و وین انجام شده است و انتظار می‌رود تا در سال‌های آتی تعداد این مطالعات افزایش یابد. با کیفیت و کامل بودن داده‌هایی که در طول یک سال از شهر نیویورک استخراج گشت، باعث شد تا ما در مرحلهٔ نخست بر روی ناوگان تاکسیرانیِ این شهر متمرکز شویم؛ با این حال، نتایجِ ما می‌تواند با تعمیم به کل سیستم تاکسیرانی، در هر محدودهٔ شهری دلخواه به کار گرفته شود.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل‌شده از شهر نیویورک و همین‌طور دیگر شهرها، بلافاصله نشان می‌دهد که سیستم تاکسیرانی به عنوان یک کل، بسیار ناکارآمد است. این نوع از ناکارآمدی می‌تواند به‌وسیلهٔ مسافت کل یا مدت زمانِ سفرهای خالی (بدون مسافر) سنجیده شود. طول سفرهای خالی معمولاً یک *توزیع دومُدی*[۱۳۶] را نشان می‌دهد: اولین نقطهٔ اوج که کوچک‌تر از دیگری است، نشان‌دهندهٔ میانگین سفرهای خالی است؛ [از سویی دیگر] نقطهٔ اوج دوم، به سفرهای انجام‌شده در فواصل بین مراکز شهری و فرودگاه‌ها اشاره دارد. به طور کلی، این‌گونه از مناطقِ خاص (مانند فرودگاه‌ها و مراکز شهری)، تأثیر بسیاری در به هم زدن تعادل میان عرضه و تقاضا دارند. رانندگان تاکسی، بیشتر در مناطقی جمع می‌شوند که همواره امکان بارگیری مسافر در آنجا محتمل باشد؛ مانند جاده‌های اصلی یا دیگر مکان‌های دارای درصد تولید سفر بالا همچون فرودگاه‌ها. با این حال، تکثیر و ترویج آهستهٔ اطلاعات باعث می‌شود تا متأسفانه مسئلهٔ بی‌ثباتی در بارگیری مسافران حتمی‌تر شود؛ این اتفاق، به‌ویژه در فرودگاه‌ها رخ می‌دهد. در این مواقع، صف انتظارِ تاکسی‌های خالی در برخی از اوقاتِ خاص بسیار طولانی می‌شود، چراکه تعداد کثیری از رانندگان به تبعیت از یکدیگر در نقطه‌ای مشخص جمع می‌شوند. این مسئله باعث می‌شود تا عوارض جانبی بسیاری مانند انتشار بیش از حدِ گازهای مضر، ازدحام ترافیکی،

139. Anonymized

140. Singapore-MIT Alliance for Research and Technology (SMART)

۱۴۱. در مطالعات آماری، یک توزیع دومُدی (Bimodal distribution) نشان‌دهندهٔ یک توزیع احتمالیِ پیوسته با دو حالت مختلف است. در نمودار مربوط به این‌گونه از موارد، می‌توان شاهد دو نقطهٔ اوج باشیم. معادل نقطهٔ اوج در مطالعات آماری، Peak می‌باشد [مترجمان].

تنگراه‌ها و غیره بروز یابد. عواقبِ این موضوع ممکن است یا منجر به بازنگری در برنامه‌ریزی شهری شود و یا موجب گردد تا در شهرهای آینده، نحوهٔ قرارگیری و موقعیت این محل‌ها با الویت بیشتر و به‌گونه‌ای بهتر تعیین شود.

درگذشته تلاش‌های خودسازمان‌یافتهٔ فراوانی برای ارتقاءِ سیستم تاکسیرانی انجام شده است. *سیستم تاکسیرانیِ مشترک (هم‌پیمایی)*[۱۳۷]، در بسیاری از شهرهای آسیایی پدیده‌ای شناخته شده است که در آن مسافران برای کاهش هزینه‌هایشان، از راحتی و تقلیل زمانِ سفر صرف‌نظر می‌کنند. علی‌رغم اینکه غالباً *سیستم حمل و نقل زنجیره‌ای (بین وجهی)*[۱۳۸] و مشترک با عدمِ مقبولیت و ناکارآمدی همراه است، اخیراً تلاش‌های تجاریِ بسیاری در رابطه با این امور مرسوم شده است- از قبیلِ وب‌سایت‌هایی همچون *Daimler's Moovel*[۱۳۹] که برای ترکیب گزینه‌های مختلف حمل و نقلی از قبیل تاکسیرانی طراحی می‌شوند. علاوه بر این، توسعهٔ تعدادی از نرم‌افزارهای قابل اجرا در تلفن‌های همراهِ هوشمند نیز موجب شده تا روندِ سفر، شامل پیدا کردن و درخواست و پرداخت هزینهٔ تاکسی، تنها با فشار دادن یک دکمه به راحتی طی شود. گرچه امروزه این نرم‌افزارها در شهرهای مختلف جهان با درصد موفقیت بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما به نظر می‌رسد که سیستم‌های تاکسیرانیِ شهری، تا به امروز تغییرات قابل توجهی را شامل نشده باشند.

به دلیل عدم انعطاف و ناکارآمدیِ سیستم حمل و نقل شهری، ما یک سیستم جدید را پیشنهاد می‌دهیم که ممکن است بتواند جایگزین موارد قدیمی شده یا به‌صورت موازی با آن‌ها عمل کند. بدین منظور، ما با استفاده از داده‌های در دسترس و همین‌طور مدل‌سازی ریاضی، کوشیدیم تا نوعِ جدیدی از یک سیستم کارآمدتر را طراحی کنیم تا هم انتشار گازهای مضر کاهش یابد و هم انجام سفر برای متقاضیان در مقایسه با موارد قدیمیِ حمل و نقل، مقرون به‌صرفه‌تر شود. سفرهای ثبت‌شده در مجموعه داده‌های شهر نیویورک، بیش از ۹۹ درصدِ خیابان‌های این شهر را پوشش می‌دهد (البته به جز مناطقی مانند *اِستاتن آیلند*[۱۴۰] که فاقد خدمات تاکسیرانی است). هر بخش از خیابان، دارای نقاط مبدأ و مقصد خاص خودش می‌باشد (منظور بخش‌هایی از خیابان است که یک تاکسی از آن‌ها شروع به حرکت کرده و یا به سوی آن‌ها باز می‌گردد). ما دریافتیم که شمار زیادی از سفرها می‌توانند به‌طور بالقوه باهم ترکیب شده و در عین حال حفظ شوند. محدوده‌های متراکمِ منطقهٔ منهتن دارای تقاطع‌های خیابانیِ بسیاری است که در فواصل میان آن‌ها تا ۲ میلیون سفر آغاز

---

۱۴۲. در سیستم تاکسیرانیِ مشترک یا هم‌پیمایی (Ride-sharing taxi services)، عمل مسافرگیری نه به‌صورت تک سرنشین بلکه به‌صورت عمومی و در حد ظرفیت خودرو انجام می‌شود تا از حجم عبور و مرور وسایل نقلیه، آلودگی هوا و هزینه‌ها کاسته شود [مترجمان].

۱۴۳. سیستم حمل و نقل زنجیره‌ای یا بین وجهی (Intermodal transportation system)، نوعی از حمل و نقل است که در آن سعی می‌شود تا تردد مسافر یا جابجاییِ کالا، با ترکیب تعداد متعدد و مختلفی از وسایل نقلیه انجام شود [مترجمان].

۱۴۴. ر. ک. به: http://www.moovel.com

145. Staten Island

می‌شود و سپس در میانهٔ نقاط مبدأ و مقصد، به‌طور نیمه‌کاره به پایان می‌رسد (در یک دورهٔ یکساله). زمانِ شروع و پایان بسیاری از این سفرها مشابه است و لذا رضایت مسافران به استفادهٔ مشترک از این تاکسی‌ها می‌تواند به این عملِ بیهوده خاتمه دهد. بنابراین، ما سعی کردیم تا به‌منظور تحقق ایدهٔ ترکیب سفرها، رویکردمان را به سمت توسعهٔ یک الگوریتم جدید برای سیستم اعزام تاکسی متمرکز کنیم.

هدف این رویکرد جدید، کاهش هزینهٔ استفاده از سرویس تاکسیرانی همراه با رعایت برخی از معیارهای لازم برای تحقق آسایش سفر است؛ به‌عنوان مثال، مدت زمان انتظار مسافران بایستی نسبت به قبل کاهش یابد. در ساده‌ترین حالت، گنجایش یک تاکسی دو نفر است. هنگامی‌که مبدأ و مقصد و زمان حضور هر دو مسافر مشابه باشد، تاکسی نیز قادر خواهد بود تا هردوی آن‌ها را سوار کرده و به مقصد برساند. البته می‌توان این‌گونه هم تصور کرد که الزاماً نیازی به انطباق نقاط مبدأ و مقصد نیست و تنها هم‌مسیر بودن مسافران کافی است. به هر حال ما در ابتدای امر کوشیدیم تا از طریق شبیه‌سازی نشان دهیم که سیستم تاکسیرانیِ کنونی می‌تواند بهبود یابد و لذا تقاضای رفت و آمد با تاکسی‌های دونفره را به‌گونه‌ای کارآمدتر محقق سازد (در کشور آمریکا اکثر سفرهای تاکسی، با یک مسافر انجام می‌شود). بدیهی است که پس از اثباتِ این مورد، می‌توان ظرفیت تاکسی‌ها را به مقادیر دلخواه افزایش داد. در صورتی که مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها و بررسی‌های تحلیلی به ما نشان دهند که سیستم تاکسیرانی می‌تواند در مورد ظرفیت‌های بیشتر نیز جوابگو باشد، لذا تاکسی‌های دارای کابین‌های بزرگ‌تر نیز می‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند؛ اگرچه این‌گونه از وسایل حمل و نقل عمومیِ بزرگ شباهت فراوانی به اتوبوس دارند، اما در آن‌ها قدرت مانور بیشتر بوده و حریم خصوصیِ مسافران و حق به پیاده شدن در هر مکان حفظ می‌شود.

از نقطه نظر ریاضی، رویکرد ما باعث تولید یک شبکهٔ به اشتراک‌گذاری سفر می‌شود که در آن، *نقاط*[۱۴۱] (گره‌ها) حاکی از سفرها هستند و همین‌طور پیوندهای (یال‌ها) موجود در میان نقاط نیز بدین معناست که دو سفر با رعایت برخی از حدود و قوانین می‌توانند با هم ترکیب شوند (به نظریهٔ گراف‌ها رجوع شود). هنگامی که بیش از دو سفر با یکدیگر ترکیب شوند، ماهیت شبکهٔ دسترسی پیچیده‌تر می‌شود و روابط خطیِ بین نقاط نیز به ابعاد بالاتری صعود می‌کند. سپس الگوریتم مورد نظر به تسهیل *مسئلهٔ تطبیق حداکثری*[۱۴۲] می‌پردازد که منجر به ارائهٔ یک راه حلِ بهینه برای ترکیب سفرها می‌شود. اگرچه که گراف‌های بزرگ قادر نیستند تا از نظر ریاضی، راه حل‌های دقیقی را ارائه دهند، اما با این حال، الگوریتم‌هایی نیز وجود دارند که می‌توانند راه‌حل‌های بهینه را در مدت زمان معقول به‌طور تقریبی برآورد کنند. در این

146. Nodes
148. Maximum matching problem

فرآیند، ما با تعریف یک *پارامتر تمدید زمانی*[۱۴۳]، می‌کوشیم تا نهایت صبر و تحملِ زمانیِ یک مسافر را به هنگام انجام سفر بسنجیم. در صورت کم بودن این مدت زمان، کیفیت خدمات بالاتر خواهد بود، چراکه در این حالت، طول مدت زمانِ انتظار مسافر در حین سفر کوتاه‌تر می‌باشد؛ اما متأسفانه به هنگام تقلیل زمان، تعداد سفرهایی که می‌توانند باهم ترکیب شوند نیز کمتر می‌شود. همچنین به هنگام بیشتر شدن مدت زمان سفر، عکس این وضعیت صادق است.

این مطالعه بر آن است تا پتانسیل‌های موجود در عملِ به اشتراک‌گذاری سفر را به گونه‌ای ارزیابی نماید تا اساسِ کیفیت خدمات مربوطه افت نکند. نتایج اولیهٔ به دست آمده از مجموعه سفرهای انجام‌شده در منطقهٔ منهتن، می‌تواند دلگرم‌کننده باشد: به هنگام ادغام دو سفر، اگر مسافران با طولانی شدنِ سفر خود به مدت زمان حداکثر ۵ دقیقه مشکلی نداشته باشند، بیش از ۹۰ درصد از سفرها با موفقیت انجام می‌شود و لذا مجموعِ فواصل طی‌شده به هنگام سفر تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد؛ البته به تبع این امر، میزان آلودگی نیز به همین میزان افت می‌کند. آن‌چنان که به نظر می‌رسد، به اشتراک‌گذاریِ تاکسی در حین ادغام ۳ یا بیش از ۳ سفر، می‌تواند پتانسیل‌های بالقوهٔ بیشتری را تولید کند. کاهش هزینهٔ سفر در ازای تحمل ۵ دقیقه بیشتر، پیشنهاد معقولی است و می‌تواند طولانی بودن سفر را توجیه کند. البته درک و نحوهٔ استفاده از الگوریتمِ به اشتراک‌گذاریِ سفر به‌قدری ساده است که می‌توان از آن به‌عنوان یک سیستم آنلاین اعزام تاکسی بهره‌برداری نمود. پس از مشخص شدن و انتخاب تاکسی، کاربر می‌تواند دردم بازخوردی مبنی بر گزینه‌های موجود برای به اشتراک‌گذاریِ سفرش را دریافت نماید.

اگرچه ممکن است تا تحقق جزئیات فنیِ یک سیستم تاکسیرانیِ مشترک به‌واسطهٔ الگوریتم‌ها آسان به نظر رسد، ولی نحوهٔ متقاعد کردن مقامات و رانندگان و مشتریان به کارآمدی این‌گونه از سیستم‌ها همچنان نامعلوم است. مخارج و هزینهٔ گسترش و ترویج فن‌آوری‌های موجود می‌تواند گزاف باشد و احتمالاً بایستی مسائلی لحاظ گردد تا بر نگرانی‌های ناشی از ارتباط و برخورد با مسافرینِ بیگانه غلبه شود (البته این موضوع از نظر کرایه به نفع مسافران خواهد بود)؛ به‌مانند تفکیک و جداسازیِ فیزیکیِ حریم‌های خصوصی در وسایل نقلیهٔ عمومی.

ابزارِ هاب‌کَب

ما به‌موازات تلاش‌های پژوهشی‌مان، موفق به ایجاد یک ابزارِ مکملِ آنلاین به نام *هاب‌کَب*[۱۴۴] شدیم تا تعداد کثیری از مخاطبان بتوانند از طریق وب‌سایتِ www.hubcab.org، پدیده‌های مطالعه‌شده را طی یک روش آسان و سرگرم‌کننده مورد بررسی و مکاشفه قرار دهند. این ابزار، مجموعه داده‌های مربوط به سفرهای سیستم تاکسیرانی شهر نیویورک را به

149. Prolongation parameter
144 Hubcab

تصویر می‌کشد و بدین منوال موجب می‌شود تا تمامیِ ۱۷۰ میلیون سفرِ انجام‌شده به نمایش درآید و از سویی دیگر، *اکتشاف تعاملیِ*[۱۴۵] شهر از یک دیدگاهِ تازه ممکن شود؛ به تبع قابلیت‌های مذکور، این ابزار قادر است تا به یک الگوریتم هوشمندِ اعزام تاکسی در مقیاس جهانی بدل شود.

پیش از این، بازنمایی و ارائهٔ حجم و جهت‌گیری سفرها همواره به‌طور حسی و غیرقابل اتکا انجام می‌شد؛ اما امروزه، وضعیت بارگیری و تخلیهٔ مسافران، به‌طور یکپارچه و به شیوه‌ای پویا و ساختاریافته و سلسله‌مراتبی بازنمایی می‌شود. این نحوهٔ بازنمایی سبب می‌شود تا حداکثر اطلاعات مربوط به هر عمل تخلیه و بارگیری مسافر، در سطوح بزرگنمایی بالاتر به‌وضوح قابل مشاهده شود. مزیت این موضوع در این است که یک کاربر می‌تواند جهت‌گیری و حجم تقریبی سفرهای موجود را به‌طور همزمان مشاهده نماید. ما برای به دست آوردن داده‌های کارتوگرافی، از نقشه‌های موجود بر روی وب‌سایت Openstreetmap.org استفاده کردیم. در این میان، با استفاده از یک سندِ رایانه‌ای سعی شد تا شبکهٔ دسترسیِ بسیار گستردهٔ شهر نیویورک، به بیش از ۲۰۰۰۰۰ بخش با ابعاد ۴۰ متری جزء بندی شود تا سپس با بهره‌گیری از این سند، یک تجربهٔ بصریِ واضح و با کیفیت از این امر محقق گردد. در اکثریت قریب به‌اتفاق این بخش‌ها، حداقل یک بارگیری و تخلیهٔ مسافر مشهود است و برخی دیگر تا هزاران نفر نیز می‌رسد (در یک دورهٔ یکساله). ابزار هاب‌کَب کاربرانش را قادر می‌سازد تا از طریق بزرگنماییِ نقشهٔ حاوی نقاط بارگیری و تخلیهٔ مسافران، بتوانند تک‌تکِ این نقاط را با وضوحی بی‌نظیر و بی‌سابقه مشاهده نمایند (شکل ۲). استفاده‌کنندهٔ این ابزار قادر است تا بر روی نقشه، مقاطع و برش‌های زمانیِ مختلفی را از یک روز انتخاب نماید؛ در این برش‌ها می‌توان کل داده‌ها یا بخشی از آن‌ها را در قالبی از حوزه‌های زمان محورِ دربرگیرندهٔ حجم‌های مختلفی از بارگیری و یا تخلیهٔ مسافر مشاهده نمود. شعاع پوشش این موارد می‌تواند در حین اجرا و بر اساس نیاز مخاطب تغییر کند. تمامی سفرهای انجام‌شده در بین نقاط بارگیری و تخلیهٔ مسافر، به‌گونه‌ای پویا تدوین می‌شوند؛ لذا ابزار هاب‌کَب، کاربرانش را قادر می‌سازد تا بتوانند جریان‌های مربوط به سفرهای انجام‌شده در بین ۴۰ میلیارد (۲۰۰۰۰۰ × ۲۰۰۰۰۰) جفت نقطه (در خیابان) را بررسی کرده و مجسم نمایند. این ابزار با گذار از چشم‌انداز نامعلومِ سیستمِ تاکسیرانی، می‌کوشد تا بصیرت بی‌نظیر و نوینی را در سازوکارهای درون شهری ایجاد کند تا تمامیِ جزئیاتی که تا به امروز مشاهده نشده است را به تصویر بکشد. این ابزار به ما اجازه می‌دهد تا بتوانیم، از یک سو، چگونگی و زمان بارگیری و تخلیهٔ مسافران توسط تاکسی‌ها را به‌طور دقیق بررسی کرده و از سویی دیگر، نقاط پُرتراکم مربوط به این دو عمل را شناسایی کنیم. از همه مهم‌تر اینکه امکانِ تصویرپردازی و تجسم جریان موجود در بین دو نقطه از شهر

[۱۴۵] اکتشاف تعاملی (Interactive exploration) روشی است که در آن مجموعهٔ بزرگی از تصاویر و نمودارها و موارد مشابه منتشر می‌گردد تا هم یک مرور کلی از زمینه فراهم شود و هم اینکه کاربر به تمرکز بهتر و تعامل در مورد موضوع تشویق شود [مترجمان].

باعث می‌شود تا شهروندان، ناکارآمدیِ گسترهٔ انبوهی از سفرهای تک سرنشین را به چشم ببینند و نیز بتوانند از پتانسیل‌های موجود برای بهبود این وضعیت بهره‌مند شوند. ابزار هاب‌کَب، موجب تفصیل و تغییر درک فضای شهری و به تبع آن رفتار ساکنان و بازدیدکنندگانش می‌شود. این‌گونه از ابزارها تا حدودی پیامدهای مربوط به مسائل اجتماعی و سیاسیِ شهری را نیز قابل مشاهده می‌سازند؛ لذا بهره‌مندی از این ابزارها می‌تواند [حرفهٔ] برنامه‌ریزی شهری را به‌طرز قابل توجهی متحول کند. داده‌های دریافت‌شده و مجسم‌شده می‌توانند در جهت نیل به طراحی بهتر شهرها مورد بهره‌برداری قرار گیرند، چراکه این داده‌ها قادرند تا به‌طور سیستماتیک، آیندهٔ نوین و بهتری را برای شهرها نمونه‌سازی کنند. در بهترین حالت انتظار می‌رود تا به‌واسطهٔ این‌گونه از پیشرفت‌ها، معضلات ناشی از تراکم ترافیکی و همچنین هزینه‌های اجرایی و میزان آلودگی کاهش یابد و محیط پاکیزه‌تری ایجاد شود.

ما در رویکردمان از روش‌هایی استفاده کردیم که از الگوریتم‌های بهینه‌سازیِ مبتنی بر گراف بهره می‌بردند. حال، علاوه بر این *رویکرد بهینه‌سازیِ لجستیک*[۱۴۶]، چه راه حل‌های دیگری نیز می‌تواند برای این مشکل تدوین شود؟ آن دسته از تحقیقاتی که اخیراً با استفاده از داده‌های تلفن همراه گردآوری شده‌اند، نشان می‌دهند که روش *اسپیس سینتکس*[۱۴۷] می‌تواند تأثیر بسزایی بر جغرافیای فعالیت‌های انسانی (Reades *et al.*, 2009) و بنابراین، بر عملکرد سیستم حمل و نقل شهری داشته باشد. چینش مجددِ ساختارهای شهری، ممکن است راه حل معقولی برای تغییر الگوهای کاربری زمین باشد و بدین منوال بتواند [عملکرد] سیستم‌های حمل و نقل شهری را به‌طور یکپارچه بهبود بخشد. در هر صورت، نیل به یک پیشرفت نظام‌مند و کارآمد تنها زمانی محقق خواهد شد که در ابتدا وضعیت موجود سنجیده شود و سپس مجموعه داده‌های به دست آمده نیز با حداکثر دقت تجزیه و تحلیل گردد.

مآخذ

Ball, Philip. 2003. "The Physical Modelling of Human Social Systems," *ComPlexUs* 1, no. 4: 190–206.
Blanton, Thomas. 2002. "The World's Right to Know," *Foreign Policy* 131 (July/August): 50–58.
Kennedy, George. 1978. "Advocates of Openness: The Freedom of Information Movement." Ph.D. diss., University of Missouri, Columbia.
Li, Sonny Heng. 2006. "Multi-Attribute Taxi Logistics Optimization." Ph.D. diss., Massachusetts Institute of Technology.
Reades, Jonathan, Francesco Calabrese, and Carlo Ratti. 2009. "Eigenplaces: Analysing Cities Using the Space-Time Structure of the Mobile Phone Network," *Environment and Planning B: Planning and Design* 36, no. 5: 824–836.
Song, Chaoming, Qu Zehui, Nicholas Blumm, and Albert-László Barabási. 2010. "Limits of Predictability in Human Mobility," *Science* 327, no. 5968: 1018–1021.

پی‌نوشت

The authors thank research collaborators Paolo Santi and Giovanni Resta (Institute of Informatics and Telematics of CNR, Pisa, Italy), Steven Strogatz (Dept. of Mathematics, Cornell University, Ithaca, NY), Stanislav Sobolevsky and Carlo Ratti (SENSEable City Lab), the Hubcab Web developers (47nord), as well as the National Science Foundation, the AT&T Foundation, the MIT SMART program, the MIT CCES program, Audi Volkswagen, BBVA, Ericsson, Ferrovial, GE, and all the members of the MIT SENSEable City Lab Consortium for supporting the research.

152. Logistical optimization approach
153. Space syntax

قابلیتِ دسترسی و میزانِ ربط داده‌ها: ارزیابی کاربرد اطلاعات شهریِ آنی در کشور سنگاپور

آنتونی وانکی

Anthony Vanky

امروزه فن‌آوری‌های لحظه‌پرداز شهری به شکوفایی رسیده‌اند[۱۴۸]. اطلاعاتِ مربوط به عبور و مرور و حمل و نقل، سنجه-های کیفیت محیطی و حتی اطلاعات مربوط به احساسات شهری (مستخرج از رسانه‌های اجتماعی)، همگی مواردی هستند که به‌طور آنی قابل نظارت و مشاهده‌اند (Golder and Macy, 2011). این موارد که در گذشته از سوی متخصصان به‌منظور بهینه‌سازی و مدیریتِ سیستم‌ها استفاده می‌شدند، امروزه در مقیاسی وسیع برای عموم نیز قابل دسترس می‌باشند. دستگاه‌های تلفن همراه و دیگر *فن‌آوری‌های شخصی*[۱۴۹] می‌توانند کاربران را از شرایط فعلیِ زیرساخت‌ها و منابعی که هر روز با آن‌ها در تعامل‌اند، مطلع سازند.

قابل دسترس بودنِ داده‌های به دست آمده از فن‌آوری‌های نوینِ شخصی، مردم را قادر می‌سازد تا رفتارهایشان را بنابر وضعیت فعلیِ محیط خود تغییر دهند. یک فرد ممکن است برای فرار از ساعات پیک ترافیک، منزل خود را در یک زمان بخصوص (معمولاً زودتر از دیگران) ترک نماید؛ این زمانِ بخصوصِ سفر، می‌تواند بر اساس اطلاعات آنی و به دور از عادت و روزمرگی تنظیم شود. همین‌طور ممکن است تا فردی علی‌رغم اعزامِ سرویس کاری‌اش، ترجیح دهد تا با استفاده از اطلاعات مستخرج از *ایستگاه‌های هواشناسیِ لحظه‌پرداز*[۱۵۰]، چندی بیشتر در محل کار خود باقی بماند تا گرفتار بارندگی نشود.

علی‌رغم رشدِ حجم و وسعت اطلاعات، تنها تعداد اندکی سنجه برای اندازه‌گیری میزانِ ربط داده‌ها مهیا می‌باشد؛ اینکه داده‌ها تا چه حد باعث تغییر و تعدیل [نحوهٔ] تعامل انسان با زیرساخت‌های شهری می‌شوند. ما همواره کمیت و در واقع تعداد کاربران را لحاظ می‌کنیم، در حالی که نسبت به کیفیت و شیوهٔ استفاده بی‌توجهیم. این پژوهش به دنبال

---

۱۵۴. در این مجلد، فن‌آوری‌های لحظه‌پرداز (Real-time technologies)، بر اساس موقعیت تعریف می‌شوند؛ این فن‌آوری‌ها باعث می‌شوند تا داده‌ها به‌صورت پویا تولید شوند و همین‌طور عمل نظارت، به‌طور آنی یا نزدیک به لحظهٔ حال محقق شود. البته در این قسمت، به داده‌های بازِ وابسته به ایدهٔ دولت شفاف اشاره نمی‌شود زیرا دسترسی به این‌گونه از اطلاعات هیچگاه به‌طور آنی مقدور نمی‌باشد [نویسندگان].

۱۵۵. فن‌آوری‌های شخصی (Personal technologies)، به مواردی از قبیل گجت‌ها، نرم‌افزارها، کنسول‌های بازی، سرویس‌های جی‌پی‌اِس و غیره اطلاق می‌شود؛ از این فن‌آوری‌ها با عنوان فن‌آوری‌های مبتنی بر مصرف‌کننده (Consumer tech) نیز یاد شده است [مترجمان].

156. Real-time meteorological stations

توصیفِ سنجه‌هایی است که بتوانند به مسائلی از قبیلِ نحوهٔ استقبال و استفاده از داده‌های شهری و همین‌طور چگونگیِ اثرگذاریِ اطلاعات بر تصمیماتِ فضاییِ شهروندان در مقیاس فردی رسیدگی کنند. لذا ما در اینجا، میزانِ مشخصی از جمعیت کشور سنگاپور را به‌عنوان نمونهٔ مورد مطالعه انتخاب کرده و ملاک عمل خود قرار دادیم.

به اقتباس از واژگان مهندسی، این پژوهش به دنبال *به‌کارانداز*ی[۱۵۱] داده‌ها است. امروزه سنجه‌های فنیِ بسیاری وجود دارند که برای تعیین شیوه و اندازه‌گیری میزانِ استفاده از داده‌های آنی آمادهٔ بهره‌برداری هستند؛ از این قبیل می‌توان به سوابق درخواست‌های مربوط به رابط برنامه‌نویسی کاربردی و یا میزان داده‌های رد و بدل شده اشاره نمود. مطالعهٔ حاضر، از بحثِ گردش و جابجاییِ داده‌ها نیز فراتر می‌رود و به جای آن، به بررسی *کاربرِ نهایی*[۱۵۲] (آماج غایی توسعه‌دهندگان) می‌پردازد: مشخصاً بر روی ادراکات و فعالیت‌های ناشی از تمتعِ داده‌ها تمرکز می‌کند. علاوه بر این، هنگامی که مطالعاتِ مربوط به داده‌های آنی بر روی حوزه‌های مشخصی از فن‌آوری متمرکز شود (مثلاً تمرکز صرف بر روی موضوع حمل و نقل)، فرصتی فراهم می‌گردد تا پیامدهای حوزهٔ مورد نظر بتواند- هم به‌هنگام دسترسی و هم بهره‌مندیِ از داده‌ها در عمل- به‌گونه‌ای وسیع‌تر ادراک شود.

از نظر بسیاری از برنامه‌ریزان، این‌گونه از خدمات مبتنی بر فن‌آوری، ابزارهایی هستند که تک‌تکِ شهروندان را قادر می‌سازند تا به راحتی از شهر استفاده کرده و در آن حرکت کنند. مردم به جای تکیه بر شهود و حافظه، می‌توانند با اتکای به اطلاعات دقیق و حقیقی، سبب‌ساز ارتقاء و بهبود نحوهٔ تعاملشان با محیط‌های شهری شوند و در این مسیر، بازخوردهایی را از عملکردِ خدماتی که از آن‌ها بهره‌مند می‌شوند، ارائه دهند. امروزه سیستم حمل و نقل عمومیِ بسیاری از شهرها در حال مجهز شدن به داده‌های آنی است. شرکت‌های ارائه‌دهندهٔ خدمات انرژی، مواردی را با عناوین *مصرف سنج‌های هوشمند*[۱۵۳] مهیا می‌کنند تا از این طریق مردم بتوانند مصرف انرژی خود را به صورت آنی رصد کنند. همچنین، دارندگان فن‌آوری‌های بدیع، می‌کوشند تا در جهتِ تحقق اهداف ارزیابانه و نظارتیِ خود، محصولات بیشتری را تولید کرده و به شهرها بفروشند. علی‌رغم بهره‌برداری‌های گسترده و بی‌سابقه‌ای که از این فن‌آوری‌ها صورت می‌گیرد، روند تجزیه و تحلیل کنونی عملاً در سنجش تجربهٔ کاربرِ نهایی ناکام مانده است. مطالعاتی که بر سنجشِ از راه دور متکی هستند، بجای اینکه تجربهٔ کاربر و یا شهروند نهایی را مورد توجه قرار دهند، می‌کوشند تا بر اساس درصد بهره‌مندی از رابط برنامه‌نویسی کاربردیِ موجود در شبکه یا تعداد گزارش‌های ثبت‌شده، فقط میزانِ استفادهٔ عمومی را تفسیر کنند.

157. Actuation
[152] End user
158. Smart meters

اغلب فرضیه‌ای که به همراه فن‌آوری‌های نوین مطرح می‌شود عبارت است از اینکه: «*تلاش برای تحقق چیزی که بدان ایمان داریم، سودآور خواهد بود*»[۱۵۴]- بدین معنا که افزایش فرصت‌های بهره‌برداری از داده‌های آنی و باز، سبب جذب کاربرانِ بیشتری خواهد شد (Williams *et al*,. 2008). رشد این‌گونه از فن‌آوری‌ها، مسلم و غیر قابل انکار است. انتظار می‌رود که تا پایان سال ۲۰۲۰ [میلادی]، مبلغی معادلِ بیش از ۱۰۸ میلیارد دلارِ آمریکا برای اجرای فن‌آوری‌های شهریِ هوشمند سرمایه‌گذاری شود (Navigant Research, 2010). به هر حال، بدون درک و فهم تجربهٔ کاربر، تشخیص قدرت نفوذ و کاربرد این فن‌آوری‌ها ناممکن است و نمی‌توان فهمید که مناسب چه مکان‌هایی هستند؛ حتی نمی‌توان تشخیص داد که سرمایه‌گذاری بر روی آن‌ها چه تأثیری بر زندگی روزمرهٔ شهروندان خواهد داشت. این فن-آوری‌ها می‌توانند با استفاده از داده‌های مؤثر بر میزان کارآمدیِ زندگی مردم، موجب تعالیِ فرآیند اقدامات شوند.

نمونهٔ موردی؛ سنگاپور

سنگاپور یک کشور منحصر به فرد است که زمینهٔ بالقوه‌ای را برای پیش‌بینیِ مسائل شهری فراهم می‌کند. شرایط فرهنگی و اقتصادی این کشور، سبب شد تا به‌طور ویژه‌ای مناسب این مطالعه باشد. بدین منوال ما توانستیم تا نحوهٔ استفاده و استقبال مردم از داده‌های آنی را در این کشور مورد سنجش قرار دهیم.

ریشهٔ تمرکز این دولت_ شهر بر فن‌آوری، به نقش تاریخی آن در انجام مبادله و تجارت با سایر نقاط جهان باز می‌گردد. این کشور در سال ۱۹۶۵ [میلادی]، به‌واسطهٔ جداییش از کشور تازه تأسیسِ مالزی- که در سال ۱۹۶۳ [میلادی] از اجماع پنج ایالتِ *مالایا*[۱۵۵] و *سباح*[۱۵۶] و *ساراواک*[۱۵۷] و سنگاپور تشکیل می‌شد - به یک جمهوریتِ کاملاً مستقل بدل شد. چندین عامل از قبیل خارج شدنِ ارتش بریتانیا و کارفرمایان اقتصادی از این کشور و همین‌طور جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شرکت‌های چند ملیتی (که به دنبال زمین و نیروی کار ارزان برای رشد اقتصادی‌شان بودند)، زمینه را بیش از پیش برای استقلال این کشور تقویت نمود. همین موضوع سبب شد تا کشور سنگاپور به یکی از چهار «*بَبر اقتصادی*»[۱۵۸] قارهٔ آسیا تبدیل شود. در نیمهٔ دوم دههٔ ۱۹۸۰ [میلادی]، اقتصاد این کشور از تولیدات ارزان و کم ارزش به سمت یک بخش خدماتی بسیار قویِ درخور تولیدات و سرمایه‌گذاری و تجارت پیشرفته و دارای ارزش افزوده تغییر

---

۱۵۹. این جمله معادل اصطلاح If you build it, they will come در نظر گرفته شده است [مترجمان].

160. Malaya
161. Sabah
162. Sarawak

۱۶۳. چهار بَبر آسیایی، لفظی است که برای اشاره به اقتصادهای توسعه یافتهٔ قارهٔ آسیا، از جمله چهار کشور هنگ‌کنگ، کره جنوبی، سنگاپور و تایوان به کار می‌رود [مترجمان].

جهت داد. در همین اثناء، برنامه‌ریزانِ اقتصادی این کشور متوجه شدند که در مسیر تسهیل این تغییر، فن‌آوریِ مبتنی بر اطلاعات می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد توسعه از اهمیت فراوانی برخوردار باشد.

دولت کشور سنگاپور پس از تأسیس *هیئت ملی رایانه*[۱۵۹] در سال ۱۹۸۱ [میلادی]، موفق شد تا «با استفادهٔ گسترده از فن‌آوری اطلاعات، موجب پیشرفت این کشور در عصر اطلاعات شود و رقابت اقتصادی و کیفیت زندگی را در آن ارتقاء بخشد» (Mahizhnan, 1999). این هیئت در سال ۱۹۸۶ [میلادی]، اولین برنامهٔ ملیِ مربوط به فن‌آوری اطلاعات را منتشر نمود؛ این برنامه، اهدافی از قبیل افزایش رقابت اقتصادی و توسعهٔ قابلیت‌های فن‌آوری اطلاعات در هر دو بخش عمومی و خصوصی را دنبال می‌کرد. سپس برنامهٔ بعدی، ارائهٔ *چشم‌اندازی از یک جزیرهٔ هوشمند*[۱۶۰] بود: لذا گزارشی تحت عنوان IT2000 در سال ۱۹۹۲ [میلادی] منتشر گشت و به‌تبع آن تلاش شد تا معلوم شود که نتایج یک سیستم گسترده‌تر و پیوسته‌تر از فن‌آوریِ اطلاعات، چگونه می‌تواند این کشور را به یکی از مراکز اقتصادی جهان بدل کند: «به تشخیص ما، ۱۵ سال بعد، کشور سنگاپور همچون جزیره‌ای هوشمند، قادر خواهد بود تا در میان مطرح‌ترین کشورهای دارای زیرساخت‌های اطلاعاتی پیشرفته خودنمایی کند. این کشور سیستم‌های رایانه‌ای را در مقیاس‌های مختلفی از منازل، دفاتر، مدارس و کارخانجات به هم پیوند خواهد زد» (National Computer Board, Singapore, 1992).

این کشور بیش از آنکه به برنامه‌های اقتصادیِ خارجی و بسیط متکی باشد، بر توسعهٔ زیرساخت‌هایش (به‌مثابه بخش جدایی‌ناپذیرِ فرآیند توسعهٔ جامع) متمرکز است. دولت این کشور تخمین زده بود که در سال ۲۰۱۳ [میلادی]، هزینهٔ مورد نیاز برای تحققِ بخش عمومیِ زیرساخت‌های فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات شهری به ۱.۲ میلیارد دلارِ آمریکا برسد (۴.۸ درصد بیشتر از پنج سال اخیر) و ۲.۶ میلیارد دلارِ آمریکا نیز به‌عنوان هزینهٔ اضافی برای اجرای طرح جامع فن‌آوری بایستی صرف شود (Infocomm Development Agency, 2005). با این حال، همزمان با رشد اقتصادیِ کشور سنگاپور، زیرساخت‌های شهری آن فشارهای زیادی را متحمل شد. رشد و توسعهٔ کشور سنگاپور به معنای واقعی کلمه سخت شده بود. بنابراین، بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری‌های متمرکز بر فن‌آوری، صرف ایجادِ زیرساخت‌های شهری لحظه‌پرداز شد تا وضعیت مدیریت و عملکرد زیرساخت‌های آن بهبود یابد. بدین ترتیب، اتحاد زمینه‌های اقتصادی و شهری سبب شد تا کشور سنگاپور به یک «شهر هوشمند» بدل شود.

گرچه دولت این کشور تا به امروز به فن‌آوری و همین‌طور دسترس‌پذیر نمودنِ داده‌ها بسیار پایبند بوده، اما هنوز هم ادراکات و نحوهٔ استفادهٔ مردم این کشور (به‌عنوان نمونه‌های مورد هدف در روند مطالعه) از این موارد ارزیابی نشده

164. National Computer Board (NCB)
165. A Vision of an Intelligent Island

است. کشور سنگاپور، محیط مناسبی را برای آزمودنِ پتانسیل‌های موجود در داده‌های آنی ارائه می‌کند؛ این کشور دارای مردمانی است که از نظر فنی، دانا هستند و نگرانیِ مشخصی در مورد دسترسی و بهره‌برداری از فن‌آوری‌ها ندارند. به‌طور کلی، این کشور موجب می‌شود تا محلی ویژه برای مشتاقانِ ارزیابی ادراکات ناشی از اطلاعات آنی به وجود آید؛ چراکه در آن، روندِ دستیابی و استفاده از داده‌های آنی به موجب موانع سنتی تهدید نمی‌شود.

پیشتر در روند تحقیقات میدانی مشخص شد که تعداد تلفن‌های همراه متعلق به شرکت‌کنندگان در نظرسنجی، بیش از تعداد خود شرکت‌کنندگان است. این میزان برای کشور سنگاپور شگفت‌آور نیست، چراکه درصد تملک تلفن‌های همراه در این کشور معادل ۲۴ .۱۴۵ در هر ۱۰۰ نفر است و ۷ نفر از هر ۱۰ نفر در آن به اینترنت دسترسی دارند[۱۶۱] (Singapore Department of Statistics, 2012). علاوه بر این، معلوم شد که تعداد زیادی از اهالی این کشور، با مفهوم اطلاعات آنی نیز آشنا هستند. به هنگام درخواست از مردم برای ارزیابی و تخمین درصد آشنایی‌شان با اطلاعات و داده‌های آنی، پاسخ ۶ .۵۹ درصد از آن‌ها مثبت بود. سنگاپور کشوری بسیار پیشرو است و مادامی که فن‌آوری‌های شهری هوشمند در آن تکثیر شود، می‌تواند آینه‌ای از اتفاقاتِ آتی و همین‌طور وضعیت آیندهٔ جهان به شمار آید.

روش شناسی

در این تحقیق سعی شد تا از طریق یک نظرسنجی اولیه، ادراکات مربوط به داده‌ها و دلایل استفاده از آن‌ها مورد آزمایش قرار گیرد. از میان جمعیت نسبتاً زیاد کشور سنگاپور، کارمندان دولتیِ آن برای اهداف مطالعاتی انتخاب شدند؛ چراکه به‌واسطهٔ شغل روزمره‌شان، دسترسیِ بیشتری به فن‌آوری‌های مختلف داشتند و با این مسائل آشناتر بودند. از مجموع ۳۲۲۱ کارمند منتخب- معادل ۲۰ درصد از کل کارمندان این کشور- درخواست شد تا به این نظرسنجی پاسخ دهند. همچنین تلاش شد تا از طریق انجام یک تجزیه و تحلیلِ کیفی، یک برداشتِ زمینه‌ای و موقعیتی نیز از میزان بهره‌مندی از داده‌های آنی به‌هنگام تصمیم‌سازی به دست آید تا چگونگیِ استفاده و جستجوی اطلاعات توسط مردم در ایستگاه‌های حمل و نقلیِ واقع در سراسر این کشور بتواند تحت مشاهده قرار گیرد. این پژوهش به ما نشان خواهد داد که جوانب عملیِ پاسخ‌های داده‌شده به سؤالات مربوط به فعالیت‌های حرکتی در نظرسنجی، در واقعیت به چه صورت می‌باشند.

در حینِ حرکت

بی‌شک حوزهٔ دربرگیرندهٔ داده‌های آنیِ مربوط به فعالیت‌های حرکتی، بستری است که در آن یک شخص می‌تواند امکانات و فرصت‌های فراوانی را برای انجام عملِ دسترسی بیابد. به همین ترتیب، اکثر پاسخ‌دهندگان به نظرسنجی نیز

۱۶۶. این میزان برای ایالات متحده آمریکا ۷۸ .۹۰ از ۱۰۰ نفر و برای شهر هنگ کنگ هم ۳۹ .۱۷۹ از ۱۰۰ نفر می‌باشد [نویسندگان].

اذعان داشتند که از اطلاعات آنی برای تنظیم برنامه‌های حرکتی و حمل و نقلی‌شان بهره می‌گیرند؛ [به‌طور جزئی‌تر] بیش از دو سوم آن‌ها به دنبال کسبِ اطلاعات آنیِ حمل و نقلی بودند. امروزه نیز درصد زیادی از مردم می‌کوشند تا اطلاعاتی را دربارهٔ برنامه‌های حمل و نقلی روزانه‌شان به دست آورند- این تقاضا، هم بخشِ حمل و نقل عمومی و هم شرایط ترافیکی و جاده‌ای را شامل می‌شود. دلایل جستجوی داده‌ها و تغییر برنامهٔ سفر توسط افراد، در سه مقولهٔ کلی قابل خلاصه است: (۱) هزینه؛ (۲) زمان؛ (۳) آسودگی. تغییر برنامهٔ سفر از سوی بسیاری از افراد، فقط به‌منظور صرفه‌جویی در زمان است و علل دیگر غالباً از موضوعاتی به‌مانند سهولتِ مدیریت سفر، بهینه‌سازی انجامِ وظایف و مأموریت‌ها، و همین‌طور «*روان‌تر*»[۱۶۲] کردن سفر نشأت می‌گیرد. در کشور سنگاپور، مسئلهٔ صرفه‌جویی در هزینهٔ سفر (به‌عنوان دلیلی برای تغییر برنامهٔ سفر) در رتبهٔ پنجم قرار می‌گیرد. به گمان ما، این موضوع ریشه در هزینهٔ نسبتاً پائینِ سیستم حمل و نقلِ این کشور دارد. در روند انجام پژوهش، نظرات کتبیِ پاسخ‌دهندگان به نظرسنجی، بر تمامی این یافته‌ها صحه گذارد؛ اکثر پاسخ-دهندگان اظهار داشتند که دلیلشان از استفادهٔ اطلاعات آنی و تغییر برنامهٔ سفر، صرفه‌جویی در زمان و یا نیل سریع‌تر به مقصد بوده است.

به‌منظور ارزیابی کیفیِ واکنش مردم نسبت به اطلاعات آنیِ حمل و نقل، از آن‌ها خواسته شد تا با ارائهٔ امتیاز، میزان مطلوبیتِ سفر خود را در قبل و بعد از استفاده از اطلاعات آنی بیان کنند؛ در این روند، انواع مدل‌های حمل و نقلی از یکدیگر تفکیک شدند (جدول ۱). همچنین در صورت عدم بهره‌مندیِ یک فرد از داده‌های آنی، از وی درخواست می‌شد تا واکنش احساسی خود را به‌منظور تعیین سطح انتظارش حدس بزند. یادداشت‌های اولیه نشان دادند که علی‌رغم ناچیز بودن میزان پیشرفت و بهبود ادراک‌شده در سیستم‌های حمل و نقل ریلی (MRT و LRT)- که به احتمال زیاد ناشی از نظمِ زمانیِ حاکم بر برنامهٔ حرکت قطارها و نیل به مقصد در فواصل زمانیِ کمتر از پنج دقیقه می‌باشد[۱۶۳]- [کلیت] پاسخ افراد حاکی از افزایش مطلوبیت سفرشان به‌واسطهٔ استفاده از داده‌ها بود. [از سویی دیگر] پیشرفت و بهبودِ رفت و آمد پیاده، بیش از ۱۰۰ درصد بیشتر از میزان واقعیِ ادراک شده بود. شایان ذکر است که حتی اگر تمامیِ این موارد، منطبق بر برنامه بوده و بی‌نقص عمل کنند نیز این عدم توازن در سطح انتظارات می‌تواند مردم را نسبت به ابتکارات متکی بر داده‌های باز بی‌اعتماد کند. در بین این موارد، یک استثناء وجود داشت و آن هم استفاده از اطلاعات حمل و نقلیِ وابسته به سیستم اتوبوسرانی بود؛ برخلاف استفاده‌کنندگان از داده‌ها، آن‌هایی که از داده‌ها استفاده نمی‌کردند انتظار بهبود و پیشرفت چندانی نداشتند (یعنی میان استفاده‌کنندگانِ اطلاعات آنیِ سیستم اتوبوسرانی و غیر آن‌ها، اختلاف نظر بود).

---

[162] Smoother

۱۶۷. این نظم موجود، درک تغییرات را دشوار می‌کند [مترجمان].

جدول ۱. مقایسهٔ استفاده‌کنندگان از داده‌های آنی و غیر آن‌ها؛ به نظر شما مطلوبیت سفرتان در چه سطحی است؟

نحوهٔ انجام سفر	پیش از بهره‌گیری از داده‌ها			با بهره‌گیری از داده‌ها			Δ, in $\bar{x}$
	$\bar{x}$	n	SD	$\bar{x}$	n	SD	
پیاده	۳	۵۴	۰/۷۰	۳/۷	۴۵	۰/۸۱	۰/۷
اتوبوس عمومی	۲/۴	۹۱	۰/۷۸	۳/۲	۷۵	۰/۹۳	۰/۸
حمل و نقل ریلی (MRT/LRT)	۲/۷	۱۰۶	۰/۷۰	۲/۸۵	۸۹	۱/۰۲	۰/۲
تاکسی	۲/۸	۴۷	۰/۷۷	۳/۶۴	۳۹	۰/۷۳	۰/۸
اتومبیل شخصی	۳/۲	۶۶	۰/۸۳	۴/۰۴	۵۶	۰/۶۹	۰/۸

توضیح: ۱= نامطلوب؛ ۲= نسبتاً نامطلوب؛ ۳= نظری ندارم؛ ۴= نسبتاً مطلوب؛ ۵= مطلوب

در مغایرت با آنچه که در بالا بیان شد (مبنی بر مؤثر بودن اطلاعات آنی در افزایش مطلوبیت سفر)، ما نائل به کشف پدیده‌ای جالب و عجیب شدیم: افراد غالباً مایل نیستند تا روال روزمرهٔ خود را با تکیه بر بینش حاصل‌شده از داده‌ها تغییر دهند. گویا لذتِ انتظار کشیدن برای آن‌ها بیشتر است. به هنگام مطرح کردن این پرسش که آیا جمع‌آوری اطلاعات آنی قادر بوده است تا به تغییری هدفمند در مدت زمانی که برای انتظار وسایل حمل و نقلی صرف می‌کنید بیانجامد یا نه، ۵۷/۵ درصد از مردم پاسخ «برخی اوقات»، ۱۶/۵ درصد پاسخ «هرگز»، و ۱۹/۷ درصد پاسخ «اغلب» را انتخاب کردند و تنها پاسخ ۶/۳ درصد از شرکت‌کنندگان کاملاً مثبت بود. به‌مانند آنچه که در مورد زمان انتظار رخ داد، مردم برنامه و طریقهٔ سفرشان را نیز به طرز محسوسی تغییر ندادند (همچون تعویض MRT با اتوبوس و یا تاکسی در هنگام سفر). درصد انبوهی از افراد اذعان داشتند که برخی اوقات طریقه سفر خود را تغییر می‌دهند (۶۵/۴ درصد)، درحالی که ۲۱/۳ درصد از افراد به کلی از انجام این تغییر سرباز زدند. در این میان، ۱۱/۸ درصدِ از افراد نیز بیان کردند که اغلب برنامهٔ سفرشان را تغییر می‌دهند، اما این در حالی بود که تنها ۱/۵ درصد از افراد واقعاً برنامهٔ سفرشان را تغییر داده بودند.

با این حال، به نظر می‌رسد که نتایج اولیه- ناظر بر اینکه مردم راغب‌اند تا زمان رفت و آمد و انتظار خود را کاهش دهند- با یافته‌های جدید در تناقض است. همان‌طور که در مورد مسئلهٔ تغییرِ برنامهٔ سفر نیز مشاهده شد، یک دلیل برای این تناقض می‌تواند وابستگی شدید مردم به سیستم اتوبوسرانی در مقایسه با الباقیِ گزینه‌های حمل و نقلی باشد؛ دلیل دیگر نیز می‌تواند دو برابر شدن تعداد اتوبوس‌های حاضر در برخی از گذرهای خاص در ناحیهٔ مرکزی کشور سنگاپور تصور شود. به‌عنوان مثال، ایستگاه اتوبوسِ *مجتمعِ پارک ملت*[۱۶۴]، به ۸ اتوبوس مجهز است که سراسر *خیابان یو تانگ سن*[۱۶۵] را می‌پیمایند؛ این بدین معنا است که حتی اگر اطلاعات نیز حاکی از وقوع تأخیر در خدمات اتوبوسرانی باشد، همچنان رفت و آمد با اتوبوس در این خیابان، مناسب‌تر و با آسایش بیشتری همراه خواهد بود.

168. People's Park Complex
169. Eu Tong Sen Street

انتقال پیام

مطالعات زیادی وجود دارند که در مباحث حمل و نقلی، نقشِ موفقیت‌آمیز *تابلوهای حاوی اطلاعات آنیِ واقع در ایستگاه‌ها*[۱۶۶] را در اثرگذاری بر اطمینان عمومی و زمان انتظارِ سیستم حمل و نقل همگانی تصدیق می‌کنند (Al-Deek *et al*., 1988; Boyce, 1988; Dziekan and Kottenhoff, 2007; Dziekan and Vermeulen, 2006; Schweiger, 2003). اما مخارجِ ناشی از نصب و اجرای این مکانیسم‌ها، سبب می‌شود تا محلِ استقرار و دسترسی مردم به این ادوات مهم گردد؛ آن هم زمانی که سعی می‌شود تا حدالامکانِ کارایی و سودمندیِ داده‌ها برای عموم مهیا شود. دلیلِ دشوار بودن برنامه‌ریزی در حوزه دسترسی، متنوع بودنِ شیوه‌های بهره‌برداری از داده‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری عمومی است.

اهمیت محلِ نمایش اطلاعات در اثرگذاری بر تغییر رفتارِ انسان‌ها در مصرف انرژی نیز توسط بسیاری از متون پژوهشی مورد اشاره قرار گرفته است؛ این اطلاعات بایستی مرتباً به نمایش عموم گذاشته شوند تا در نتیجه، اَعمالِ خودسرانهٔ مردم در ارتباط با مصرف بی‌رویهٔ منابع تغییر یابد. این موضوع می‌توان دریافت که اهمیت و اعتبارِ محل و دسترسی به اطلاعات، کاملاً با تصمیمات ما در ارتباط است. در مورد داده‌های حمل و نقلی، درصد کثیری از مردم اظهار داشتند که بهره‌مندی از داده‌ها، تنها پس از تدوین برنامه‌هایشان برای استفاده از این داده‌ها مقدور شده است؛ این داده‌ها به مردم کمک کردند تا روند تصمیم‌گیریشان در مورد تغییر برنامهٔ سفر تسهیل شود و بدین منوال بتوانند تغییرات ناچیزی را در مدت زمان انتظارشان لحاظ کنند. به همین شکل، مردم در طولِ تجزیه و تحلیل کیفی نیز همین موارد را عنوان کردند. اینکه دسترسی و استفاده از داده‌ها تنها پس از تحقق فرآیند تصمیم‌سازی ممکن می‌شود.

شکل ۱. در کشور سنگاپور، در محلهٔ بندرگاه (Harbourfront)، می‌توان افرادی را به‌هنگام استفاده از تلفن‌های همراه در جایگاه‌های MRT و همین‌طور ایستگاه‌های اتوبوس مشاهده نمود؛ اگرچه که تلفن‌های همراه می‌توانند منجر به سردرگمی و حواس‌پرتی شوند، اما از سویی دیگر، این ادوات می‌توانند ابزارهایی با ارزش برای دستیابی به اطلاعات به حساب آیند.

170. At-stop real-time information signage

نباید اهمیت تلفن‌های هوشمند و تبلت‌ها را در جامعهٔ امروزی دست کم گرفت. نظرسنجی‌ها و مشاهداتِ انجام‌شده نشان می‌دهند که رابطهٔ شفاف و نزدیکی بین مردم و وسایل الکترونیکیِ تحت مالکیتشان برقرار می‌باشد (شکل ۱). در ایستگاه‌های اتوبوس و یا قطارهای شهری می‌توان افراد کثیری را مشاهده نمود که از این ادوات برای صحبت کردن با دوستان، بازی کردن، گشت و گذار در اینترنت و غیره استفاده می‌کنند. *ایتو و همکاران*[۱۶۷] (۲۰۰۵)، متوجه فرهنگی مشابه در کشور ژاپن شدند؛ در این کشور، ادوات دیجیتال به‌طور فزاینده‌ای میانجیِ زندگی اجتماعی در حمل و نقل عمومی محسوب می‌شوند. به همین دلیل، در این کشور کارکرد این ادوات به‌گونه‌ای تغییر کرده است که بیشتر برای اهداف حمل و نقلی استفاده می‌شوند و نه به‌منظور برقراری تماس‌های تلفنی.

هم‌اکنون، آژانس‌های دولتیِ مختلف می‌کوشند تا داده‌هایشان را از طریقِ رابط‌های برنامه‌نویسیِ کاربردی به اشتراک بگذارند تا هم دسترسیِ عمومی به داده‌ها را ممکن سازند و هم روند توسعهٔ ابزارهای خود را ارتقاء بخشند؛ اما در این میان، آژانس‌های حمل و نقلِ عمومی استثناء هستند. در ماه می سال ۲۰۱۱ [میلادی]، مرکز خدمات SBS به‌عنوان یکی از دو بخشِ تأمین‌کنندهٔ سیستم حمل و نقلیِ وابسته به اتوبوسرانی عمومی، رابط برنامه‌نویسیِ کاربردیِ خود را به روی توسعه‌دهندگانی که از آن در نرم‌افزارهای خود استفاده می‌کردند، بست (Yap, 2011). این اقدام، منجر به بلااستفاده شدنِ بسیاری از خدمات و برنامه‌های کاربردی مستقل شد. در این روند، فقط *نرم‌افزار آیریس*[۱۶۸]– با قابلیت کامل در ارائهٔ خدمات در حوزهٔ اطلاعات آنیِ مربوط به سیستم اتوبوسرانی– که متعلق به خود این شرکت بود، حفظ شد. این نرم‌افزار همچون ابزاری برای برنامه‌ریزی و تعیین وضعیت سفر، از سوی مردم مورد استفاده قرار می‌گرفت؛ اما با این حال، اشخاص زیادی از این نرم‌افزار تحت عناوین غیرمعمول، بی‌ربط و دشوار گلایه کردند. نظر بر اینکه مخاطبان، تلفن‌های هوشمند خود را به‌عنوان مطلوب‌ترین ابزار برای دسترسی به داده‌ها می‌پندارند، لذا بحث بر سر باز بودن و در دسترس بودنِ داده‌ها برای طیف‌های متنوع و مختلفِ مردمی ضرورت می‌یابد: روشی که کاربران برای دسترسی به داده‌ها ترجیح می‌دهند، ممکن است نسبت به آنچه که اکنون اعمال می‌شود دارای ارزشِ تمرکز و تعمقِ بیشتری باشد.

تولید و به اشتراک‌گذاریِ اینچنین منابعی از اطلاعات آنی، ممکن است از مآخذ گوناگونی نشأت بگیرد و هر یک از این مآخذ نیز به تنهایی مزایا و معایب خاص خود را به همراه بیاورد. تعجب‌آور نیست که شرکت‌کنندگان در نظرسنجی این پژوهش، به اطلاعات مستخرج از منابع دولتی اعتماد بیشتری داشتند. میانگین نظرات پاسخ‌دهندگان در حوزه‌های فعالیت‌های حرکتی، کیفیت محیطی، ایمنی و امنیت به ما نشان می‌دهد که مردم در اکثر مواقع به اطلاعات آنی اعتماد

171. Ito *et al*. (2005)
172. Iris application

می‌کنند (جدول ۲). البته این اشخاص، به منابع حاوی اطلاعات غیردولتی که از مواردی همچون تلویزیون و رسانه‌های مختلف خبری نشأت می‌گیرد نیز اطمینان می‌کنند، اما با این تفاوت که درصد آن در مقایسه با موارد دولتی بسیار کمتر است. علاوه بر این، درجه‌ای از اعتماد نیز نسبت به منابع *انبوه سپار*[۱۶۹] قابل ادراک است؛ اگرچه این موارد اکثراً دقیق هستند اما میزانِ دقت آن‌ها در مقایسه با دو منبع اطلاعاتیِ ماقبل، از درصد کمتری برخوردار است.

جدول ۲. تا چه حد به منابع اطلاعاتی ذیل اعتماد دارید؟

شاخصه		$\bar{x}$	n	SD
فعالیت‌های حرکتی	منابع رسمی (به مانندِ منابع دولتی)	۳/۱۹	۱۲۴	۰/۴۶
	منابع غیررسمی (به مانند شبکه‌های خبرسانیِ خصوصی و نرم‌افزارهای غیردولتی)	۲/۸۸	۱۲۴	۰/۴۵
	منابع انبوه سپار	۲/۵۶	۱۲۴	۰/۵۹
کیفیت محیطی	منابع رسمی (به مانندِ منابع دولتی)	۳/۲۲	۱۲۰	۰/۴۸
	منابع غیررسمی (به مانند شبکه‌های خبرسانیِ خصوصی و نرم‌افزارهای غیردولتی)	۲/۹۶	۱۲۰	۰/۴۴
	منابع انبوه سپار	۲/۴۹	۱۲۰	۰/۵۷
ایمنی و امنیت	منابع رسمی (به مانندِ منابع دولتی)	۳/۲۰	۱۲۱	۰/۵۰
	منابع غیررسمی (به مانند شبکه‌های خبرسانیِ خصوصی و نرم‌افزارهای غیردولتی)	۲/۹۶	۱۲۱	۰/۴۶
	منابع انبوه سپار	۲/۵۴	۱۲۰	۰/۶۲

توضیح: ۱= همیشه بی‌اعتماد هستم؛ ۲= در اکثر مواقع بی‌اعتماد هستم؛ ۳= در اکثر مواقع اعتماد می‌کنم؛ ۴= همیشه اعتماد می‌کنم

اعتماد کردن به منابعِ حاوی اطلاعات برای کسی که می‌خواهد عادات و اقداماتِ غریزی خود را تغییر دهد، امری ضروری است؛ اما بایستی دقت داشت که تکرار داده‌های ناقص و ناکارآمد می‌تواند به رنجش و بی‌اعتمادیِ عمومی بیانجامد. دلیل میزانِ بسیار بالای اعتماد نسبت به داده‌های دولتی این است که جمعیت مورد مطالعهٔ این نظرسنجی در آژانس‌های تولیدکنندهٔ داده‌های دولتی مشغول می‌باشند و به نحوی از داده‌هایی که خودشان در محل کارشان تولید کرده‌اند، استفاده می‌کنند.

مسئله اعتماد به داده‌ها زمانی مهم می‌نماید که یک فرد به دنبال تغییر رفتارش باشد؛ البته در این میان، مسئلهٔ جلب اعتماد نیز بسیار دشوار است. پاسخ‌های شرکت‌کنندگانِ نظرسنجی، به اعتماد اکثریت آن‌ها نسبت به داده‌های آنیِ دولتی

۱۷۳. انبوه‌سپاری یا جمع‌سپاری (Crowdsourcing) نوعی برون‌سپاریِ جمع‌آوری اطلاعات به افراد ناشناخته است که به‌طور توأمان هم افراد کارآمد و هم افراد بی‌تجربه را در بر می‌گیرد. این کار معمولاً از طریق فراخوان عمومی در شبکهٔ اینترنت انجام می‌شود. اتکای انبوه‌سپاری بر مشارکت دادن جمعیت، باعث می‌شود تا کیفیت محصول و وفاداری و خشنودی مشتری ارتقاء یابد. غیر متمرکز و غیررسمی بودن، عمودی و افقی بودن ارتباطات و عدم انحصار از جمله نکات مثبت این نوع از جمع‌آوری اطلاعات است [مترجمان].

(در مقایسه با سایر منابع) صحه می‌گذارد. دلیل این موضوع به دو بخش است: (۱) آشنا بودنِ کارمندان دولتی (پاسخ-دهندگان به نظرسنجی) با منابع داده‌های مذکور و یا (۲) نشأت گرفتنِ داده‌ها از کار منظم خودِ کارمندان بر روی داده‌ها. بر خلاف بخش کمّی، شرکت‌کنندگانِ بخش کیفیِ پژوهش مکرراً اظهار داشتند که نسبت به داده‌های آنیِ مربوط به بخشِ حمل و نقل بی‌اعتمادند. برخی از افراد این مسئله را صرفاً یک امر تبلیغاتی از سوی دولت می‌پنداشتند و برخی دیگر نیز نتوانسته بودند تا برنامهٔ حمل و نقلیِ ارائه شده را با *دانش غریزیِ*[۱۷۰] خود از عملکرد و کارایی اتوبوس‌ها مطابقت دهند.

بی‌شک مهم‌ترین چالش در [روند] تقبلِ اطلاعات آنی در فرآیند برنامه‌ریزی و تصمیم‌سازی، همانا پذیرشِ آنی بودن این اطلاعات است. افزایش مدت زمان انتظار و یا ادامه یافتن آن برای چندین دقیقه، حقیقتی است که می‌تواند به خاطر شرایط غیرقابل پیش‌بینی سیستم حمل و نقل رخ دهد، و لذا موجب گیج شدن و نگرانیِ یک کاربر معمولی شده و منجر به بی‌اعتمادی گردد. به‌نوعی می‌توان این مسئله را به عدم اعتماد مردم به یک هواشناس تشبیه نمود: ما به پیش‌بینی وضعیت هوا گوش می‌دهیم، اما می‌دانیم که نادرستی این پیش‌بینی، محتمل است. عجیب‌تر و مضحک‌تر اینکه بسیاری از افراد در طول تحقیقات کیفی، تابلوهای حاوی اطلاعات آنیِ واقع در ایستگاه‌ها را به برنامه‌های چاپیِ اتوبوسرانی ارجاع می‌دادند– بدین معنا که مردم، برنامه‌های غیر منعطف و ایستا را به اطلاعات واقعیِ حاصل‌شده از داده‌های آنی ترجیح می‌دادند. این مسئله، در مورد رانندگانِ قدیمیِ اتوبوس‌های مختصِ حوزهٔ پارک ملت مشهودتر بود (شکل ۲).

شکل ۲. مردی که یک نسخهٔ چاپ‌شده و ایستا از جدول برنامهٔ زمانی را به‌منظور ادراک زمانِ رسیدن اتوبوس بعدی بررسی می‌نماید، آن هم دقیقاً موقعی که یک تابلوی اعلان دیجیتال حاوی اطلاعات آنی، درست در بالای تابلویی که بدان خیره شده، موجود می-باشد.

174. Intuitive knowledge

شکل ۳. نقشهٔ نشان‌دهندهٔ مکان‌هایی که پژوهش کیفی در آن‌ها انجام شده است ؛ کشور سنگاپور

این حسِ عدم اعتماد می‌تواند به ضرر سرمایه‌گذاری برای ایجاد تابلوها و زیرساخت‌های حمایت‌کننده از دسترسی به اطلاعات آنی باشد. به‌طور مشخص، نشانه‌های فراوانی بر روی تابلوهای دیجیتال وجود دارد که می‌توانند اطلاعات آنی را به خوبی توضیح دهند، اما با این حال نقشه‌های چاپی و ایستا می‌کوشند تا نقش کلیدی‌ای را در تفسیر این اطلاعات بر عهده گیرند. پیرو گسترش و توسعهٔ روزافزون قابلیت دسترسی به این‌گونه از اطلاعات، آموزش و تعلیمِ این اطلاعات به بخش گسترده‌ای از مردمِ این کشور می‌تواند از ارزش بالایی برخوردار باشد.

اعتماد کردن به داده‌ها تنها از طریق تجربه کردن آن‌ها میسر می‌شود. ممکن است برخی از افراد تصور کنند که به‌واسطهٔ برخی از ویژگی‌های جمعیتی از قبیل آموزش و سن که ارتباط نزدیکی با موضوع « *تسلط بر فن‌آوری*»[۱۷۱] دارند، بتوان حس اعتماد را تخمین زد. اما با این حال، هیچ ارتباط معناداری را نمی‌توان میان فاکتورهایی از قبیلِ اعتماد و آموزش و سن یافت.

نتیجه‌گیری

چالش اصلی در روند سنجش ادراکات، تغییر مکرر آن‌ها است. مواردی از قبیلِ تحولات فنی، افزایش سطح آشنایی با ابزارهای الکترونیکی و همین‌طور تغییر مداوم فشارهای اقتصادی و اجتماعیِ وارده بر افراد می‌تواند به حد زیادی یافته‌های پژوهش‌های آتی را دگرگون کند. این پژوهش با استفاده از فن‌آوری‌های حال حاضر و شهروندان معاصر، می‌کوشد تا معیار و ادراک متفاوتی را از داده‌های موجود در محیط فعلی ارائه دهد.

175. Tech savvy

این ذهنیت که «تلاش برای تحقق چیزی که بدان ایمان داریم، سودآور خواهد بود»، در مورد داده‌ها در کشور سنگاپور به خوبی جواب داده است- چراکه این کشور در شرایط مختلف قادر است تا در مسیر تولید ابزارهای مختصِ دسترسی به داده‌ها، از پتانسیل ریسک‌پذیریِ بالایی برخوردار باشد. با این حال، با درک پژوهش حاضر، می‌توان دریافت که مورد هدف قرار دادن برخی از عادات و رفتارهای خاص، می‌تواند بستر کارآمدتر و مؤثرتری را فراهم نماید تا نحوهٔ بهره‌مندیِ کاربران از حجم وسیعی از اطلاعات آنی قابلیت تشخیص و تعیین یابد. اگرچه گرایشِ کلی همانا از بین بردن محدودیتِ دسترسی به داده‌ها است، اما در مسیرِ تلاش برای ارتقاء و بهبود رفتار، ممکن است تا توجه ویژه بر مداخلات هدفمند و متمرکز، مؤثرتر از رویکردهای «*کلی و چندهدفه*»[۱۷۲] باشد.

مآخذ

Al-Deek, Haitham, Michael Martello, Adolf May, and Wiley Sanders. 1988. *Potential Benefits of In-Vehicle Information Systems in a Real-Life Freeway Corridor Under Recurring and Incident-Induced Congestion*. Berkeley: Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley.

Boyce, David E. 1988. "Route Guidance Systems for Improving Urban Travel Demand and Location Choices," *Transportation Research Part A: General* 22, no. 4 (July): 275–281.

Darby, Sarah. 2006. "The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption: A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays." Oxford: Environmental Change Institute, University of Oxford.

Dziekan, Katrin, and Arjan Vermeulen. 2006. "Psychological Effects of and Design Preferences for Real-Time Information Displays," *Journal of Public Transportation* 9, no. 1: 71–89.

Dziekan, Katrin, and Karl Kottenhoff. 2007. "Dynamic At-Stop Real-Time Information Displays for Public Transport: Effects on Customers," *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41, no. 6 (July): 489–501.

Golder, Scott, and Michael Macy. 2011. "Diurnal and Seasonal Mood Vary with Work, Sleep, and Daylength Across Diverse Cultures." *Science* 333, no. 6051: 1878–1881.

Infocomm Development Authority of Singapore. 2005. *Technology and You: Singapore Infocomm Foresight 2015*. Singapore: IDA, Republic of Singapore.

Ito, Mizuko, Daisuke Okabe, and Misa Matsuda, eds. 2005. *Personal, Portable, Pedestrian: Mobile Phones in Japanese Life*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Mahizhnan, Arun. 1999. "Smart Cities: The Singapore Case," *Cities* 16, no. 1 (February): 13–18.

Mehndiratta, Shomik Raj, Christopher Cluett, Michael Kemp, and Jane Lappin. 2000. *Transit Watch – Bus Station Video Monitors: Customer Satisfaction Evaluation; Metropolitan Model Deployment Initiative: Seattle, Washington*. Seattle: Battelle Memorial Institute.

National Computer Board, Singapore. 1992. *A Vision of an Intelligent Island: The IT2000 Report*. Singapore: SNP Publishers.

Navigant Research. 2010. "Smart Cities." http://www.navigantresearch.com/research/smart-cities (accessed April 18, 2014).

Singapore Department of Statistics. 2011. *Census of Population 2010 Statistical Release 2 – Households and Housing*. Singapore: Ministry of Trade and Industry, Republic of Singapore.

Williams, Amanda, Erica Robles, and Paul Dourish. 2008. "Urbane-ing the City: Examining and Refining the Assumptions Behind Urban Informatics," in *The Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the Real-Time City*, edited by Marcus Foth. Hershey, PA: Information Science Reference, 1–20.

Yap, Jimmy. 2011. "The full ST [*Straits Times*] Interview with SG Buses Developer Muh Hon Cheng," *iMerlion*. http://www.imerlion.com/2011/05/full-st-interview-with-sgbuses.html (accessed August 6, 2012).

176. Shotgun

تعقیبِ ضایعات به‌منظور کاهش ضایعات

دیوید لی
David Lee

مقدمه

یکی از نویدبخش‌ترین کاربردهای علمِ *حسگرپردازیِ شهری (پردازش و ارزیابیِ شهر به‌واسطهٔ حسگرهای دیجیتال)*[۱۷۳] عبارت است از اینکه داده‌ها به‌گونه‌ای به شهروندان ارائه می‌گردد تا فرآیندهای غیرقابل مشاهده و ناملموسِ شهری برای همگان عیان شود. این فرآیندها می‌تواند به‌صورت کوتاه‌مدت و گذرا مانند تغییرات کیفیت هوا و تراکمِ ترافیکی در گذرهای پیرامونی و یا به‌صورت بلندمدت از قبیل جرائم رو به رشد و تغییرات اقلیمی باشد. به کار بستن حسگرهای شهری به‌مثابه فرصتی است که باعث می‌شود تا نظرات و ایده‌ها و رفتارها تغییر کند و بدین منوال سطح آگاهی در قبال یک معضل شهری ارتقاء یابد و شهروندان نیز واکنش‌هایی را از خود بروز دهند؛ تمامیِ این موارد می‌تواند مباحثات وسیع و کنش‌های کارآمد و مثبتی را به همراه آورد.

هزینهٔ راه اندازیِ زیرساخت‌های جدیدی از حسگرهای الکترونیکی، برای بسیاری از شهرها گزاف است. یک نمونه از روش‌های جایگزین و مقرون به‌صرفه برای این نوع از زیرساخت‌ها، حسگرپردازی مشارکتی است؛ روشی که در آن بسیاری از داوطلبان، وظایف مربوط به [عملِ] حسگرپردازی را به‌طور مستقل انجام می‌دهند و داده‌های خود را به‌صورت یک تصویر جامع به اشتراک می‌گذارند (Paulos *et al.*, 2009). به‌عنوان مثال، به اشتراک‌گذاریِ لحظه به لحظهٔ تصاویر از درختانِ در حال نابودیِ واقع در خیابان توسط شهروندان، می‌تواند به مراتب کم هزینه‌تر از نصبِ حسگرهای لحظه‌پرداز به‌منظور نظارت لحظه به لحظه بر درختان باشد.

این رویکردها، سبب درگیر شدن و مشارکت بخش عظیمی از جامعه می‌شوند و عملِ حسگرپردازی را شفاف‌تر کرده و همین‌طور از تهدیدات آن می‌کاهند (Burke *et al.*,2006). علاوه بر این، با اینکه داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط افراد غیرحرفه‌ای، عملاً در حوزه‌های علمی و پژوهشی و یا سیاست‌گذاری از قدرت و نفوذ کمی برخوردارند، اما می‌توانند بازخوردهای مناسبی را به شهروندان ارجاع داده و آن‌ها را آگاه سازند (Dutta *et al.*, 2009). همچنین، اگر ما بخواهیم تا میزان آلودگی هوا را به عابران پیاده گزارش دهیم، بهتر است تا این موضوع را در سطح خیابان و محل‌های

---

۱۷۷. حسگرپردازیِ شهری (Urban sensing) روشی است که در آن سعی می‌شود تا با بهره‌گیری از حسگرهای دیجیتال، پایداریِ محیط‌های شهری ارتقاء یابد. در حال حاضر، این موضوع از اهمیتِ نوینی در رشتهٔ طراحی شهری برخوردار است [مترجمان].

دارای تراکم عابر پیاده اندازه‌گیری کنیم (یعنی جایی مردم در آن حضور دارند) و نه در بالای چراغ‌های روشنایی و ساختمان‌ها. ما همچنان نمی‌دانیم که به هنگام مشارکت در جمع‌آوریِ اطلاعات، چه ادراکات متفاوتی از داده‌ها می‌تواند حاصل شود. بهره‌گیری از شهروندان برای اندازه‌گیریِ پدیده‌های صعب الشهود (مثل افزایش میزان آلودگی لایهٔ اوزون در بخش‌های پایینی اتمسفر)، می‌تواند حس اعتماد آن‌ها را نسبت به نتایج حاصله افزایش دهد- تأثیر این نوع از جلب اعتماد، به‌مراتب بیشتر از زمانی است که نتایج به‌دستِ متخصصان منتشر شود. شهروندانی که قبلاً اوقاتی را صرف آشکارسازی یک مشکل شهری کرده‌اند، تمایل بیش‌تری به تغییر رفتار خود خواهند داشت. البته ممکن است تا انجامِ مشارکت، به بی‌اعتمادی نسبت به داده‌ها نیز بیانجامد، چراکه باعث می‌شود تا محدودیت‌های عملی و کاستی‌های موجود در هر فرآیند به چشم آید. هر کدام از این موارد می‌تواند پیامدها و نتایج پُراهمیتی را در حوزهٔ حسگرپردازی شهری به ارمغان آورد.

تعقیبِ زباله

پروژهٔ تعقیب زباله از یک انگارهٔ ساده شروع شد: در پس دید ما، زباله‌ها به کجا می‌روند؟ در حال حاضر، فن‌آوری ما را قادر می‌سازد تا بتوانیم جابه‌جایی هر مصنوعِ انسانی را از مرحلهٔ ایجاد تا دفع و تجزیه‌اش رصد کنیم. از طرفی دیگر، ماهیتِ سیستم‌های ردیابیِ مکانِ نهایی زباله‌ها، بسیار پیچیده است و تلاش‌های نسبتاً فراگیری برای شناخت آن‌ها انجام نشده است. ضایعات، شبکه‌ای پیچیده از ایستگاه‌های انتقال و مکان‌های دفن و تجهیزات بازیافت را به‌وسیلهٔ کامیون و قطار و قایق و هواپیما می‌پیماید؛ همین‌طور این مسیر به تبع مقررات و بازارها دائماً در حال تغییر است. در مرحلهٔ اول، هدف ما درک نحوهٔ کارکردِ این‌گونه از زیرساخت‌ها است و در مرحلهٔ دوم نیز چگونگی بدل شدنِ اَعمالِ فردی (همچون دور انداختن یک تلفن همراه) به عواقبی گسترده‌تر.

در ماه اکتبر سال ۲۰۰۹ [میلادی]، آزمایشگاه SENSEable City واقع در موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست، کوشید تا با استفاده از حسگرهای مختص ردیابیِ کنترل از راه دور، چرخهٔ جابجاییِ زباله را در سیستم دفع ضایعات شهر سیاتل مورد مطالعه قرار دهد. محققانِ این آزمایشگاه با سفر به شهر سیاتل کوشیدند تا تعداد ۲۰۰۰ برچسب حاوی ردیابِ جی‌پی‌اِس را در مواضع مورد نظر مستقر کنند؛ هر کدام از این برچسب‌ها به یک زبالهٔ جداگانه الصاق گشت و سپس تک‌تکِ این زباله‌ها، در نقاط مختلفی از شهر پراکنده شدند (Boustani *et al.*, 2011). ما از ساکنین شهر سیاتل خواستیم تا به‌طور داوطلبانه در وب‌سایت *تعقیبِ زباله*[۱۷۴] عضو شوند؛ داوطلبانِ منتخب، انواعی از زباله را تهیه کردند و پس از

180. Trash Track

همکاری در روندِ دسته‌بندی و الصاق برچسب‌های ردیاب، هر کدام از این زباله‌ها را در درون جریان دفع ضایعات قرار دادند. شکل ۱، نحوهٔ همکاریِ ما با داوطلبان را برای آماده‌سازی نمونه زباله‌های مذکور نشان می‌دهد.

شکل ۱. داوطلبان با شناسایی زباله‌های قابلِ تعقیب، در امر توزیع حسگرها کمک کردند؛ آن‌ها برچسب‌های دارای ردیاب را با استفاده از چسب فومِ بادوام بر روی زباله‌ها نصب کرده و سپس نمونه‌ها را در محل‌های مختلف رها کردند.

ما در طول دو ماه، موقعیتِ هر تکه زباله را به‌واسطهٔ سیستم کنترل از راه دور پیگیری کردیم. سپس مسیرهای منتهی شده به این موقعیت‌ها را در قالبی از نقشه‌ها و انیمیشن‌ها و ویدئوها تصویرپردازی کرده و در نمایشگاه‌های عمومی و وب-سایت‌های اینترنتی به نمایش گذاشتیم. این اقدام سبب شد تا داوطلبان و عمومِ مردم همزمان بتوانند «*حیات ثانویهٔ زباله-ها*»[۱۷۵] را پس از دو انداخته شدن، در لحظه و به‌طور آنی مشاهده کنند. این‌گونه از تصویرپردازی‌ها به ما نشان می‌دهند که یک زباله، به ویژه ضایعات الکترونیکی و خطرناک، می‌تواند مسافت‌هایی فراتر از حدود شهر و حتی مرزهای یک استان و یا کشور را بپیماید. بنابراین، نوع روش و مسیرِ جابه‌جایی زباله می‌تواند سبب ایجاد تفاوتی فاحش در مصرف انرژی و همین‌طور میزان انتشار انواعِ آلودگی و تشعشعات مضر شود.

هدف ما از برقراریِ ارتباط بین مردم و سرنوشتِ زباله‌ها، مطلع کردن مردم از وضعیت زیرساختی بود که به‌طور توأمان در همه‌جا حاضر ولی در عین حال ناشناخته و مبهم محسوب می‌شد. ما با آشکارسازی فرآیندهای غیر مشهودِ دفع ضایعات توانستیم تا مردم را در قبال پیامدهای محیطیِ ناشی از ضایعات فردیشان آگاه‌تر کرده و آن‌ها را به رعایت الزامات رویکردِ پایداری تشویق نماییم. این اطلاعات توانستند تا موجب ایجاد بینشی جدید در برنامه‌ریزیِ زیرساخت‌ها در مقیاس شهری و منطقه‌ای و بین‌المللی و همچنین بخش تصمیم‌گیری در حوزهٔ دفع زباله در مقیاس فردی و انسانی شوند.

در طول این مطالعه، ما با نظرسنجی از داوطلبان تلاش کردیم تا نوع ادراک و واکنش این افراد را نسبت به نقشه‌های آنیِ مربوط به جابجایی زباله‌هایشان بسنجیم. همچنین، با نظرسنجی از افراد غیر داوطلب نیز سعی کردیم تا در صورت

[175] Second life of trash

امکان، تفاوت موجود در واکنششان را در مقایسه با افراد داوطلب مشخص کنیم. ما در پی این بودیم که: آیا تجربهٔ مساعدت در مستقر کردن حسگرها، می‌تواند سبب دگرگون شدن نگرشِ داوطلبان نسبت به نتایج حاصله شود یا نه؟ و اینکه آیا استفاده از سیستم تعقیبِ زباله به مثابه روشی برای ایجاد تغییراتِ بزرگ مقیاس در طرز نگرش‌ها و رفتارها، می‌تواند به بهره‌مندی از مشارکت شهروندان در حوزهٔ تعقیب کمک کند یا نه؟

روش‌شناسی

تعداد ۸۴ نفر در ماه اکتبر سال ۲۰۰۹ [میلادی]، داوطلبانه در پروژهٔ تعقیبِ زباله مشارکت کردند؛ این مشارکت، به مدت دو هفته به طول انجامید. در این دوره، ما تا زمان به اتمام رسیدن نصب برچسب‌ها، ارتباط خود را با هر یک از داوطلبان حفظ نمودیم. سپس ما این داوطلبان را در گروهی تحت عنوان *الف* گنجاندیم.

همین‌طور آن دسته از اشخاصِ غیر داوطلبی که از وب‌سایت تعقیبِ زباله بازدید کردند را نیز در گروه *ب* قرار دادیم. به دلیل اینکه این اشخاص قبل از مشاهدهٔ داده‌ها در انجام فرآیند تعقیبِ زباله مشارکت نداشتند، به وظیفهٔ کنترل منصوب شدند. جذب و استخدام اعضای گروه *ب*، به‌واسطهٔ آگهی‌های الکترونیکیِ مربوط به وب‌سایتِ تعقیب زباله محقق شد و روند پخش این آگهی‌ها نیز از طریق همان شبکه‌های اجتماعیِ مشابهی که برای استخدام داوطلبان گروه *الف* استفاده شده بود، صورت گرفت.

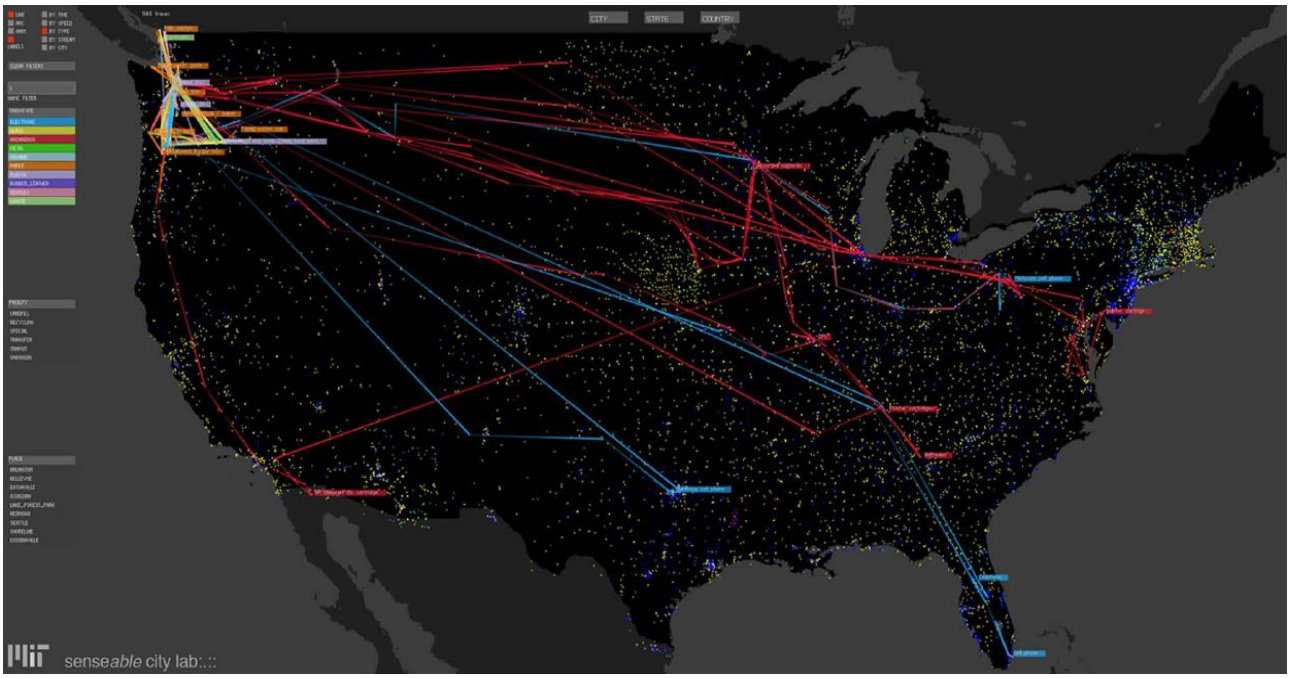
وب‌سایتِ حاوی نتایج حاصل‌شده از تعقیبِ زباله‌ها

ما در طول سه ماه، اطلاعات مربوط به *خط سیر*[۱۷۶] تک‌تکِ زباله‌ها را به‌صورت لحظه‌ای و در قالبی از *مختصات جغرافیاییِ زمان‌دار*[۱۷۷] جمع‌آوری کردیم. سپس سعی نمودیم تا این خط سیرها را به‌صورت خام در سیستم *نقشه‌یابِ گوگل*[۱۷۸] روی هم قرار دهیم و سپس با استفاده از شمایل و نشانه‌های خاص، اولین و آخرین موقعیتِ تصدیق‌شدهٔ زباله‌ها را مشخص کنیم و همچنین یک خط گذرنده از بین تمامی نقاط (پیوند خطیِ تمامیِ موقعیت‌های ثبت‌شده از تمامیِ زباله‌های شناسایی‌شده) را نیز به نمایش بگذاریم. [بدین منوال] کاربران قادر بودند تا شخصاً خط سیرِ متعلق به هر زباله را مشاهده کنند و یا آخرین موقعیت‌های مربوط به دسته‌های مختلفی از زباله‌های برچسب خورده را رصد نمایند. [در این نقشه] کلیهٔ کاربران (هم داوطلبان و هم غیر داوطلبان) می‌توانستند برای مشاهدهٔ اطلاعاتِ وب‌سایت، فیلتری را بر حسب نوع زباله انتخاب کنند و یا فقط زباله‌هایی را که خود (فقط داوطلبان) برای فرآیند ردیابی آماده کرده بودند مشاهده نمایند. شکل

181. Trajectory
182. Time-stamped geographic coordinates
183. Google map

۳، دو نمای اصلی از وب‌سایت مذکور را نشان می‌دهد. از آن جایی که داده‌های نشان داده شده به‌صورت آنی تولید می‌شد، نتایج به‌دست آمده نیز در طول چند ماه پس از استقرار اولیهٔ زباله‌ها [در موقعیت‌های مختلف] دائماً تغییر می‌کرد.

ما از تک‌تکِ شرکت‌کنندگان این دو گروه خواستیم تا در تکمیل دو نظرسنجی شرکت کنند؛ یکی قبل از مشاهدهٔ نتایج درج‌شده در وب‌سایت مذکور و دیگری بعد از آن. سؤالات هر دو نظرسنجی به نحوی تنظیم شده بود تا به نحوهٔ واکنش هر فرد نسبت به داده‌های حاصل‌شده از تعقیبِ زباله‌ها پی برده شود. هر دوی این نظرسنجی‌ها، شامل سؤالاتی در *مقیاس لیکرت*[۱۷۹] بود و مشخصاً نگرش‌ها و عقایدِ اشخاص در مورد میزان اثرگذاریِ تصمیماتشان بر محیط پیرامونی خود را مورد سؤال قرار می‌داد. در این روند، اشخاص از نقطه نظرِ مسائلی از قبیلِ دیدگاهشان نسبت به تولید و دفع ضایعات و همین‌طور چگونگی اتخاذِ اقدامات پایدار نظیرِ بازیافت و حملِ *ضایعات الکترونیکی*[۱۸۰] به محل‌های مشخص‌شدهٔ دفع ضایعات، مورد پرس و جو قرار گرفتند.



شکل ۲. تصویرپردازیِ خط سیرهای مربوط به تمامیِ زباله‌هایی که در طول آزمایش مذکور تعقیب شده‌اند. تصویرپردازی: دیتمار آفن‌هوبر، آزمایشگاه SENSEable City، ۲۰۱۰.

---

۱۸۴. مقیاس لیکرت (Likert scale) یک مقیاس روان‌سنجی است که مکرراً در پرسشنامه‌های پژوهشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقیاس لیکرت عموماً برای سنجش دیدگاه، احساس و نظر به کار می‌رود؛ مواردی که قابل مشاهده نیستند اما می‌توانند بر رفتار مخاطب مؤثر باشند. مانند رضایت مشتری (بسیار ناراضی تا بسیار راضی)، آشنایی (کاملاً ناآشنا تا کاملاً آشنا)، مقبولیت (به‌شدت مخالف تا به‌شدت موافق) و احتمال (اساساً غیرمحتمل تا بسیار محتمل) [مترجمان].

185. e-waste

شکل ۳. این تصویر، دو عدد نقشه از وب‌سایت مذکور را به نمایش می‌گذارد. این دو نقشه، داده‌های منتج‌شده از تعقیب زباله‌ها را به عموم مردم نشان می‌دهند. در سمت چپ، خط سیرِ هر یک از اقلام نمایش داده شده است و در سمت راست نیز یک نمای کلی مشهود می‌باشد که نشان می‌دهد تا خط سیرِ اکثریتِ اقلام نهایتاً در کجا به اتمام رسیده است. نشانه‌های سفید رنگ، ایستگاه‌های انتقال و مقرهای دفع ضایعات را در شهر سیاتل نشان می‌دهد.

در ادامه، ما دو فرضیه را مورد آزمون قرار دادیم:

(۱) هم در قبل و هم در بعد از مشاهدهٔ ردپاهای داده‌ایِ بر جای مانده از تعقیبِ زباله، داوطلبان و غیر داوطلبان نگرش‌ها و رفتارهای متفاوتی را در رابطه با موضوع دفع زباله از خود بروز می‌دهند.

(۲) مشاهدهٔ داده‌های منتج‌شده از تعقیبِ زباله، باعث تغییر نگرش‌ها و رفتارها می‌شود. ماهیت این تغییر برای اشخاص داوطلب و غیر داوطلب متفاوت است.

نتایج

ما با بهره‌گیری از یک ابزارِ نظرسنجیِ آنلاین، موفق شدیم تا نظرات بیش از ۲۰۰ بازدیدکننده از وب‌سایت تعقیب زباله را اخذ کنیم- پیش از آنکه قادر باشند تا ردپاهای داده‌ایِ به دست آمده از روندِ توزیع برچسب‌ها را مشاهده نمایند. یک ماه بعد، از طریقِ تماس با هر یک از شرکت‌کنندگان، از آن‌ها درخواست شد تا در نظرسنجی دوم نیز شرکت کنند؛ تعداد این افراد به ۷۰ نفر رسید و سؤالات مربوطه توسط آن‌ها تکمیل شد. از بین این ۷۰ نفر، ۳۲ نفر داوطلبانِ توزیع برچسب‌ها در شهر سیاتل بودند و ۳۸ نفرِ باقی‌مانده نیز از بازدیدکنندگانِ وب‌سایت و غیر داوطلب.

در ابتدا، ما میانگینِ پاسخ‌های دو گروه را با یکدیگر مقایسه کردیم. داوطلبان، از خود علاقهٔ وافری نسبت به دفع زباله‌های محلی و سیستم‌های بازیافت نشان دادند و همین امر سبب شد تا بتوانند مقصد نهاییِ زباله‌هایشان را پس از دفع

آن‌ها بیابند. همچنین، بعد از مشاهدهٔ داده‌های مربوط به تعقیبِ زباله‌ها، تمایلِ داوطلبان به کاهش اثراتِ باقی‌مانده از ضایعاتشان و همین‌طور انجام عملِ بازیافت افزایش یافت؛ این تمایل در افراد داوطلب بسیار بیشتر از غیر داوطلبان بود. در مقابل، امکانِ مشاهدهٔ ردپاهای داده‌ای موجب شد تا شکاف میان افرادِ داوطلب و غیر داوطلب برطرف شود؛ چرا که در ابتدای امر، هر دو گروه بر سر اطمینان از موقعیت‌های دفع ضایعات خطرناک و چگونگی عملکرد سیستم تعقیبِ زباله اختلاف نظر داشتند.

در ادامه، به‌واسطهٔ مدل‌های *رگرسیون لجستیک ترتیبی*[۱۸۱]، سعی شد تا همبستگی و رابطهٔ میان اقدامات داوطلبانه و تقویت حوزهٔ پایداری آشکار شود. احتمال رسیدگی به آن دسته از زباله‌هایی که زمانی ارزش مالی داشتند، در افراد داوطلب بیشتر بود. همچنین احتمال اطمینانِ این افراد به کاراییِ سیستم‌های مربوط به دفع ضایعات و همین‌طور اثربخشیِ سیستم مکانیزهٔ جمع‌آوری و بازیافت زباله‌ها، بسیار افزون‌تر بود. با تکیه بر مدل‌های رگرسیونیِ مذکور مشخص شد که پس از مشاهدهٔ ردپاهای داده‌ای مربوط به زباله‌ها، اشخاص فقط در مورد دو سؤال از بین سایر سؤالاتِ نظرسنجی تجدید نظر کردند. به هنگام بررسیِ جنبه‌های مختلف ردپاهای زباله‌ها، هم افراد داوطلب و هم غیر داوطلب، درک بهتری از نحوهٔ عملکرد سیستم تعقیبِ زباله و مقصد نهاییِ زباله‌ها به دست آوردند.

از آنجایی که افراد داوطلب و غیر داوطلب در حین نظرسنجی‌ها مکرراً نظراتشان را تغییر می‌دادند، لذا از طریقِ آخرین مدل رگرسیونی نیز سعی شد تا تفاوت‌های میان این دو مورد بررسی شود. آنچه که از این مقایسه به دست آمد، موجب عیان شدنِ سه موضوع شد:

(۱) در حین نظرسنجی اولیه، احتمالِ تمایل به دانستنِ موقعیت محل‌های مربوط به دفع زباله‌های خطرناک توسط افراد داوطلب بیش از افراد غیر داوطلب بود.

(۲) پس از مشاهدهٔ ردپاهای زباله‌ها، احتمالِ تمایل به دانستنِ موقعیت محل‌های مربوط به دفع زباله‌های خطرناک توسطِ افراد غیر داوطلب بیشتر بود.

---

۱۸۶. به طور کلی، واژهٔ رگرسیون به معنای بازگشت می‌باشد. در تمامیِ مدل‌های رگرسیونی تلاش می‌شود تا از مسیرهای متفاوت، تغییرات یک متغیر بر اساس اطلاعات متغیر دیگر مورد پیش‌بینی قرار گیرد. به زبانی ساده‌تر، محاسبه و تحلیل رگرسیون یک فرآیند آماری است که برای تخمین روابط بین متغیرها استفاده می‌شود. در اینجا، رگرسیونِ لجستیکِ ترتیبی (Ordinal logistic regression) که به‌اختصار OLR نیز خوانده می‌شود، یک مدل آماریِ رگرسیونی است که برای متغیرهای وابستهٔ دوسویه مانند بیماری یا سلامت، مرگ یا زندگی به کار می‌رود. این مدل را می‌توان به عنوان مدلِ خطیِ تعمیم‌یافته‌ای در نظر گرفت که از تابع لوجیت (تابعِ شامل عدد p در طیفی از اعداد حقیقی بین صفر و یک) به عنوان تابعِ پیوند استفاده می‌کند و خطایش از توزیع چندجمله‌ای پیروی می‌نماید [مترجمان].

(۳) تجربهٔ افراد داوطلب به هنگامِ مشاهدهٔ ردپاهای زباله‌ها، برعکسِ غیر داوطلبان بود. در نظرسنجی دوم، احتمالِ تمایل به دانستنِ موقعیت محل‌های دفع زباله‌های خطرناک توسط افراد داوطلب کمتر شد.

جمع‌بندی نظرات و ملاحظات

به طور خلاصه، مدل‌های بررسی‌شده نشان دادند که اگرچه اطلاعاتِ حاصل‌شده از تعقیبِ زباله‌ها می‌تواند به طرز قابل توجهی فهم برخی از افراد را دربارهٔ مسائل مربوط به زباله‌ها و همین‌طور فن‌آوری‌های حوزهٔ حسگرپردازی تغییر دهد، اما به طرز ملموسی نگرش‌ها و رفتارهایشان را در مورد مسئلهٔ تولید زباله و دفع آن عوض نمی‌کند.

داوطلبانی که در انجام این آزمایش مشارکت نمودند، اذعان داشتند که رفتارهای پایدارِ متداولی را تجربه کرده‌اند. آن‌ها کوشیدند تا اغلب میزان اثرات منفیِ ناشی از ضایعاتشان را با بهره‌برداری مجدد از آن‌ها و کمینه کردنِ اندازهٔ کیسه‌های زباله‌هایشان کاهش دهند (این اهتمام در افراد داوطلب بیش از افراد غیر داوطلب بود). همچنین داوطلبان، میزانِ اطمینان و فهمِ بیشتری را نسبت به تأثیرِ سیستم دفع ضایعات از خود نشان دادند؛ اما علی‌رغم تمامی این موارد، این اثرات متأسفانه به‌طور کامل در طولانی مدت دوام نیافت. پس از جذبِ میزان بالایی از مشارکت و اتمامِ فرآیند آزمایش و مشاهدهٔ نتایج، داوطلبان در ماه‌های بعدی چیز زیادی به دست نیاوردند و چیز زیادی هم از دست ندادند. به احتمال زیاد، خاطرهٔ حاصل‌شده از این رویداد می‌تواند پیرو عدمِ ارائهٔ اطلاعات جدید و راه‌های نوین جذبِ مشارکت، در گذر زمان محو شود. سه تغییر عمده‌ای که پیشتر به‌عنوان رخدادهای بین نظرسنجی اولیه و ثانویه بیان شد، مشخصاً در حینِ پاسخ به سؤالاتِ دانش‌محور (غیر قابل پاسخ بر مبنای دانش غریزی و مفروضات حسی) بروز یافت. هر دو گروهِ داوطلبان و غیر داوطلبان، تفاوت‌های قابل توجهی را در موردِ فهم و ادراک درستِ مقصد زباله‌ها، چگونگی عملکردِ آزمایش تعقیب زباله و موقعیتِ محل‌های دفع ضایعات خطرناک از خود نشان دادند. پروژهٔ تعقیبِ زباله همچون آزمایشی برای ایجاد آگاهی، موفقیت‌های کثیری را در حوزهٔ توضیح چگونگی *جریانِ ضایعات*[۱۸۲] و همین‌طور نحوهٔ استفاده از فن‌آوریِ تعقیب برای آشکار کردن مسیرهای این جریان به دست آورد.

تفاوت میان پاسخ‌های افراد داوطلب و غیرداوطلب به سؤال آخر (آیا موقعیت محل‌های دفع زباله‌های خطرناک را می‌دانید؟) نیز یکی دیگر از دست‌آوردهای مثبت [عملِ] نمایش ردپاهای زباله‌ها محسوب می‌شود. از یک سو، این ردپاها باعث شدند تا برخی از اشخاص، حقایقِ ناشناخته‌ای را از موقعیت مکانی ضایعات دفع‌شده به دست آورند و الباقی

188. Waste steam

اشخاص نیز به پیچیدگی و غیر قابل پیش‌بینی بودنِ سیستم مربوطه پی ببرند؛ همین موضوع موجب گشت تا اشخاص، دانسته‌ها و ندانسته‌های مربوط به اتفاقات شهریِ سکونتگاه‌هایشان را مجدداً مورد ارزیابی قرار دهند.

ما بایستی به هنگام ارائهٔ جمع‌بندی‌های فراگیر از این مطالعه و همچنین نظرسنجی از اشخاص داوطلب، از مشکلات ذاتیِ برآمده از *خودگزینی*[۱۸۳] و *اثر سقف*[۱۸۴] و تعصبات شخصیِ ممکن‌الوقوع برحذر باشیم. همین‌طور در زمینهٔ دفع ضایعات، اثراتِ مذکور بایستی حدالامکان در محیط‌های کنترل‌شده و دارای نمونه‌ای با حجم بزرگتر مورد مطالعه قرار گیرند تا به‌واسطهٔ این امر، چگونگی پشتیبانیِ فرآیند حسگرپردازیِ مشارکتی از تغییراتِ گستردهٔ رفتارهای شهری بتواند به‌گونه‌ای بهتر فهمیده شود. ما به تبع وجود سؤالات باز در نظرسنجی (امکان نوشتن کتبی و نه گزینه‌ای)، روایت‌هایی را یافتیم که موجب گشتند تا برخی از نگرش‌های شخصی و تغییرات رفتاری برایمان آشکار شود:

(۱) «پروژهٔ ردیابی زباله باعث شد تا بیش از گذشته، نسبت به جزئیات نحوهٔ دفعِ برخی از زباله‌های خاص آگاه‌تر شوم. پیش از این، من تمایلی به دانستن محل دفعِ یک لپ‌تاپ و یا لامپ‌های روشناییِ قدیمی و خراب نداشتم. از سویی دیگر هم راغب نبودم تا آن‌ها را دور بیاندازم و به همین خاطر، این اقلام در دور و برِ من باقی می‌ماند. پروژهٔ تعقیبِ زباله به من انگیزه داد تا فرآیند مناسبِ دفع این گونه از اقلام را بیاموزم».

(۲) «امکان ایجاد رابطه میان زباله‌هایم و همچنین مشخص شدنِ مقصد نهایی‌شان، سبب شد تا نسبت به ضایعاتم مسئول‌تر شوم. خوشبختانه، این اقدام به من کمک خواهد کرد تا شکافِ میان انتخاب‌های مصرفی و مسئلهٔ تنظیفِ سیاره‌ام را از بین ببرم و بتوانم رابطه‌ای معقول میان این دو مورد برقرار کنم».

ما معتقدیم که این نقل قول‌ها، تأثیر بالقوهٔ پروژه‌های حسگرپردازی مشارکتی را به خوبی منعکس می‌کنند و همچنین بهتر است که پروژه‌های آتی به گونه‌ای تنظیم شوند تا حوزهٔ پایداری عمیقاً تقویت گردد و تغییرات ماندگارتری حاصل شود. به‌عنوان مثال، تمرکز بر روی ضایعاتِ الکترونیکی و خط سیرهای غیرقابل پیش‌بینی و بعضاً طویل دفع و حذف آن‌ها، می‌تواند مدت زمان مشارکت افراد داوطلب و غیر داوطلب را طولانی‌تر کند و تغییرات ماندگارتری را به همراه آورد. خطرات ناشی از دفعِ غیر ایمن و نادرستِ ضایعات الکترونیکی در مقایسه با دیگر موارد، بسیار سریع‌تر و شدیدتر است؛ اما علی‌رغم این موضوع، اغلب گزینه‌های اجراییِ بسیاری برای دفع این‌گونه از ضایعات موجود می‌باشد که می‌توانند

---

[183] Self-selection

۱۹۰. اثر سقف (Ceiling effect) در محاسبات آماری، زمانی رخ می‌دهد که یک متغیر مستقل، دیگر اثری بر متغیر وابسته نگذارد، یا اینکه در سطوح بالاتر، واریانس یک متغیرِ مستقل قابل اندازه‌گیری نباشد [مترجمان].

مورد بررسی واقع شده و با یکدیگر مقایسه شوند. انجامِ پروژهٔ ردیابی ضایعاتِ الکترونیکی به‌صورت انبوه‌سپار و با به کارگیری افراد مستقل در خانه‌هایشان در سرتاسر جهان، می‌تواند داده‌های ارزشمندی را برای عموم مردم به ارمغان آورد و در عین حال بهترین راه‌کارهای ممکن را برای هر فرد عیان سازد.

خوشبختانه، فن‌آوریِ پشتیبانِ [عمل] حسگرپردازی موقعیت زباله‌ها، در حال پیشرفت و گسترش است و همین مسئله، بازخوردهای آنی و بسیار دقیقی را برای شهروندان فراهم می‌کند. اما اینکه بازخوردهای مذکور چگونه می‌توانند مشوقِ رفتارهای پایدارتری باشند و هنجارهای اجتماعی را اساساً دگرگون سازند، مطالعات ژرف‌تری را می‌طلبد.

پی‌نوشت

We would like to acknowledge the Trash Track team and volunteers in Seattle who helped execute the original experiment; Qualcomm, Waste Management, Sprint, and City of Seattle (Office of Arts and Culture Affairs, Seattle Public Utilities, The Seattle Public Library), and all the SENSEable City Lab Consortium members for material and technical support.

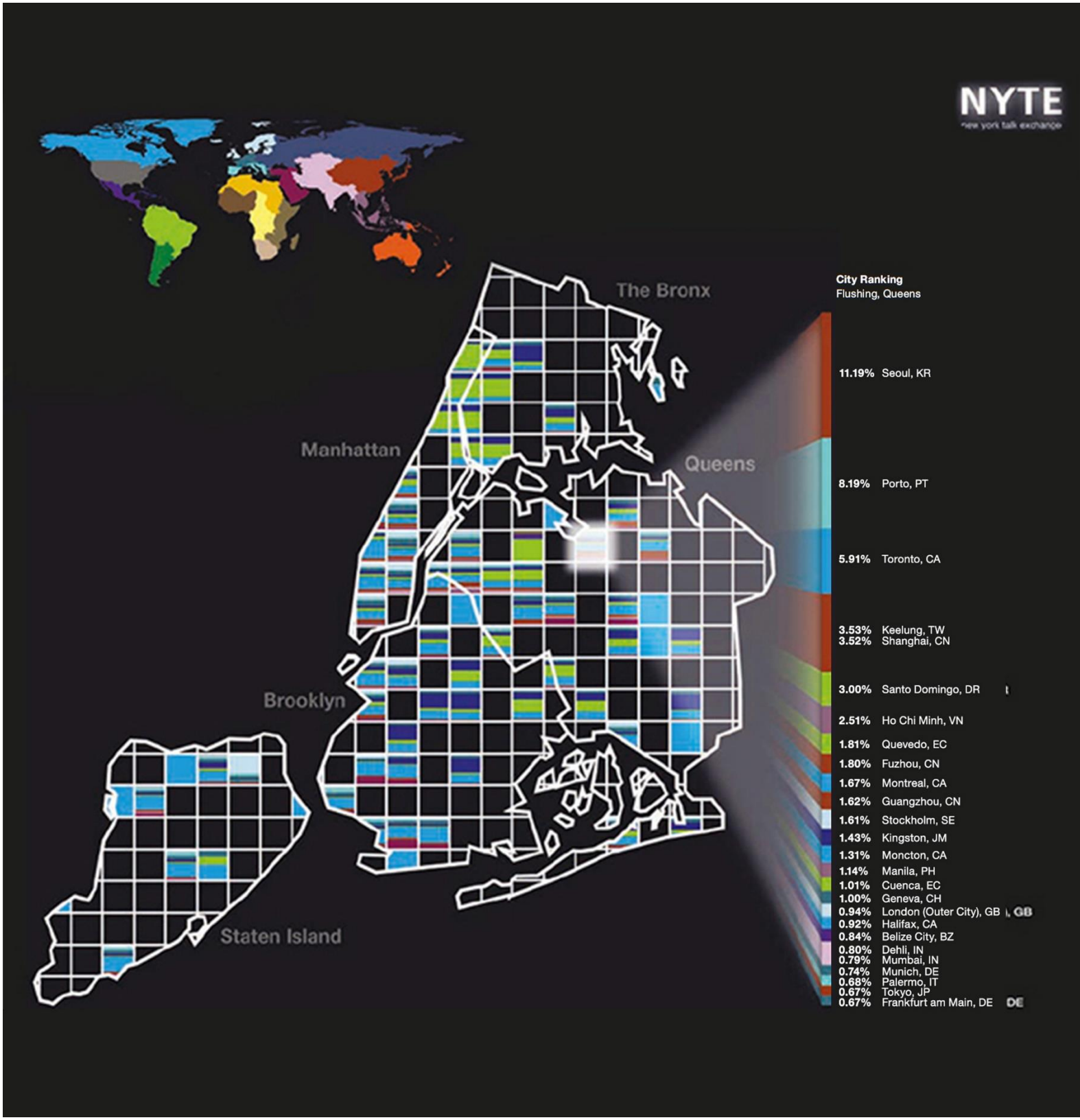
مآخذ

Boustani, Avid, Lewis Girod, Dietmar Offenhuber, RRex Britter, Malima I. Wolf, David Lee, Stephen Miles, Assaf Biderman, and Carlo Ratti. 2011. “Investigation of the Waste-Removal Chain through Pervasive Computing.” *IBM Journal of Research and Development* 55, nos. 1/2 (March): 119–129.

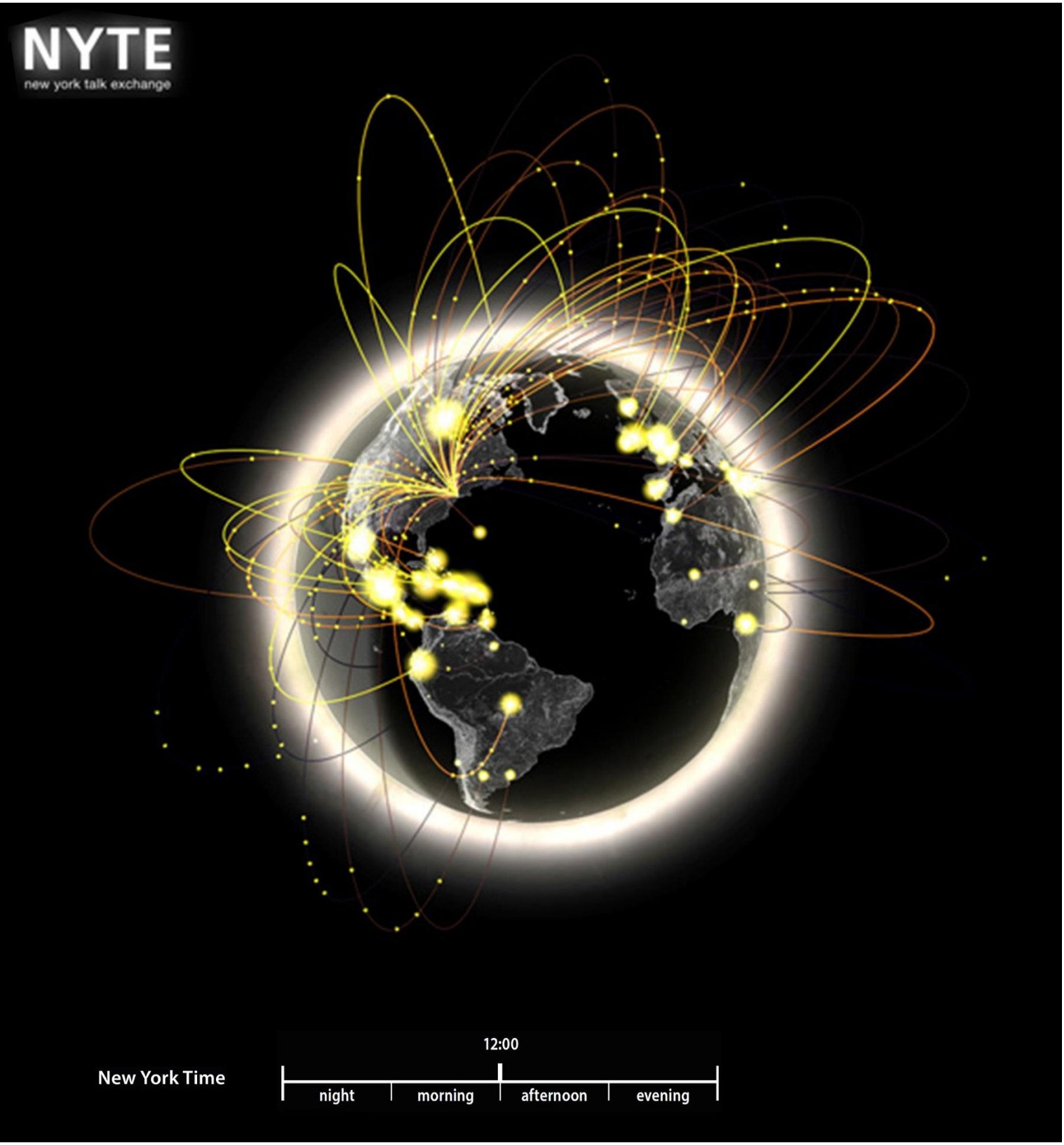
Burke, Jeffrey A., Deborah Estrin, Mark Hansen, Andrew Parker, Nithya Ramanathan, Sasank Reddy, and Mani B. Srivastava. 2006. “Participatory Sensing,” World Sensor Web Workshop, ACM Sensys 2006, Boulder, CO, October 31, 2006.

Dutta, Prabal, Paul M. Aoki, Neil Kumar, Alan Mainwaring, Chris Myers, Wesley Willett, and Allison Woodruff. 2009. “Common Sense: Participatory Urban Sensing Using a Network of Handheld Air Quality Monitors,” *Proceedings of the 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems*. New York: Association for Computing Machinery, 349–350.

Paulos, Eric, R. J. Honicky, and Ben Hooker. 2009. “Citizen Science: Enabling Participatory Urbanism,” in *The Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the Real-Time City,* edited by Marcus Foth. Hershey, PA: Information Science Reference, 414–436.



شکل ۱. این تصویر به ما نشان می‌دهد که محلات مختلف شهر نیویورک، چگونه از طریق شبکهٔ مخابرات به اقصی نقاط جهان دسترسی پیدا می‌کنند. این شهر به شبکه‌ای از پیکسل‌های مربعی شکل با ابعادِ ۲ x ۲ کیلومتر تقسیم گشته و هر پیکسل بر اساسِ درصد ارتباط تلفنی‌اش در مقیاس جهانی، رنگ‌آمیزی شده است. عرض مقاطعِ رنگیِ قابل مشاهده در سمت راست تصویر، تناسب درصدِ تماس هر منطقه از جهان را با هر محله از شهر نیویورک به نمایش می‌گذارد. تصویرپردازی: اِرون کوبلین، آزمایشگاه SENSEable City، ۲۰۰۸.



شکل ۲. این تصویر، حجم داده‌های اینترنتیِ در حال گردش را در میان شهر نیویورک و دیگر شهرهای جهان نشان می‌دهد. میزان تابش نقاطِ زرد رنگ در یک محل، شدت ترافیک آی‌پیِ در حال گردش میان آن محل و شهر نیویورک را به نمایش می‌گذارد. در این تصویر، تابش بیشتر، نشان‌دهندهٔ جریان و گردشِ آی‌پیِ بیشتر است. تصویرپردازی: اِرون کوبلین، آزمایشگاه SENSEable City، ۲۰۰۸.

تبادل مکالمات در شهر نیویورک: آشکارسازیِ ساز و کارهای شهری از طریق شبکهٔ مخابرات جهانی

فرانسیسکا رُوهاس

Francisca Rojas

مقدمه

اساسِ این مطالعه، بر پایهٔ *پروژهٔ تبادل مکالماتِ شهر نیویورک*[۱۸۵] می‌باشد که در آزمایشگاه SENSEable City واقع در موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست انجام شده است؛ پروژه‌ای که در آن با استفاده از داده‌های به دست‌آمده در ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی]، تصویرپردازی‌های مختلفی از تماس‌های تلفنیِ رد و بدل شده میان شهر نیویورک و الباقیِ مناطق جهان خلق شده است (Rojas *et al*., 2008). این مطالعه با تجزیه و تحلیلِ داده‌های مذکور می‌کوشد تا نشان دهد که جریان‌های مخابراتی چگونه می‌توانند پرده از ابعادِ پنهان ساز و کارهای جهانیِ مکان‌های شهری بردارند. شهرِ نیویورک با کدامین نواحیِ جهان بیشترین ارتباط مخابراتی را دارد؟ به هنگام سنجش بخش بین‌المللیِ تماس‌های تلفنی، کدامیک از محلاتِ شهر نیویورک جهانی‌تر هستند؟ و اهداف احتمالیِ این‌گونه از ارتباطات مخابراتی چه می‌تواند باشد؟

بهره‌مندی از داده‌های مخابراتی برای درکِ ساز و کارهای شهری و همچنین ارتقاءِ کیفیتِ برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری، شگردِ جدیدی نیست. *اتیل دِ سُولا پُول*[۱۸۶] اظهار می‌دارد که در اوایل سال ۱۹۱۵ [میلادی]، «شرکت‌های تلفنی، اصلی‌ترین منابعی بودند که به‌منظور دستیابی به اطلاعات جمعیتیِ نظام‌مند استفاده می‌شدند و مسائل کثیری را در موردِ روند و خصوصیت رشد شهرها و محلات آشکار می‌کردند» (Pool, 1983: 42). تقریباً یک قرن پیش، قابل دسترس شدن این داده‌ها، موجب نشوِ رشتهٔ برنامه‌ریزی شهری شد. جغرافیدانِ سرشناس *ژان هُوتمن*[۱۸۷] نیز در اواسط دههٔ ۱۹۵۰ [میلادی]، به اهمیتِ جریان‌های اطلاعاتی در مطالعهٔ شهرها پی برد. هُوتمن در سال ۱۹۶۱ [میلادی] کوشید تا داده‌های تلفنیِ از راه دورِ داخلی متعلق به شهرِ نیویورک را که از آن شرکتِ AT & T بود، در کتابی به نام *مگالا پلیس*[۱۸۸] مورد تجزیه تحلیل قرار دهد؛ وی در این کتاب اشاره می‌کند که ما از طریق درک میزان تراکم و جهت‌گیری ارتباطات اطلاعاتیِ موجود میان مکان‌ها، می‌توانیم مسائل گوناگونی را دربارهٔ فعالیت محلیِ هر یک از این مکان‌ها بفهمیم. «میزان

193. New York talk exchange project
194. Ithiel de Sola Pool
195. Jean Gottmann
188 Megalopolis (1961)

تراکمِ تماس‌های تلفنی، سنجه‌ای نسبتاً مناسب از روابطی است که منافعِ اقتصادی منطقه را به هم پیوند می‌دهند. تماس‌های تلفنی، فقط روابط اقتصادی و دولتی را نشان نمی‌دهند، بلکه پیوندهای اجتماعی و خانوادگی را نیز هویدا می‌کنند» (Gottmann, 1961: 590). نیم قرن بعد از گفتهٔ هوتمن، اثرات و ردپاهای دیجیتالیِ تولیدشده توسط شهر، ما را قادر ساخت تا با پیروی از این رویکرد بتوانیم پیوندها و ارتباطات جهانی را مورد وارسی قرار دهیم.

داده‌ها

تجزیه و تحلیل‌های این مطالعه، متکی بر سه منبع اطلاعاتی است: (۱) سوابق تماس‌های تلفنیِ از راه دور که به‌واسطهٔ یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتیِ ایالات متحده آمریکا ارائه شده است؛ (۲) اطلاعات جمعیتی مربوط به محلات شهر نیویورک که از سرشماری ایالات متحده آمریکا منتج شده است؛ و (۳) *مصاحبه‌های نیمه‌ساختار یافته*[۱۸۹] و مشاهدات میدانی که در محلاتِ منتخب شهر نیویورک انجام شده است. داده‌های تلفنیِ این مطالعه، شامل تماس‌های از راه دوری است که در بین محلاتِ مختلف شهر نیویورک و بیش از ۲۰۰ کشور در سراسر جهان رد و بدل شده است. در این مطالعه سعی می‌شود تا تعداد و مجموعِ دقایق تماس‌های تلفنیِ برقرارشده میان دو مکان، در قالبی از بازه‌های تصاعدیِ ده دقیقه‌ای و برای هر روز از ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] جمع‌آوری شود. این داده‌ها، تماس‌های برقرارشده توسط تلفن‌های ثابت و بی‌سیم و کارت‌های تلفنی را در بر می‌گیرد. موقعیت جغرافیاییِ هر یک از تماس‌های تلفنیِ شهر نیویورک، در یک *مرکز مخابراتی*[۱۹۰] و یا یک *ایستگاه هدایت ارتباطات مخابراتی*[۱۹۱] بازیابی شده و گردآوری می‌شوند؛ امری که باعث می‌شود تا شهرِ نیویورک، به ۶۷ ناحیهٔ مشخص تفکیک شود. سپس داده‌های جمعیتی مربوط به هر بخشِ جغرافیایی، به داده‌های تلفنیِ همان بخش پیوست می‌شود. به پیش‌بینیِ ما، داده‌های تجزیه و تحلیل شده در این مطالعه، تقریباً ۲۵ درصد از کلِ تماس‌های بین‌المللی این شهر را تشکیل می‌دهد[۱۹۲]. این رقم میزانی است که در تجزیه و تحلیل‌های مطالعهٔ حاضر، به‌منظورِ نرمالیزه کردنِ داده‌های تلفنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

---

۱۹۶. مصاحبهٔ نیمه ساختاریافته (Semi-structured interview)، روش پژوهشی است که اغلب در علوم اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع از مصاحبه، نسبتاً باز و منعطف است و لذا ما را قادر می‌سازد تا از ایده‌های نوین و تازه نیز غافل نشویم [مترجمان].

197. Wire center

198. Telecoms switching station

۱۹۹. سهم بازارِ مربوط به ارتباطات مخابراتی بین‌المللیِ شهر نیویورک که در این مطالعه دخیل می‌باشد، به‌طور جزئی برای عموم قابل دسترس نیست؛ ولی با این وجود، با توجه به گزارشی که در سال ۲۰۰۷ [میلادی] از داده‌های مخابراتیِ بین‌المللی توسط کمیسیون فدرالِ ارتباطات ایالات متحده آمریکا (US Federal Communications Commission) ارائه شده است، بیش از یک چهارم مجموع دقایقِ تماس-های بین‌المللی این کشور در سال ۲۰۰۴ [میلادی]، توسط این شرکت تولید و هدایت شده است [نویسندگان].

تعدادِ بیست و چهار عدد مصاحبهٔ نیمه ساختاریافته در بخش شمالیِ منطقهٔ منهتن و قسمت مرکزی منطقهٔ کوئینز انجام شد؛ این دو منطقه از شهر نیویورک، دارای بیشترین میزانِ تماس‌های بین‌المللی بودند. در این مصاحبات تلاش شد تا داده‌های مورد نظر از طریق مطرح کردن پرسش‌هایی دربارهٔ تعداد ماهانهٔ تماس، طول مدت مکالمه، نوع برقراری تماس و هزینه آن جمع‌آوری شود. این رویکرد موجب شد تا روند تفسیرِ تجزیه و تحلیل‌های کمّی تسهیل گردد و تخمین بسیاری از مسائلِ مربوطه ممکن شود؛ به‌عنوان مثال، این رویکرد باعث شد تا مستدل و قابل استناد بودن محاسبات مربوط به سرانهٔ دقایقِ تماس و همچنین میزان انطباق الگوهای هفتگی تماس با تجارب حقیقی مردم مشخص گردد.

جغرافیای دوگانهٔ مکالمات تلفنی

بنابر پیشنهادِ تحلیل‌هایی که قبلاً بر روی ممارست‌های بین‌المللیِ شهرهای جهانی انجام شده، همتایان جهانیِ شهر نیویورک بایستی در درجهٔ اول شرکای تجاری آن نظیرِ لندن و توکیو و فرانکفورت باشد که تأثیر بسزایی بر جهانی شدن دارند (Sassen, 2001, 2002; Derudder, 2008). همین‌طور در برخی دیگر از مطالعات مربوط به شهرهای جهانی نیز سعی شده تا معلوم شود که فن‌آوری‌های اطلاعات و ارتباطات، چگونه ممارست‌های فراملی را در میان مهاجران میسر می‌سازند؛ امری که منحصراً از طریقِ تماس‌های تلفنیِ ارزان قیمت محقق می‌گردد و به‌مثابه یک پیوند دهندهٔ اجتماعی، مهاجران را به ممالکِ مادری‌شان متصل می‌سازد (Levitt and Glick Schiller, 2004; Vertovec, 2009). با تجزیه و تحلیل مقاصد تماس‌های تلفنی شهر نیویورک (به‌عنوان یکی از تجاری‌ترین و مهاجرپذیرترین شهرهای جهان)، انتظار می‌رود تا ارتباطات تلفنیِ این شهر بتواند همچون پُلی ارتباطی، همتایان تجاری و همین‌طور کشورهای مهاجرفرستِ مربوطه را به‌طور توأمان به این شهر مرتبط سازد.

در حین آزمودنِ تماس‌های تلفنیِ از راه دورِ شهر نیویورک بر پایهٔ مقاصد بین‌المللی‌شان، می‌توان دید که از میان ده کشور عمده‌ای که با این شهر تماس می‌گیرند، هفت تای آن‌ها کشورهای مهاجرفرست هستند و تنها ۳ عدد از آن‌ها شرکای تجاریِ این شهر می‌باشند. در جدول ۱ سعی شده است تا علاوه بر سهم مربوط به حجم تماس‌های تلفنیِ هر کشور، جمعیت غیر بومیِ شهر نیویورک و همین‌طور شرکای تجاری ایالات متحده آمریکا نیز نشان داده شود[۱۹۳]. رتبهٔ اول و دوم در جدول مذکور، به ترتیب متعلق به *جمهوری دومینیکن*[۱۹۴] و کشور مکزیک می‌باشد. ضمناً، سه کشوری که فقط در حوزهٔ تجارت با شهر نیویورک در ارتباط می‌باشند و از داده‌های مربوط به حوزهٔ بازرگانی و تجارت ایالات

---

۲۰۲. استانداردِ تحلیل‌های انجام‌شده در این مطالعه، مدت زمانِ دقایق تماس‌های خارجی می‌باشد و نه تعداد تماس‌ها. این پروتکلی است که کمیسیون فدرال ارتباطات و کمپانیِ تله‌جئوگرافی (TeleGeography)، آن را اساس اندازه‌گیری و آنالیزهای خود قرار می‌دهد [نویسندگان].

203. Dominican Republic

متحده آمریکا بهره می‌گیرند، به ترتیب انگلستان و کانادا و آلمان هستند. گونهٔ سوم نیز شاملِ کشورهایی است که به‌طور توأمان هم با ایالات متحده آمریکا رابطهٔ تجاری دارند و هم به شهر نیویورک مهاجر می‌فرستند: این دو کشور، مکزیک و هند هستند. پس از مقایسهٔ طبقه‌بندی ذکر شده با سرانهٔ *تولید ناخالص داخلیِ*[۱۹۵] هر یک از کشورهای جدول مذکور (به استثنای مکزیک و هند)، می‌توان دریافت که کشورهای دارای اقتصاد قوی مایل‌اند تا با ایالات متحده آمریکا به تجارت کالا بپردازند، در حالی که کشورهای دارای اقتصاد ضعیف بیشتر راغبند تا به این کشور نیروی‌کار صادر کنند.

جدول ۱. مقایسهٔ ده مقصد اصلیِ تماس‌های تلفنی برقرارشده از شهر نیویورک که بر اساس درصد کل دقایقِ تماس‌های بین‌المللیِ ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] رتبه‌بندی شده است. این جدول درصد کل تماس‌های بین‌المللی ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۷ [میلادی]، درصد تماس‌های بین‌المللی غیربومیانِ شهر نیویورک بر اساس کشور مادری‌شان در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ [میلادی]، شرکای تجاری ایالات متحده آمریکا، و سرانهٔ تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۰۷ [میلادی] را نشان می‌دهد. مآخذ: گردآوری‌شده توسط نویسندگان با استفاده از: داده‌های متعلق به یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتیِ ایالات متحده آمریکا؛ اطلاعات جامعه آماری مستخرج از سرشماری ایالات متحده آمریکا در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ [میلادی]؛ کمیسیون فدرالِ ارتباطات ۲۰۰۹ [میلادی]؛ بخشِ اعداد و ارقام تجاری در صندوق بین‌المللی پول ۲۰۰۸ [میلادی]؛ شاخصه‌های اصلی اتحادیهٔ ارتباطات بین‌المللی ۲۰۰۷ [میلادی].

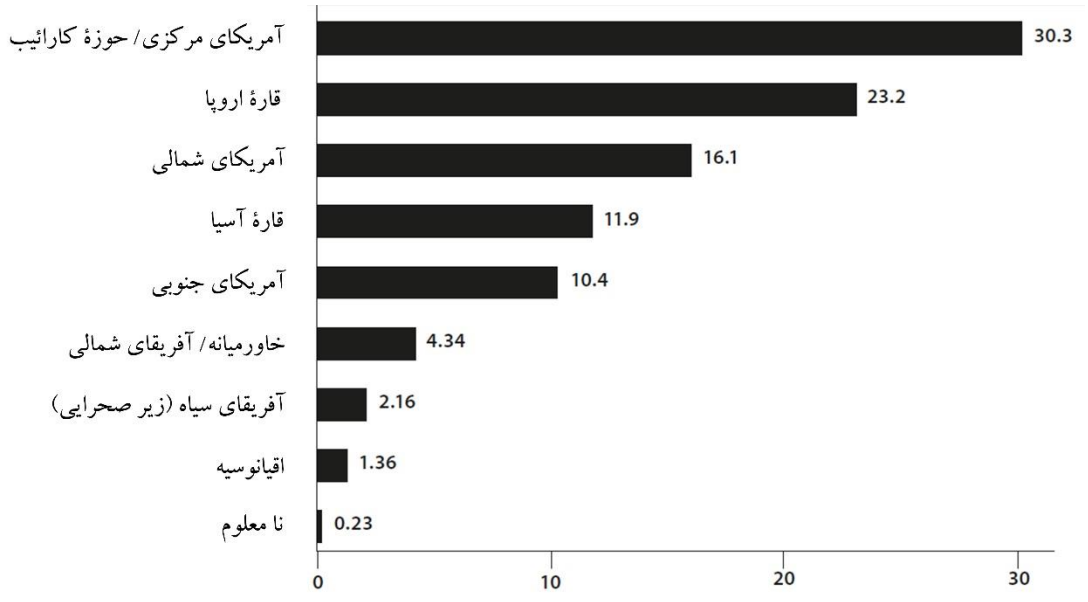
رتبه	کشور	منطقهٔ جهانی	مقصد تماس‌ها از شهر نیویورک (٪)	مقصد تماس‌ها از کشور آمریکا (٪)	غیربومیانِ ساکن شهر نیویورک (٪)	شراکت در واردات از کشور آمریکا (٪)	شراکت در صادرات به کشور آمریکا (٪)	سرانهٔ تولید ناخالص داخلی (دلار آمریکا)	نوع ارتباط
۱	جمهوری دومینیکن	آمریکای مرکزی/ منطقهٔ کارائیب	۱۱/۷	۲/۳	۱۳/۱	۰/۲	۰/۵	۴۱۷۰	M
۲	مکزیک	آمریکای شمالی	۹/۱	۱۷/۸	۶/۴	۱۰/۸	۱۲/۰	۹۵۱۶	M/T
۳	انگلستان	اروپا	۷/۵	۴/۰	۱/۲	۲/۹	۴/۴	۴۵۵۱۰	T
۴	کانادا	آمریکای شمالی	۷/۰	۱۲/۲	۰/۸	۱۶/۱	۱۲/۹	۴۳۳۹۶	T
۵	گواتمالا	آمریکای مرکزی/ منطقهٔ کارائیب	۵/۵	۳/۲	۰/۸	۰/۲	۰/۴	۲۵۴۸	M
۶	اکوادور	آمریکای جنوبی	۵/۳	۰/۸	۴/۹	۰/۳	۰/۳	۳۴۳۲	M
۷	جامائیکا	آمریکای مرکزی/ منطقهٔ کارائیب	۳/۳	۱/۱	۶/۳	۰/۰	۰/۲	۴۵۶۵	M
۸	هند	آسیا	۳/۰	۱۰/۸	۲/۷	۱/۳	۱/۶	۹۴۷	M/T
۹	آلمان	اروپا	۲/۵	۲/۰	۰/۸	۴/۹	۴/۴	۴۰۳۰۸	T
۱۰	فیلیپین	آسیا	۲/۴	۳/۵	۲/۰	۰/۵	۰/۷	۱۶۲۴	M

توضیح: M= مهاجرت؛ T= شراکت تجاری؛ M/T= مهاجرت و شراکت تجاری

204. Gross domestic product

وارسیِ حجم تماس‌ها بر اساسِ کشور می‌تواند حاوی اطلاعات مفیدی باشد، اما ممکن است تا کششِ گرانشیِ شهر نیویورک را نسبت به یک منطقهٔ خاص از جهان پنهان کند. اندازه‌گیری حجمِ تماس‌ها بر اساس مناطق جهانی (شکل ۳)، منجر به آشکار شدنِ رابطهٔ بسیار قویِ شهر نیویورک با بخش آمریکای مرکزی و حوزهٔ کارائیب می‌شود؛ همین امر باعث می‌شود تا شدت بالای ارتباطات مهاجران با شهر نیویورک به‌خوبی مشخص شود[۱۹۶]. گرایش عمدهٔ تماس‌های تلفنی شهر نیویورک به بخشِ آمریکای مرکزی و حوزهٔ کارائیب (۳۰ درصد از کل تماس‌های بین‌المللی) و سپس قارهٔ اروپا (۲۳ درصد) و آمریکای شمالی (۱۶ درصد)، موجب می‌شود تا این شهر از نقطه نظرِ روابط جهانیِ برقرارشده از طریقِ ارتباطات مخابراتی، از اقصی نقاطِ ایالات متحده آمریکا متمایز گردد. مقصد کلِ تماس‌های بین‌المللیِ برقرارشده از ایالات متحده، معمولاً بخش آمریکای شمالی (۲۹ درصد)، قارهٔ آسیا (۲۰ درصد) و قارهٔ اروپا (۱۵ درصد) است (FCC, 2008) و رده‌بندیِ شرکای تجاریِ این کشور نیز دقیقاً به همین ترتیب می‌باشد (IMF, 2008).

مقاصدِ تماس‌های تلفنیِ شهر نیویورک، ترکیبی از کشورهای مهاجرفرست و شرکای تجاری این شهر را بازنمایی می‌کند و بنابراین، جغرافیای دوگانه‌ای از ارتباطاتِ مخابراتی را در سطحِ بین‌الملل آشکار می‌سازد. هنگامی که ارتباطات مخابراتی را به‌مثابه ابزاری برای انجامِ فعالیت‌های فراملی در نظر بگیریم، متوجه می‌شویم که در شهر نیویورک، میزانِ حجم تماس‌های بین‌المللیِ تولیدشده توسط مهاجران با میزان حجم تماس‌های بین‌المللیِ دارای مقاصدِ تجارت جهانی برابری می‌کند.



شکل ۳. درصدِ تماس‌های بین‌المللیِ برقرار‌شده از شهر نیویورک به مقصد دیگر مناطق جهان (ماه سپتامبرِ سال ۲۰۰۸ میلادی). مأخذ: مستخرج از اطلاعات ارائه‌شده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتیِ ایالات متحده آمریکا.

۲۰۵.آمریکای مرکزی و حوزهٔ کارائیب، کشورِ مکزیک را در بر نمی‌گیرد. این کشور به‌عنوان بخشی از آمریکای شمالی محسوب می‌شود [نویسندگان].

مهاجران و تماس‌های تلفنیِ بین‌المللی

تأثیر مهاجران بر حجمِ تماس‌های بین‌المللیِ شهر نیویورک، می‌تواند با احتسابِ این موضوع آزموده شود: آیا تطابقی میان تراکم جمعیتیِ غیربومیان ساکن در مناطق پنجگانهٔ شهر نیویورک و حجمِ تماس‌های برقرارشده با کشورهای مختلف وجود دارد یا نه[۱۹۷]؟ این نوع از تحلیل، با به کارگیریِ یک *رگرسیون خطیِ ساده*[۱۹۸] بر پایهٔ مناطقِ مختلف شهر نیویورک (برونکس، بروکلین، منهتن، کوئینز و استاتن‌آیلند) انجام می‌شود و در آن، رگرسیونِ مقاصد مکانیِ تماس‌های برقرارشده از هر منطقهٔ شهر نیویورک، بر اساس ممالک مادری غیربومیان ساکن در هر منطقه محاسبه می‌شود. این رگرسیون می‌کوشد تا از طریقِ *ترادیسیِ*[۱۹۹] دو متغیر، توزیع‌ها را نرمالیزه کرده و رابطهٔ بین این دو متغیر را *خطی‌سازی*[۲۰۰] کند.

بیشترین میزان سازگاریِ مدلِ رگرسیون مذکور، در منطقهٔ منهتن رخ داد[۲۰۱]؛ در این منطقه، ۶۷ درصد از کل تماس‌های بین‌المللی، متعلق به ساکنینِ غیربومی بود. ما دریافتیم که با افزایشِ ۱۰ درصدیِ ساکنین غیربومیِ متعلق به یک کشور خاص در منهتن، می‌توان انتظار داشت تا دقایق تماس‌های تلفنیِ برقرارشده از منهتن به این کشور نیز به‌طور ماهانه ۱۰ درصد افزایش یابد. این موضوع، در موردِ دو منطقهٔ بروکلین و کوئینز نیز صدق می‌کند. این نتایج، وجود ارتباط متقابل میان حضورِ گروه‌های غیربومی و حجم تماس‌های برقرارشده با ممالک مادری‌شان را در مقیاس هر منطقه تأیید می‌نماید؛ اما نکته اینجاست که میزانِ دقتِ این نتایج می‌تواند پس از بررسی سطح درآمد افراد غیر بومی به تفکیکِ ممالک مادری‌شان، به حد چشمگیری افزایش یابد. با این‌حال، دستیابی به آمارِ مربوط به جمعیتِ گروه‌های غیربومی و مقاصدِ تماس‌هایشان به تفکیک کشور، موجب تقویت این فرضیه می‌شود که ارتباطاتِ مخابراتی قادرند تا ما را از ساز و کارهای شهریِ مناطق و شهرهای مرکزی و بزرگ مطلع سازند. این مسئله به ما اجازه می‌دهد تا در گرایش برنامه‌ریزی شهری بتوانیم به راحتی ارتباطی را میان ممالک مادری و مقاصد تماس‌های تلفنی مهاجران برقرار کنیم.

---

۲۰۶. گزارش بازنمایی‌شده در شکل ۳، داده‌های مربوط به تماس‌های تلفنیِ متعلق به تمامی ۲۲۳ کشورِ بررسی‌شده در این مطالعه را شامل نمی‌شود، چراکه نظرسنجیِ اجتماعیِ انجام‌شده در طی سرشماری سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ [میلادی] در ایالات متحده آمریکا، اطلاعات مربوط به محل تولد تمامی غیربومیانِ بهره‌مند از خدمات مخابراتیِ واحدهای همسایگی شهر نیویورک را ثبت نکرده است. با این حال، سعی شده تا اطلاعات مربوط به بیش از ۶۹ کشور، بر اساس میزان دقایقِ تماس‌های تلفنی و جمعیت غیربومیان هر محله بازنمایی شود [نویسندگان].

198 Simple linear regression

199 Transforming

۲۰۷. در علم ریاضیات سعی می‌شود تا از طریق خطی‌سازی (Linearization)، تقریبِ خطیِ یک نقطهٔ خاص از یک تابع معین شود. همچنین در مطالعهٔ سیستم‌های پویا نیز از خطی‌سازی برای ارزیابیِ ثباتِ موضعیِ یک نقطهٔ تعادل در سیستم معادلات دیفرانسیل غیرخطی و یا دینامیکیِ گسسته استفاده می‌شود [مترجمان].

۲۰۸. درصد ارتباط میان دو متغیر مورد نظر، در منطقهٔ منهتن بیشتر از الباقی مناطق بوده است [مترجمان].

یافتن رابطه‌ای میان مبدأ و مقصدِ جریان‌های مخابراتی در مقیاس یک محله، باعث می‌شود تا اقدامات برنامه‌ریزی شهریِ قرن گذشته به‌روزرسانی شود؛ در این اقدامات، از داده‌های تلفنی تنها به‌عنوان شاخصِ سنجشِ رشد و تغییرات جمعیتی شهر استفاده می‌شد. در دورانی که عملکرد و مدیریت نواحی شهری به میزانِ مفرط رایانه‌ای و دیجیتالی شده است- مثلاً در حال حاضر سیستم‌های حمل و نقل مجهز به فن‌آوری جی‌پی‌اِس می‌توانند موقعیت مکانیِ مربوط به یک اتوبوس را در لحظه و به‌طور آنی محاسبه کنند- و همچنین محاسبات قوی و دقیق نیز قادرند تا به آسانی مجموعه داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند، چرخهٔ اطلاعاتیِ برقرار در میان عملکرد شهری و مدیران شهر می‌تواند آنی گردد و در لحظه به‌روزرسانی شود. ممکن است تا حوزهٔ جمعیت‌شناسیِ دپارتمان برنامه‌ریزی شهریِ نیویورک بتواند با استفاده از داده‌های مربوط به مبدأ و مقصد تماس‌های بین‌المللی، الگوریتم‌هایی را در مقیاس محلی به‌منظور پیش‌بینی و برآورد منظمِ جریان-های ورود و خروج مهاجران تولید کند. با توجه به نقشِ پراهمیت مسئلهٔ مهاجرت در افزایش جمعیت، چنین رویکردی می‌تواند بدون نیاز به تکیه بر اقداماتِ سرشماری ایالات متحده آمریکا، سببِ تسریعِ جمعیت‌شماریِ شهرها شود؛ چراکه عملِ سرشماری در بسیاری از مواقع، جمعیتِ افراد غیر بومی را به اشتباه کم می‌شمارد؛ مخصوصاً آن‌هایی که هویتشان به‌طور قانونی ثبت نشده باشد. از طرفی دیگر، این رویکرد می‌تواند اطلاعات بی‌بدیلی را از موضوع تجمعِ فضایی در مقیاس زیر منطقه‌ای فراهم آورد.

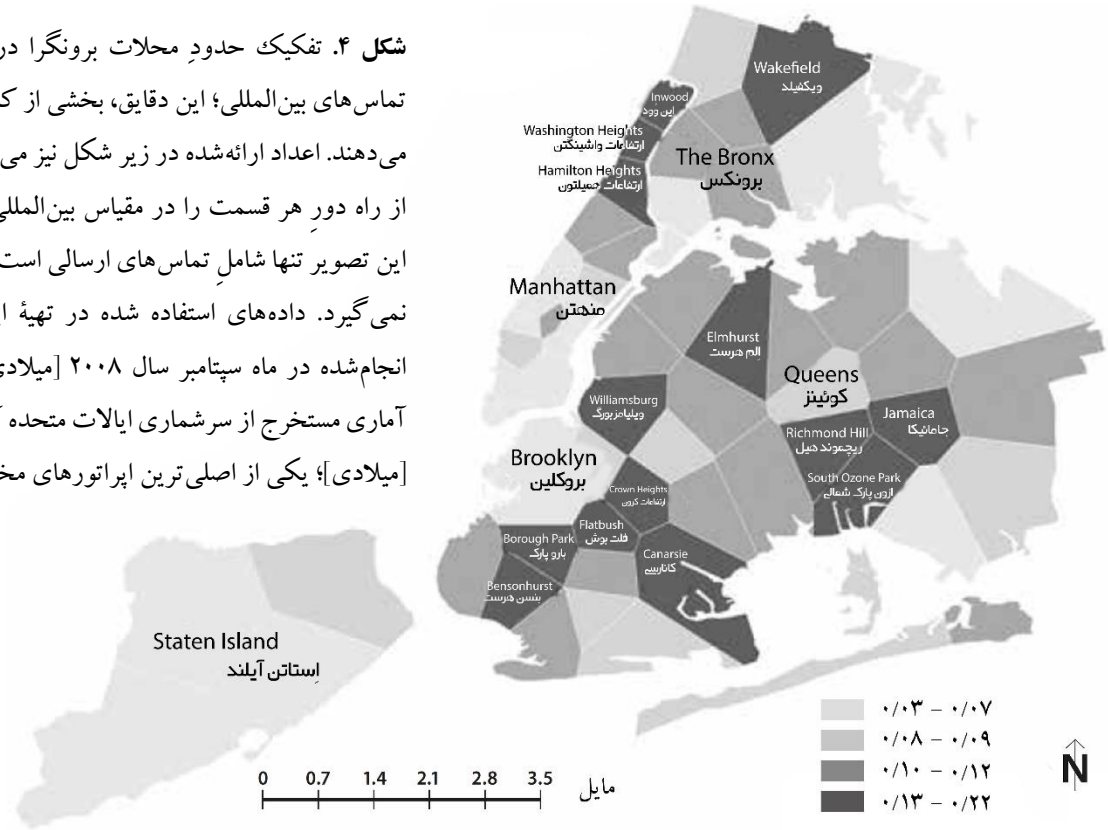
واحدهای همسایگیِ برونگرا[۲۰۲]

در ادامه، ما به‌منظور تعیین برونگراییِ نواحی شهری (Massey, 1994)، مقیاسِ [مطالعاتیِ] خود را از سطحِ منطقه به محله کاهش می‌دهیم. واحدهای همسایگی برونگرا، به آن دسته از محلاتی اطلاق می‌شود که نسبت مجموع دقایق تماس‌های بین‌المللی‌شان به دقایق تماس‌های داخلی کشور، بیشترین باشد. بنابراین، در روند انجام این تجزیه و تحلیل سعی شده تا دقایقِ تماس‌های از راه دور، به دو بخشِ داخلی و بین‌المللی تفکیک شود؛ این دو بخش، دو سهمِ مجزا از حجمِ کل تماس‌های از راه دور را تشکیل می‌دهند. سپس، ما می‌توانیم میزانِ تماس‌های بین‌المللیِ متعلق به هر یک از محلات شهر نیویورک را با سهم کلیِ دقایق تماس‌های بین‌المللی ایالات متحده آمریکا مقایسه کنیم؛ این میزان به‌عنوان آستانه‌ای برای تعیین برونگرایی یا عدم برونگرایی یک واحد همسایگی در نظر گرفته می‌شود. بر اساس داده‌های مربوط به سال ۲۰۰۸ [میلادی] که توسط کمیسیون فدرال ارتباطاتِ ایالات متحده آمریکا و اتحادیهٔ بین‌المللی ارتباطاتِ مخابراتی ارائه شد، ۱۲ درصد از کل تماس‌های تلفنیِ از راه دورِ ایالات متحده در سال مذکور، دارای مقاصد بین‌المللی بوده است. با توجه

210. Extroverted neighborhoods

به آستانهٔ مذکور، تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده بر روی ۱۴ مرکز از ۶۴ مرکز مخابراتیِ شهر نیویورک به ما نشان می‌دهد که درصد تماس‌های بین‌المللی این شهر، به مراتب بالاتر از میانگینِ کل تماس‌های بین‌المللیِ ایالات متحده آمریکا است.

عمدتاً تمامیِ واحدهای همسایگی برونگرا، همان اصلی‌ترین نواحی مسکونی واقع در مناطقِ حاشیه‌ای و مرزیِ یک شهر هستند (شکل ۴)، « ... جایی که طبقهٔ کارگر و قشر متوسطِ رو به پائینِ شهر در آن مقیم می‌باشند و مهاجرین جدید در آن مستقر می‌شوند» (Sanjek, 1998: 29). در حقیقت، درصد غیربومیان ساکن در تمامیِ محلات شهر نیویورک به جز یک مورد، بالاتر از میانهٔ آماری کل شهر یعنی ۳۴ درصد است. این‌گونه از پیوندهای جهانی می‌تواند به هنگام بازدید از مکان‌هایی همچون *الِم‌هِرست*[۲۰۳] در محلهٔ کوئینز (یکی از برونگراترین واحدهای همسایگی شهر نیویورک) به وضوح حس شود. هنگامی که در خیابانِ *ویتنی*[۲۰۴] قدم می‌زنید، گویا در اندونزی هستید؛ خیابان بکستر[۲۰۵] شما را به کلمبیا می‌برد و در خیابان *روزولت*[۲۰۶] نیز می‌توانید حیات و هویتی را به‌طور همزمان از سه کشورِ هند و پاکستان و مکزیک احساس کنید؛ همچنین شما می‌توانید در طول خیابان *برادوی*[۲۰۷]، نمایی از محلاتِ آسیایی را مشاهده نمایید.



شکل ۴. تفکیک حدودِ محلات برونگرا در شهر نیویورک بر اساس دقایقِ تماس‌های بین‌المللی؛ این دقایق، بخشی از کل تماس‌های از راه دور را تشکیل می‌دهند. اعداد ارائه‌شده در زیر شکل نیز می‌کوشند تا درصدِ تماس‌های تلفنیِ از راه دورِ هر قسمت را در مقیاس بین‌المللی و به تفکیک رنگ نشان دهند. این تصویر تنها شاملِ تماس‌های ارسالی است و تماس‌های دریافت‌شده را دربر نمی‌گیرد. داده‌های استفاده شده در تهیهٔ این تصویر، مربوط به تماس‌های انجام‌شده در ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] است. مآخذ: اطلاعات جامعه آماری مستخرج از سرشماری ایالات متحده آمریکا در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ [میلادی]؛ یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا.

211. Elmhurst
212. Whitney
213. Bexter
214. Roosevelt
215. Brodway (of Manhattan)

نکتهٔ قابل توجه اینکه، نمی‌توان با اندازه‌گیری نسبتِ حجمِ تماس‌های داخلی به بین‌المللی، بر برونگرا بودنِ مراکز تجاری شهر (*بخش مالی*[۲۰۸] و یا حتی مرکزی شهر) صحه گذارد. با این اوصاف بعضاً در شرایطی استثنایی و نسبی، برخی از مراکز مخابراتیِ واقع در محلاتی از قبیل چلسی (در نیویورک) و بخش مالی، بیش‌ترین دقایقِ تماس‌های بین‌المللی را تولید می‌کنند (جدول ۲)[۲۰۹].

جدول ۲. رده‌بندیِ برونگراترین نواحیِ شهر نیویورک بر حسب حجمِ نرمالیزه شدهٔ تماس‌های تلفنیِ داخلی و بین‌المللی و نیز نوعِ مرکز مخابراتی و محلات؛ در اینجا محلات غالباً یا تجاری هستند و یا مسکونی صرف. مأخذ: حاصلِ تجزیه و تحلیل نویسندگان از داده‌های مهیاشده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا.

نواحی تجاری شهر نیویورک				نواحی مسکونی شهر نیویورک			
واحد همسایگی	**منطقه**	**متوسط دقایقِ تماس‌های بین‌المللی**	**متوسط دقایقِ تماس‌های داخلی**	**واحد همسایگی**	**منطقه**	**متوسط دقایقِ تماس‌های بین‌المللی**	**متوسط دقایقِ تماس‌های داخلی**
چلسی	منهتن	۵/۵۳	۴/۹۵	فلاشینگ	کوئینز	۱/۱۸	۰/۸۳
بخش مالی	منهتن	۲/۲۴	۲/۶۷	ارتفاعات واشنگتن	منهتن	۰/۶۲	۰/۱۹
ماری هیل	منهتن	۱/۴۶	۲/۹۹	این وُود	منهتن	۰/۵۷	۰/۱۶
میدان تایمز	منهتن	۰/۹۳	۰/۶۳	اِلم هِرست	کوئینز	۰/۵۷	۰/۱۶
میانهٔ غربیِ شهر	منهتن	۰/۷۲	۱/۴۰	کورونا	کوئینز	۰/۵۳	۰/۴۰
میانهٔ شرقیِ شهر	منهتن	۰/۴۹	۰/۵۵	فِلَت بُش	بروکلین	۰/۵۰	۰/۱۵
شهرک باتری پارک	منهتن	۰/۳۸	۰/۵۰	ویلیامزبورگ	بروکلین	۰/۵۰	۰/۱۹
کیپس بِی	منهتن	۰/۳۲	۰/۴۱	ریچموند هیل	کوئینز	۰/۴۹	۰/۱۶
بولینگ گرین	منهتن	۰/۲۸	۰/۳۳	اَستوریا	کوئینز	۰/۴۷	۰/۲۸
کلینتون	منهتن	۰/۲۰	۰/۴۱	جامائیکا	کوئینز	۰/۴۷	۰/۱۸

توضیح: دقایق تماس‌های بین‌المللی، بر حسب جمعیت نرمالیزه گشته و همین‌طور بر اساس سهمِ بازار اپراتورهای مخابراتی پیش‌بینی می‌شوند؛ همچنین در نهایت، در قالبی از میانگین سرانهٔ حجم تماس‌های مربوط به تمامیِ مراکزِ مخابراتی نمایه می‌شوند.

۲۱۶. بخش مالی (Financial district)، اصطلاحی است که به نواحیِ مرکزی برخی از شهرهای بزرگ اطلاق می‌شود و دفاتر اصلیِ بانک‌ها، شرکت‌های بیمه و دیگر شرکت‌های بزرگ و ادارات در آنجا مستقر می‌باشند. بخش‌های مالی اغلب حاویِ آسمان‌خراش‌ها هستند [مترجمان].

۲۱۷. در این جدول و آنالیزهای پیش‌رو، مرکزِ مخابراتیِ محلهٔ تریبکا (Tribeca)/شهرکِ چینی‌ها لحاظ نشده است؛ زیرا حجمِ بالای تماس‌های بین‌المللیِ مربوط به این گرهٔ ارتباطی، حاکی از شرایط محلهٔ مذکور نیست و در واقع کلیت عملکردِ زیرساخت‌های مربوط به مراکزِ مخابراتی واقع در سراسر شهر نیویورک را نشان می‌دهد. به طور مشخص این مرکز مخابراتی، دارای دو ایستگاه هدایت ارتباطات مخابراتیِ از راه دور می‌باشد که درصد کثیری از تماس‌های تلفنیِ استفاده شده در این مطالعه را در سرتاسر شهر نیویورک برقرار کرده و هدایت نموده است: این دو ایستگاهِ مذکور در 33 Thomas Street and 32 Avenue of the Americas واقع شده‌اند. این ایستگاه‌ها اغلب می‌کوشند تا تماس‌های تلفنیِ از راه دور را به مقاصدِ نواحیِ خارج از مجاورتشان هدایت نمایند؛ بدین ترتیب، میزان تماس‌های تولیدشده، خارج از حدود جغرافیاییِ مرکز مخابراتی می‌باشد و لذا تماس‌ها نمی‌تواند توسط آمارِ جمعیتی مربوط به این مراکز توضیح داده شود [نویسندگان].

مشخصاتِ واحدهای همسایگی

زمینه و بستر یک واحد همسایگی تا چه حد می‌تواند به پیش‌بینی قوتِ روابط بین‌المللیِ آن کمک کند؟ اصلی‌ترین متغیرهایی که ممکن است تا بتوانند تفاوت میزان برونگرایی محلات را به‌واسطهٔ ارتباطاتِ تلفنی توضیح دهند، عبارتند از: نرخ ساکنین غیربومی، تعداد افرادِ متکلم به زبان‌های خارجی و متوسط درآمد خانوار. چنانچه تماس‌های بین‌المللی بتوانند ابزاری برای ایجادِ پیوند اجتماعی در روند *فراملی‌گراییِ*[۲۱۰] مهاجرین باشند، آنگاه تعداد ساکنینِ غیربومی و متکلمانِ زبان‌های خارجی نیز می‌توانند به‌عنوان عواملی پرتوان برای پیش‌بینی میزان تماس‌های تلفنی برونگرای یک واحد همسایگی بکار روند. ما دریافتیم که درصد افراد غیربومیِ یک ناحیه، عامل مهمی برای پیش‌بینیِ تماس‌های بین‌المللی آن ناحیه می‌باشد؛ این تماس‌های بین‌المللی، بخشی از درصدِ کل دقایقِ تماس‌های از راه دور را تشکیل می‌دهند.

به‌هنگام تحلیل رگرسیونیِ تماس‌های بین‌المللی بر اساسِ متوسط درآمد خانوار، می‌توان شاهد یک رابطهٔ معکوس بین درآمد و درصد تماس‌های بین‌المللی بود. اکنون می‌توان ضرایبِ رگرسیون‌ها را در جدول ۳ مشاهده نمود؛ در این رگرسیون‌ها با استفاده از *متغیرهای مجازی*[۲۱۱] سعی شده تا طبقاتِ مختلفِ درآمدی با یکدیگر مقایسه شوند. در این مورد، دسته‌بندیِ سطح درآمدها بدین صورت است: پایین (زیر ۳۸۳۲۰ دلار)، متوسط (بین ۳۸۳۲۰ تا ۷۱۸۵۰ دلار) و بالا (بیش از ۷۱۸۵۰ دلار). البته در این رگرسیون‌ها سه مورد از قبیل درصد افراد غیربومی، درصد متکلمانِ زبان‌های خارجی و تعداد خانوارهای هر واحد همسایگی، ثابت در نظر گرفته شده است[۲۱۲]. متغیرِ حذف شده [در جدول ۳]، مربوط به محلات دارای سطح درآمد متوسط در شهر نیویورک می‌باشد.

---

[210] Transnationalism

۲۱۸. برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به یک متغیر کیفی، بایستی از متغیرهای مجازی (Dummy variables) استفاده کرد. یک متغیر مجازی متغیری است که در صورت وجود یک ویژگی، مقدار یک و در غیاب آن ویژگی، مقدار صفر به خود می‌گیرد [مترجمان].

۲۱۹. برای تقسیمِ میزان درآمد به سه بخشِ پایین و متوسط و بالا در شهر نیویورک، از متوسط درآمد خانوار این شهر یعنی ۴۷۹۰۰ دلار استفاده شده است؛ این میزان، از داده‌های مخابراتیِ ارائه‌شده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتیِ ایالات متحده آمریکا استخراج شده است. سطح درآمد پائین برابر است با ۸۰ و یا کمتر از ۸۰ درصدِ ۴۷۹۰۰ دلار (<۳۸۳۲۰ دلار)، سطح درآمد متوسط برابر است با بینِ ۸۰ و ۱۵۰ درصدِ ۴۷۹۰۰ دلار (۳۸۳۲۰ تا ۷۱۸۵۰ دلار) و سطح درآمد بالا نیز برابر است با ۱۵۰ و یا بالاتر از ۱۵۰ درصدِ ۴۷۹۰۰ دلار (>۷۱۸۵۰ دلار). این روش، به اقتباس از بوزا و همکارانش (Booza *et al.*, 2006) انجام شده است. تحلیل‌های رگسیونیِ مربوط به این بخش، سه مورد را در بر نمی‌گیرد: مورد اول مرکزِ مخابراتی واقع در محلهٔ تریبکا (Tribeca)/شهرکِ چینی‌ها است، زیرا این محله شرایط جغرافیاییِ متعلق به خودش را منعکس نمی‌کند؛ مورد دوم فرودگاه کِندی است، چراکه اطلاعات جمعیتیِ مربوط به آن موجود نمی‌باشد؛ و مورد آخر نیز یک مرکز مخابراتیِ بی‌نام و نشان در منطقهٔ منهتن است، چراکه داده‌های مربوط به تماس‌های تلفنی‌اش قابل دسترس نیست. همچنین موقعیت‌های دارای تماس‌های بین‌المللی با اختلاف بیش از دو انحراف معیار از مقدار میانگین نیز از روند تحلیل حذف شده‌اند [نویسندگان].

تمامیِ مدل‌های رگرسیونی موجود در جدول ۳، حاکی از آنند که درصد تولید حجم تماس‌های بین‌المللیِ مربوط به محلاتِ دارای اقشار کم درآمد، ۴ درصد بیشتر از محلات دارای سطحِ درآمد متوسط خواهد بود. بدین منوال، تفاوت فاحشی میان تماس‌های بین‌المللیِ محلات دارای درآمد مالیِ پایین و محلات دارای درآمد مالیِ متوسط رخ می‌دهد. همین‌طور، پیش‌بینی می‌شود تا درصد تماس‌های بین‌المللیِ مربوط به محلاتِ دارای سطح درآمد بالا، ۴ درصد کمتر از محلاتِ دارای سطح درآمد متوسط باشد؛ این نتیجه در مدل شماره ۱ مشهودتر و چشمگیرتر است و در روند انجام رگرسیونِ آن، به هیچ وجه از *متغیرهای کنترلی*[۲۱۳] استفاده نشده است.

جدول ۳. این جدول، ضرایب رگرسیونِ حداقل مربعات معمولیِ (OLS regression) دقایقِ تماس‌های تلفنیِ بین‌المللی را به‌عنوان بخشی از درصد کل تماس‌های از راه دور نشان می‌دهد؛ این رگرسیون با بهره‌گیری از متغیرهای مجازیِ تعریف‌شده برای مواردی از قبیل متوسط درآمد خانوار رو به پائین و رو به بالا، درصدِ افراد غیربومی، درصد متکلمان به زبان‌های خارجی، و تعداد خانوارهای محلات شهر نیویورک محاسبه شده است. مآخذ: حاصلِ تجزیه و تحلیل نویسندگان از داده‌های ارائه‌شده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا در ماهِ سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی]؛ جامعه آماری ایالات متحده آمریکا سال‌های ۲۰۰۷–۲۰۰۸ [میلادی].

متغیر توصیفی	مدل شماره ۱	مدل شماره ۲	مدل شماره ۳	مدل شماره ۴
متوسط درآمد خانوار رو به پائین (کمتر از ۳۸۳۲۰ دلار)	۰/۰۴**	۰/۰۴**	۰/۰۴**	۰/۰۴**
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۱)	(۰/۰۱)
متوسط درآمد خانوار رو به بالا (بیشتر از ۷۱۸۵۰ دلار)	-۰/۰۴*	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)
درصد جمعیت افراد غیربومی		۰/۲۰***	۰/۲۳***	۰/۲۲***
		(۰/۰۴)	(۰/۰۶)	(۰/۰۶)
درصد متکلمان به زبان‌های خارجی			-۰/۰۴	-۰/۰۴
			(۰/۰۵)	(۰/۰۵)
تعداد خانوارها				$۲/۵۹^{-۰۷}$
				$(۲/۱۱^{-۰۷})$
مقدار ثابت	۰/۰۹**	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲
	(۰/۰۱)	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)
ضریبِ تعیین (R^2)	۰/۲۲	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۶
فراوانی	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
توضیح: اعدادِ داخل پرانتز، خطاهای استاندارد را نشان می‌دهند:	*p < ۰/۰۵	**p < ۰/۰۱	***p < ۰/۰۰۱	

۲۲۰. متغیرهای کنترلی (Control variables) متغیرهایی هستند که به نحوی در پژوهش، مورد کنترل واقع می‌شوند. ممکن است در یک پژوهش، محقق نتواند همهٔ متغیرها را به‌طور همزمان بررسی کند؛ بنابراین، یک یا چند مورد از آن‌ها را حفظ یا حذف می‌کند. چنین متغیرهایی را متغیرهای کنترلی می‌نامند. مواردی نظیر جنس، سن، هوش، وضعیت اقتصادی و اجتماعی از این دسته از متغیرها می‌باشند [مترجمان].

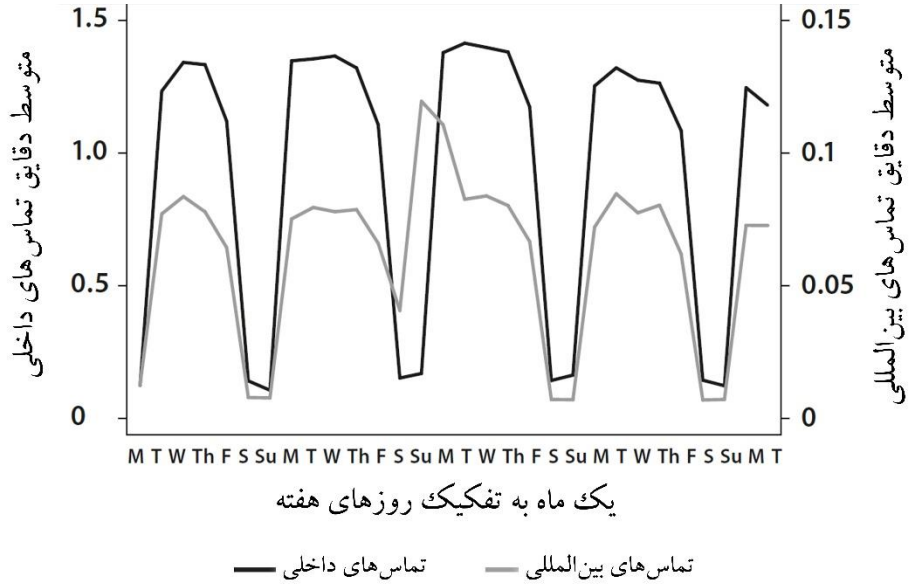
این تحلیلِ رگرسیونی به ما نشان می‌دهد که تعداد غیربومیان یک واحد همسایگی و همین‌طور متوسط درآمد خانوار در یک ناحیه می‌تواند اثرات مختلفی را بر نرخ دقایقِ تماس‌های بین‌المللی بگذارد. مادامی‌که ما پیرو اهمیتِ فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در زندگی مهاجران، به دنبال یافتنِ رابطه‌ای مثبت و همسو میانِ مسئلهٔ غیربومی بودن و مکالمهٔ بین‌المللی باشیم- این موضوع در ادامهٔ این مطالعه از طریق مصاحبه‌های میدانی تأیید می‌شود- تشخیصِ وجودِ رابطه‌ای معکوس میان سطحِ درآمد مالی و میزان تماس‌های بین‌المللی می‌تواند برایمان تعجب‌آور باشد. این بدین معنا است که ساکنینِ محلات فقیر و دارای منابع اقتصادی ناچیز، بیش‌ترین فعالیت‌های فراملی را به واسطهٔ ارتباطات مخابراتی انجام می‌دهند. بخشی از این مسئله می‌تواند به دلیل کاهش چشمگیرِ هزینهٔ تماس‌های بین‌المللی باشد. همچنین این موضوع، ضرورت ارتباطات جهانی را نیز از دید مهاجران ساکن در محلات برونگرا به خوبی نشان می‌دهد؛ این محلات مشخصاً مواردی هستند که نرخ متوسط درآمد خانوار در آن‌ها، از نرخ درآمد متوسط شهر یعنی ۴۷۹۰۰ دلار نیز پایین‌تر است. بنابراین، امکان برقراریِ تماس‌های بین‌المللی از طرفِ بخش متوسط جامعه، به نسبت بیشتر از بخش دارای سطحِ درآمد بالا است (حتی بیشتر از بخش تجاری این‌گونه از محلات). با این حال بر اساس جدول ۲، بخش عظیمی از حجم واقعیِ مکالمات جهانی، متعلق به نواحی تجاری است، اما با احتسابِ مکالمات بین‌المللی به‌عنوان سهمی از مجموع تماس‌های تلفنی، می‌توان ملتفت شد که نواحی شهری متضمنِ مهاجران کم‌درآمد، بیش‌ترین درصد تولید مکالمات بین‌المللی را دارند.

الگوهای مکالمه

هدفِ این‌گونه از تعاملات که به‌واسطهٔ ارتباطات تلفنی در ورای مرزهای جغرافیایی انجام می‌شوند چیست؟ تحلیل الگوهای مربوط به داده‌های تلفنی به تفکیک روز و ساعت، ما را قادر می‌سازد تا بتوانیم به اهدافِ تماس‌های بین‌المللی پی ببریم. مقایسهٔ حجمِ روزانهٔ تماس‌های از راه دور بر اساس مقاصدِ بین‌المللی و داخلی در برونگراترین واحد همسایگی شهر نیویورک یعنی اِلم هِرست (واقع در بخش مرکزیِ منطقهٔ کوئینز)، باعث می‌شود تا ریتم‌ها و فراز و نشیب‌های الگوهای تماس‌های تلفنی به‌تفکیک روزهای هفته آشکار شود (شکل ۵). در این شکل، حجم تماس‌های داخلی (خط سیاه رنگ) در دوشنبه‌ها و سه‌شنبه‌ها به بالاترین حد خود می‌رسد و سپس با گذر روزها، کاهش می‌یابد؛ بدین‌گونه که میزان برقراریِ تماس‌های داخلی در شنبه‌ها به طرز چشمگیری پایین می‌آید و در یکشنبه‌ها به کمترین حد خود می‌رسد. از طرفی دیگر، ریتم تماس‌های بین‌المللی (خط خاکستری رنگ)، نشانگر یک اثر معکوس است؛ اثری که در آن، میزان برقراریِ تماس در طول روزهای کاری هفته مرتباً کاهش می‌یابد (سیر نزولی) و در تعطیلات آخر هفته به اوج می‌رسد

(سیر صعودی)؛ همین موضوع، به نوعی هدف موجود در پس پردهٔ تماس‌های بین‌المللی را عیان می‌کند. تفاوت‌های میان تماس‌های انجام‌شده در روزهای کاری هفته و آخرهفته‌ها، به ما نشان می‌دهد که تماس‌های بین‌المللی برقرارشده از واحدهای همسایگی مهاجرنشین، عمدتاً به‌منظور حفظِ ارتباطات و پیوندهای خانوادگی می‌باشد و دارای اهداف عاطفی است. در مقابل، حجم تماس‌های تلفنی در بخش مالی منهتن، همواره در روزهای کاری هفته بالا و در تعطیلات آخر هفته پایین است و مقصدِ این تماس‌ها بیشتر داخلی است و نه بین‌المللی (شکل ۶).

شکل ۵. تماس‌های تلفنیِ از راه دورِ متعلق به محلهٔ اِلم هِرست در منطقهٔ کوئینز که در طول ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] برقرار شده‌اند؛ دقایق به صورت میانگین ارائه شده است. مأخذ: حاصلِ تجزیه و تحلیلِ نویسندگان از داده‌های ارائه شده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا.



شکل ۶. تماس‌های تلفنیِ از راه دورِ متعلق به ناحیهٔ مالیِ منطقهٔ منهتن که در طول ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] برقرار شده‌اند؛ دقایق به صورت میانگین ارائه شده است. مأخذ: حاصلِ تجزیه و تحلیلِ نویسندگان از داده‌های ارائه شده توسط یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا.

مقایسهٔ الگوهای تماس‌های تلفنی بر اساس ساعات روز، باعث می‌شود تا باری دیگر نقش تماس‌های بین‌المللیِ برقرارشده از محلاتِ مهاجرنشین در بازتاب دادن طبیعت اجتماعیِ تبادلات فراملی تأیید شود. شکل ۷، همپوشانیِ الگوی تماس‌های برقرارشده در ماه سپتامبر را در چهار محله از شهر نیویورک و به تفکیک ساعات روز به نمایش می‌کشد: اِلم هِرست و ارتفاعات واشنگتن (خطوط توپُر)، محلات برونگرا و مهاجرنشین را نمایندگی می‌کنند و بخش مالی و میانهٔ غربیِ شهر (خطوط نقطه‌چین) نیز نواحی تجاری را. همانند تحلیل‌های قبلی، اعداد و ارقام مربوط به دقایقِ تماس‌های بین‌المللی، به صورتِ میانگین ارائه شده است. بالاترین حجم تماس‌های تلفنی، مربوط به محلات تجاری است و در طول روز و در بین ساعات ۹ صبح و ۱۲ ظهر تولید می‌شوند. این در حالی است که نقطهٔ اوج تماس‌های تلفنیِ محلات مهاجرنشین، بسیار دیرتر و در بین ساعت ۱۱ شب تا ۲ صبح بروز می‌کند.

شکل ۷. دقایقِ تماس‌های تلفنی متعلق به واحدهای همسایگیِ برونگرا. در این شکل، بخش تجاری شهر با بخش مسکونی آن مقایسه شده است. شایان توجه است که ارقام مربوط به دقایق تماس‌ها، مربوط به ماه سپتامبر سال ۲۰۰۸ [میلادی] می‌باشد و به‌صورت میانگین ارائه شده است. مأخذ: یکی از اصلی‌ترین اپراتورهای مخابراتی ایالات متحده آمریکا.

یکی از مدیران *مرکز تلفنیِ لا ناسیونال*[۲۱۴] در اِلم هِرست- محلی که در آن تماس‌های بین‌المللی در اتاقک‌ها و یا کابین‌ها برقرار می‌شود- الگوهای مطرح‌شده را بدین صورت تصدیق نمود: تعطیلات آخر هفته شلوغ‌ترین و سه‌شنبه‌ها و چهارشنبه‌ها خلوت‌ترین مواقع از نظر تقاضا برای برقراری تماس است. [در ادامه]، مصاحبات انجام‌شده نیز بر این یافته‌ها صحه گذاشت؛ بنابر اظهاراتِ مردم در این مصاحبه‌ها، تعطیلات آخر هفته دارای بیش‌ترین میزان تماس‌های تلفنی است

221. La Nacional call center

و عمل مکالمه به مدت طولانی‌تری انجام می‌شود؛ دلیل این امر از نظرِ مردم، تنها داشتن زمانِ آزاد و کافی در تعطیلات آخر هفته نبود، بلکه در این روزها شانس پیدا کردن طرفِ مخاطب نیز میسرتر بود. از آنجایی که یک برنامهٔ نامحدودِ دارای قابلیت برقراریِ تماس‌های بین‌المللی، تلفن‌های همراه را قادر می‌سازد تا با خطوط تلفن‌های خانگی ارتباط برقرار کنند، لذا تماس به خطوط تلفن‌های ثابت خانگی به یک راهبرد مهم بدل شده است. همچنین به هنگام استفاده از کارت-های اعتباری مختص تماس‌های از راه دور، هزینهٔ تماس به تلفن‌های ثابت در مقایسه با تلفن‌های همراه بسیار کمتر است.

بنابر گفتهٔ یک خانمِ سالخورده از جمهوری دومینیکن که در دههٔ ۱۹۶۰ [میلادی] به شهر نیویورک مهاجرت کرده است، «روزهای یکشنبه برای مهاجران در سه چیز خلاصه می‌شود: کلیسا، خانواده و استراحت»[۲۱۵]. مردم آمریکای لاتین عموماً در یکشنبه‌ها کار نمی‌کنند و بسیاری از نهادهای تجاری در این روز تعطیل می‌باشد. برقراری تماس در روز یکشنبه، تماس‌گیرنده را قادر می‌سازد تا به یکباره بتواند با اکثریت اعضای خانواده‌اش صحبت کند. پس از زیارتِ کلیسا، مردم برای صرف ناهار در منزل گرد هم می‌آیند و سعی می‌کنند تا پس از صرف ناهار، از طریق تماس تلفنی با خانواده‌های خود در ممالک مادری‌شان به گفتگو بپردازند و مسائل مختلفی از قبیل اخبار، کسب و کار و حتی شایعات را از طریقِ تلفن رد و بدل نمایند.

جمع‌بندی

اگرچه مطالعهٔ حاضر به ما نشان داد که پیشرفت‌های حوزهٔ فن‌آوریِ اطلاعات و ارتباطات در طی بیست سال گذشته موجب شده تا فرآیند جهانی‌شدنِ شرکت‌های عظیم تجاری تسهیل گردد (مخصوصاً در شهرهایی از قبیل نیویورک که دارای مراکزِ فرمان و کنترلِ بسیاری هستند)، اما همچنان نیاز است تا ساز و کارهای مربوط به امر مهاجرت (همچون بُعدِ دیگری از جهانی‌شدن) در رابطه با افزایشِ قدرت دسترسی به فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، به‌گونه‌ای عمیق‌تر موشکافی شود. در این پژوهش تلاش شد تا با نشان دادنِ دو نکته، دریچه‌ای نو بر روی پیوند میان امرِ مهاجرت و ارتباطات تلفنی گشوده شود: نکتهٔ اول اینکه امرِ مهاجرت در واقع یک نیروی تأثیرگذار بر شکل‌گیری جریان‌های جهانیِ شهر نیویورک است (Castells 1996)؛ و نکتهٔ دوم اینکه فن‌آوری‌های اطلاعات و ارتباطات از قبیلِ تلفن‌ها، ابزارهایی اساسی برای شکل‌دهیِ به فرآیندهای فراملی محسوب می‌شوند؛ همین موارد امروزه به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم تجاربِ مهاجرینِ قرن بیست و یکم را به‌صورت واضح تعریف نماییم.

---

۲۲۲. ترجمه شده توسط نویسندگان از زبانِ اسپانیایی به انگلیسی [نویسندگان].

این مطالعه بر آن است تا با تمرکز بر نحوهٔ بازتاب زندگی در محلات مهاجرپذیر توسط ساز و کارهای نامحسوس جهانی، نشان دهد که شهر نیویورک چگونه از طریقِ زیرساخت‌های جهانیِ سیستم مخابرات با اقصی نقاطِ دنیا ارتباط برقرار می‌کند. مقاصد جهانی تماس‌های شهر نیویورک بسیار متنوع‌تر از آن چیزی است که انتظار می‌رود و نه تنها شرکای تجاری بلکه دیگر کشورهای مهاجرفرستِ برجسته را نیز شامل می‌شود. دو مورد از بالقوه‌ترین ابزارهایی که می‌توانند برای تخمین تغییراتِ حجم تماس‌های بین‌المللی به کار روند، نرخ ساکنین غیربومی و متوسط درآمد خانوار است. انطباق کامل ممالک مادریِ مهاجران با مقاصدِ تماس‌های بین‌المللی در مقیاس منطقه، این موضوع را تأیید می‌کند و باعث می‌شود تا رابطهٔ میان این دو مسئله بیش از پیش تقویت گردد. تماس‌های بین‌المللی در محلاتِ مهاجرنشین، از یک الگوی مشخص تبعیت می‌کنند: حجم این تماس‌ها در تعطیلات آخر هفته و در ساعات عصر افزایش می‌یابد؛ امری که ماهیتِ اجتماعی و عاطفیِ تماس‌ها را منعکس می‌کند (در این ساعات احتمال اینکه این تماس‌ها با اهداف کاری و تجاری انجام شوند، بسیار کم است). به تبع وجودِ شهرهای جهانی و تراکم بالای مهاجران در برخی از برونگراترین محلاتِ شهری، متخصصان حوزهٔ *قوم‌نگاری*[۲۱۶] نیز می‌کوشند تا چگونگی و چرایی مشارکتِ مهاجران را در روند مکالمات جهانی به‌گونه‌ای دقیق‌تر تشریح نمایند.

اگرچه ممکن است تا نحوهٔ ارتقاءِ برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاریِ شهری و محلی از طریق تحلیل جریان‌های غیرملموس و غیرمحسوسِ اطلاعات جهانی مفهوم نباشد، اما ایده‌پردازی دربارهٔ تجاربِ فراملیِ مهاجران در قرن بیست و یکم- که به‌طرزِ گسترده‌ای توسط فن‌آوری‌های اطلاعات و ارتباطات شکل می‌گیرد- برای درک نواحی شهری ایالات متحده آمریکا و سایر کشورهای توسعه یافتهٔ بسیار ضروری است. از همه مهم‌تر اینکه، روند نزولیِ تغییراتِ جمعیتی شهر نیویورک در طولانی مدت دگرگون شده است و این روند در سی سال اخیر به‌واسطهٔ پذیرش مهاجران خارجی، سیری صعودی داشته است (NYC Department of City Planning, 2004). لذا پیش‌بینی می‌شود که فرآیند رشد شهر نیویورک به‌واسطهٔ مهاجرت‌های بین‌المللی در دهه‌های آتی همچنان ادامه یابد و لذا عمقِ ارتباطاتِ تلفنی و مخابراتی‌اش با کشورهای مهاجرفرست ژرف‌تر شود.

---

۲۲۳. قوم‌نگاری (Ethnography)، روشی است علمی و نظام‌مند که در آن سعی می‌شود تا مسائلی از قبیل انسان و یا فرهنگ‌ها و آداب و رسوم متفاوت بشر مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار گیرد [مترجمان].

پی‌نوشت

This article is based on the author's doctoral dissertation (2010) at MIT's Department of Urban Studies and Planning, produced through research done in collaboration with the MIT SENSEable City Lab and funded through a research fellowship by the AT&T Foundation. MIT SENSEable City Lab researchers Francesco Calabrese and Jon Reades built the database of aggregated call records employed in this research and Jon Reades developed the geospatial approach employed in the mapping of call volumes. Special thanks to Francesco and Jon for their contributions to this work, and to the author's doctoral committee – Professors Frank Levy, Manuel Castells, and Carlo Ratti – for their guidance.

مآخذ

Castells, Manuel. 1996. *The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell.
Derudder, Ben. 2008. "Mapping Global Urban Networks: A Decade of Empirical World Cities Research," *Geography Compass* 2, no. 2 (March): 559–574.
Federal Communications Commission. 2008. *Trends in Telephone Service*. Washington DC: Federal Communications Commission.
Federal Communications Commission. 2009. *2007 International Telecommunications Data*. Washington DC: Federal Communications Commission.
Gottmann, Jean. 1961. *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*. Reprint. Cambridge, MA: The MIT Press, 1967.
International Monetary Fund. 2008. *Direction of Trade Statistics*. Washington DC: International Monetary Fund.
Levitt, Peggy, and Nina Glick Schiller. 2004. "Conceptualizing Simultaneity: A Transnational Social Field Perspective on Society," *International Migration Review* 38, no. 3 (September) 1002–1039.
Massey, Doreen. 1994. *Space, Place and Gender*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
New York City Department of City Planning. 2004. *The Newest New Yorkers 2000: Immigrant New York in the New Millennium*. New York: Department of City Planning, Population Division.
New York City Department of City Planning. 2010. *Current Population Estimates*. http://www.nyc.gov/html/dcp/html/census/popcur.
Pool, Ithiel de Sola. 1983. *Forecasting the Telephone: A Retrospective Technology Assessment*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
Robinson, Jennifer. 2002. "Global and World Cities: A View from Off the Map," *International Journal of Urban and Regional Research* 26, no. 3 (September): 531–554.
Rojas, Francisca M., Clelia Caldesi Valeri, Kristian Kloeckl, and Carlo Ratti, eds. 2008. *NYTE: New York Talk Exchange*. Cambridge, MA: SA+P Press.
Sanjek, Roger. 1998. *The Future of Us All: Race and Neighborhood Politics in New York City*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
Sassen, Saskia. 2001. *The Global City: New York, London, Tokyo,* 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press.
Sassen, Saskia, ed. 2002. *Global Networks, Linked Cities*. New York: Routledge.
Vertovec, Steven. 2009. *Transnationalism*. New York: Routledge.

بازنمایی

بخش
دوم

مدل‌ها و تصویرپردازی

شهر به‌مثابه فضای عمومیِ دیجیتال- ملاحظاتی دربارهٔ طراحیِ پلتفرم‌های مربوط به داده‌های زندهٔ شهری

کریستیان کِلوهکِل
Kristian Kloeckl

فرض کنید که در خیابان با یکی از دوستانتان رو به رو می‌شوید. هر دوی شما می‌ایستید و اطلاعاتی را رد و بدل می‌کنید- اطلاعاتی در مورد احوال‌پرسی، حکایت‌های شخصی، وضعیتِ آب و هوا و غیره. شما سخنان و واژگانتان را بر اساس دانشِ شخصی خود از موضوعِ مورد بحث و همین‌طور بر پایهٔ دانسته‌هایتان از پیشینهٔ ذهنیِ دوستتان انتخاب می‌کنید. وقتی که او ابرو در هم می‌کشد، می‌فهمید که با شما مخالف است؛ زبان بدن وی به شما اطلاع می‌دهد که مایل است تا در بحث مداخله کرده و واکنش نشان دهد. از این رو شما سکوت می‌کنید تا او نیز سخن گوید. هنگامی که دوستتان به ساعتش نگاه می‌کند، متوجه می‌شوید که وی بی‌تاب است. [سپس] دوستتان می‌فهمد که شما متوجه تعجیل وی شده‌اید و لذا توضیح می‌دهد تا قرار ملاقاتی دارد که باید به آن برسد. تمامیِ این موارد به‌صورت آنی و بر اساس تبادلِ تعداد کثیری از سیگنال‌های ظریف اتفاق می‌افتد. حال بایستی بیان شود که تمامیِ رفتارهای منتج از این‌گونه تعاملات قابل دست‌یابی می‌باشند؛ چراکه اولاً سیگنال‌های رد و بدل شده کاملاً مفهوم هستند، ثانیاً از قدرت لازم برای ثبت و نمایش برخوردارند و ثالثاً توسط گیرنده به راحتی درک می‌شوند.

ما به‌طرز مشابهی قادریم تا به اطلاعات محیطی نیز دست یابیم؛ با این حال، دستیابی به این اطلاعات در دو حالت دشوار می‌شود: (۱) به‌هنگام دور شدن از پدیدهٔ موردنظر و یا (۲) به‌هنگام ناتوانیِ حواس انسان در ثبت و دریافتِ سیگنال-های ارسال‌شده از سوی پدیدهٔ مذکور. اکنون تصور کنید که قادر هستید تا تمامی منابعِ مربوط به اطلاعات محیطی را نیز مانند اطلاعاتِ دریافت‌شده به‌هنگام صحبت با یک دوست، مورد خوانش قرار دهید و بر اساسِ آن‌ها تصمیم‌گیری کنید.

امروزه فضاهای شهری، مملو از شبکه‌ها و سیستم‌های دیجیتالیِ متعددی می‌باشند که اطلاعاتِ فراوانی را در ارتباط با فعالیت‌های انسانی تولید می‌کنند. گرچه اکثر سیستم‌های شهریِ دیجیتال، داده‌های کاربردی فراوانی را برای مقاصد خود تولید می‌نمایند، اما معمولاً این داده‌ها را به‌طور مستقیم با دیگر سیستم‌ها و همین‌طور با عموم مردم به اشتراک نمی‌گذارند. در نتیجه، این‌گونه از اطلاعاتِ دیجیتال که فعالیت‌های شهری انسان‌ها را در جای‌جایِ مکان‌های شهری

بازنمایی می‌کنند، در حوزهٔ اختصاصی خود محبوس و محدود شده‌اند. ما در پروژهٔ LIVE Singapor![۲۱۷] تلاش کردیم تا با خلق یک *پلتفرم باز*[۲۱۸]، بستری را برای جمع‌آوری و ترکیب و توزیعِ تعداد زیادی از منابع حاوی داده‌های آنی توسعه دهیم. این پلتفرم با تشویقِ برنامه‌نویسان، آن‌ها را به سمتِ بهره‌گیری از جریان‌های متعلق به این داده‌ها سوق می‌دهد تا در نتیجه بتوانند ابزارهای شهری و اجتماعیِ سودمند و با ارزشی را خلق نمایند.

پروژهٔ LIVE Singapor! به وضوح نشان می‌دهد که حجم وسیعی از داده‌ها به‌عنوان محصولات جانبی اتفاقاتی که در سیستم‌های شهری رخ می‌دهد، در حال تولید شدن هستند و اطلاعات پُرمفهومِ کثیری را در ورای مرزهای سیستم مربوطه در بر دارند. لذا، این پروژه به دنبال حل یک مشکل شهری خاص نمی‌باشد، بلکه به دنبال توسعهٔ ابزارهای دیجیتالیِ نوینی است که اساساً قادرند تا رویکردهای جدیدی را برای برخورد با مسائل شهری فراهم کنند.

سنگاپور: یک کشور لحظه‌پردازِ ایده‌آل

از لحاظ مختلف، کشور سنگاپور قرارگاه ایده‌آلی است که در آن می‌توان یک *پلتفرم داده‌های آنی و باز*[۲۱۹] را از نقطه نظر اهداف چندگانه مورد کنکاش و آزمایش قرار داد. این کشور در واقع یک دولت_ شهر است و تمامیِ قلمروهای آن (چه از نقطه نظرِ ساز و کارهای شهری و چه مدیریتِ سیاسی) تنها در مقیاسِ یک شهر خلاصه می‌شود (کشور سنگاپور از نظر وسعت تفاوت چندانی با شهر ندارد). تمامیِ ۵۰۷۶۷۰۰ نفر جمعیت این کشور (بر اساس سرشماری سال ۲۰۱۰ میلادی)، در محدوده‌ای به مساحت ۷۱۰/۲ کیلومتر مربع زندگی می‌کنند. این کشور در واقع جزیره‌ای است که از طریقِ دو پُلِ مختص گذر وسایل نقلیهٔ موتوری، به کشور مالزی متصل می‌گردد؛ باقیِ عبور و مرورهای مربوط به حملِ مسافر و همچنین باربری، یا از طریق مسیرهای آبی و یا خطوط هوایی توسط *فرودگاه چانگی*[۲۲۰] محقق می‌شود؛ این فرودگاه، یک قطب حمل و نقلیِ برجسته در محدودهٔ آسیای جنوب شرقی به شمار می‌رود. دومین بندرگاه بزرگ کانتینری و همین‌طور بزرگ‌ترین پایانهٔ حمل و نقل آبی جهان نیز از آن این کشور است. سنگاپور کشوری بسیار توسعه یافته همراه با شبکه‌ها و زیرساخت‌های پیشرفته به حساب می‌آید. قریب به تمامیِ جمعیت این کشور بر فن‌آوری مسلط می‌باشند؛

---

[۲۱۷] پروژهٔ LIVE Singapor! ابتکار عملی است که هدف آن افزایش دسترسیِ مردمِ سنگاپور به داده‌های شهری است تا بتوانند به‌طور محسوس و تصویری به اطلاعات شهری آنی دسترسی داشته و تصمیماتشان را در سازگاری و هماهنگی بهتری با محیط اتخاذ کنند[مترجمان.]

[۲۱۸]. در این مطالعه واژهٔ "باز" معادل واژهٔ لاتینِ Open در نظر گرفته شده است؛ مترادف با مفاهیمی مانند آزاد، علنی، و قابل دسترس؛ لذا یک پلتفرم باز موردی است که به کاربرانش اجازه می‌دهد تا به داده‌های موردنظرشان به‌صورت آزاد دسترسی داشته و از آن‌ها بر حسب مراد استفاده نمایند [مترجمان].

[219] Open real-time data platform

[220] Changi Airport

به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۰ [میلادی]، نرخ نفوذِ دستگاه‌های تلفن همراه در میان آن‌ها بالغ بر ۱۴۳/۶ درصد شناسایی شده است (IDA- Infocomm Development Agency Singapore). همین‌طور رشد سریعِ این کشور از زمان استقلالِ اقتصادی و زیرساختی‌اش در سال ۱۹۶۵ [میلادی] موجب شده تا اهالی آن به‌خوبی بر تغییرات رادیکال و ریشه‌ایِ ایجاد-شده در ساختار شهرِ خود واقف باشند؛ یکی از این تغییرات می‌تواند سیستم متروی این کشور باشد که گرچه اخیراً در سال ۱۹۸۷ [میلادی] بازگشایی شده، اما تاکنون در چهار خط و ۸۷ ایستگاه و طولی معادل ۱۳۰ کیلومتر توسعه داده شده است (Land Transport Authority Singapore).

پیرو موارد مذکور، کشور سنگاپور بستری مطلوب برای راه‌اندازیِ پلتفرمی آزمایشی از داده‌های شهریِ آنی است تا به‌موازات آن، تمامیِ جوانب تحقیقاتی و توسعه‌ایِ مربوطه نیز بتواند مورد بررسی قرار گیرد. اما بنابر شرایطِ ویژهٔ مذکور، معضلی به وجود می‌آید و آن هم اینکه ممکن است تا نتایج حاصل شده، قابل تعمیم به سایر بسترهای شهری نباشد.

ابتکارات و پلتفرم‌های مربوط به داده‌های باز

پروژهٔ !LIVE Singapor از ابتکاراتِ اخیرِ مربوط به داده‌های باز الهام گرفته شده است. در ماه می سال ۲۰۰۹ [میلادی]، دولت ایالات متحده آمریکا وب‌سایتی را با آدرس اینترنتی data.gov راه‌اندازی کرد (data.gov, 2011)؛ این وب‌سایت مجموعه‌ای از داده‌های اسبق و غیر حساس را در اختیار عموم قرار می‌دهد تا بدین طریق «داده‌هایی که توسط دولت فدرال تولید و نگهداری می‌شوند، بتوانند به آسانی مورد یافت و بارگیری و استفاده قرار گیرند». برخی از انگیزه‌هایی که باعث می‌شود تا داده‌های مربوط به مردم به خود مردم بازگردانده شود، همانا پرورش و شکوفاییِ نوآوری‌های اقتصادی و علمی و آموزشی و همین‌طور ارتقاءِ سطح مشارکت شهروندی و کاهش هزینه‌های دولتی است. تا به امروز، این‌گونه از ابتکارات در بسیاری از کشورها و شهرهای جهان (همچون لندن و سانفرانسیسکو) تکرار و تکثیر شده‌اند و برنامه‌های کاربردیِ متعددی نیز بر پایهٔ مجموعه داده‌های بازِ موجود در این پلتفرم‌ها تکوین یافته است.

علاوه بر این، پروژه‌هایی نظیر Xively این امکان را فراهم می‌کنند تا داده‌های حاصل‌شده از عمل حسگرپردازیِ شهری، از طریق شبکهٔ اینترنت جهانی به اشتراک گذاشته شود (دوران دلالانِ داده‌ها و اطلاعات) و زیرساخت و بستری نیز برای *اینترنتِ اشیاء*[۲۲۱] فراهم گردد.

---

[۲۲۱] اصطلاح اینترنت اشیاء (Internet of things/ IOT) به آن دسته از وسایل موجود در محیط پیرامونمان اشاره دارد که به شبکهٔ اینترنت متصل بوده و توسط نرم‌افزارهای موجود بر روی تلفن‌های همراه هوشمند و تبلت‌ها قابل کنترل و مدیریت می‌باشند. این مفهوم می‌تواند به سادگیِ ارتباط یک گوشی هوشمند با تلویزیون و یا به پیچیدگیِ نظارت بر زیرساخت‌ها و ترافیک شهری باشد [مترجمان].

یک نمونه از پروژه‌های دارای پلتفرم باز

پروژهٔ !LIVE Singapor بر ابتکاراتِ فوق الذکر استوار است. این پروژه یک پلتفرمِ باز، منعطف و مقیاس‌پذیر است که امر جمع‌آوری و ترکیب و توزیع جریان‌های داده‌های شهریِ آنی را مقدور می‌سازد. این پروژه برای برنامه‌نویسان، پلتفرمی توانمندساز محسوب می‌شود؛ این اشخاص قادرند تا با استفاده از انواع *خوراک داده‌ها*[۲۲۲] (قابل دسترس از طریقِ پلتفرم مورد نظر)، برنامه‌های کاربردی متعددی را خلق نمایند. به‌مانند آنچه که در مورد وب‌سایت data.gov لحاظ شد، ما به شدت به پتانسیل خلاقانهٔ شهرها و ساکنین آن‌ها ایمان داریم و به شهروندان، برنامه‌ریزان شهری، شرکت‌های تجاری و نیز مقامات مسئول اجازه می‌دهیم تا جریان‌های مربوط به داده‌های آنی را در دست گرفته و به کار ببندند و بدین ترتیب، بنیانی را برای یک اقتصادِ نوظهور پایه‌ریزی کنند؛ این نوع از اقتصاد به‌گونه‌ای است که در آن تلاش می‌شود تا با پیروی از راه‌های نوین، ارزش مورد نظر از درونِ داده‌ها استخراج شود.

با احتساب اینکه پروژه‌های اسبق توانسته‌اند تا به‌واسطهٔ داده‌های آنیِ مستخرج از یک منبع منفرد به نتایج جالب توجهی برسند، لذا کاملاً روشن است که ترکیبِ گونه‌های متفاوتی از داده‌ها و منابع می‌تواند به بینش‌های بی‌نهایت غنی‌تری بیانجامد. داده‌های استفاده شده در این پروژه، به سه بخش تقسیم می‌شوند: (۱) داده‌هایی که محصول جانبیِ شبکه‌های موجود محسوب می‌شوند؛ (۲) داده‌هایی که به وسیلهٔ برچسب‌ها و حسگرها جمع‌آوری گشته‌اند؛ و (۳) داده-هایی که به‌گونه‌ای فعالانه و کنش‌گرانه توسط مردم به اشتراک گذاشته شده‌اند.

پلتفرم مذکور مجبور است تا با حل و فصل الزامات و مقرراتِ متعارض، نوعی از متصل‌کنندگانِ بین‌داده‌ای (نرم-افزارها) را فراهم نماید که از سوی ارائه‌دهنده به آماده‌سازی و استانداردسازی مختصری نیاز داشته باشند، همین‌طور از امرِ مشارکت جلوگیری نکنند و به‌طور همزمان، ساختارِ جریان‌های داده‌ها را حدالامکان هماهنگ و *هم‌کنش‌پذیر*[۲۲۳] نمایند. بدین منوال، پروژهٔ !LIVE Singapor باعث پیچیده‌تر شدن سیستم شهری می‌شود، «چراکه مسئلهٔ پیچیدگی، مستقیماً با امرِ *اتصال*[۲۲۴] در ارتباط است. تا زمانی که *اتصالات و هم‌پیوندی‌ها*[۲۲۵] تکثیر شوند، پیچیدگی گسترش می‌یابد

---

[۲۲۲] خوراک داده‌ها (Data feeds) مکانیسمی است که کاربران از طریق آن قادرند تا داده‌های به روز را با استفاده از شبکهٔ اینترنت از درونِ منابع مربوطه استخراج کرده و مورد استفاده قرار دهند؛ همچنین بستری که این امکان در آن فراهم می‌شود نیز خوراک وب (Web feed) نام دارد [مترجمان].

[223] Interoperable

[224] Connection

[۲۲۵] در اینجا ما به دو واژهٔ اتصال (Connection) و هم‌پیوندی (Interconnection) بر می‌خوریم. واژهٔ اتصال بیشتر در مقیاس کوچک و واژهٔ هم‌پیوندی در مقایس کلان مفهوم استفاده می‌شود، اما با این همه، تفاوت این دو واژه می‌تواند با ذکر مثال روبرو تدقیق شود: مورد A به موارد B و C متصل است، در حالی که تمامی این سه مورد با یکدیگر هم‌پیوند می‌باشند [مترجمان].

و متقابلاً میزان اطلاعات نیز افزایش می‌یابد» (Taylor, 2002: 139). این مسئله باعث می‌شود تا یک اقتضای دیگر نیز در پلتفرم مذکور به پیش آید و آن اینکه بایستی قابلیت دسترسی و برنامه‌ریزیِ نسبتاً آسانی فراهم گردد تا بدین وسیله تعداد زیادی از برنامه‌نویسان به پلتفرم مورد نظر جذب شوند.

ارتباطات معنادار میان گونه‌های متفاوت از داده‌های تولیدشده توسط کاربران

به‌طور کلی، ارزش اصلیِ پروژه‌های دارای پلتفرم آنلاین، در داده‌هایی است که توسط این پلتفرم‌ها انباشت می‌شوند و باعث آشکار شدن فعالیت‌ها و ترجیحات کاربرانشان می‌گردند. اما پروژهٔ !LIVE Singapor اساساً موردِ متفاوتی است– این پروژه با جریان داده‌ها سر و کار دارد و از این رو هیچ داده‌ای را ذخیره و انبار نمی‌کند. این پروژه همواره به‌عنوان تأمین‌کنندهٔ داده‌ها شناخته می‌شود و داده‌های دسترس‌پذیر شده را کنترل می‌نماید؛ در حقیقت، ادراک مسائل وابسته به مالکیت داده‌ها و حریمِ خصوصی و امنیت را تسهیل می‌کند. بنابراین، این پلتفرم به‌گونه‌ای ساختار می‌یابد که در آن جریان‌های داده‌ها با فرمی منسجم و بدون نیاز به ذخیره‌سازی، در دسترس قرار گیرند. از این رو، داده‌های مورد نظر تنها از جانب ارائه‌دهنده‌گانشان میزبانی می‌شوند و به‌واسطهٔ متصل‌کنندگانشان و از طریقِ پلتفرم مربوطه در دسترس قرار می‌گیرند.

بنابراین، ارزش اصلی پروژهٔ !LIVE Singapor در پیگیریِ آن‌دسته از اتصالاتی (بین داده‌ای) است که توسط توسعه-دهندگان و کاربران برنامه‌های کاربردی، میان جریان‌های مربوط به داده‌های آنی برقرار شده است. همچنین این مورد باعث می‌شود تا مسئله‌ای در مورد معناشناسیِ اتصالات نیز مطرح شود: مقصود از ترکیب کردن گروه‌های حاوی جریان-های داده‌ها چیست و چه ارزشی دارد؟ رویکرد ما به کاربران اجازه می‌دهد تا این اتصالات را بسازند و توصیف نمایند تا بدین وسیله بتوانیم شاهدِ توسعهٔ تدریجی یک سیستم مدیریت دانش باشیم؛ همین سیستم به مرور زمان بر کیفیتِ پلتفرم مذکور اثر می‌گذارد و باعث تکامل آن می‌شود.

حلقه‌های بازخورد

فعالیت انسان‌ها در شهرها موجب می‌شود تا داده‌ها در انواع چندگانه‌ای از سیستم‌های فن‌آوری تولید شوند. به‌عنوان مثال، هنگامی که در حال سفر با مترو هستید و در حین ورود و خروج از بلیط الکترونیکیِ خود بهره می‌گیرید، باعث تولید اثر و ردی از داده‌ها می‌شوید؛ این اثر، اطلاعاتی از قبیلِ زمان شروع و اتمام سفر، شمارهٔ بلیط و همین‌طور شمارهٔ خط مترو را در بر می‌گیرد. جریان‌های داده‌ایِ حاصل از یکپارچه کردن این اثرات، می‌توانند تعداد مسافرانِ یک قطار را در یک

زمان مشخص تعیین کنند، حساس‌ترین محل‌ها و ایستگاه‌های پُرجمعیت را نسبت به تأخیر قطار نشان دهند و همین‌طور در روشن‌سازیِ موارد مشابه کارساز باشد. با بازگرداندن این اطلاعات به خود مردم، آن‌ها می‌توانند تصمیماتی بگیرند که سیستم را کارآمدتر کند. بنابر اظهارات جیِ *فارستِر*[۲۲۶]، یکی از پیشروترین محققان حوزهٔ علوم سایبرنتیک، یک حلقهٔ بازخورد «در یک *سیستم بازخوردِ اطلاعات*[۲۲۷] به وجود می‌آید که در آن شرایط به اطلاعاتی بدل می‌شود که در واقع مبنایی برای گرفتن تصمیمات هستند؛ تصمیماتی که با کنترلِ اقدامات می‌کوشند تا شرایط محیط پیرامونی را تغییر داده و اصلاح کنند. این چرخه، چرخه‌ای پیوسته است و ما نمی‌توانیم به‌درستی نقطهٔ آغاز و یا پایان آن را مشخص کنیم، [چراکه] این چرخه یک *حلقهٔ بسته*[۲۲۸] می‌باشد» (Forrester, 1961: 61) . در این‌گونه از سیستم‌ها، «همواره اطلاعاتی از وقایع گذشته موجود است که به‌عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند» (همان: ۱۵)، اما امروزه بهره‌گیری از داده‌های آنی موجب می‌گردد تا این زمانِ گذشته به‌طور قابل توجهی به زمان حال نزدیک‌تر شود. اکنون فارستِر اشاره می‌کند که تأخیراتِ موجود در سیستم (مخصوصاً در *سیستم‌های خود تثبیت-کننده*[۲۲۹])، لزوماً موجب بروز اثری منفی نمی‌شود؛ بلکه وقوع تأخیراتِ کوتاه، انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد و می‌تواند تواند به بهره‌برداریِ موثرتر از منابع و انرژی کمک کند.

این مسئله پرسش‌های مهمی را پیش می‌کشد: آیا *حلقه‌های بازخوردِ آنی*[۲۳۰] موجب کاهشِ ثبات سیستم می‌شوند، یا بالعکس ممکن است تا ثبات ایجاد کنند؟ اکنون می‌توان به منظور پاسخ به این سوال، اشاراتی را از اظهاراتِ *دینلا میدوز*[۲۳۱] در مورد نقش ویژه و پراهمیتِ هم‌پیوندی‌های موجود در میان بخش‌های مختلف یک سیستم به‌دست آورد: «تغییر هم‌پیوندی‌ها در یک سیستم می‌تواند به طرز چشمگیری کل سیستم را تغییر دهد» (Meadows, 2008: 16).

تصاویرِ سیستمی

اعضای آزمایشگاه SENSEable City همواره می‌کوشند تا در هنگام پرداختن به داده‌های آنیِ منتج از سیستم‌ها و شبکه‌های شهری، تنها بر توسعهٔ بخشِ نرم‌افزاریِ پلتفرم‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها تأکید نشود، بلکه بر تعامل و تبادل بین بینش‌های جاسازی‌شده در داده‌های جمع‌آوری و مطالعه شده در درون بستر شهری نیز تمرکز شود. امروزه نقش مؤثر و مفیدِ تصویرپردازیِ داده‌ها در تحقق این امر به اثبات رسیده است. همان‌گونه که میدوز توصیف می‌کند، «کلمات و

226 Jay Forrester
227 Information-feedback system
228 Closed loop
229 Self-stabilizing systems
230 Real-time feedback loops
231 Donella Meadows

جملات مجبورند تا در آنِ واحد، به‌گونه‌ای خطی و در قالبی از یک نظم منطقی با هم یکی شوند. عملکرد تمامیِ سیستم‌ها غیرمترقبه است. [...] حال برای اینکه بتوان سیستم‌ها را به‌درستی مورد بحث قرار داد، لازم است تا از زبانی استفاده شود که بتواند برخی از خواصِ پدیدهٔ مورد بحث را به اشتراک بگذارد. تصاویر در مقایسه با کلمات، جایگزینِ بسیار مناسب‌تری برای این زبان هستند، چراکه تمامیِ بخش‌های یک تصویر به‌یکباره قابل مشاهده است» (همان: ۵). بهره‌مندی از تصاویری که جزئیات آن به‌یکباره مهیا باشد، نشان می‌دهد که چرا *اتاق‌ها کنترل*[۲۳۲] به جای اینکه تنها به مقادیر عددیِ صرف بپردازند، عملاً با حجمِ عظیمی از نمودارهای پیچیدهٔ حاوی داده‌ها سر و کار دارند. دومین موضوعی که بر قوت تصویرپردازی داده‌ها صحه می‌گذارد، *قدرت پردازشِ مضاعفی*[۲۳۳] است که می‌تواند توسط ناظر مورد بهره‌برداری قرار گیرد. نحوهٔ مشاهدهٔ یک تصویرپردازیِ پویای حاصل‌شده از داده‌های شهریِ آنی، مستقیماً به ظرفیت و قدرت تفسیرِ بیننده وابسته است. در فرآیند مشاهده، یک فرد در ابتدا می‌کوشد تا برای تجزیه و تحلیل و پالایشِ اطلاعات، از دانش و تجربهٔ پیشین خود بهره گیرد؛ درست شبیه به شخصی که بر فراز یک ساختمان بلندمرتبه ایستاده و پیش از تصمیم‌گیری دربارهٔ انتخاب مسیرِ مناسب برای رانندگی، از بالا بر وضعیت ترافیک نظاره می‌کند- در این صورت، ناظر از دانش و فهمی که از فرآیندهای گذشته به‌دست آورده است بهره می‌برد و این موارد را با آنچه که در زمان واقعی می‌بیند ادغام می‌کند.

پیش‌نمایش‌های شهریِ متعلق به پروژهٔ !LIVE Singapor

این پروژه بر آن است تا داده‌های شهریِ آنی را برای شهروندان قابل دسترس نماید. لذا با پیمودنِ گام‌های مکرر، پیش‌الگوها توسعه می‌یابند و با مردم به اشتراک گذاشته می‌شوند تا مباحثاتی را از سوی عموم دربارهٔ پتانسیلِ به کنترل درآوردن و به‌کارگیریِ این داده‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری و همچنین زندگی در شهرهایمان برانگیزند.

به همین خاطر، دو عدد پیش‌نمایشِ شهری توسعه یافت: «نمایشگاه پروژهٔ !LIVE Singapor» که در موزهٔ هنر سنگاپور در تاریخ آوریل سال ۲۰۱۱ [میلادی] برگزار شد و همین‌طور پروژهٔ «*مکاشفات بصریِ فعالیت‌های حرکتیِ شهری*»[۲۳۴] که در *سمپوزیومِ فعالیت‌های حرکتیِ شهری آینده*[۲۳۵] به نمایش عموم گذارده شد؛ این سمپوزیوم در ژانویهٔ سال ۲۰۱۲ [میلادی] توسط موسسهٔ تحقیق و فن‌آوریِ سنگاپور_ اِم‌آی‌تی و در دانشگاه ملیِ سنگاپور برگزار شد.

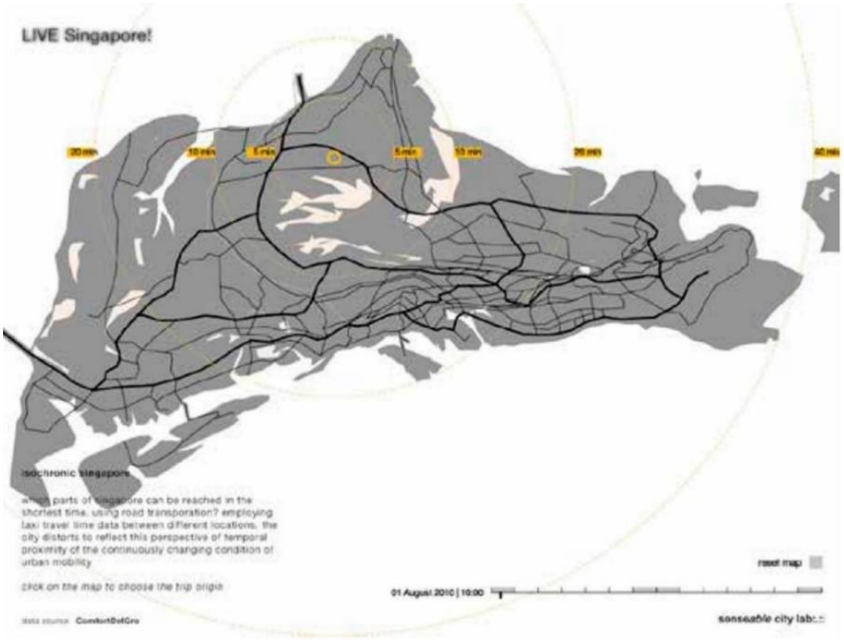
---

[232] Controling rooms

[۲۳۳] قدرت پردازش مضاعف (Additional processing power)، به قابلیت مضاعف یک رایانه برای دستکاری و به‌کارگیری داده‌ها اطلاق می‌شود و یک کاربر نیز در صورت نیاز می‌تواند از این مزیت بهره‌مند شود [مترجمان].

[234] Visual Explorations of Urban Mobility

[235] Future Urban Mobility Symposium



شکل ۱. نقشهٔ ایزوکرونیک[۲۳۶] کشور سنگاپور: ما در آماده‌سازیِ این نقشه کوشیدیم تا از اطلاعات مربوط به موقعیت‌های جغرافیایی (جی-پی‌اس) و همین‌طور داده‌های مربوط به تُندیِ حرکتِ تاکسی‌های کشور سنگاپور (۱۶۰۰۰ تاکسی)، به‌عنوان شاخصه‌هایی برای محاسبهٔ مجموع زمانِ سفرهای جاده‌ای بهره گیریم. به تبع خلوت و یا متراکم شدن ترافیک وسایل نقلیه در طول روز، مدت زمان لازم برای حرکت در کشور سنگاپور نیز کاهش و یا افزایش می‌یابد. چه مدت زمانی طول می‌کشد تا شما بتوانید از منزل خود به دیگر مقاصد مورد نظرتان برسید؟ در این نقشه، تغییرات شکلی و اعوجاج‌ها متناسب با زمانِ سفر بوده و لذا باعث می‌شوند تا تغییرات در طول روزهای کاریِ هفته و همین‌طور تعطیلات آخرِ هفته آشکار شود. تصویرپردازی: ژیااُجی چِن، آزمایشگاه SENSEable City.

اولین پیش‌نمایش شهری: نمایشگاه پروژهٔ !LIVE Singapor

این نمایشگاه، در *موسسهٔ سن جوزف*[۲۳۷] سابق که در حال حاضر موزهٔ هنر است به اجرا در آمد. قبلاً این مؤسسه دارای پنج عدد پروژکتور و یک صفحهٔ نمایشگر بود. این ادوات باعث می‌شدند تا *تصویرپردازی‌های تعاملی*[۲۳۸] و پویای منتج‌شده از ترکیب مجموعه داده‌ها و *جریان‌های داده‌های زنده*[۲۳۹] که از شبکه‌های کلیدیِ شهری استخراج شده بودند، به نمایش درآیند. این شبکه‌ها موارد متعددی از قبیلِ فرودگاه‌ها، ناوگان تاکسیرانی، آژانس‌های حفاظت محیطی، پایانه-های کانتینری، شبکهٔ تلفن همراه، شبکهٔ برق و در نهایت شبکهٔ حسگرِ تُندیِ باد را در بر می‌گرفتند.

---

[۲۳۶] نقشهٔ ایزوکرونیک (Isochronic map) در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به مواردی اطلاق می‌شود که مناطقِ مربوط به ایزوکرون‌های موجود در بین نقاطِ مختلف را نشان می‌دهند. یک ایزوکرون، خطی است که نقاطِ همزمان را به هم وصل می‌کند؛ لذا این نقشه‌ها بیشتر برای نشان دادن زمان نسبی سفرها و جهت حرکت آن‌ها در درون شبکه استفاده می‌شوند [مترجمان].

[237] Saint Joseph's Institution

[۲۳۸] تصویرپردازی‌های تعاملی مواردی هستند که خروجی‌هایشان از ورودی‌هایی که به واسطهٔ مشارکت کاربران حاصل می‌شود شکل می‌گیرد. یک نقشهٔ تولیدشده از روی داده‌های حمل و نقلی، تنها یک نقشهٔ ایستا است، اما به محض اینکه شهروندان در تکمیل آن مشارکت کنند، این نقشه به حقیقتِ موضوع نزدیک‌تر شده و معضلات و وقایع جالب‌تر و مستندتری را در بر می‌گیرد [مترجمان].

[239] Live data streams

دومین پیش‌نمایش شهری: مکاشفات بصریِ فعالیت‌های حرکتیِ شهری

ما به تبع نمایشِ پیش الگوها در موزهٔ هنر سنگاپور و همکاری با *وزارت حمل و نقل*[۲۴۰] این کشور موفق شدیم تا سه *برنامهٔ کاربردی تعاملی*[۲۴۱] را توسعه دهیم. این برنامه‌ها موجب می‌شوند تا کیفیت و غنای اطلاعاتی که از داده‌های تولیدشده توسط زیرساخت‌های حمل و نقلی کشور سنگاپور به دست آمده‌اند، به‌گونه‌ای بهتر تفهیم شوند. پیش الگوهای مربوط به این برنامه‌های کاربردی، همچون مکاشفاتی بصری از فعالیت‌های حرکتیِ شهری، در سال ۲۰۱۲ [میلادی] در کشور سنگاپور به نمایش درآمد.

یکی از این برنامه‌ها تحت عنوان *لمسِ سفرهای اتوبوسی*[۲۴۲] که در درون پروژهٔ مکاشفات بصریِ فعالیت‌های حرکتیِ شهری توسعه یافته است، تمرکزش را بر روی شبکهٔ دسترسی اتوبوسرانی در حمل و نقل عمومی معطوف می‌کند. مسافرانِ سیستم حمل و نقل عمومی کشور سنگاپور مستلزم‌اند تا به هنگامِ ورود و خروج از ایستگاه‌های مترو و اتوبوس، از کارت‌های هوشمندِ خود استفاده کنند. اقدام برای استفاده از کارت‌های هوشمند از دید مسافران تنها در پرداخت کرایه خلاصه می‌شود، اما در عین حال همین امر موجب می‌گردد تا چشم‌اندازهای مختلفی از مسافرانِ حاضر در داخلِ این‌گونه از وسایل نقلیه در هر زمان دلخواه به دست آید.

وجود یک *رابطِ چندلمسیِ تعاملی*[۲۴۳] باعث می‌شود تا کاربران بتوانند فعالانه، شبکهٔ اتوبوسرانیِ کشور سنگاپور را مورد کنکاش قرار دهند و بدین طریق، مکان‌های دارای بیش‌ترین تعداد سوار شدن و پیاده شدنِ مسافران از اتوبوس‌ها را رؤیت کنند، چگونگیِ اتصال مسیرهای حرکتی مردم را میان ایستگاه‌های مختلف این کشور ببینند و همین‌طور نحوهٔ تغییر تمامیِ این الگوها را در طول روز مشاهده نمایند.

کاربران می‌توانند با تعویض میان حالت‌های مختلفِ تصویرپردازی‌ها، به نماهای متفاوتی از مجموعه داده‌های مشابه دست یابند. شاید به نظر رسد که این برنامه به هنگام تعویض، تصویرپردازی‌های متفاوتی را ارائه می‌دهد اما فی‌الواقع خط و ایستگاه‌های اتوبوس و زمان انتخاب‌شده در بین تمامیِ این حالت‌ها ثابت است و تغییری نمی‌کند. این برنامهٔ کاربردی، نمودارهای چندگانه‌ای را از خدمات اتوبوسرانی به نمایش می‌گذارد. این نمودارها به همراه نمادهای گرافیکی‌شان، تعداد ورود و خروج مسافران را در هر ایستگاه نشان می‌دهند و بدین منوال، مقایسهٔ زمانیِ این موارد را ممکن می‌سازند. البته

---

[240] Land Transport Authority

[۲۴۱] برنامه‌های کاربردی تعاملی (Interactive applications) مواردی هستند که با دادن تمامیت حق کنترل به کاربر، به وی اجازه می‌دهند تا به‌هنگام بهره‌مندی از آن‌ها، شخصاً محتویات برنامه را مورد مکاشفه قرار دهد و لذا نسبت به عملکرد برنامه آگاه‌تر شود [مترجمان].

[242] Touching Bus Rides

[۲۴۳] این مورد قابلیتی است که بر روی برنامه‌های کاربردی تعاملی لحاظ می‌شود و اکتشاف محتویات برنامه را آسان‌تر می‌نماید [مترجمان].

امکانِ انتخاب و جدا کردن یک مسیرِ منفرد از شبکهٔ اتوبوسرانی این کشور نیز ممکن است و نیازی نیست تا تمامیِ این شبکه لحاظ شود. *خط زمانیِ*[۲۴۴] متعلق به این تصویرپردازی‌ها می‌تواند در صورت نیاز، به یک *بافت‌نگار*[۲۴۵] دارای قابلیت نمایش میزان تراکمِ مسافر تبدیل شود. یک کاربر می‌تواند این اطلاعات را سریعاً در طول زمان جست و جو کند و فواصل و دامنه‌های زمانیِ مد نظرش را در طیفی از سی دقیقه الی کل ساعات روز تغییر دهد.

توضیحاتی دربارهٔ پیش نمایش‌های شهری

انگیزه کلی دو پیش نمایش شهری فوق‌الذکر این بود که ارزش و اهمیتِ آن دسته از داده‌های آنیِ کاربردی‌ای که به میزان وسیع در دسترس بوده و در نتیجهٔ اقداماتِ صورت گرفته در فضای شهری تولید شده‌اند را نشان دهند. در پژوهش ما، این پیش نمایش‌های شهری نقش‌های متعددی را بازی می‌کنند: (۱) گرد هم آوردن زمینه‌های پژوهشیِ گوناگون در روند توسعهٔ پیش الگوهای تکرارشونده‌ای که قادر به انتقال دیدگاه و چشم‌انداز پروژه می‌باشند؛ (۲) قادر ساختن شهروندان به آزمودن پروژه و پیش‌الگوها و در نتیجه تدارک بازخوردهای ارزشمند برای توسعه‌های آتی؛ (۳) مهیا کردنِ بستری غنی و برجسته به‌منظور متقاعد کردن شرکای خارجی به تبدیل پروژهٔ موردنظر به واقعیت.

عملی کردن این پیش‌نمایش‌های شهری، شامل توافقنامه‌هایی در بابِ به اشتراک‌گذاریِ داده‌ها با متصدیانِ سیستم-های شهری است و هماهنگی و همکاری با بخش‌های داخلیِ این موارد را نیز می‌طلبد- اگرچه این امر فراتر از حوزهٔ تمرکزِ پژوهشیِ گروهمان می‌باشد، اما باعث شده تا طیف وسیعی از چالش‌ها و فرصت‌های ناشی از کار کردن بر روی داده‌های شهری، برایمان روشن شود.

باز کردن سیلوهای داده‌ها[۲۴۶]

از آنجایی که سیستم‌ها با هدفِ به اشتراک‌گذاریِ داده‌ها طراحی نمی‌شوند، لذا فهم و درک آن‌ها ضرورتی غیر قابل انکار می‌یابد تا بدین وسیله، امر استفاده و به اشتراک‌گذاری داده‌هایشان به بهترین نحو ممکن محقق شود. این موضوع

---

[۲۴۴] خط زمانی (Timeline) روشی است که به‌منظور نمایش ترتیبیِ فهرستی از وقایع مورد استفاده قرار می‌گیرد. کارکرد آن به گونه‌ای است که اطلاعات را به‌صورت گرافیکی دسته‌بندی می‌کند و سپس این اطلاعات را در یک ترتیب‌بندی زمانی ارائه می‌دهد [مترجمان].

[۲۴۵] بافت‌نگار (Histogram) روشی است که از آن برای نمایش توزیع داده‌های کمّیِ پیوسته استفاده می‌شود. تفاوت بافت‌نگار با نمودار میله‌ای در آن است که نمودار میله‌ای، مربوط به توزیع دو متغیر تصادفی است ولی بافت‌نگار مربوط به یک متغیر است [مترجمان].

[۲۴۶] یک سیلوی مربوط به یک نوع خاص از داده، مخزنِ در برگیرندهٔ اطلاعات ثابت و صیقل خورده‌ای است که تحت کنترل یک واحد حقوقیِ خاص باقی می‌ماند و از بقیهٔ سازمان جدا می‌شود؛ دقیقاً همان‌طور که دانه‌های فرآوری شدهٔ گندم نیز در سیلوهای هر مزرعه ایزوله می‌شود و از عناصر خارجی تفکیک می‌گردد. سیلوهای مربوط به داده‌ها می‌توانند دارای ریشه و بنیان‌های فنی و یا فرهنگی باشند [مترجمان].

اغلب چالش‌های فن‌آورانهٔ سختی را ایجاد می‌کند- یعنی در واقع به اشتراک‌گذاری این داده‌ها در بیرون از سیستمِ مورد نظر مقدور نباشد و همچنین تحققِ آن، حجم عظیمی از سرمایه‌گذاری را بطلبد. علاوه بر این، *هم‌کنش‌پذیریِ داده‌ها*[۲۴۷] نیز از دیگر مواردِ کلیدی و عمده‌ای است که توجه ویژه می‌طلبد تا از طریق آن، داده‌ها نه تنها در بین سازمان‌ها و سیستم‌های متفاوت، بلکه در بین سازمان‌های واحدی که از چندین سیستم متمایز استفاده می‌کنند نیز به اشتراک گذاشته شود. با احتساب این دو موضوع، ترکیب داده‌های تولیدشده توسط سیستم‌ها در یک سازمان منفرد، غالباً با پیچیدگی‌های ناشی از ترکیب داده‌ها در مقیاس فراسازمانی در رقابت است.

استفاده از داده‌ها در ورای هدف اصلیشان، فهمی جامع و کامل از چگونگیِ تولید و همین‌طور بسترِ تولیدشان را می‌طلبد[۲۴۸]. به‌عنوان مثال، اگر یک حسگر قرائت‌هایی را از دمای بیرون یک ساختمان فراهم کرده باشد، مهم است که بدانیم آیا این حسگر در نزدیکی خروجی تهویهٔ ساختمان واقع شده، در معرض نورخورشید است و یا این که در سایه قرار دارد. پروژه‌هایی همچون !LIVE Singapor اغلب می‌توانند انگیزه‌ای برای ارائه‌دهندگان داده‌ها محسوب شوند تا عمیقاً سبک‌ها و شیوه‌های تولید داده‌ها را در درون سازمان‌های مربوط به خودشان مورد کاوش قرار دهند و در نتیجه، بتوانند به‌طور کامل از پتانسیل داده‌ها بهره‌مند شوند. داده‌های سیستم‌ها معمولاً توسط دپارتمان‌های وابسته به فن‌آوری اطلاعات (آی‌تی) مدیریت می‌شوند که اغلب از نقطه نظرِ فیزیکی از دپارتمان‌های برنامه‌ریزی و عملیاتی به‌دور هستند. در نتیجه، کسانی که مسئول مدیریتِ سیستم‌های شامل داده‌ها هستند، ترجیح می‌دهند تا بیشتر بر روی جوانب بی‌دغدغه و فن‌آورانهٔ عملیات‌های سیستمی متمرکز شوند. با این حال، کسانی که در تصمیم‌گیری‌های برنامه‌ریزانه و عملیاتی شرکت می‌کنند، غالباً به اطلاعات موجود در بطن داده‌ها دسترسی ناچیزی دارند و یا هیچ دسترسی‌ای ندارند.

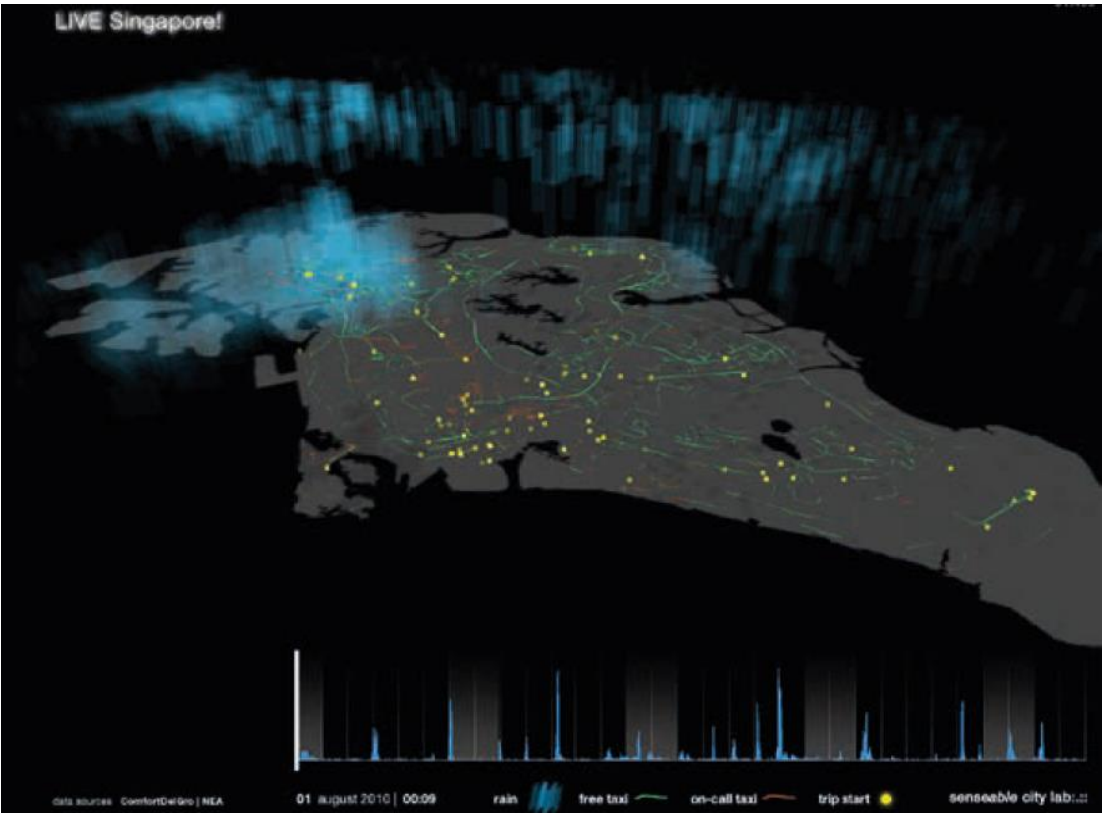
ایجاد امکان توسعهٔ مشترک ایده‌ها به‌منظور نیل به راهکارهای شهری نوین

توسعهٔ بازنمایی‌های بصریِ معنادار از داده‌های سیستم‌های شهری، بخش مهمی از فرآیند ایجاد دسترسی به اطلاعات نهفته در این سیستم‌ها است. این موضوع موجب می‌گردد تا ذینفعانِ رشته‌ها و صلاحیت‌های مختلف گرد هم آیند تا بدین منوال، قلمرویی نوین از مباحثات و تفکراتِ خلاق به روی مطالعهٔ مورد نظر باز شود.

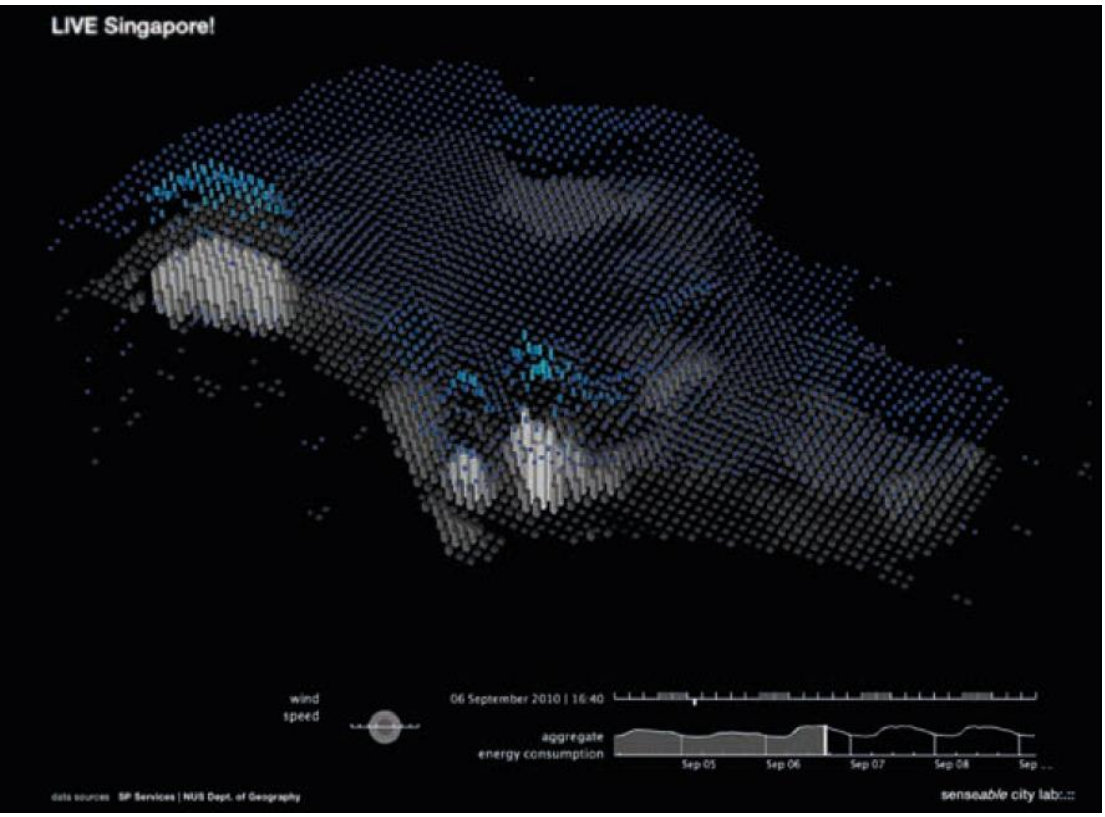
---

[۲۴۷] قابلیت تعاملِ همکارانهٔ داده‌ها (Data interoperability) به توانایی تولید و تبادل و مصرف داده‌ها توسط سیستم‌ها و سرویس‌های مختلف مربوطه اشاره دارد تا نتایجِ شفاف و مشترکی از محتوا و زمینه و معنای داده‌ها به دست آید [مترجمان].

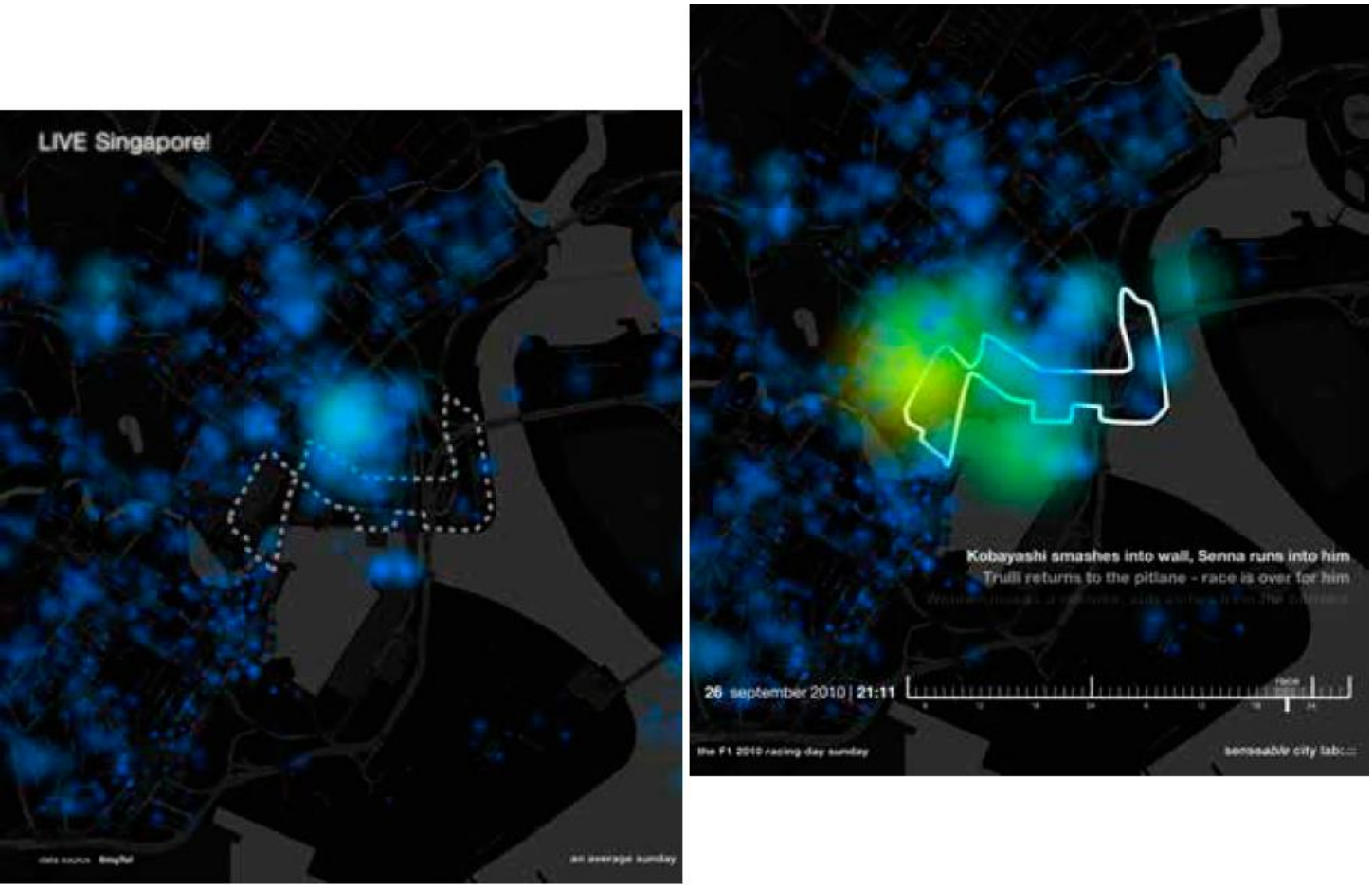
[۲۴۸] به‌عنوان مثال در مورد داده‌های تولیدشده توسط بلیط‌های الکترونیکی که در شبکه‌های حمل و نقل عمومی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، هدف اولیهٔ همانا تأیید اعتبار بلیط مسافران و سپس تضمین دسترسی‌شان به سیستم حمل و نقل عمومی می‌باشد [نویسندگان].



شکل ۲. تاکسی‌های موجود در وضعیت هوای بارانی: حرکت و جابه‌جایی در کشور سنگاپور تاحد زیادی متکی بر سیستم تاکسیرانی است، اما بایستی دید که به‌هنگام بارش باران چه اتفاقی در این سیستم رخ می‌دهد؟ درخواست و یافتنِ تاکسی، کار آسانی نیست. این تصویرپردازیِ تعاملی به ما کمک می‌کند تا بتوانیم نحوهٔ رفتار سیستمِ حمل و نقل کشور سنگاپور را به‌هنگام ترکیب داده‌های مربوط به تاکسی‌ها و بارش باران بررسی کرده و همچنین چگونگیِ ساده‌سازی و افزایش کارآمدیِ سیستم مذکور را در جهتِ تطبیق حداکثری میزان عرضه و تقاضای تاکسی مورد مکاشفه قرار دهیم. تصویرپردازی: کریستیان کِلوهکِل، آرون سیگل، آزمایشگاه SENSEable City.

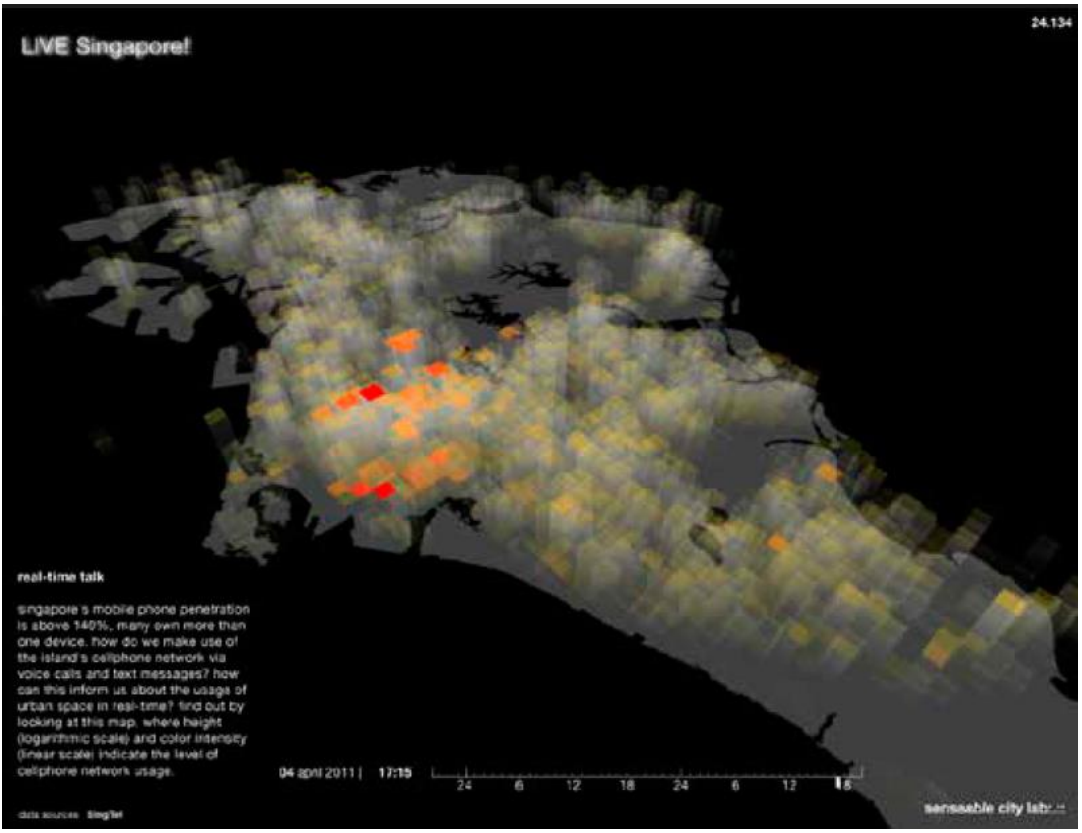


شکل ۳. جزایر حرارتیِ شهری: از آنجایی که حرارت از مصرف انرژی حاصل می‌شود، لذا میزان بالای مصرف انرژی می‌تواند دما را در مقیاس محلی به میزان چندین درجه افزایش دهد (چیزی که از آن با عنوان گرمایشِ انسان‌ساخت یا انسان‌زاد یاد می‌شود). به‌هنگام ترکیب داده‌های مربوط به مصرف انرژی در حوزه‌های مختلف یک شهر با داده‌های مربوط به سرعت باد در آن‌ها، می‌توان میزان افزایش دمای محلی را تخمین زد. بر این اساس، پتانسیل بالقوهٔ حاصل‌شده از دماهای اندازه‌گیری شده می‌تواند موجب فراهم شدن پایه‌ای برای برنامهٔ نظارت بر وضعیتِ آیندهٔ شهر شود. تصویرپردازی: ژیااُجی چِن، آزمایشگاه SENSEable City.

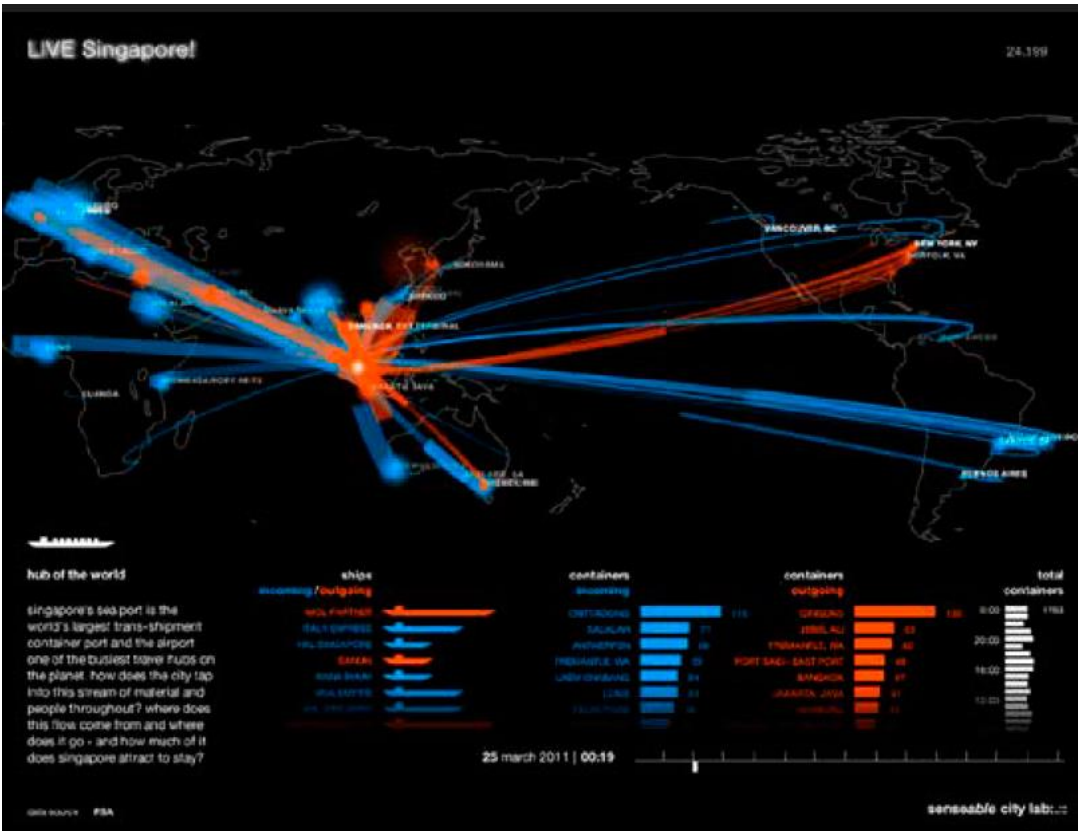


شکل ۴. شهر فرمولِ یک: رویدادهای بزرگ مقیاس، باعث مختل شدنِ امور روزانهٔ شهری می‌شوند. لذا مسابقات اتومبیل‌رانیِ فرمولِ یک کشور سنگاپور بهترین فرصتی است تا بتوانیم میزان این‌گونه از تأثیرات را بررسی کنیم. به راستی این رویداد چگونه زندگی روزانهٔ ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ ما در مقابل آن چه واکنشی نشان می‌دهیم؟ چگونه ما هیجان‌مان را به واسطهٔ تلفن همراه خود به اشتراک می‌گذاریم؟ در این نقشهٔ پویا، رنگ و اندازهٔ تابشِ تصویر، متناسب با حجم پیامک‌های رد و بدل شده در طول مسابقهٔ فرمولِ یک می‌باشد. در حالی که بخشِ سمت راست تصویر، روز برگزاری مسابقه را نشان می‌دهد، بخشِ سمت چپ آن، روز مشابهی که در آن هیچ مسابقه‌ای برگزار نشده را به نمایش می‌کشد. تصویرپردازی: کریستیان کِلوهکِل، آزمایشگاه SENSEable City.

یک نمونه از این مسئله، ابتکار عملِ ChangiNOW است که از اولین پیش‌نمایش شهری زاده شد. از همان اوانی که ما شروع به کار کردن بر روی داده‌های منتج‌شده از شرکت‌های تاکسیرانی و فرودگاه‌های هواپیمایی کردیم، این ایده در ذهنمان شکل گرفت که داده‌های مربوط به تعداد واقعیِ مسافرینِ پیاده شده از هواپیما را با مسئلهٔ دسترسی به تاکسی-های خالی یکی کنیم تا میان دو عامل عرضه و تقاضا در ایستگاه‌های تاکسیرانیِ متعلق به فرودگاه‌ها مطابقت بهتری حاصل شود– این مورد نمونه‌ای است که می‌کوشد تا میان سفرها، ارتباط زنجیره‌ای (بین وجهی) برقرار کند و متأسفانه در اغلب مواقع مورد غفلت واقع می‌شود.



شکل ۵. مکالمات آنی کشور سنگاپور: نرخ نفوذ دستگاه‌های تلفن همراه در کشور سنگاپور بالای ۱۴۰ درصد است؛ تعداد تملک این ادوات توسط بسیاری از افراد بیش از یک عدد است. ما به‌واسطهٔ تماس‌های صوتی و پیامک‌ها، چه بهره‌ای می‌توانیم از شبکهٔ تلفن همراه کشور سنگاپور بریم؟ مشخص شدن این موارد چگونه می‌تواند ما را از میزان لحظه-ای بهره‌گیری از فضاهای شهری مطلع سازد؟ در این تصویرپردازی سعی شده تا از طریق شدت و تراکمِ دو عاملِ ارتفاع (در مقیاس لگاریتمی) و رنگ (در مقیاس خطی)، میزانِ استفاده از شبکهٔ تلفن همراه به تصویر درآید. تصویرپردازی: کریستیان کِلوهکِل، آرون سیگل، آزمایشگاه SENSEable City.



شکل ۶. قطبِ جهان: کشور سنگاپور بزرگ‌ترین پایانهٔ تجاری حمل و نقل آبی و یکی از شلوغ‌ترین مراکز هواییِ جهان است. این تصویرپردازی باعث می‌شود تا مسائلی از قرار روبرو مطرح شود: این جریان‌های دائمیِ متشکل از انسان‌های در حال حرکت و کالاهای در حالِ جابجایی، چه تأثیری بر کشور سنگاپور می‌گذارند؟ این جریان‌ها از کجا نشأت می‌گیرند و به کجا ختم می‌شوند؟ و چه تعداد از آن‌ها برای همیشه در کشور سنگاپور باقی می-مانند؟ تصویرپردازی: کریستیان کِلوهکِل، آرون سیگل، آزمایشگاه SENSEable City.

همچنین *میزلمسی*[۲۴۹] برنامهٔ کاربردیِ لمسِ سفرهای اتوبوسی نیز نمونهٔ دیگری بود که باعث شد تا بسیاری از ذینفعان و سهامداران به یکدیگر بپیوندند. از مباحثات این افراد با یکدیگر، ایده‌هایی شکل گرفت که به تحقق سه برنامهٔ کاربردی انجامید: (۱) طراحی خطوطی پویا در سیستمِ اتوبوسرانی که بر اساس تعدادِ مسافران اتوبوس‌هایی که در ترافیکِ نسبتاً سنگین گیر کرده‌اند فعال شوند؛ (۲) تأسیس خطوطی پویا در سیستم اتوبوسرانیِ تندرو که ایستگاه‌های دور از هم را توسط اتصالاتِ سهل و مستقیم مرتبط سازند، آن هم در هر لحظه‌ای که الگوی تقاضای عمومی حاکی از چنین نیازی باشند؛ و (۳) نصب تابلوهای پویا در ایستگاه‌های اتوبوسرانی که به مسافرانِ در حال انتظار، میزان اشغال و حجم خالیِ اتوبوس بعدی و همین‌طور زمانِ ورود آن به ایستگاه را اطلاع دهند.

شکل ۷. تصاویر مربوط به نمایشگاه پروژهٔ !LIVE Singapor که در تاریخ ۷ ماه آوریل سال ۲۰۱۱ [میلادی] در موزهٔ هنر سنگاپور و همین‌طور در سال ۲۰۱۲ [میلادی] در سمپوزیوم فعالیت‌های حرکتیِ شهری آینده، افتتاح و برگزار شد.

برخوردِ میان‌رشته‌ای با داده‌های مربوط به سیستم‌های شهری، موجب می‌شود تا نقش بی‌کران و همه‌شمول داده‌ها به خوبی منعکس شود؛ «داده‌ها در جهان‌های اجتماعیِ متفاوت دارای معانی متفاوتی هستند، اما ساختار آن‌ها به قدری مشترک است که به راحتی می‌توانند از طریقِ همین ساختار شناسایی شوند و در راستای نیل به اهداف گوناگون مورد استفاده قرار گیرند» (Star and Griesemer, 1989). به‌عنوان مثال، داده‌های تولیدشده توسط یک شبکهٔ مخابراتی، ممکن است به‌منظور دستیابی به اطلاعاتی دربارهٔ وضعیتِ یک سیستم، شبکه‌ها و ارتباطات اجتماعی موجود میان

[249] Touch-table

مشترکین، سازوکارهای مربوط به بخش فضاییِ فعالیت‌های حرکتی و همچنین فعالیت‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرند. بدین منوال، کار کردن با داده‌های شهری از طریق رابط‌های بصری و تعاملی و همین‌طور فراتر از حد و مرزهای گرایش‌ها (به‌گونه‌ای میان رشته‌ای)، می‌تواند پرسش‌های تازه‌ای را در مورد ساز و کارهای شهری مطرح کند؛ پرسش-هایی که دیگر به مسئلهٔ بهینه‌سازی نمی‌پردازند و به زبانی ساده‌تر، فقط به دنبال یافتن راه‌های بهینه نمی‌باشند و مرزهای این موضوع را درمی‌نوردند. در حالی که اخیراً تحقیقات و پیشرفت‌های قابل‌توجهی برای محقق کردن موضوع فوق‌الذکر صورت گرفته است، اما همچنان دو موضوع دیگر به‌عنوان چالش‌های کلیدی، در روند پیشرفت مطرح می‌شوند؛ یکی از این چالش‌ها تعریف و تعیینِ حق مالکیت داده‌ها است و دیگری نیز پلتفرم‌هایی هستند که می‌توانند روند مباحثه و مبادلهٔ داده‌ها را تسهیل کنند تا نهایتاً «بُعدِ عمومی» یک شهر، با موفقیتِ تمام در حوزهٔ دیجیتال بازنمایی شود.

مآخذ

Forrester, Jay Wright. 1961. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Meadows, Donella H. 2008. *Thinking in Systems: A Primer*, edited by Diana White. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishers.

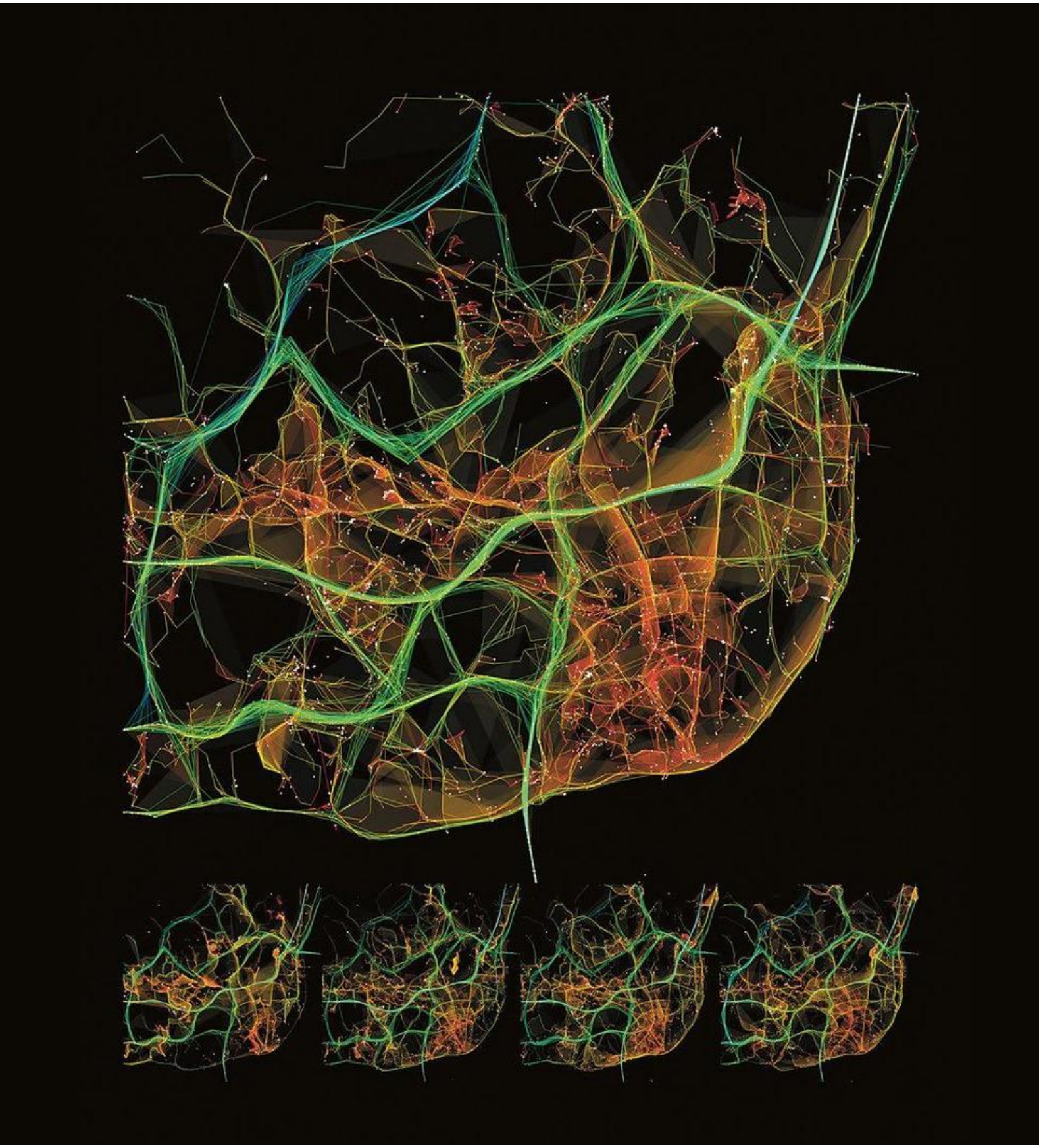
Murty, Rohan, Geoffrey Mainland, Ian Rose, Atanu Roy Chowdhury, Abhimanyu Gosain, Josh Bers, and Matt Welsh. 2008. "CitySense: An Urban-Scale Wireless Sensor Network and Testbed." In *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security, May 12–13, Waltham, MA*. Stoughton, WI: The Printing House, 583–588.

Paulsen, Hinrich, and Uwe Riegger. 2006. "SensorGIS – Geodaten in Echtzeit," *GIS-Business* no. 8: 17–19.

Star, Susan Leigh, and James R. Griesemer. 1989. "Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39," *Social Studies of Science* 19, no. 3 (August): 387–420.

Taylor, Mark C. 2002. *The Moment of Complexity: Emerging Network Culture*. Chicago: University of Chicago Press.

Zardini, Mirko, and Wolfgang Schivelbusch. 2005. *Sense of the City: An Alternate Approach to Urbanism*. Baden: Lars Müller Publishers.



شکل ۱. *بالا:* تصویری از وضعیتِ ترافیک در شهر لیسبون (پرتغال) در ساعت ۹ صبح: پُر رفت و آمدترین ساعت. *پائین:* سیر تحول این شهر در طول روز: در این قسمت از تصویر می‌توان نواحی مختلف ترافیکی و تغییر رنگ شریان‌ها را به ترتیب از چپ به راست مشاهده نمود. تصویرپردازی: پدرو کروز و پِنوزال ماشادو.

پرتره‌ها و کاریکاتورهای شهری

پدرو کروز، پنوزال ماشادو
Pedro Cruz, Penousal Machado

مقدمه

شهرها منابعی غنی از اطلاعاتی هستند که می‌توانند برای فهم نحوهٔ خود سازماندهیِ مردم در مقیاس‌های مختلف به کار روند. در مبحثِ تصویرپردازی شهرها، رویکردهای متفاوتی از انواعِ *انتزاعی*[۲۵۰] گرفته تا گونه‌های *فیگوراتیو*[۲۵۱] مطرح شده است. ما در این مطالعه سعی خواهیم کرد تا جوانب *ناب‌گرایانهٔ*[۲۵۲] و انتزاعیِ تصویرپردازیِ شهرها را از دایرهٔ توجه خود خارج کنیم. ما با فاصله گرفتن از *تصویرپردازی علمی*[۲۵۳]، بیشتر به رویکرد تصویرپردازی فیگوراتیو می‌پردازیم. در این میان ایده‌ای وجود دارد که می‌گوید: تصاویر بایستی داده‌ها را در انتزاعی‌ترین حدِ ممکن بازنمایی کنند؛ ولی ما در این مطالعه برآنیم تا با اتخاذِ رویکرد تصویرپردازیِ فیگوراتیو، مسیر خود را از این ایده جدا کنیم. این رویکرد موجب می‌شود تا دو مفهومِ *پرتره و کاریکاتور*[۲۵۴]، به عرصهٔ داده‌ها تعمیم داده شود. این مفاهیم به‌واسطهٔ استفاده از استعاره‌ها و *اعوجاج‌های بصری*[۲۵۵]، ما را قادر می‌سازند تا جوانب مشخصی از داده‌ها را مورد تأکید قرار دهیم و به تبع آن، بتوانیم مصنوعات تصویریِ فراوانی را خلق نماییم؛ مصنوعاتی که بتوانند با استفاده از تمثیل‌های غیر تخصصی و سرگرم‌کننده، ماهیتِ پیچیدهٔ شهرها را به بهترین نحو ممکن برای مخاطبان عامه و غیر آکادمیک روشن سازند.

همچنین در نهایت تلاش خواهد شد تا دو نمونهٔ موردی که در آن‌ها هم نوع مستقیم و هم نوع فیگوراتیو تصویرپردازی به کار بسته شده است توصیف شود؛ در این فرآیندِ توصیف، ضمن اجتناب از ورود به جزئیات فنی، تلاش خواهد شد تا

---

[۲۵۰] در تصویرپردازیِ انتزاعی (Abstract Visualization)، صورت و یا شکل واقعیِ نمونهٔ بازنمایی شده قابل شناسایی نمی‌باشد و فقط از فرم و رنگ و بافت و فرم‌های غیرطبیعی برای بیان مفاهیم استفاده می‌شود؛ همچون بازنمایی‌های آماری و علمیِ غامض [مترجمان].

[۲۵۱] تصویرپردازیِ فیگوراتیو (Figurative Visualization) به آن دسته از بازنمایی‌های تصویریِ مستقیم و یا نمادینی اطلاق می‌شود که از هنر فیگوراتیو تبعیت کنند و در آن‌ها نمودی از دنیای واقعی مشهود باشد. این اصطلاح عموماً در مقابل هنر انتزاعی به‌کار می‌رود [مترجمان].

[252] Puristic

[۲۵۳] در اینجا منظور از تصویرپردازیِ علمی (Scientific visualization) همان نقشه‌ها و تصاویری است که به‌صورت نسبتاً انتزاعی و ناب-گرایانه، در جهت مطالعه و بررسیِ مسائل علمی و حساس بازنمایی می‌شوند و بسیار دقیق و تخصصی هستند و جزئیات فرعی را تا جای ممکن حذف می‌کنند. با این حال، درک و فهم این نوع از تصویرپردازی‌ها، نسبتاً دشوار می‌باشد [مترجمان].

[254] Portrait and Caricature

[255] Visual distortions

با گره زدنِ آن به مباحثه‌ای منطقی و متقاعدکننده، دو مفهوم پرتره و کاریکاتورِ شهری در امرِ تصویرپردازیِ داده‌ها ارائه گشته و به کار بسته شود.

رویکرد فیگوراتیو در امر تصویرپردازی

تصویرپردازیِ اطلاعات، یک حیطهٔ میان رشته‌ای است که باعث تلاقیِ رشتهٔ طراحیِ گرافیک، *تعامل انسان و رایانه*[۲۵۶]، *گرافیک رایانه‌ای*[۲۵۷] و نیز امرِ داده‌کاوی می‌شود. این حیطه بر آن است تا بیشترین میزان داده‌ها را برای بیشترین تعداد مخاطبان فراهم آورد و پیام‌هایی را از درون داده‌ها استخراج کرده و سپس نسبت به تفهیم آن‌ها مبادرت ورزد. در رویکرد فیگوراتیو مشروح در این مطالعه، سعی می‌شود تا با استفاده از یک دسته‌بندیِ شامل عکس‌ها، پرتره‌ها، کاریکاتورها و همین‌طور *تصاویر ساختارزدایی‌شده*[۲۵۸]، رویکردهای متمایزی برای امر تصویرپردازی تعریف شود. عمده‌ترین مسئلهٔ موجود در پس این دسته‌بندی، میزان دخالت مؤلف می‌باشد. از نظر ما، این مسئله موضوع متفاوتی است چراکه همواره جوانب بخصوص موجود در داده‌ها، تنها توسط خالق آن‌ها می‌تواند نمایان شود. امروزه این مسئله در حوزهٔ تصویرپردازیِ اطلاعات- که بیشتر با عنوان «*هنرِ اطلاعات*»[۲۵۹] شناخته می‌شود- و همچنین در حیطهٔ تصویرپردازی علمی نیز مطرح می‌باشد. البته آن‌دسته از مصنوعاتِ تصویری‌ای که هدفشان فراتر از تحلیلِ صرف الگوهای مربوط به داده‌ها است، اغلب در تصویرپردازی‌های علمی و دانشگاهی به‌عنوان تحریف‌ها و اعوجاج‌هایی از حقیقت تلقی می‌شوند. علی‌رغم مشروعیت این‌گونه از استدلال‌ها و دیدگاه‌های ناب‌گرایانه، خلق و تولید کاریکاتورها از داده‌ها اصولاً اجتناب‌ناپذیر است؛ در این مورد، *فرناندا ویگاس*[۲۶۰] این‌گونه اظهار می‌دارد: «ابزارهای تحلیلیِ قدیمی که در تصویرپردازی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌کوشند تا اعوجاج‌های موجود در تصاویر را کاهش دهند، چراکه احتمال دارد تا این موارد، روند تحلیل را دچار غرض‌ورزی کنند. حال آیا ممکن است تا این دیدگاه گمراهانه و غلط باشد؟ در اینجا بایستی بیان شود که عموماً ایجاد تصویری که کاملاً به‌دور از جانبداری و غرض‌ورزی باشد غیر ممکن است، درست همان‌گونه که خلقِ نقشه‌ای

---

[256] Human-computer interaction (HCI)

[۲۵۷] رشتهٔ گرافیک رایانه‌ای (Computer graphics) زیر مجموعه‌ای از رشتهٔ گسترده‌تر طراحی گرافیک محسوب می‌گردد و معمولاً در آن تلاش می‌شود تا با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه، داده‌های رایانه‌ای در قالبی از تصاویر گرافیکی ترسیم شوند. امروزه توسعهٔ رشتهٔ گرافیک رایانه‌ای باعث شده تا روند تولید انواع انیمیشن‌ها، فیلم‌ها، تبلیغات و بازی‌های ویدئویی و همچنین ماهیت رشتهٔ طراحی گرافیک به‌طور کلی دگرگون شود [مترجمان].

[258] Disfigurements

[259] Information art

[260] Fernanda Viégas

دوبُعدی از سطح زمین نیز نمی‌تواند بدون تحریفِ فواصل (مقیاس) محقق شود» (Viégas and Wattenberg, 2007: 190).

از آنجایی که مسئلهٔ دخالت مؤلف می‌تواند همواره در تصویرپردازیِ داده‌ها محسوس باشد، لذا دسته‌بندیِ پیشنهادیِ ما برای امرِ تصویرپردازی داده‌ها، به ترتیب بر اساس افزایش درجهٔ دخالت، در چهار بخش مجزا طبقه‌بندی می‌شود: عکس-ها، پرتره‌ها، کاریکاتورها و تصاویر ساختارزدایی‌شده. البته مسئلهٔ دخالتِ مؤلف، تنها شاخصه‌ای نیست که می‌تواند به-منظور توصیف و پیوند و طبقه‌بندی این مفاهیم به کار رود. رویکرد فیگوراتیو بر ایده‌ای استوار است که می‌گوید: لازم نیست تا امرِ تصویرپردازی به‌طور عمده بر روی اصول زیبایی‌شناسیِ انتزاعی سرمایه‌گذاری کند، بلکه می‌تواند استعاره-های بصریِ قدرتمندی را یدک بکشد و به‌واسطهٔ زبان ارتباطیِ خود، بخش مشخصی از خصوصیات داده‌ها را مبالغه‌آمیز جلوه داده و برجسته‌تر نماید. نظر بر اینکه رشتهٔ تصویرپردازیِ داده‌ها، گرایش تصویرپردازی اطلاعات و تصویرپردازی علمی و نیز بخشی از تصویرپردازی هنری را در بر می‌گیرد، لذا دسته‌بندیِ به ظاهر غیرعلمی این مطالعه می‌کوشد تا طیف‌های تصویرپردازی را به‌دور از جوانب علمی و با تأکید بر جوانب هنری توضیح دهد.

عکس‌های منتج از داده‌ها

در دسته‌بندیِ ما، عکس‌ها مستقیم‌ترین نوعِ بازتولید مجموعه داده‌ها هستند- نمونه‌هایی که نزدیک‌ترین الگو به امر ترسیمِ یک به یکِ داده‌ها به حساب می‌آیند. این انگاشت، به نظریهٔ *لو مانوویچ*[۲۶۱] (۲۰۱۱) بازمی‌گردد که در آن، امرِ تصویرپردازی تقلیل نمی‌یابند و به‌طور مستقیم و کامل ارائه می‌شود. برخلاف تصویرپردازی انتزاعی و نمادین داده‌ها که از طریق متغیرهای بصریِ نظریهٔ *ژاک برتین*[۲۶۲] یعنی موقعیت، اندازه، مقدار، بافت، رنگ، جهت‌گیری و فرم محقق می‌شود (Bertin, 1967)، در تصویرپردازی مستقیم، طبیعت و واقعیتِ داده‌ها کاملاً حفظ می‌گردد. در این رویه، هر آنچه در مجموعه داده‌ها به‌صورت نوشتار باشد، در محیط بازنمایی نیز به همان صورت باقی می‌ماند؛ هر آنچه که تصویر باشد، به همان شکل حفظ می‌شود؛ و آنچه به شکل گفتار باشد، به همان شکلِ گفتار بجای می‌ماند و غیره. البته عکس‌ها نیز از مسئلهٔ دخالتِ مؤلف بی‌بهره نیستند، زیرا یک عکس می‌تواند از زوایای مختلفی گرفته شود. در این حالت هر یک از عکس‌ها می‌کوشند تا سوژهٔ مورد نظر (در این مطالعه سوژه داده‌ها می‌باشد) را به‌درستی بازتولید کنند، ولی در عین حال تلاش می‌کنند تا تک‌تکِ خصوصیات و ویژگی‌های ذاتی سوژه را نیز حفظ نمایند.

[261] Lev Manovich
[262] Jacques Bertin

پرتره‌های منتج از داده‌ها

به نسبت بخش پیشین، نقش مؤلف به‌هنگام تولید پرتره از داده‌ها، پُر رنگ‌تر است. دلیل این موضوع، بازرخدادِ استعاره-های بصری‌ای است که به هنگام بازنمایی توسط مؤلف پدیدار می‌شوند. در اینجا این استعاره‌های بصری، صرفاً عناصر تزئینی و یا به قول *ادوارد تافت*[۲۶۳] (۱۹۸۳) «*عناصر بصریِ زائد*»[۲۶۴] نیستند، بلکه جزئیاتِ گرافیکی‌ای محسوب می‌شوند که از نقطه‌نظر معنایی، می‌توانند ارتباط نزدیکی با مجموعه داده‌ها و پیام مؤلف داشته باشند. این استعاره‌های معنایی، شباهت بسیاری به *ویزافورهای*[۲۶۵] *دانا کاکس*[۲۶۶] دارند (Cox, 2006)؛ زیرا این استعاره‌ها، تقریب‌هایی از داده‌ها به‌شمار می‌روند و بیشتر بر تفاسیر ذهنی وابسته هستند. علاوه بر مواردی که مستقیماً از داده‌ها برداشت می‌شوند، استعاره‌های معنایی و بصری نیز شواهدی فیگوراتیو از خصوصیات موجود در داده‌ها به حساب می‌آیند. این‌گونه از شواهد اغلب به‌طور گرافیکی ارائه می‌گردند و موجب تولید مصنوعات تصویریِ غیر انتزاعی، قابل شناسایی، طبیعی و پُرمعنا می‌شوند.

استعاره‌های بصری، مضامین نوین و منحصر به فردی را یدک می‌کشند، اما به محض اینکه مرسوم شوند، ممکن است تا فراموش گردند. به‌عنوان مثال، *نمودار دایره‌ای*[۲۶۷] که اولین بار توسط *ویلیام پلِی‌فِر*[۲۶۸] در سال ۱۸۰۱ [میلادی] مطرح گشت، در زمان خودش یک عنصرِ نوظهور محسوب می‌شد اما به خاطر استفاده‌های پیاپی و فراگیر، بداعت خود را از دست داد. نمودارهای دایره‌ای، متضمن یک استعارهٔ بصریِ ظریف هستند که به موجب آن، حسِ وحدتِ میان اجزا در قالبی از یک کل به مخاطب القا می‌شود.

کاریکاتورهای منتج از داده‌ها

کاریکاتورهای منتج از داده‌ها، بخشی از پرتره‌ها تلقی می‌شوند، چراکه این موارد نیز از استعاره‌های بصری و معنایی بهره می‌برند. در عین حال، این تصاویر ویژگی‌های متمایزی نیز دارند که در ذیل به تفصیل بیان می‌شوند.

یک کاریکاتور، یک بازنماییِ فیگوراتیو از یک سوژه محسوب می‌شود که می‌کوشد تا ویژگی‌های مبرز سوژه را به‌منظور ارتقاءِ *قابلیتِ شناسایی*[۲۶۹] مورد اغراق قرار دهد (Redman, 1984). این قابلیتِ تقویت‌شده، پی‌آمدی است که

---

263 Edward Tufte

264 Chartjunk

۲۶۵ ویزافور (Visaphor) اصطلاحی است که توسط دانا کاکس از ترکیب دو واژهٔ Visual و Metaphor ابداع شده است و به‌منظور تمییز دادن تصویرپردازی‌های منتج از داده‌های کمّی، از تصویرپردازی‌های استعاره‌ای استفاده می‌شود [مترجمان].

266 Donna Cox

267 Pie chart

268 William Playfair

269 Recognizability

از «*تغییر نقطهٔ اوج*»[۲۷۰] نتیجه می‌شود: اگر یک شخص با بازنماییِ بصری r تعلیم داده شود[۲۷۱]، به بازنمایی مشابه b نیز واکنش نشان خواهد داد که شدتش، به تبع افزایش اغراق در بازنمایی b (به نسبت بازنمایی r)، بیشتر خواهد شد (Ramachandran and Hirstein, 1999). در اینجا مدل مرجع r، بخش اصلی و لاینفک کاریکاتورِ b به‌شمار می‌آید که همواره چه به‌صورت فیزیکی و چه ذهنی در آن وجود دارد.

تصویرپردازیِ کاریکاتورگونه از داده‌ها، با محدودیت‌های مشخصی مواجه است. بنابر توضیحات پیشین، کاریکاتورها به یک تصویر ذهنی (به‌عنوان مرجع) وابسته هستند؛ اما از آنجایی که حتی مستقیم‌ترین شیوه‌های تصویرپردازی نیز همیشه فرم جدیدی را از داده‌های تصویرپردازی نشده ارائه می‌دهند، لذا چنین مرجعی معمولاً در فرآیند تصویرپردازیِ داده‌ها نادیده گرفته شود. اما بایستی دقت داشت که اگر بخواهیم تا یک تصویرپردازیِ کاریکاتورگونه را تولید نماییم، مهم است تا [ساختار اصلی] کاریکاتور خلق‌شده شبیه به مدلِ مرجعش باشد تا بدین منوال، مقایسهٔ تفاوت-هایشان میسر گردد.

بنابر توضیحات فوق، کاریکاتورها به دو مفهومِ اغراق و قابلیتِ شناسایی گره خورده‌اند. اغراق در داده‌ها، به معنای تأکید بر یک بُعدِ خاص از داده‌ها در میان دیگر ابعاد آن است. این موضوع نیازمند تشدید تفاوت‌های عددیِ میان داده‌ها نیست و می‌تواند از چند طریق به‌صورت گرافیکی محقق شود؛ از این قبیل می‌توان به کارهای *پیتر روتِک*[۲۷۲] (Rautek *et al.*, 2006) اشاره نمود که با ایجادِ اعوجاج‌هایی در فرم، موقعیت، اندازه و رنگ عناصر بصری موجود در تصویر مرجع، موفق به تحقق این موضوع شده است. از سویی دیگر، قابلیت شناسایی نیز به معنای شفاف‌سازیِ هدف یک کاریکاتور است تا بدین طریق، پیام‌های مشتق از داده‌ها پُررنگ‌تر شود. اگرچه توانایی یک کاریکاتور در فرآیند شفاف-سازی پیام، بسیار کمتر از یک عکس یا پرتره می‌باشد، اما با این حال ما معتقدیم که بهترین راهکارهای تصویرپردازی، در کاریکاتورها نهفته است. تصویرپردازیِ کاریکاتورگونه از داده‌ها، مدلی است که در آن بُعدِ گرافیکیِ یک بازنمایی مرجع که از یک بُعدِ مشخصی از داده‌ها ترسیم شده است، دچار تحریف و ساختارزدایی می‌شود تا همان بُعد به نسبت دیگر ابعاد مورد تأکید بیشتری قرار گیرد.

---

[۲۷۰] تغییر نقطهٔ اوج (Peak shift)، اشاره به رفتارِ شرطی شده‌ای دارد که از واکنشِ فزایندهٔ یک شخص به‌هنگام مشاهدهٔ یک نشانهٔ (تصویر و یا غیره) مبالغه‌آمیز و دارای اغراق نتیجه می‌شود. مشخصاً هرچه اغراق در نشانه بیشتر باشد، به همان میزان پاسخ عامل رفتار نیز شدیدتر خواهد بود. لذا آنچه که در اینجا مهم می‌باشد، شکل و یا تصویر نیست، بلکه قانونِ اغراق است. البته بایستی توجه داشت که این اثر، به‌هنگام ایجادِ تغییر در نقاط عطف رخ نمی‌دهند و تنها وابسته به نقاط دارای درصدِ تغییر عطفِ زیاد نیز نمی‌باشد [مترجمان].

[۲۷۱] در اینجا منظور از واژهٔ تعلیم، همان شرطی‌سازی و عادت دادن غریزی است [مترجمان].

[272] Peter Rautek

یکی از بدیهی‌ترین راه‌های پیاده‌سازیِ تکنیک کاریکاتور در امرِ تصویرپردازی، تحریف و ساختارزداییِ موقعیت-های جغرافیایی است. تا قرن نوزدهم [میلادی]، این موضوع با استفاده از مواردی تحت عنوان *کارتوگرام*[۲۷۳] محقق می-گشت؛ در این روند سعی می‌شود تا از طریقِ تحریف و ساختارزداییِ نقشه‌های جغرافیایی، سایر ابعاد داده‌ها نیز بازنمایی شود. به‌عنوان مثال، *کارتوگرام‌های مساحت*[۲۷۴] برآنند تا مقیاس و اندازهٔ کشورها را (بر روی نقشهٔ جهان) متناسب با جمعیت و یا تولید ناخالص داخلی‌شان تغییر دهند. این ایده در سال ۱۹۹۶ [میلادی] توسط *دنیل دُرلینگ*[۲۷۵] ارائه شد و به کارتوگرام‌های دُرلینگ مشهور گشت- به‌طور مشخص، این کارتوگرام‌ها، شکل [واقعیِ] ابژه‌های جغرافیایی را حفظ نمی‌کنند و در عوض آن‌ها را جایگزینِ دایره‌هایی می‌کنند که از لحاظ اندازه، متناسب با مقادیر اندازه‌گیری‌شده باشند (مثلاً همان میزان جمعیت و یا مقدار تولید ناخالص داخلی). با اینکه کارتوگرام‌های دُرلینگ موجب ساده‌سازیِ بیش از حدِ اشکال جغرافیایی می‌شوند (به نوعی طبیعت و واقعیت آن‌ها را از بین می‌برند)، اما امروزه کارآمدی و تأثیر بسزای این کارتوگرام‌ها به اثبات رسیده است. کاریکاتورگونه بودن این نوع از روش‌ها، ناشی از تأکیدِ بیش از حدی است که در بستر یک نقشهٔ جغرافیایی، بر روی یک بُعدِ خاص از داده‌ها اعمال می‌شود (به‌عنوان نمونه بُعدِ جمعیتی). در اینجا نقشهٔ جغرافیایی، یک مدل مرجع است که می‌تواند هم به‌صورت کامل بازنمایی شود و هم به‌طور ذهنی بازسازی گردد.

تصاویر ساختارزدایی شدهٔ منتج از داده‌ها

کاریکاتورهای منتج از داده‌ها، نخستین موردی بودند که مفهوم اعوجاج‌های بصری را در فرآیند بازنماییِ داده‌ها پیش کشیدند. حال هنگامی که این اعوجاج‌ها از حد مشخصی فراتر روند و بیش از اندازه غلوآمیز باشند، به تصاویر ساختارزدایی‌شده می‌انجامند. این تصاویر تا جایی در امر تأکید بر یک بُعد خاص پیش می‌روند که در نهایت پیام‌های غلط و نادرستی را از داده‌ها منتقل می‌کنند. این تصویرها، ارزش معناییِ استعاره‌های بصری را تباه کرده و هدف شفاف-سازی را در امر تصویرپردازی نادیده می‌گیرند و سرانجام موجب پیدایش مصنوعات تصاویریِ غیر مفهوم و غامض می‌شوند. با این حال، اغراق در اعوجاج‌ها موجب می‌شود تا فضای بیشتری برای بروز ابتکارات و خلق مصنوعات تصویریِ خاص و به یاد ماندنی فراهم شود.

---

[۲۷۳] کارتوگرام (Cartogram)، نقشه‌ای است که در آن سعی می‌شود تا اطلاعاتِ آماری در بسترهای مکانی به‌طور شماتیک به نمایش کشیده شود. در این نوع از نقشه، برخی از متغیرهای موضوعی مانند زمان سفر یا تولید ناخالص داخلی، جایگزین مساحت یا فاصله می‌شود و در نتیجه هندسه یا فضای نقشه دچار اعوجاج می‌گردد تا بتواند این اطلاعاتِ جایگزین را منتقل کند. به‌طور عمده دو نوع کارتوگرام وجود دارد: کارتوگرام‌های مساحت و فاصله که هرکدام کارکردهای خاص خود را دارند [مترجمان].

[274] Area cartograms

[275] Daniel Dorling

تصویرپردازی فیگوراتیو از شهرها

در این مطالعه، نمونه‌های موردی که ما در آن‌ها می‌کوشیم تا رویکردهای تصویرپردازیِ مستقیم و فیگوراتیو را به کار ببندیم، مربوط به سیستم‌های حرکتیِ شهر لیسبون و کشور سنگاپور است. مجموعه داده‌های شهرِ لیسبون[۲۷۶]، ردپاهای جغرافیاییِ تولیدشده توسط وسایل نقلیه (در طول یک ماه) و همچنین موقعیت و *تُندیِ*[۲۷۷] هر وسیله را در بر می‌گیرد. از سویی دیگر، مجموعه داده‌های کشور سنگاپور نیز اطلاعات مربوط به سوار و پیاده شدنِ مسافران از اتوبوس‌ها (در طول یک هفته) و همچنین هزینه‌های نسبیِ پرداخت‌شده توسط این افراد را (به واحد پولی کشور سنگاپور) شامل می‌شود[۲۷۸].

تولید عکس از شهر لیسبون

وضوحِ فضایی و زمانیِ مجموعه داده‌های شهر لیسبون به‌گونه‌ای بود که امکان خلق یک تصویرپردازیِ واضح از الگوهای ترافیکی را به تفکیک روز ممکن نمی‌ساخت. از این رو، این داده‌ها به‌طور فشرده در یک روز خلاصه گشتند و سپس لحظه به لحظه گروه‌بندی شدند و سرانجام به‌صورت یک انیمیشن پویا به نمایش درآمدند. به‌منظور برجسته‌تر کردنِ هرچه بیشترِ اتفاقاتی که در طول زمان در بُعد ترافیکی این شهر رخ می‌دهد، سعی شد تا هر وسیلهٔ نقلیه به شکل یک نقطهٔ کوچکِ سفید رنگ بازنمایی شود و به هنگام حرکتش، یک اثر دنباله‌ای از خود برجای بگذارد و این اثر به مدت ۳۰ دقیقه در زمان شبیه‌سازی‌شده باقی بماند. این اثر تقریباً *فرانما و شفاف*[۲۷۹] می‌باشد و بر اساس تُندیِ هر وسیلهٔ نقلیه، رنگ آن نیز تغییر می‌کند که در آن، رنگ‌های نارنجی و قرمز نشانگر تُندی‌های کم، رنگ سبز نشانگر تُندیِ ۵۰ کیلومتر بر

---

[۲۷۶] این داده‌ها توسط پروژهٔ حرکتِ شهری (CityMotion project) به همکاری موسسهٔ اِم‌آی‌تی و کشور پرتغال مهیا شده است. بخشی از تصویرپردازی، متکی بر پروژهٔ PTDC/EIA-EIA/108785/ 2008 COSMO – COllaborative System for Mobility Optimization می‌باشد [نویسندگان].

[۲۷۷] در اینجا بایستی از تفاوت دو واژهٔ تُندی (Speed) و سرعت (Velocity) آگاه باشیم. مقصود از تُندی، سرعتِ بدون جهت حرکت است؛ مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با سرعت ۱۵۰ کیلومتر برساعت از کنار من گذشت، منظورمان تُندی است. در حالی که وقتی از واژهٔ سرعت به تنهایی استفاده می‌کنیم، منظورمان سرعت به همراه جهت حرکت است؛ مثلاً، وقتی می‌گوییم خودرویی با سرعت ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت و در حالی که به سمت شمال حرکت می‌کرد، از کنار من گذشت، منظور سرعت می‌باشد. البته شایان توجه است که مفهومِ تُندی از نظر مقیاس، بزرگ‌تر و وسیع‌تر از مفهومِ سرعت است [مترجمان].

[۲۷۸] این داده‌ها توسط وزارتِ حمل و نقل جاده‌ایِ کشور سنگاپور مهیا شده است. تصویرپردازی‌های مربوط به آن نیز به‌منظور استفاده در ابتکار عملِ !LIVE Singapore توسعه یافته است. عهده‌دار نظارت بر این فرآیند، کریستیان کِلوهکِل در موسسهٔ سنگاپور_ اِم‌آی‌تی بود [نویسندگان].

[279] Transparent

ساعت و طیف‌های رنگِ فیروزه‌ای نیز تُندی‌های زیاد را نشان می‌دهند. در تک‌تکِ شریان‌های اصلی، سعی شد تا اثرات دنباله‌ایِ برآمده از حرکت وسایل نقلیه، در قالبی از یک خط ضخیم‌تر با یکدیگر یکی شوند. در نتیجه، رنگ و میزان شفافیتِ هر یک از این خطوط، به‌صورت مخلوط درآمد؛ این خطوط باعث شدند تا میزان تراکمِ رفت و آمد (بر اساس ضخامت و شفافیتشان) و تُندی متوسط (بر اساس رنگشان) به وضوح مشخص شود. بدین‌گونه که خطوطِ مربوط به خیابان‌های کم عرض، نازک‌تر شده و به رنگ قرمز درمی‌آیند؛ در حالی که خطوط متعلق به بزرگراه‌ها و خیابان‌های عریض، ضخیم‌تر شده و سبز رنگ می‌شوند. البته آن دسته از بزرگراه‌هایی که از شهر لیسبون می‌گذرند، در ساعات شلوغی به رنگ زرد متمایل می‌شوند.

امرِ تصویرپردازیِ مجموعه داده‌ها، معمولاً همراه با مشکل‌یابیِ سیستمِ در حال بازنمایی است. بارزترین و مهم‌ترین بخشِ مجموعه داده‌های شهر لیسبون، متعلق به نواحی دارای ازدحام ترافیکی است. به‌منظور پرداختن به این نواحی، یک جزء بصریِ دیگر نیز به تصویرپردازیِ این شهر اضافه شد که با میزان شفافیت بالا، مساحتی را که توسط هر وسیلهٔ نقلیه در طول مدت زمان ۳۰ دقیقه پوشش داده می‌شد، مشخص می‌کرد. نحوهٔ مشخص کردن این مساحت‌ها به‌گونه‌ای است که در ابتدا، مسیری که توسط وسیلهٔ نقلیه طی شده است جدا می‌شود و سپس نقطهٔ شروع به نقطهٔ پایانِ حرکت متصل می‌گردد تا ناحیهٔ پوشش داده‌شده توسط هر وسیلهٔ نقلیه نمایان گردد؛ هرچه سرعت حرکت وسیلهٔ نقلیه کاهش یابد، شفافیت این مساحت‌ها نیز به همان میزان کمتر می‌شود و رنگ آن‌ها، همان رنگِ اثر دنباله‌ایِ مربوطه را به خود می‌گیرد. این نوع از بازنمایی، موجب نمایان شدن نواحی دارای ترافیک کُند می‌شود که بیشتر به دو رنگِ قرمز و نارنجیِ نسبتاً مات (دارای شفافیت کمتر) مشهود می‌باشند (البته در این بازنمایی، تُندی‌هایی که به رنگ سبز متمایل می‌شوند کمابیش فرانما و شفاف هستند). ترسیم این نواحی به ما کمک می‌کند تا بتوانیم مشکل‌سازترین مناطقِ شهر لیسبون را در طول روز به‌دقت مشخص کنیم؛ البته می‌توان برای مرزبندی و تعیین این نواحی، تنها به رنگ خطوط نیز بسنده شود، اما روش فوق‌الذکر به نسبت این موضوع بسیار کارآمدتر است و موجب می‌گردد تا نواحی مورد نظر، راحت‌تر ادراک شوند- به‌عنوان مثال، پس از اِعمال این روش می‌توان به‌وضوح نحوهٔ تداومِ جنب و جوشِ روزانه در مرکز شهر و همین‌طور چگونگی فعال شدن بخش‌های پیرامونی را در مقایسه با الباقیِ بخش‌های شهر مشاهده نمود. بازنماییِ این نواحی، علاوه بر جلب‌توجه مخاطب، بر بُعدِ بصری تصویر نیز می‌افزاید و سبب ارتقاءِ دقت و گیراییِ آن می‌شود (شکل ۱). هرچند که ممکن است تا با روی هم نهادن خطوط و اَشکالِ نیمه شفاف، دیگر فضایی برای تصویرپردازیِ تک‌تکِ داده‌ها باقی نماند (مثلاً سرعت متوسط یک وسیلهٔ نقلیه)، اما در عوض همین موضوع باعث می‌شود تا یک بازنماییِ مستقیم (یک عکس) از داده‌ها به دست آید و در نتیجه، یک دید کلی از سیر تحولِ عبور و مرورِ روزانه در شهر لیسبون فراهم گردد.

ما در اکثر مواقع به دلیل بی‌شمار بودن جزئیات، ناچاریم تا *پردازش بصری*[۲۸۰] مصنوعاتِ تصویری را به‌صورت *برون خطی*[۲۸۱] انجام دهیم و سپس تمامیِ این موارد را در قالبی از یک انیمیشن یکی کنیم؛ اما، در برخی اوقات نیز مستلزمیم تا این فرآیند را به‌صورت آنی انجام دهیم تا ضمن خلق یک تصویرپردازیِ آنی، بتوانیم موضوعات مشکل‌ساز را دقیقاً همان‌طور که در بستر شهر بروز می‌کنند مورد شناسایی قرار دهیم؛ در ادامه، تصویرپردازیِ کشور سنگاپور بدین شکل انجام خواهد شد.

تولید عکس از کشور سنگاپور

مجموعه داده‌های متعلق به شبکهٔ اتوبوسرانیِ کشور سنگاپور، توقف اتوبوس‌ها را در ایستگاه‌های مربوطه به خوبی توصیف می‌کنند، اما اطلاعاتی را در مورد خط سیرهای بین این ایستگاه‌ها ارائه نمی‌دهند. با این حال ما بر این باوریم که بازنماییِ این‌گونه از خط سیرها می‌تواند به مصنوعاتِ تصویریِ ملموس‌تر و همچنین به چالش‌های تصویرپردازیِ جالب‌تری بیانجامد؛ نمونه‌ای که در آن، نه تنها توقف‌ها، بلکه حرکت اتوبوس‌ها نیز در شبکهٔ دسترسی بازنمایی گردد. بدین منظور، اتوبوس‌ها به‌مانند روبوت‌هایی برنامه‌ریزی شدند که همچون *عوامل واکنشی*[۲۸۲]، به ورودی‌های ناشی از یک محیطِ شبیه‌سازی‌شده واکنش نشان دهند (در اینجا، محیط از داده‌ها تشکیل می‌شد). این موضوع موجب شد تا یک هدف دیگر نیز امکان تحقق یابد: خلقِ یک تصویرپردازیِ تعاملی که در *زمانِ اجرا*[۲۸۳]، به کار درآید و امکان بازنماییِ فوریِ نتایج حاصل‌شده از فنون به‌کار رفته را مقدور سازد.

هر اتوبوس به‌عنوان یک عاملِ واکنشی، تنها از ایستگاه بعدی و زمان رسیدن به آن و همچنین مدت زمانِ شبیه‌سازی شده آگاه می‌باشد. داده‌ها در زمانِ اجرا به درون محیط شبیه‌سازی تزریق می‌شوند و هر تقاضای سفر را به سمت اتوبوس مربوطه هدایت می‌کنند. هر یک از این اتوبوس‌ها دارای یک حافظهٔ فاصله‌سنج است که اطلاعاتی را از ایستگاه‌های

---

[280] Rendering

[281] Offline

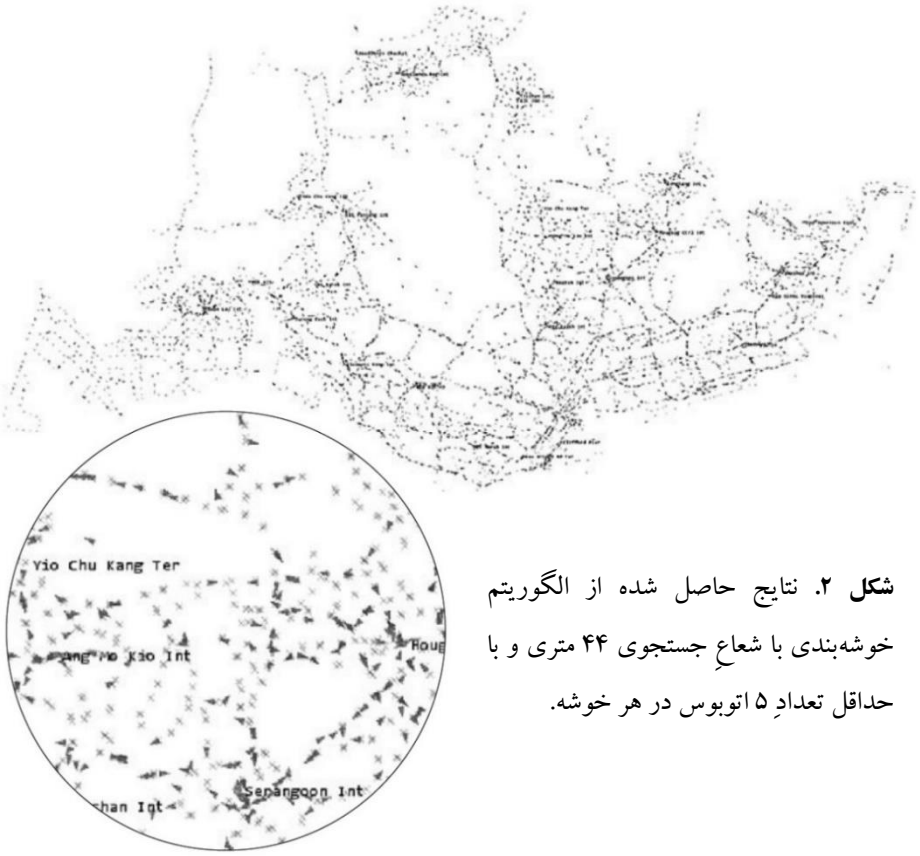
[۲۸۲] یک عاملِ واکنشی (Reactive agent) موردی است که پس از شرطی‌سازی یا برنامه‌ریزی، ورودی‌ها و پیام‌های محیطِ دربرگیرنده‌اش را دریافت کرده و به موقع به آن‌ها واکنش نشان می‌دهد. این عوامل، به راحتی از طریق نشان دادن واکنش به محرک‌های خارجی، هدف خود را محقق می‌سازند [مترجمان].

[۲۸۳] زمانِ اجرا (Execution time) یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که بایستی به هنگام برنامه‌نویسی و یا طراحیِ نرم‌افزارهای حساس مورد توجه قرار گیرد. زمانِ اجرا، به حداقل زمانی اطلاق می‌شود که یک نرم‌افزار در طول آن، بتواند درخواست یک کاربر را به اجرا درآورد و به طور کلی، وظیفهٔ خود را انجام دهد تا خطای زمانِ اجرا رخ ندهد. این مدت زمان می‌تواند عدم تأخیر و یا روان بودن برنامه یا نرم‌افزار را تعیین کند [مترجمان].

بعدی اتوبوس‌ها در برمی‌گیرد. این موارد موظف‌اند تا ایستگاه‌های پیشِ رو را به وقتش بازیابی کنند و در عین حال ایستگاه‌های پشت سر گذاشته شده را نیز از حافظهٔ خود حذف نمایند (این فرآیند هر بار به هنگام شروع حرکتِ اتوبوس از اولین ایستگاه تکرار می‌شود). هر اتوبوس فقط با دانستن زمان نیل به مقصد، ایستگاه بعدی و همین‌طور موقعیت و زمان فعلی‌اش، به حرکت خود ادامه می‌دهد. در این میان، رویکردهای بسیاری وجود دارند که می‌توانند به‌منظور مدل‌سازیِ حرکت اتوبوس‌ها در بین ایستگاه‌ها استفاده شوند: رویکرد اول بر اساسِ یک *حرکت غیرخطی*[۲۸۴] پایه‌گذاری شد که شکل و مسیر حرکت به تبع مدت زمانِ لازم برای نیل اتوبوس به ایستگاه بعدی، تغییر کرده و مقادیر متفاوتی را به خود می‌گرفت (در حالت خطی، این موضوع همواره ثابت است چراکه ایستگاه‌ها از طریق مستقیم‌ترین و سرراست‌ترین مسیر به هم وصل می‌شوند). این رویکرد، «*اتوبوس‌های تنبل*»[۲۸۵] نام‌گذاری شد؛ این اتوبوس‌ها، علی‌رغم اینکه می‌دانند تا بایستی در یک زمان مشخص به ایستگاه مورد نظر برسند، سفر خود را به آرامی و با سرعت کم آغاز می‌کنند و سپس در صورت دیرکرد، مجبور به افزایش سرعت و دچارِ تعجیل می‌شوند (فاصلهٔ طی‌شده میان دو ایستگاه، با معکوس مربع مدت زمانِ لازم برای رسیدن به مقصد در تناسب است).

در این میان ما تلاش کردیم تا علاوه بر بازنماییِ سفرهای اتوبوس‌ها، متراکم‌ترین و شلوغ‌ترین اتوبوس‌ها و ایستگاه‌ها را نیز در تصویر مربوطه نمایش دهیم. تراکمِ بیش از حدِ ایستگاه‌های اتوبوس، سبب شد تا نتوانیم نام هر یک از این ایستگاه‌ها را بر روی تصویرِ تولیدشده به‌صورت نوشتاری لحاظ کنیم. بدین سبب سعی شد تا با استفاده از یک *الگوریتم خوشه‌بندیِ جغرافیایی*[۲۸۶]، فقط شلوغ‌ترین و متراکم‌ترین ایستگاه‌ها انتخاب شوند؛ اینکه در یک زمان مشخص، در کدامیک از ایستگاه‌ها تعداد اتوبوس بیشتری توقف کرده است (در الگوریتم مذکور، N تعداد اتوبوس‌ها را نشان می‌دهد). استفاده از اینچنین الگوریتمی در این مطالعه (Ester *et al*., 1996; Finkel and Bentley, 1974)، با عملکرد خوبی همراه بود و به‌هنگام استفاده از داده‌های موجود، به درستی در زمانِ اجرا به کار درآمد. نتایج اولیهٔ خوشه‌بندی و همچنین پیاده‌سازیِ رفتارِ اتوبوس‌های تنبل، در شکل ۲ نشان داده شده است. نشانه‌های کوچک و صلیب مانندِ خاکستری رنگ، ایستگاه‌های اتوبوس را نشان می‌دهند و مثلث‌ها نیز اتوبوس‌ها را. همچنین نوک هر مثلث، جهت حرکت هر اتوبوس را مشخص می‌کند. در این شکل، تنها آن دسته از ایستگاه‌هایی که در لحظهٔ تصویرپردازی با خوشه‌های مربوط به اتوبوس‌ها در ارتباط بودند، نام‌گذاری شده‌اند.

[284] Nonlinear movement
[285] Lazy buses
[286] Geographical clustering algorithm



شکل ۲. نتایج حاصل شده از الگوریتم خوشه‌بندی با شعاعِ جستجوی ۴۴ متری و با حداقل تعدادِ ۵ اتوبوس در هر خوشه.

ترسیم کاریکاتورِ شهر لیسبون

به‌منظور خلق کاریکاتور از مجموعه داده‌های شهر لیسبون، بایستی در ابتدا به پرترهٔ آن و لذا یک استعارهٔ بصری و معنایی بپردازیم. از نظر ما، شهرها سیستم‌هایی هستند که رفتارهای پیچیده‌ای دارند و به‌واسطهٔ فرم فیزیکی و چرخه‌های فعالیتیِ معمول و غیر معمولشان هویت می‌یابند؛ این گونه از مسائل از اهمیت بسزایی برخوردارند و بهتر است تا بررسی و بازشناسی شوند. به همین خاطر در این مطالعه سعی شده تا بر اساس طبع زیبایی‌شناختیِ مؤلف، خیابان‌ها و جریان ترافیکیِ شهر لیسبون به عروق خونیِ یک موجود زنده تشبیه شود که از مشکل گردش خون رنج می‌برد.

در مرحلهٔ نخست سعی شد تا یک استخوان‌بندی در قالبی از یک *ساختار رایانه‌ای*[۲۸۷]، برای هر یک از خیابان‌های اصلی شهر لیسبون ایجاد شود. هریک از این استخوان‌بندی‌ها به‌گونه‌ای شبیه‌سازی شدند که دارای *نیروهای کشسانی و فنری*[۲۸۸] باشند. در این ساختار، زمانی که خیابان‌ها همدیگر را قطع کنند، استخوان‌بندی‌ها به هم متصل می‌شوند و به‌واسطهٔ این اتصالات، نواحیِ واقع در مجاورتشان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این موضوع به شهر اجازه می‌دهد تا بتواند شکل خود را بر اساس وضعیت ترافیک شریان‌های اصلی‌اش، تغییر داده و تبدیل نماید. فنرها همچون ادوات ارتجاعی، قادرند تا به هنگام تحمیل نیرو، کمی از خود مقاومت نشان داده و سپس تغییر شکل دهند. حال اگر تغییرات در مقدار داده‌ها به‌مثابه نیروهای وارد بر فنرها فرض شود، پس از اِعمال این تغییرات می‌توان شکل فنرها را نیز به‌صورت ملایم تغییر داد؛

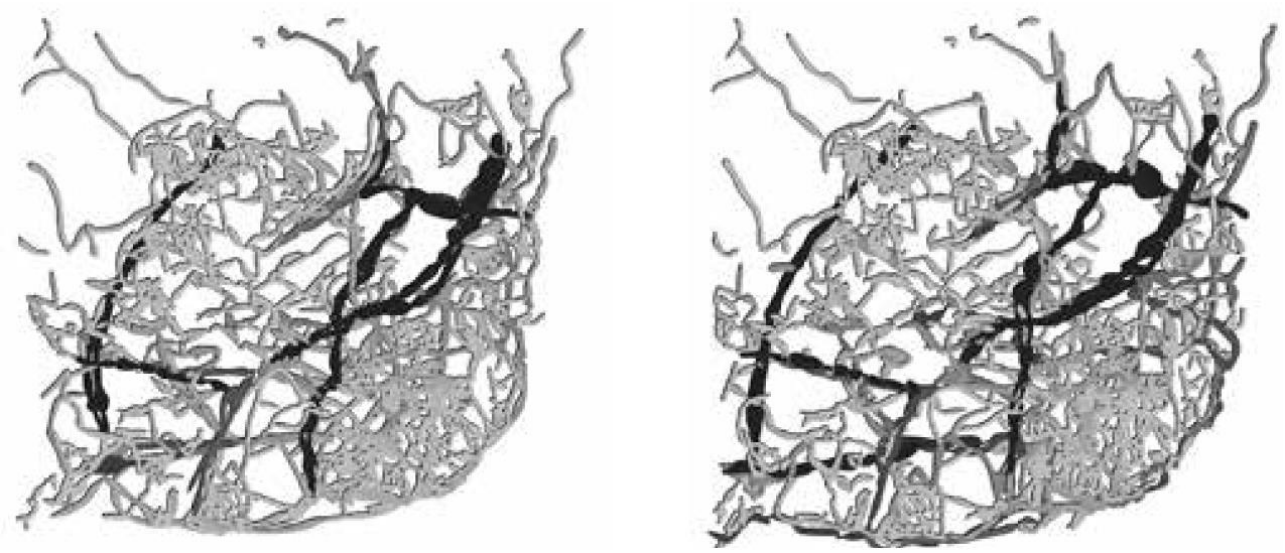
[287] Computational structure
[288] Elastic and spring-based forces

البته هنگامی که مقدار نیروهای وارده به صفر برسد، این فنرها به شکل اولیهٔ خود باز می‌گردد. این جهش‌های شکلی به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم فواصل و مسافت‌های واقعیِ ادراک‌شده در شهر را تشخیص دهیم؛ البته میان فواصل ادراک-شده در یک کاریکاتور و نقشهٔ جغرافیاییِ مربوط به آن تفاوت فاحشی وجود دارد (این نقشهٔ جغرافیایی، مدل مرجعِ کاریکاتورش می‌باشد). این مدل از نقشه‌نگاری، نوعی از *کارتوگرام‌های فاصله*[۲۸۹] محسوب می‌شود و به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین و اصولی‌ترین روش‌های تصویرپردازیِ کاریکاتورگونه در حال بهره‌برداری می‌باشد- این‌گونه از کارتوگرام‌ها، بیشتر در تهیهٔ کارتوگرام‌های ایزوکرونیک (ر.ک.به: پانویس صفحهٔ ۹۸) رایج هستند که تمامیِ فواصل جغرافیایی را بر اساس مدت زمان سفر از یک مبدأ مشخص نقشه‌نگاری می‌کنند. ما در مورد شهر لیسبون سعی کردیم تا نحوهٔ تحولِ مدت زمان‌های سفر در هر شریان و همچنین دگرگونیِ فرم فیزیکیِ ناشی از تغییر فواصل را به‌طور همزمان و در قالبی از یک تصویر کلی نشان دهیم.

در اینجا، ما با یک سیستم فیزیکیِ پیچیده و فنری سر و کار داریم- همان‌طور که پیشتر بیان شد، تغییر مقدار داده‌ها منجر به انبساط و یا انقباض هر فنر می‌شود. همچنین، هر فنر به سایر فنرها متصل می‌باشد و لذا موجب شکل‌گیریِ یک استخوان‌بندی کلی می‌شود. در نتیجه، هر فنر نمی‌تواند به‌تنهایی و آزادانه تغییر شکل دهد و تحت تأثیر دیگر فنرها و تغییرات کلی مقادیر داده‌ای است. اعمال مداوم میزان بالایی از نیروهای مخالف به این‌گونه از ابزارهای کشسانی، می‌تواند منجر به پارگی و گسیختگی شود- استخوان‌بندی‌هایی که به‌تبع این رخداد در این‌گونه از پیکربندی‌ها متلاشی می‌شوند، موجب بروز تصاویری ناملموس از شهرها شده و به همین ترتیب، به ساختارزدایی بُعد بصری می‌انجامند. از این رو ما مستلزمیم تا از طریق ایجاد ثبات و استحکام، حدالامکان از وقوع تغییرات ناگهانی و غیرمنتظره جلوگیری کنیم و به سیستم فرجه دهیم تا خود را با تغییرات جدید وفق دهد و بدین منوال، از پارگی و گسیختگیِ استخوان‌بندی پیشگیری شود. در راستای تحقق این موضوع، داده‌ها در این مطالعه به‌طور میانگین در یک روزِ منفرد خلاصه گشتند؛ سپس بازه‌های زمانیِ یک ساعته از این روز، با اختلاف زمانیِ ۱۰ دقیقه‌ای فاصله‌بندی شدند (به‌عنوان مثال از ساعت ۳:۲۰ تا ۴:۲۰ و سپس از ساعت ۳:۳۰ تا ۴:۳۰ و غیره). سرانجام، این موارد به‌منظور تحت تأثیر قرار دادن سیستم و همین‌طور خلق تصویرپردازی مورد استفاده قرار گرفتند. این سیستم در ادامه با نتایج جالبی همراه شد: افزایش تعداد وسایل نقلیه در یک شریان، باعث ضخیم‌تر شدن آن و افزایش سرعت وسایل نقلیه نیز موجب کاهش طول آن می‌شود (و بالعکس). مورد آخر، برای تدوین یک مدل جامع از فواصل و مسافت‌های ادراک‌شده در درون شهر به کار بسته شد. زمانی که تُندیِ رفت و آمد در شهر بالا باشد، این مدل باعث می‌شود تا شهر منقبض شود و در ساعات شلوغی و زمانی که شهر دچار ازدحام و تراکم ترافیکی

[289] Distance cartogram

باشد، آن را منبسط می‌کند. همچنین رنگ شریان‌ها نیز به تبع برخی از مسائل تغییر می‌کرد: عبور و مرور وسایل نقلیهٔ دارای سرعت متوسط پایین، رنگ شریان را تیره‌تر می‌کند و بیانگر کُند بودن گردشِ خون و یا عدم جریان و انسداد عروق است (شکل ۳). تصویرپردازیِ شریان‌ها باعث شد تا یک بازنماییِ منطبق بر استعارهٔ بصریِ مدنظر این مطالعه، در کاریکاتور شهر لیسبون خلق شود؛ این بخش از تصویر، در هر ساعت از ازدحام ترافیکی به تپش می‌اُفتد و خیابان‌های تحت فشار و پُرازدحام را معلوم می‌کند. تپش و در نتیجه انقباض و انبساط هر شریان و همچنین کلیتِ تصویرپردازی‌شدهٔ شهر، فواصل و مسافت‌های ادراک‌شده و همین‌طور افزایش و یا کاهش سرعت‌های متوسط را به هنگام عبور و مرور نشان می‌دهد.



شکل ۳. این شکل وضعیت شریان‌های خونیِ شهر لیسبون را در قبل و بعد از آغاز ازدحام ترافیک صبحگاهی در ساعت ۷:۰۴ صبح (چپ) و در ساعت ۸:۴۴ صبح (راست) نشان می‌دهد. در این شکل، میزان انقباضِ شریان‌های شهر لیسبون به ما نشان می‌دهد که در ساعات اولیهٔ ازدحام ترافیکی، تعداد زیادی وسایل نقلیه در شریان‌های اصلیِ این شهر در حال رفت و آمد هستند، اما با این تفاوت که این شریان‌ها هنوز دچار تراکم و انسداد ترافیکی نشده‌اند. سپس سرعت متوسط وسایل نقلیه در ساعت ۸:۴۴ صبح، در شریان‌ها کاهش می‌یابد و باعث انبساط شریان‌ها و کل شهر می‌شود.

ترسیم کاریکاتورِ کشور سنگاپور

یکی دیگر از برجسته‌ترین روش‌هایی که باعث می‌شود تا ویژگی‌های کاریکاتورگونه در معرضِ نمایش قرار گیرد، *دید چشم‌ماهی*[۲۹۰] نام دارد. این روش توسط *جورج فِرنِس*[۲۹۱] (۱۹۸۶) معرفی شد و بعدها در امرِ نقشه‌نگاری مورد بهره‌برداری

[290] Fish-eye view
[291] George Furnas

قرار گرفت (Keahey and Robertson, 1996). روش دید چشم ماهی، موجب بزرگنماییِ یک ناحیهٔ جغرافیایی می‌شود؛ با بزرگنماییِ هر ناحیه، بخش حاشیه‌ای آن از روی تصویر حذف می‌شود تا بدین وسیله، ناحیهٔ بزرگنمایی‌شده به وضوح بر روی همان تصویر قابل مشاهده شود. تفاوت اصلیِ میان کارتوگرام‌ها و کاریکاتورها، از نحوهٔ کارکردِ کاریکاتورها نشأت می‌گیرد: کارتوگرام‌ها یک بُعدِ خاص (مثلاً موقعیت‌های جغرافیایی) را تحریف می‌کنند تا بتوانند بر روی یک بُعدِ دیگر (نظیرِ تولید ناخالص داخلی) تأکید کنند، در حالی که در دیدِ چشم ماهی، با تحریفِ یک بُعد (موقعیت‌های جغرافیایی) سعی می‌شود تا محدودهٔ مشخصی از همان بُعد مورد تأکید واقع شود (منطقهٔ مورد نظر). علاوه بر این، در تصاویری که به روشِ دید چشم ماهی تولید می‌شوند، یک استعارهٔ بصری نهفته است که می‌تواند به‌مثابه ابزاری برای خلق پرتره‌ها به کار رود: قابلیتِ ذره‌بین.

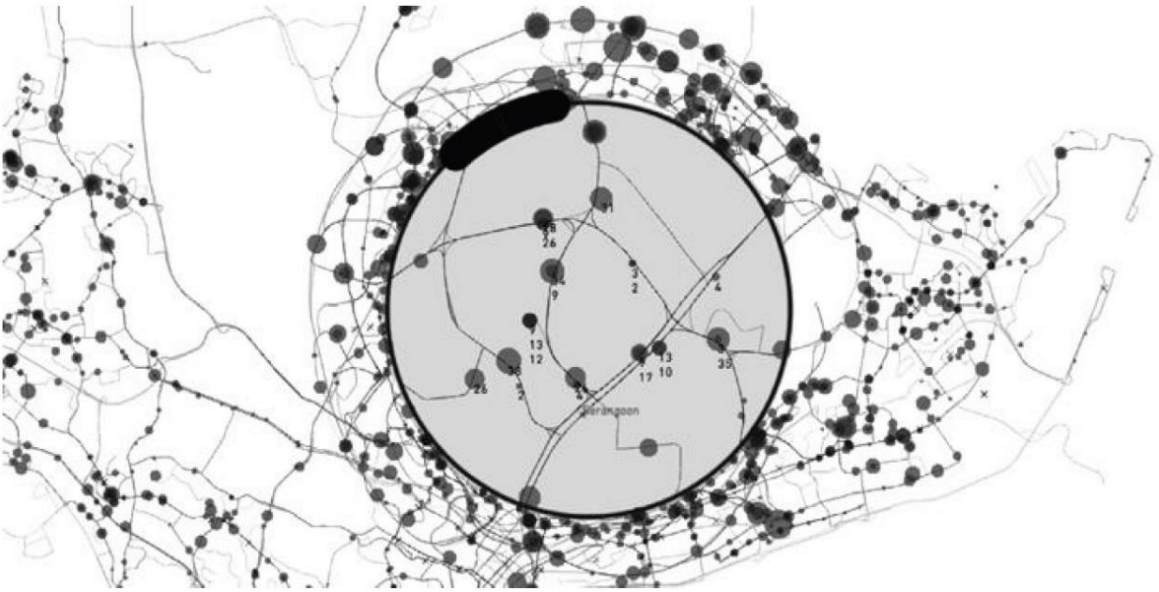
در این مطالعه سعی شد تا به هنگام تولید کاریکاتور از مجموعه داده‌های کشور سنگاپور، از این قابلیت ذره‌بین استفاده شود. تلاش ما بر این بود تا با انتخاب یک لِنز رایانه‌ایِ واگرا و به‌کارگیری آن در داده‌ها، بتوانیم تک‌تکِ جزئیات مربوط به توقف اتوبوس‌ها را در سطح خیابان به نمایش بکشیم و به‌طور همزمان نمای کلیِ محدودهٔ مورد مطالعه را نیز حفظ نماییم. با این حال، قابلیت بزرگنماییِ ارائه‌شده توسط روش دید چشم ماهی، برای رفع نیاز تصویرپردازیِ شهر سنگاپور کافی نبود. به همین دلیل تلاش شد تا نوع جدیدی از یک لِنز رایانه‌ای خلق شده و سپس مورد استفاده قرار گیرد؛ لنزی که بتواند حالت سادهٔ بزرگنمایی (نمایش بخشی از یک نقشه به‌صورت نیم‌کره) را تغییر داده و به‌صورت *بیضویِ پَخ*[۲۹۲] لحاظ کند و سپس به‌طور برآمده بر روی سطح مورد مطالعه به نمایش درآورد (شکل ۴).

لنز به کار گرفته شده در این مطالعه، ابزاری برای خلق تصویرپردازی‌های تعاملی محسوب می‌شود و به کاربر اجازه می‌دهد تا اطلاعاتی که منجر به آشکار شدن جزئیات مربوط به فعالیت شبکهٔ اتوبوسرانی کشور سنگاپور می‌شود را مورد مداقه قرار دهند. این لنز می‌تواند به‌صورت متحرک بر روی شبکهٔ اتوبوسرانی به کاوش بپردازد و یا به‌طور ثابت بر روی مجموعه‌ای از ایستگاه‌های اتوبوس متمرکز شود. برخی از امکانات موجود در این لنز (قابلیتِ تغییر موقعیت و اندازه و سطح بزرگنمایی) به کاربران اجازه می‌دهد تا حتی بتوانند ایستگاه‌های هم‌جوار و به هم چسبیده را نیز از هم تمییز دهند. افزون بر این، این لنز از طریق پالایش لایه‌های مختلف اطلاعاتی، دستیابیِ به تمامیِ جوانب داده‌ها را ممکن می‌سازد:

---

[۲۹۲] بیضویِ پَخ یا کره‌گون (Oblate ellipsoid) یک بیضوی دورانی است که از چرخش بیضی در محور کوتاه‌تر به دست می‌آید. این شکل یک شکل منظم هندسی به‌شمار می‌رود که تقریباً نزدیک به شکل زمین است. سطحی که توسط یک بیضی پوشش داده می‌شود، تقریباً از سطحی که توسط یک دایرهٔ نسبتاً هم‌اندازه پوشش داده می‌شود بیشتر است. لذا به هنگام استفاده از یک بیضویِ پَخ به‌منظور بزرگنمایی و پس از دوران آن حول محور کوتاه‌ترش، می‌تواند به همان شکل کره‌گون مورد نظر بازگردد و جزئیات بیشتری را شامل شود [مترجمان].

مسائلی همچون تعداد ردیف‌های اتوبوس‌های متوقف در هر ایستگاه، تعداد مسافرین موجود در هر اتوبوس و همچنین مقدار کل هزینهٔ پرداخت‌شده به هنگام هر توقف در هر ایستگاه. کاربران می‌توانند با تعویض میان این لایه‌ها، به کنکاشِ همبستگی و ارتباط میان خطوط اتوبوسرانی، توقف‌ها، مدت زمان انتظارِ سفرها، تعداد و میزان تراکم مسافران اتوبوس‌ها و همین‌طور مبالغ کرایه‌ها بپردازند.



شکل ۴. استفاده از لنز مذکور در تصویرپردازی مورد نظر، باعث می‌شود تا عملِ مرور و کنکاش فضا، جالب‌تر و سرگرم‌کننده‌تر شود. در این حالت یک کاربر می‌تواند نقطهٔ تمرکزِ لنز را بر روی دسته‌ای از نقاط معطوف کند و سپس اجزاء تشکیل‌دهندهٔ آن را به آسانی نمایان کرده و بفهمد.

نکاتِ قابل توجه

کاریکاتورهای منتج از داده‌ها برآنند تا با فاصله گرفتن از بازنمایی‌ها و تصویرپردازی‌های غیرمغرضانهٔ علمی و نزدیک‌تر شدن به حدود تصویرپردازی هنری، مرزهای رشتهٔ تصویرپردازیِ اطلاعات را گسترش دهند. این موضوع در صورتی محقق می‌شود که هدف اصلیِ این تصاویر (به‌عنوان ابزارهایی برای طراحی)، شفاف‌سازی و برقراری ارتباطی مؤثر و کارا با مخاطب باشد.

کاریکاتورهای منتج از داده‌ها، زیرمجموعه‌ای از رویکرد تصویرپردازی فیگوراتیو به شمار می‌آیند و به همراه عکس-ها و پرتره‌ها و تصاویرِ ساختارزدایی‌شده، در این رویکرد چارچوب‌بندی می‌شود. یک عکس اساساً همان ترسیمِ مستقیم و یا تصویرپردازیِ بدون تقلیل و تحریف است. از سویی دیگر، پرتره‌ها به واسطهٔ استعارات بصری‌شان، از عکس‌ها تفکیک می‌شوند. استعاره‌های بصری، دارای یک مقصد معنایی هستند و آن هم اینکه می‌کوشند تا علاوه بر موارد مستقیم و واقعیِ ترسیم‌شده از داده‌ها، موجب خلق شواهدی فیگوراتیو از بخش مشخصی از داده‌ها شوند. این‌گونه از شواهد

اغلب به‌صورت گرافیکی ارائه می‌گردند و موجب تولید مصنوعات تصویریِ غیر انتزاعی و پُرمعنا می‌شوند. در تصویرپردازیِ کاریکاتورگونه از داده‌ها نیز سعی می‌شود تا از طریق توسعهٔ همراه با اغراق استعاره‌های بصری و معنایی، جوانبِ مختلفی از داده‌ها مورد تأکید قرار گیرد. در نهایت، افراط در اغراق، به تحریفاتِ محض می‌انجامد و سبب پیدایش تصاویر ساختارزدایی‌شده می‌شود.

ما در این مطالعه سعی کردیم تا ایده و مفهوم کاریکاتور را در امر تصویرپردازیِ شهرها به کار گیریم و همچنین معتقدیم که در صورت تحقق این موضوع، قادر خواهیم بود تا از معانیِ استعاره‌ای موجود در این تصاویر بهره‌مند شده و پیام‌های پُرمحتوایی را منتقل نماییم و در نتیجه کمابیش به مخاطبان خود نزدیک‌تر شویم. به‌عنوان نمونه، ساکنین یک شهر همواره تصاویر ذهنی بخصوصی را از ابعاد مختلف آن دارند؛ حال اگر ما این تصاویرذهنی را به‌عنوان یک مدلِ ایده‌آل و مرجع در نظر بگیریم، سپس می‌توانیم با استفاده از رویکرد تصویرپردازی کاریکاتورگونه، اعوجاج‌های مفیدی را بر اساس این مدل مرجع خلق کرده و سرانجام این موارد را به مخاطبان خود انتقال دهیم. البته این‌گونه از اعوجاج‌ها می‌توانند به‌طور طبیعی از تصویرپردازی‌هایی که از موضوعات پیچیدهٔ ریاضی پیروی می‌کنند نیز نتیجه شوند. به‌مانند آنچه که در این مطالعه مشاهده شد، *مدل‌های عامل محور (یا همان فیزیک محور)* [۲۹۳] که به‌راحتی با داده‌ها سازگار می‌شوند، به نسبت مدل‌های غیر منعطف و ایستا که فوراً از خود واکنش نشان می‌دهند، قابلیت تعمیم و عمومیت بیشتری دارند و می‌توانند در سایر شهرها و حتی برای انواع دیگری از داده‌ها مورد استفاده قرار گیرند. این‌گونه از مدل‌ها، بیشتر مناسب رویکردهایی هستند که به دنبال خلق کاریکاتور می‌باشند، چراکه قادرند تا مستقیماً زیبایی‌های طبیعی را تحریف نمایند؛ امری که به نظر *گرگ جودلمن*[۲۹۴] (۲۰۰۴)، اغلب در تصویرپردازی برای کُدگشاییِ پیچیدگی‌ها به کار می‌رود. همچنین به نظر می‌رسد که پیرو پیچیدگی‌هایی که در مقیاس‌های مختلفی از طبیعت مشهود است، استفاده از سیستم‌های مُلهَم از طبیعت نیز می‌تواند به‌عنوان یک رویکردِ کاریکاتورگونه و طبیعی در تصویرپردازیِ شهرها به کار رود و اطلاعات مورد نظر را در سطوح مختلفی از جزئیات ترسیم کرده و در عین حال، ماهیت اصلی پیام را نیز حفظ نماید. لذا، ما بر این باوریم که ایده و مفهوم کاریکاتور می‌تواند نقش مهمی را در امر تصویرپردازیِ اطلاعات ایفا کند و درجهٔ تأثیر و بازدهی

---

[۲۹۳] مدل‌های عامل محور (Agent-based models)، جزئی از مدل‌های رایانه‌ای محسوب می‌شوند که می‌کوشند تا افعال و تعاملات میان عامل‌های خودکار یا همان روبوت‌ها را شبیه‌سازی کنند تا از این طریق تأثیر عوامل بر روی سیستم دربرگیرنده‌شان را مورد ارزیابی قرار دهند [مترجمان].

[294] Greg Judelman

و خاطره‌انگیزیِ ارتباط‌های برقرارشده با مخاطب را ارتقاء بخشد و در نهایت شهرها را برای مردم بازنمایی کرده و موجب تقلیل فاصلهٔ میان این دو شود.

مآخذ

Bertin, Jacques. 1967. *Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris: Mouton & Gauthier-Villars. Published in English as *Semiology of Graphics,* translated by William J. Berg. Madison: University of Wisconsin Press, 1983.

Cox, Donna. 2006. "Metaphoric Mappings: The Art of Visualization," in *Aesthetic Computing,* edited by Paul Fishwick. Cambridge, MA: The MIT Press, 89–114.

Dorling, Daniel. 1996. *Area Cartograms: Their Use and Creation*. Concepts and Techniques in Modern Geography 59. Norwich, England: School of Environmental Sciences, University of East Anglia.

Ester, Martin, Hans-Peter Kriegel, Jörg Sander, and Xiaowei Xu. 1996. "A Density-based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, August 2–4, Portland, OR,* edited by Evangelos Simoudis, Jiawei Han, and Usama Fayyad. Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.

Finkel, Raphael A., and Jon Louis Bentley. 1974. "Quad Trees a Data Structure for Retrieval on Composite Keys," *Acta Informatica* 4, no. 1: 1–9.

Furnas, George W. 1986. "Generalized Fish-eye Views," *ACM SIGCHI Bulletin* 17, no. 4 (April): 16–23.

Judelman, Greg. 2004. "Aesthetics and Inspiration for Visualization Design: Bridging the Gap Between Art and Science." *In Proceedings. Eighth International Conference on Information Visualisation, 2004, July 14–16, London, England*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 245–250.

Keahey, T. Alan, and Edward L. Robertson. 1996. "Techniques for Non-linear Magnification Transformations," in *Proceedings IEEE Symposium on Information Visualization '96, October 28–29, San Francisco,* edited by Stuart Card, Stephen G. Eick, and Nahum Gershon. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 38–45.

Manovich, Lev. 2011. "What Is Visualisation?" *Visual Studies* 26, no. 1.: 36–49.

Playfair, William. 1801. *The Statistical Breviary; Shewing the Resources of Every State and Kingdom in Europe*. London: T. Bensley, for J. Wallis et al.

Ramachandran, Vilayanur S., and William Hirstein. 1999. "The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience," *Journal of Consciousness Studies* 6, nos. 6/7 (June/July): 15–51.

Rautek, Peter, Ivan Viola, and M. Eduard Groller. 2006. "Caricaturistic Visualization," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics,* 12, no. 5 (September): 1085–1092.

Redman, Lenn. 1984. *How to Draw Caricatures*. Chicago: Contemporary Books.

Tufte, Edward R. 1983. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT: Graphics Press.

Viégas, Fernanda B., and Martin Wattenberg. 2007. "Artistic Data Visualization: Beyond Visual Analytics," in *Online Communities and Social Computing: Second International Conference, OCSC 2007, July 22–27, Beijing China,* edited by Douglas Schuler. Berlin: Springer, 182–191.

مدل‌های محاسباتیِ فعالیت‌های حرکتی: چشم‌اندازی از داده‌های تلفن همراه

فیلیپ هول، فیلیپو سیمینی، چامینگ سونگ و آلبرت لاسلو باراباشی

Philipp Hövel, Filippo Simini, Chaoming Song, and Albert-László Barabási

در سال‌های اخیر، میزان تولید داده‌ها بیشتر و بیشتر گشته و لذا همین امر، موجب ترقی و تعالی علمِ شبکه شده است (Albert and Barabási, 2002; Lazer *et al*., 2009). [مجموعه] شبکه‌های حال حاضر[۲۹۵]، گسترهٔ وسیعی از مکانیسم‌ها و زمینه‌های مطالعاتی از جمله *تعاملِ پروتئین_پروتئین*[۲۹۶]، *شبکه‌های غذایی*[۲۹۷]، *جریان اطلاعات*[۲۹۸]، *انتقال داده‌ها*[۲۹۹]، حمل و نقل، تعاملات اجتماعی و غیره را در بر می‌گیرند. در عصر دیجیتال، سهولتِ دسترسی به حجم روزافزونِ مجموعه داده‌ها باعث شده تا به‌ویژه *شبکه‌های اجتماعی*[۳۰۰] بتوانند به‌طور جزئی‌تر مورد مطالعه قرار گیرند؛ در میان این شبکه‌ها، نمونه‌هایی هستند که روابط بین انسان‌ها، نوع *رفتارِ مصرف*[۳۰۱] و همچنین فعالیت‌های حرکتی را به‌خوبی منعکس می‌کنند.

---

[۲۹۵] منظور از شبکه در مفهوم کلی‌اش، یک سیستم و یا گروه است که در آن می‌توان شاهد روابطِ گاهاً ساده و یا پیچیدهٔ عواملِ جاندار و بی‌جان بود. بنابر اظهارات فصل پیشین، رویکردی که یک شبکه را مورد مطالعه و وارسی قرار می‌دهد، علم شبکه نام دارد [مترجمان].

[۲۹۶] زمانی که دو یا بیش از دو پروتئین در نتیجهٔ نیروهای الکترواستاتیک یا رویدادهای شیمیایی، در تماس فیزیکی با یکدیگر قرار گیرند، تعاملِ پروتئین_ پروتئین (Protein-protein interaction/ PPIN) رخ می‌دهد. این‌گونه از تعاملات غالباً در بستری از شبکه‌های پروتئینی بروز می‌کنند و عملکردهای زیستی را رقم می‌زنند. این شبکه‌ها ارتباط فیزیکیِ بین پروتئین‌ها را نشان می‌دهند. بسیاری از فرآیندهای مولکولیِ مهم در سلول‌ها، مانند تکثیرِ DNA و حتی سوخت و ساز خود پروتئین‌ها، حاصل تعاملِ متقابلِ پروتئین‌ها با یکدیگر است [مترجمان].

[۲۹۷] شبکهٔ غذایی یا چرخهٔ غذایی (Food web or food cycle) عبارت است از یک بازنمایش گرافیکی (تصاویر یا نمودارها) که نحوهٔ ارتباط طبیعی زنجیره‌های غذایی را با یکدیگر به نمایش می‌کشد [مترجمان].

[۲۹۸] مهم‌ترین دغدغه در مبحث جریان اطلاعات (Information flow)، حرکت و جابجاییِ اطلاعات میان افراد و سیستم‌ها است. جریان‌های اطلاعاتیِ کارآمد و قابل اتکا، نقشِ محوری و بسزایی را در بهبود نحوهٔ عملکردِ تصمیم‌سازی‌ها و فرآیندها و ارتباطات دارند [مترجمان].

[۲۹۹] انتقال داده‌ها (Data transmission)، فرآیند ارسالِ داده‌های دیجیتال یا آنالوگ از طریق یک وسیلهٔ ارتباطی به یک یا چند دستگاهِ رایانه‌ای دیگر می‌باشد. لذا اصلی‌ترین موضوع در این فرآیند، برقراری ارتباط میان دستگاه‌های رایانه‌ای و دیجیتالی است [مترجمان].

[۳۰۰] در اینجا بهتر است تا بیان شود که ساختار یک شبکهٔ اجتماعی، از گره‌های فردی و گروهی و یا سازمانی تشکیل می‌شود و در آن، روابط اجتماعی با دو اصطلاحِ گره و یال شناخته می‌شوند. از نظر ریاضی، یک شبکهٔ اجتماعی، نگاشتی از تمام یال‌های برقرار در میان گره‌های مورد مطالعه است. گره‌ها بازیگران فردی و یال‌ها روابط میان این بازیگران هستند. همچنین تعداد یال‌های بین دو گره می‌تواند نامحدود باشد [مترجمان].

[301] Consumption behavior

تجزیه و تحلیلِ آنچه به اصطلاح، *داده‌های کلانِ مستخرج از بسترهای اجتماعی*[۳۰۲] نامیده می‌شود، رخصتی را برای دریافت و استنتاجِ رفتارهای انسان فراهم می‌کند (Barabási, 2005; Eagle and Pentland, 2006; Onnela *et al*., 2007a; Eagle and Pentland, 2009). در این میان، داده‌های تجربی می‌توانند این موضوع را به حد زیادی تقویت نمایند تا بدین منوال، درک و پیش‌بینی و مدل‌سازی جنبه‌های مختلف زندگی روزمرهٔ انسان (از جمله فعالیت‌های حرکتی) مقدور شود. یک نمونه از مجموعه داده‌هایی که به‌ویژه مناسبِ مطالعهٔ فعالیت‌های حرکتی می‌باشد، داده‌هایی است که به‌واسطهٔ استفاده از تلفن‌های همراه تولید می‌شود (González and Barabási, 2007; González *et al*., 2008; Wang *et al*., 2011; Bagrow *et al*., 2011; Bagrow and Lin, 2012). به‌عنوان مثال، مجموعه داده‌هایی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، شامل *سوابق داده‌های تلفنیِ بی‌نام و نشان*[۳۰۳] متعلق به ۱۰ میلیون مشترکِ آبونه در یک شرکت تلفنی می‌باشد. هرگاه که یک کاربر، یک تماس تلفنی را آغاز می‌کند و یا یک پیامک الکترونیکی را ارسال می‌نماید، سببِ تولید این سوابق می‌شود. در این سوابق سعی بر این است تا با بی‌نام و نشان کردن و حذف شماره‌های تلفنی، مشخصاتِ ثانویه و غیر شخصیِ *تماس‌گیرنده*[۳۰۴] و *پاسخگویِ تماس*[۳۰۵]، زمان و تاریخِ تماس و یا پیامک و همچنین موقعیتِ تماس‌گیرنده استخراج شود. البته مورد آخر، به‌واسطهٔ موقعیت مکانیِ نزدیک‌ترین برج مخابراتیِ هدایت‌کنندهٔ تماس، تخمین زده می‌شود. این‌گونه از مجموعه داده‌ها، برای وارسیِ جغرافیای مربوط به شبکهٔ ارتباطات و همچنین روابط فضاییِ جوامع مختلف نیز مورد استفاده واقع شده است (Lambiotte *et al*., 2008; Blondel *et al*., 2010; Expert *et al*., 2011). یک نمونه از این مورد، می‌تواند تقسیمِ فضاییِ ناشی از زبان، میان مناطق آلمانی و فرانسوی زبانِ کشور بلژیک باشد که از طریق قابلیت *تشخیصِ انجمن*[۳۰۶] موجود بر روی شبکهٔ ارتباطیِ تلفن‌های همراه شناسایی شد. در این قابلیت، *گره‌های*[۳۰۷] (کاربران) موجود در شبکه در قالبی از *خوشه‌ها*[۳۰۸] (انجمن‌ها) دسته‌بندی می‌شوند. این خوشه‌ها، دارای روابط مشترکِ داخلی بسیار زیاد، ولی روابط مشترکِ خارجی بسیار ناچیزی هستند.

---

[302] Big data from social contexts

[303] Anonymized call data records (Anonymized CDRs)

[304] Caller

[305] Callee

[۳۰۶] روش تشخیصِ انجمن (Community detection) روشی است که در تجزیه و تحلیلِ شبکه‌های اجتماعی (Social network analysis)، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد و به گروه‌بندیِ کلاس‌های متفاوت و مختلف می‌پردازد. این روش با استفاده از نظریهٔ گراف‌ها مفهوم می‌یابد که در آن مواردی از قبیلِ گره و یال و غیره مطرح می‌شود [مترجمان].

[307] Nodes

[۳۰۸] هر خوشه (Clusters) شاملِ تعدادی گره است؛ لذا عمل خوشه‌بندی، به‌منظور دسته‌بندیِ تعدادی اجزا در یک خوشهٔ مشخص تحت عنوان انجمن (Community) انجام می‌شود. خوشه‌بندی یک از اصلی‌ترین عملیاتِ ریاضی در نظریهٔ گراف‌ها است [مترجمان].

این مطالعه بر آن است تا با تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تلفن‌های همراه، چشم‌انداز نوینی را از فعالیت‌های حرکتیِ انسان ارائه دهد. در این مطالعه، ما به چندین سؤال رسیدگی می‌کنیم: ما در روالِ روزمرهٔ زندگی‌مان تا چه حد قابل پیش‌بینی هستیم (Song *et al.*, 2010b)؟ قوانین ریاضی و *وابستگی‌های تابعی*[۳۰۹] مربوط به سفرِ انسان، که با عنوان *قوانینِ مقیاس‌بندی*[۳۱۰] نیز شناخته می‌شوند، چه‌ها هستند (Song *et al.*, 2010a)؟ اجزاء تشکیل‌دهندهٔ مدل‌هایی که قادرند الگوهای مشاهده‌شده را توصیف کنند چیستند[۳۱۱] (Simini *et al.*, 2012)؟

به منظور پاسخ‌دهیِ به این سؤالات، ما نه تنها بخش مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ موجود در داده‌ها که فراهم کنندهٔ اطلاعاتی دربارهٔ محل تقریبیِ تک‌تکِ کاربران تلفن‌های همراه هستند را در نظر می‌گیریم (اینکه منشأ و موقعیت یک تماس کجاست)، بلکه اطلاعات اجتماعیِ موجود در مجموعه داده‌ها را نیز لحاظ می‌کنیم (اینکه چه کسی با چه کسی تماس تلفنی برقرار می‌کند). علاوه بر این، تجزیه و تحلیل‌های ما طیفِ وسیعی از مقیاس‌های منطقه‌ای گرفته تا کشوری را پوشش می‌دهند.

قابلیت پیش‌بینیِ فعالیت‌های حرکتی انسان

به‌منظور دریافت خلاصه‌ای از داده‌های استفاده شده در این مطالعه، می‌توان به بخش بالاییِ شکل ۱ مراجعه نمود که در آن نمونه‌ای از خط سیرهای یک کاربر طی یک دورهٔ مشاهدهٔ یک ماهه ترسیم شده است. این کاربر از ۳۱ موقعیتِ مختلف بازدید کرده است؛ هر بار که وی نسبت به برقراری تماس تلفنی اقدام کند، این موقعیت‌ها توسط نزدیک‌ترین برج مخابراتیِ هدایت‌کنندهٔ تماس، ثبت شده و سپس ارائه می‌شوند (نقاط سیاه رنگ، شکل ۱، بالا). نقاطِ خاکستری رنگ، موقعیتِ برج‌های مخابراتی را نشان می‌دهند و خطوط خاکستری رنگ نیز مساحت تقریبیِ *محدودهٔ پذیرش*[۳۱۲] هر

---

[۳۰۹] وابستگیِ تابعی (Functional dependency)، رابطه‌ای است که به هنگام تخمینِ یک ویژگی به واسطهٔ ویژگیِ دیگر برقرار می‌شود. به‌عنوان مثال، در رابطهٔ R که دارای دو ویژگیِ x و y است، اگر وابستگی تابعی به صورتِ $x \rightarrow y$ باشد، آنگاه ویژگیِ y از نظر تابعی وابسته به ویژگی x است [مترجمان].

[۳۱۰] قوانین مقیاس‌بندی (Scaling laws)، مواردی هستند که رابطهٔ تابعیِ میان دو کمیت را توضیح می‌دهند. این قوانین در قالبی از قواعد و فرمول‌های ریاضی ارائه می‌شود. نمونه‌ای از این مورد می‌تواند رفتار منتج از قانون توان باشد؛ این قانون در ادامهٔ متن به وضوح تشریح خواهد شد [مترجمان].

[۳۱۱] در علم ریاضیات، یک مدل می‌کوشد تا یک سیستم را از طریق زبانِ ریاضی و قضیه‌ها و نمادهایش توصیف کند. لذا در مراحل اولیه، از طریقِ مدل‌سازی ریاضی تلاش می‌شود تا یک مدل مناسب برای یک سیستم مشخص توسعه یابد و سپس به توصیف آن پرداخته شود [مترجمان].

[312] Reception areas

یک از این برج‌ها را در قالبی از یک *شبکهٔ ورونوی*[۳۱۳] معلوم می‌کنند. در اینجا، این دیاگرام به‌منظور مرزبندیِ موقعیت-های مکانیِ واقع‌شده در نزدیکیِ برج‌های مخابراتی مختلف ارائه می‌شود. به بیانی دیگر، اتخاذ یک برج مخابراتیِ مشترک توسط تمامیِ موقعیت‌هایی که در درونِ یکی از سلول‌های ورونوی واقع شده‌اند، بدین معناست که تمامیِ این موقعیت‌ها از نظر فاصله به این برج مخابراتی، در مقایسه با دیگر برج‌ها، نزدیکترند. این روش یک شیوهٔ استاندارد است که توسط اپراتورهای تلفن همراه نیز به‌منظور تعیینِ تقریبیِ محدودهٔ پذیرشِ یک برج مخابراتی به کار گرفته می‌شود. در نهایت، از طریق ترسیم خطوطِ سیاه رنگ نیز سعی شده تا به‌واسطهٔ اتصال ترتیبیِ موقعیت‌های مربوط به سکانس‌های زمانیِ تماس‌ها، خطوط سیر به نمایش درآیند.

بسیاری از این **۳۱** موقعیتِ مذکور، تعداد دفعات اندکی مورد بازدید واقع می‌شوند و فقط برخی از آن‌ها مکرراً توسط کاربران مورد مراجعه قرار می‌گیرد. این رفتارِ معمول می‌تواند با استفاده از شبکهٔ فعالیت‌های حرکتی، به‌طور خلاصه به تصویر کشیده شود (شکل ۱، وسط). در این بخش از شکلِ مذکور، هر گرهِ موجود در شبکه مطابق با یک موقعیت است و برقراری دو تماسِ متعاقب از دو گره جداگانه باعث می‌شود تا این دو گره توسط یک خط (یال) بر روی نمودار به هم متصل شوند. سایزِ هر گره، درصد رویدادهای ارتباطیِ ناشی از هر برج مخابراتیِ مربوطه را نشان می‌دهد؛ در واقع منظور همان درصدِ تماس‌های تلفنی و پیامک‌های ارسال‌شده توسط کاربر از طریقِ هر برج مخابراتی است. در این تصویرپردازی، می‌توان به راحتی یک قطب مرکزی را شناسایی نمود که به تعداد زیادی گرهِ دارای *فراوانی کمتر*[۳۱۴]، متصل می‌باشد. همان‌گونه که در قسمت پائینیِ شکل ۱ نشان داده شده است، رتبه‌بندیِ موقعیت‌های مختلف بر اساسِ *فراوانی*[۳۱۵] بازدیدشان، موجب به وجود آمدنِ نوعی از وابستگی به *قانون توان*[۳۱۶] می‌شود که به *قانونِ زیف*[۳۱۷] نیز مشهور است (Zipf, 1946).

---

[۳۱۳] در علم ریاضیات، ترسیمِ شبکهٔ ورونوی (Voronoi lattice) روشی است که برای تقسیم فضا به تعدادی ناحیه استفاده می‌شود. در این شبکه، به هر مجموعه از نقاط (دامنه‌ها، سایت‌ها و غیره) ناحیه‌ای اختصاص می‌یابد. این نواحی، سلول‌های ورونوی نامیده می‌شوند. تمامیِ نقاط موجود در هر ناحیه یا سلول، مشخصاً به کانون تولیدکنندهٔ آن ناحیه نزدیک‌تر می‌باشند؛ حال این کانون می‌تواند یک کاربریِ جاذب جمعیت باشد و یا یک برج مخابراتی و غیره [مترجمان].

[314] Less-frequented

[315] Frequency

[۳۱۶] در علوم آماری، قانون توان (Power-law) عبارت است از یک رابطهٔ کاربردی بین دو مقدار عددیِ متفاوت، که تغییر نسبی یکی از آن‌ها می‌تواند منجر به وقوع تغییر نسبی در دیگری شود و لذا ایجاد تغییرات در هر کدام از این دو به نحوی به قدرت آن یکی وابسته است. نمونهٔ بارز این موضوع، تغییر مساحت یک مستطیل به هنگام ایجاد تغییر در اضلاع آن می‌باشد [مترجمان].

[317] Zipf 's law

بینشِ کمّیِ بعدی در باب فعالیت‌های حرکتی، از *شعاعِ دَوران*[۳۱۸] نشأت می‌گیرد. این شعاع، معادلِ میانگین فاصلهٔ تمامیِ موقعیت‌های ثبت‌شده از مرکز جرمِ[۳۱۹] خط سیرها می‌باشد و بنابراین، یک *طول مشخصه*[۳۲۰] از سفر را به دست می‌دهد. از نظر ریاضی، شعاعِ دوران (r_g) برای هر فردی که در طی L تعداد رویداد در موقعیت‌های $\overrightarrow{r_1}, \dots, \overrightarrow{r_L}$ ثبت و ضبط شده باشد، از طریقِ رابطهٔ ذیل تعیین می‌شود:

$$r_g = \sqrt{\frac{1}{L}\sum_{i=1}^{L}(\overrightarrow{r_i} - \vec{r}_{cm})^2} \qquad (۱)$$

که در آن مرکز جرم برابر است با $\vec{r}_{cm}{}^* = L^{-1}\sum_{i=1}^{L}\overrightarrow{r_i}$

محاسبهٔ شعاعِ دَوران برای تمامیِ کاربرانِ ثبت و ضبط شده، منجر به شکل‌گیریِ یک *توزیع نرمال*[۳۲۱] به‌مانند شکل ۲ می‌شود. منحنی این شکل، از نوعِ *توزیع دُم‌کُلفت*[۳۲۲] است. این موضوع نشان از آن دارد که مقیاسِ اکثر سفرهای انجام‌شده، محلی است و این سفرها فقط مسافت‌های جزئی را پوشش می‌دهند و لذا، تنها تعداد اندکی از کاربران، طول مشخصه‌ای به میزانِ ده‌ها و یا صدها کیلومتر را پیموده‌اند.

---

[۳۱۸] شعاعِ دَوران (Radius of gyration) کمّیتی است که در علم مکانیک کاربرد فراوان دارد. شعاعِ دَوران یک مفهوم فیزیکیِ بدیهی نیست، اما می‌توان آن را فاصله‌ای از یک محورِ مرجع فرض نمود که تمامیِ سطوح مورد نظر در آن فاصله متمرکز می‌باشند [مترجمان].

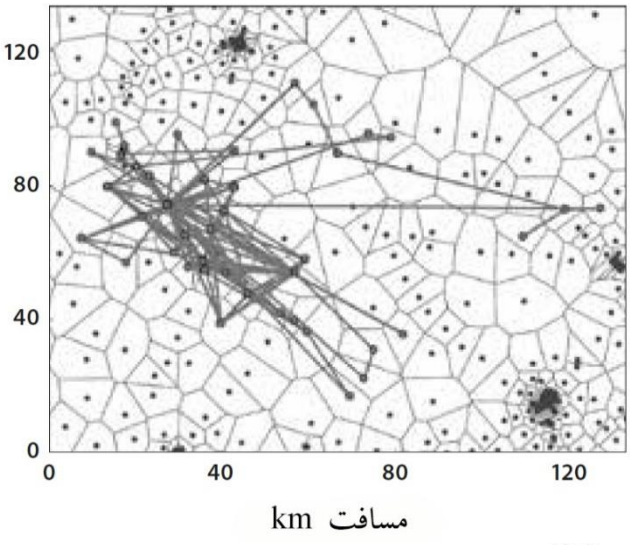
[۳۱۹] مرکزِ جرم (Center of mass)، نقطه‌ای است که به نمایندگی از کل جسم یا کل ذراتِ یک سیستم می‌تواند بیانگر حرکت جسم یا سیستم باشد. به بیان دیگر ، فرض می‌گردد که کل نیروهای وارد بر سیستم، بر مرکز جرم اعمال می‌شود. مرکزِ جرم یک جسم یا سیستم، نقطهٔ تعادلِ آن‌ها به حساب می‌آید [مترجمان].

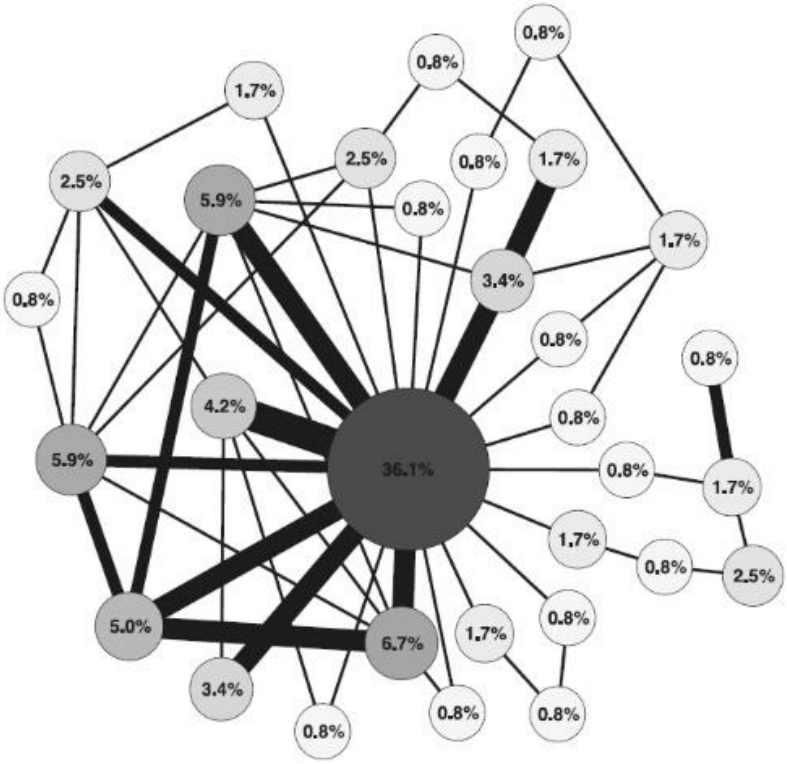
[۳۲۰] طول مشخصه (Characteristic length) کمّیتی مهم در فیزیک است که مقیاس یک سیستم فیزیکی و برخی از ویژگی‌های آن را مشخص می‌کند. این کمّیت عمدتاً در تعیین اعداد بی‌بُعد از قبیل عدد رینولدز، عدد بیو و عدد ناسلت کاربرد فراوان دارد [مترجمان].

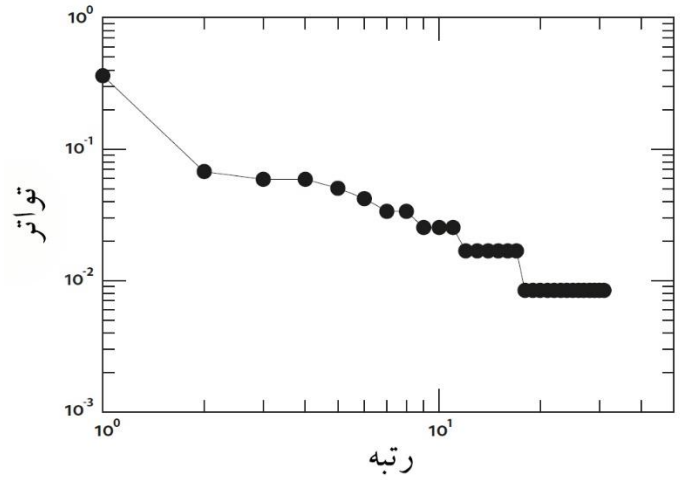
* شایان توجه است که در اینجا، منظور از پسوند cm همان مخفف Center of mass، به معنای مرکز جرم است [مترجمان].

[321] Normal distribution

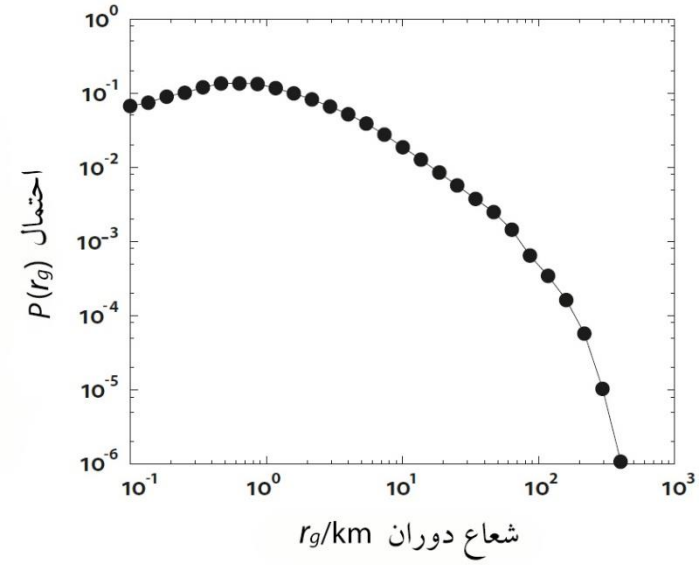
[۳۲۲] توزیع دُم‌کُلفت (Fat-tailed distribution) در علم آمار و احتمالات به دسته‌ای از توابعِ توزیعِ احتمال اطلاق می‌شود که کشیدگیِ بزرگی دارند. در چنین تابع توزیعی، مقادیری که از مقدارِ میانگین فاصلهٔ زیادی دارند (و بنابراین اصطلاحِ «دُم» به آن‌ها اطلاق می‌شود)، نسبتاً محتمل هستند. دُم‌کُلفتیِ یک تابعِ توزیع، به‌ویژه در مقایسه با یک توزیع نرمال تعیین می‌شود [مترجمان].







شکل ۱. *بالا:* این قسمت از شکل، خطِ سیرهای متعلق به یک کاربرِ تلفن همراه که تقریباً از مجاورت ۳۱ برج مخابراتیِ مختلف بازدید کرده است را نشان می‌دهد. این کاربر به مدت یک ماه تحت مشاهده بوده است. در این روند، کاربرِ مورد نظر، ۱۱۹ بار تماس تلفنی برقرار کرده است. هر بار که این کاربر تماسی را برقرار می‌کرد، موقعیتِ نزدیک‌ترین برج مخابراتیِ هدایت‌کنندهٔ تماس ثبت می‌شد تا از این طریق، مکان تقریبیِ کاربر نیز مشخص شود (نقاط سیاه رنگ). خطوطِ خاکستری رنگ، نشان‌دهندهٔ ساختارِ شبکهٔ ورونوی هستند که محدودهٔ پذیرشِ تحت نفوذ هر برج (نقاط خاکستری رنگ) را به‌طور تقریبی مشخص می‌کند. خطوط سیاه رنگ، مطابق با حرکت‌های ثبت و ضبط شدهٔ کاربر در بین برج‌های مخابراتی است. *وسط:* این قسمت از شکل، شبکهٔ مربوط به فعالیت‌های حرکتی همان کاربر را نشان می‌دهد. سایز گره‌ها، متناسب با درصد تماس‌های برقرارشده توسط کاربر در مجاورت هر برج مخابراتی است؛ همین‌طور عرض و ضخامت هر خط، متناسب با فراوانی حرکت مستقیمِ کاربر در بین برج‌های مربوطه می‌باشد. *پائین:* این قسمت از شکل، رتبهٔ موقعیت در مقابلِ فراوانی بازدید را نشان می‌دهد (طرحِ زیف).



شکل ۲. توزیع نرمال شعاعِ دوران (r_g)؛ داده‌های استفاده شده در تهیهٔ این شکل، در ماهِ فوریهٔ سال ۲۰۰۹ [میلادی] آماده شده است.

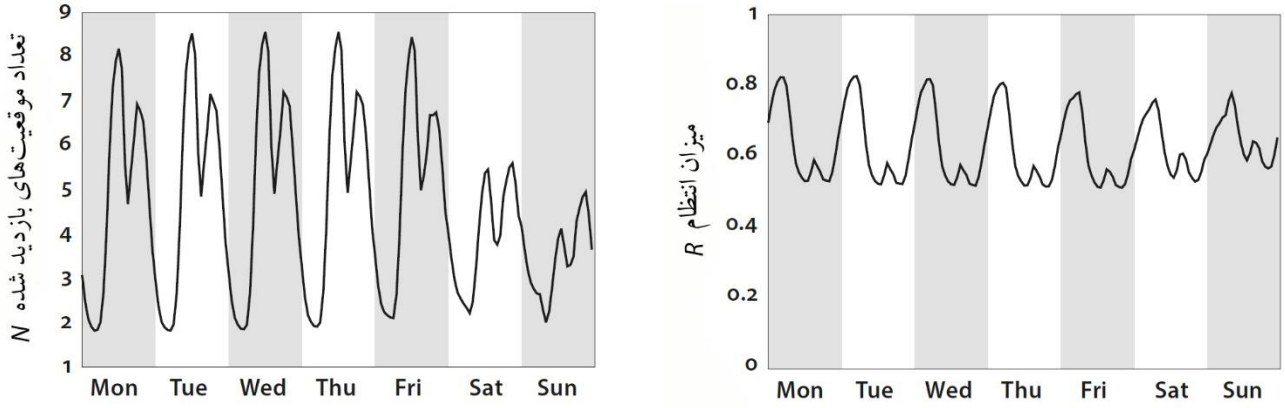
علاوه بر تجزیه و تحلیل طول مشخصهٔ سفر، ما از اطلاعات زمانیِ موجود در درون مجموعه داده‌ها نیز بهره می‌گیریم (به هنگام برقراریِ یک تماس تلفنی). این موضوع، باعث مطرح شدن مسئلهٔ *قابلیت پیش‌بینی*[۳۲۳] می‌شود. ما در طی چندین هفته، تمامیِ تماس‌های تلفنیِ ثبت‌شده را برای هر ۱۶۸ ساعتِ هفته جمع‌آوری می‌کنیم (هر هفته ۱۶۸ ساعت است). بدین‌گونه که ما فهرستی اختصاصی از موقعیت‌های مکانیِ مربوط به تماس‌های برقرارشده توسط هر کاربر را در دوشنبه‌ها (شروع هفته) بین ساعتِ ۱۲:۰۰ صبح و ۱:۰۰ صبح، ۱:۰۰ صبح و ۲:۰۰ صبح و به همین منوال (بازه‌های یک ساعته) تا آخرین روز هفته یعنی یکشنبه‌ها از ۱۱:۰۰ شب تا ۱۲ شب (پایان هفته) استخراج می‌کنیم. سپس ما عمده‌ترین موقعیت مکانی را برای هر یک از لیست‌های ۱۶۸ ساعته تعیین می‌کنیم؛ یعنی موقعیت برجی که بیشترین تعداد تماس را هدایت کرده باشد. نسبتِ تماس‌های ثبت‌شده در این برج به تعداد کل تماس‌ها (R_i) ،

$$R_i = \frac{\text{تعداد دفعات حضور کاربر در عمده‌ترین موقعیت مکانیِ تماس‌های تلفنی}}{\text{مجموع کل دفعات حضور}} \qquad (۲)$$

موجب فراهم شدن سنجه‌ای برای اندازه‌گیری میزانِ *انتظام*[۳۲۴] در هر ساعت هفته- در طیفی از ۱۶۸ ساعته هفته (۱۶۸، ..... ،۱ =i)- می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر یک کاربر در یک ساعت بخصوص، ۸ بار در یک موقعیت و ۲ بار در موقعیتی دیگر حاضر شده باشد، آنگاه مقدارِ انتظام برابر است با $R_i = ۸ / (۸+۲) = ۰ / ۸$. بخش سمت چپ شکل ۳، میانگین تعدادِ موقعیت‌ها (N) و همین‌طور بخش سمت راستِ آن نیز مقدار متوسطِ انتظام (R) را برای هر ۱۶۸ ساعتِ هفته نشان می‌دهد. در اینجا مقدارِ میانگین، با احتساب گروهی از افراد که در طول یک روز بین ۱۲ الی ۱۰۰ رویداد را تجربه می‌کنند،

[323] Predictability
[324] Regularity

محاسبه می‌شود. منحنی‌ها آنچه که به‌طور حسی می‌توان تخمین زد را تأیید می‌کنند: در ساعات اولیهٔ صبح، کمترین تعداد موقعیت‌های بازدیدشده، متناظر با بیشترین میزان انتظام و سپس به هنگام رفت و آمد بین خانه و محل کار، بیشترین تعداد موقعیت‌های بازدیدشده، متناظر با کم‌ترین میزان انتظام است. این اثر، در روزهای کاریِ هفته عیناً تکرار می‌شود، اما در تعطیلات آخر هفته، شدت آن کاهش می‌یابد.

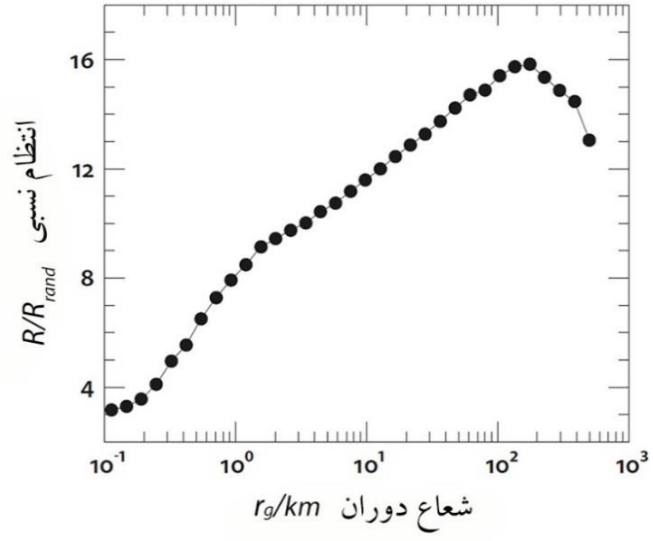


شکل ۳. میزان انتظامِ فعالیت‌های حرکتی: بخش سمت راست، نسبت انتظام (R) را نشان می‌دهد تا از این طریق، پُر بازدیدترین موقعیت‌ها مشخص شوند. همچنین بخش سمت چپ نیز تعداد موقعیت‌های مختلفِ (N) بازدیدشده توسط کاربر را به تفکیکِ ساعت برای هر روز هفته نشان می‌دهد. داده‌های استفاده شده در این شکل، در ماه می سالِ ۲۰۰۹ [میلادی] و با توجه به گروهی از افراد که در طول یک روز بین ۱۲ الی ۱۰۰ رویداد را تجربه کرده‌اند، آماده شده است.

اکنون پرسشی مطرح می‌شود که شعاعِ دَوران و مسئلهٔ انتظام را به یکدیگر پیوند می‌دهد: میزان انتظامِ موجود در رفتارِ کاربرانی که دارای طول مشخصهٔ سفر بزرگ‌تری (شعاعِ دوران بزرگ‌تر) هستند، به چه صورت است؟ (اینکه با افزایش شعاعِ دوران، میزان انتظام چگونه تغییر می‌کند). برای تشخیص این موضوع در بین کل موقعیت‌ها، از روشی محاسباتی به نام *انتظام نسبی*[۳۲۵] (R/R_{rand}) استفاده می‌شود؛ که در آن $R_{rand} = 1/N$ ثابت بوده و به‌عنوان قضیهٔ مرجع به‌کار می‌رود. در این قضیه فرض بر این است که یک کاربر، از N تعداد موقعیتِ ثبت‌شده، به‌طور تصادفی اما یکسان بازدید می‌کند. ممکن است انتظار رود که میزان انتظامِ کاربرانی که به دوردست‌ها سفر نمی‌کنند، بیشتر باشد اما ارزیابیِ داده‌ها حاکی از عکس آن است. شکل ۴، میانگین هفتگیِ انتظام نسبی را بر اساس شعاعِ دَوران به نمایش می‌کشد. بر خلافِ شهودات و انتظارات، ما دریافتیم که کاربرانِ دارای شعاعِ دَوران بزرگ‌تر، از انتظام نسبی بیشتری برخوردارند. به بیانی دیگر، اگر افراد مسافت‌های طولانی‌تری را بپیمایند (سفر به مکان‌های دورتر)، میزانِ انتظام بیشتری خواهند داشت.

[325] Relative regularity

همچنین، با استقراضِ شگردهایی از *نظریهٔ اطلاعات*[۳۲۶] و *فیزیک آماری*[۳۲۷]، می‌توان حداکثر میزان قابلیت پیش‌بینیِ موقعیتِ کاربر نیز محاسبه شود. برای مشاهدهٔ جزئیات بیشتر از قبیلِ *آنتروپی*[۳۲۸] و *نابرابریِ فانو*[۳۲۹]، به سونگ و همکاران[۳۳۰] (b ۲۰۱۰) و منابع موجود در آن مراجعه کنید. نتیجهٔ اصلی در مورد حداکثر قابلیت پیش‌بینی، به دو قسم است: (۱) در طول محاسبات، میزانِ قابلیت پیش‌بینی، در نهایت به ۹۳ /۰ رسید؛ این بدین معناست که فقط در ۷ درصد از مواقع، موقعیت‌ها به‌طور تصادفی انتخاب می‌شوند؛ (۲) همچنین میزان قابلیتِ پیش‌بینی برای کاربران دارای شعاعِ دَوران بزرگ، به حد زیادی کاهش نیافت و در نهایت در ۹۳ /۰ اشباع شد. این دو مورد حاکی از آنند که با صرف نظر از مسافت سفرِ افراد، مجموعه مکان‌های بازدیدشده توسط آنان حداکثر در ۹۳ درصد از مواقع همچنان قابل پیش‌بینی باقی می‌ماند.



شکل ۴. متوسطِ انتظام نسبی (R/R_{rand}) در مقابل شعاعِ دَوران (r_g)؛ این شکل به ما نشان می‌دهد که کاربران دارای شعاعِ دَوران بزرگ‌تر، از میزان انتظام نسبیِ بیشتری برخوردارند.

جوانب ریاضیِ فعالیت‌های حرکتیِ انسان

تاکنون در این مطالعه، تنها دربارهٔ شواهد و اطلاعات تجربیِ مربوط به میزانِ انتظام و طول مشخصهٔ سفر انسان بحث شد. در ادامهٔ مطلب، ما مدل‌هایی را ارائه می‌کنیم که موجب بازتولیدِ یافته‌های تجربی می‌شوند. در ابتدا، ما بر روی یک *مدلِ*

---

[۳۲۶] نظریه اطلاعات (Information theory)، با ارائهٔ روشی برای کمّی‌سازی و اندازه‌گیری عددیِ اطلاعات، به موضوعاتی از قبیلِ ارسال و دریافت و ذخیره‌سازی بهینهٔ داده‌ها و اطلاعات می‌پردازد [مترجمان].

[۳۲۷] فیزیک آماری یا مکانیک آماری (Statistical physics)، یکی از نظریه‌های بنیادی در علمِ فیزیک است که از روش‌های آماری برای حل مسئله‌های فیزیک استفاده می‌کند. این شاخه از فیزیک، زمینه‌های مطالعاتیِ بسیاری را در علوم اجتماعی نیز در بر می‌گیرد [مترجمان].

[328] Entropy

[۳۲۹] Fano's inequality

[330] Song *et al*., 2010b

تصادفی[۳۳۱] از *فعالیت‌های حرکتیِ فردی*[۳۳۲] و میزان دقتِ آن در مورد شعاعِ دَوران، متمرکز می‌شویم. سپس در ادامه، یک مدل دیگر را نیز برای توضیح و رسیدگی به الگوهای مهاجرت ارائه می‌کنیم که می‌تواند با استفاده از اصول و قواعد اولیهٔ علم ریاضی تنظیم شود.

مدلِ مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ فردی، بر پایهٔ مشاهدات تجربی شکل می‌گیرد؛ این مشاهدات حاکی از آنند که تجربهٔ سفر روزانهٔ ما عملاً تحت تأثیر گسترهٔ وسیعی از مسافت‌های کم، مدت زمان‌های انتظار کوتاه و همچنین مکان‌هایی است که مکرراً از آن‌ها بازدید می‌شود، در حالی که احتمال وقوعِ یک سفرِ طویل و بازه‌های زمانی طولانی مدت میانِ دو نقطهٔ متعاقب بسیار نادر است (González *et al*., 2008). از نظر ریاضی، توزیع احتمالِ مدت زمانِ سفر ($P(\Delta t)$)، به‌صورتِ یک توزیع دُم‌کُلفت فرمول‌بندی می‌شود: $P(\Delta t)\sim|\Delta t|^{-1-\beta}$ که در آن $0 \leq \beta \leq 1$ می‌باشد. این فرمول، در قالبی از یک تابعِ ریاضی به ما نشان می‌دهد که دوره‌های زمانی کوتاه مدت به هنگام سفر در بین دو نقطه، بسیار محتمل‌تر از انواع بلندمدت است. *توزیع اندازهٔ پرش*[۳۳۳] که آمار و ارقام مربوط به طولِ سفر- این طول از فاصلهٔ میان برج‌های مخابراتیِ بازدیدشده به دست می‌آید- را نشان می‌دهد نیز دارای شکل مشابه و به توانِ α است (بجای β در فرمول قبلی). ممکن است تا شخصی بخواهد مدلی را بر پایهٔ این دو یافته، که منجر به یک مدل *ولگشتِ زمانِ پیوسته*[۳۳۴] می‌شود، طراحی کند (Brockmann *et al*., 2006)، اما همان‌طور که *سونگ و همکاران*[۳۳۵] (۲۰۱۰a) اثبات کرده‌اند، این مدل تمامیِ جوانب فعالیت‌های حرکتی انسان را شامل نمی‌شود و ناقص است.

علاوه بر به‌کارگیری قوانینِ مقیاس‌بندی برای گردآوری و گزینشِ مدت زمان سفر و اندازهٔ پرش، دو مکانیسم کلی نیز بایستی به‌مانندِ آنچه که به‌صورت شماتیک در شکل ۵ نشان داده شده است، لحاظ شود. مکانیسم نخست، *اکتشاف*[۳۳۶] نام دارد. [در این حالت] پس از مدت زمان Δt، شخص به یک موقعیت قبلیِ نامعلوم و بازدیدنشده نقل مکان می‌کند. هم

---

[۳۳۱] مدل‌های تصادفی (Stochastic models) در ابتدا در علم فیزیک و برای توصیف پدیده‌هایی که حالت‌شان در طی زمان تغییر می‌کرد، مطرح شدند. مدلی که برای یک سیستمِ تصادفی طراحی می‌شود، بایستی دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی را در برگیرد تا بتواند پدیدهٔ تصادفی مورد نظر را در سازگاریِ کامل با تغییرات زمانیِ ممکن‌الوقوع توصیف نماید [مترجمان].

[332] Individual mobility

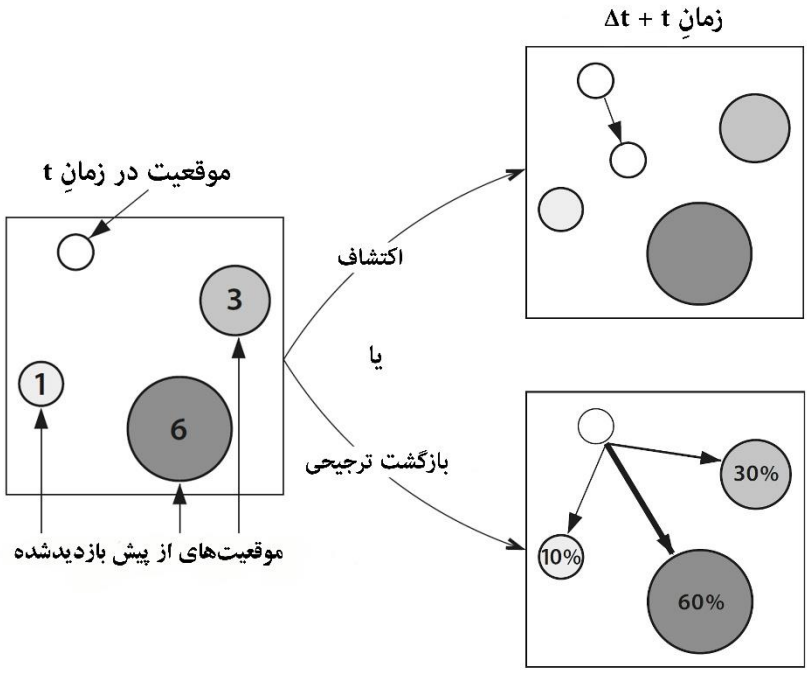
[333] Jump-size distribution

[۳۳۴] ولگشتِ زمانِ پیوسته (Continuous-time random-walk) و به اختصار CTRW، فرآیندی است که در آن خواص به گونه‌ای تغییر می‌کنند که عملِ قدم زدن و بازگشت، تنها به سمت محلِ مرکزی متمایل می‌شود. در این فرآیند هرچه فاصله از این مرکز بیشتر شود، شدتِ تمایل نیز بیشتر خواهد بود. همچنین در آن، توزیعِ طول پرش و زمان انتظارِ بین پرش‌ها به‌صورت دلخواه می‌باشد [مترجمان].

[335] Song *et al*., 2010a

[336] Exploration

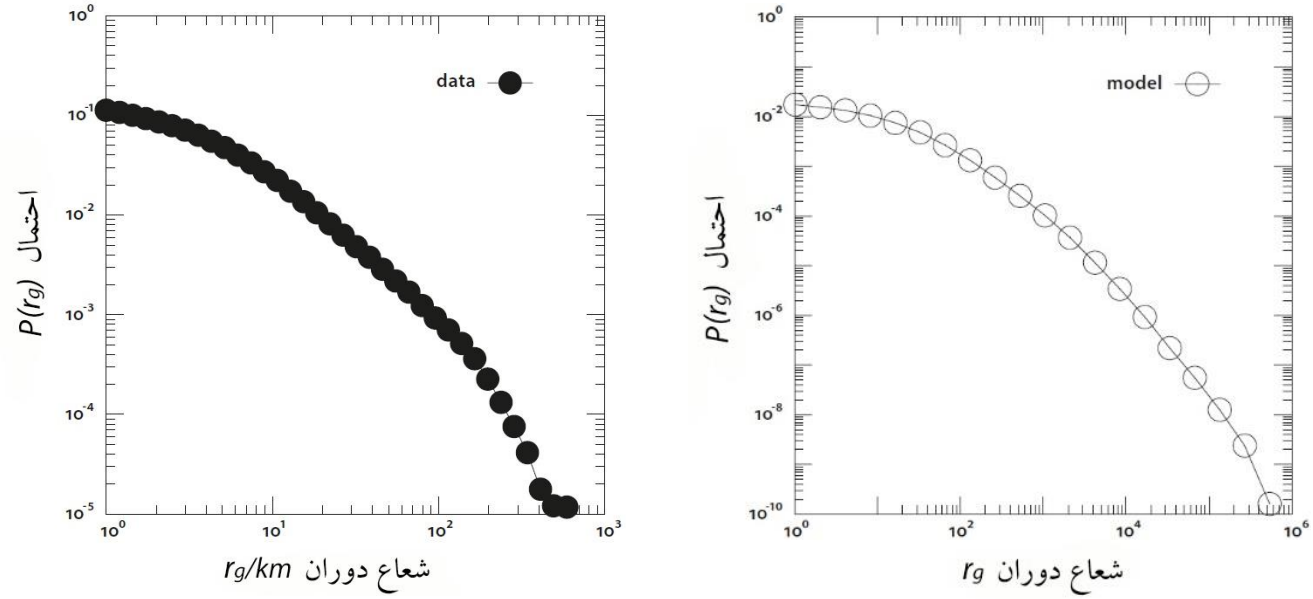
مدت زمان سفر و هم اندازهٔ پرش، با توجه به یک توزیعِ دُم‌کلفت که به‌صورت تجربی تأیید شده است، به دست می‌آیند. احتمالِ رخداد این مکانیسم برابر است با: $P_{exploration} = \varrho N^{-\gamma}$ که در آن، N نشان‌دهندهٔ تعداد موقعیت‌هایی است که پیشتر مورد بازدید قرار گرفته‌اند. این فرمول نشان می‌دهد که اگر یک شخص، از قبل در تعداد زیادی موقعیتِ مختلف بوده باشد، شانس کشفِ یک موقعیت جدید کاهش می‌یابد. پارامترهای $\varrho\epsilon(0,1]$ و $\gamma \geq 0$ می‌توانند از طریق داده‌ها تعیین شوند. همچنین احتمال بازگشتِ این شخص به یک موقعیتِ بازدیدشده، از طریقِ $1\text{-}P_{exploration}$ محاسبه می‌شود. نتیجه‌ای که از وابستگیِ تابعیِ $P_{exploration}$ حاصل می‌شود، حاکی از این است که یک شخص از میان موقعیت‌های بازدیدشده، مایل به بازگشت به موقعیتی خواهد بود که آن را از قبل بشناسد. همچنین، موقعیتی که شخص بدان باز می‌گردد، از میانِ آن دسته از مجموعه موقعیت‌های بازدید شده‌ای انتخاب می‌شود که احتمال بازدیدشان با فراوانی بازدیدشان در تناسب باشد؛ این بدین معناست که مکان‌های دارای درصد بازدید بیشتر (فراوانی بالاتر)، شانس بازگشت و بازدید مجدد بیشتری دارند. این موضوع موجبِ ابداع مفهوم جدیدی به نام *بازگشت ترجیحی*[۳۳۷] می‌شود.



شکل ۵. طرح شماتیک از مدلِ مربوط به فعالیت‌های حرکتی فردی: بخش سمتِ چپ که نحوهٔ چینشِ عوامل را در زمانِ t نشان می‌دهد، شامل موقعیتِ حال حاضر شخص (دایره سفید رنگ) و همین‌طور موقعیت‌های از پیش بازدیدشده می‌باشد (در اینجا N=4 می‌باشد که موقعیت حال حاضرِ شخص را نیز شامل می‌شود). سایز هر یک از موقعیت‌ها (حلقه‌ها)، متناسب با فراوانی بازدیدشان می‌باشد. در زمانِ $\Delta t+t$ (که در آن، Δt از یک توزیع دُم‌کلفت به‌دست آمده است)، کاربر هم می‌تواند به تبع $P_{exploration}$، از موقعیت حال حاضرش به یک موقعیت جدید برود که مسافت این نقل مکان نیز مبتنی بر یک توزیع دُم‌کلفت خواهد بود (اکتشاف؛ سمت راست بالا) و هم می‌تواند به تبع $1\text{-}P_{exploration}$، به یک موقعیت از پیش بازدیدشده بازگردد که احتمالِ این بازگشت برابر با فراوانی بازدیدهای قبلی‌اش از این مکان خواهد بود (بازگشت ترجیحی؛ سمت راست پائین).

[337] Preferential return

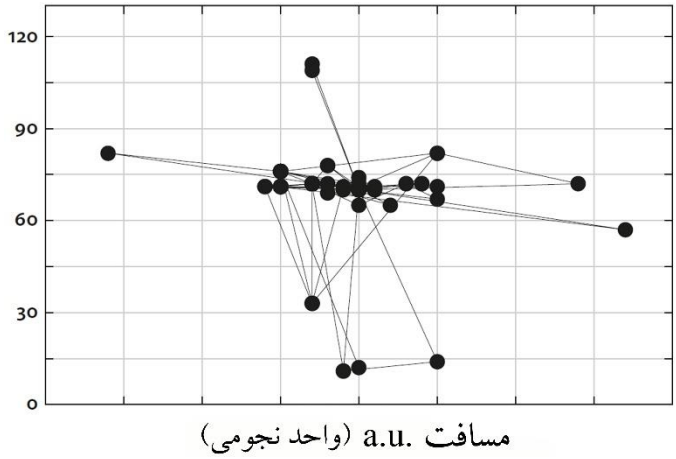
اعتبار این مدل می‌تواند از طریق شعاعِ دَوران (که پیشتر در موردش بحث شد، معادلهٔ شماره ۱) آزموده شود. در ادامه، نتایج در قالبی از شکل ۶ به صورت تصویری ارائه می‌شوند. بخش سمت چپِ شکل مذکور، داده‌ها و بخش سمتِ راست آن نیز پیش‌بینی‌های حاصل‌شده از مدل را نمایش می‌دهد. شکل منحنی‌ها و همین‌طور *توان‌های مقیاس‌بندی*[۳۳۸] به خوبی بر هم منطبق بوده و هم‌خوانی دارند و لذا فرضیهٔ مدل پیشنهادی را تصدیق می‌کنند.

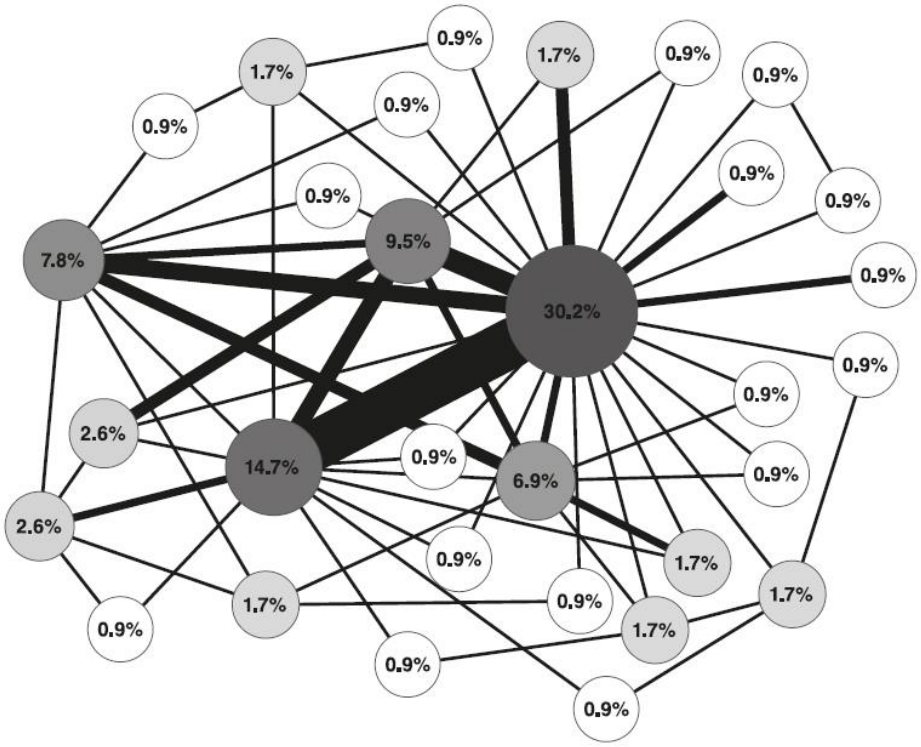


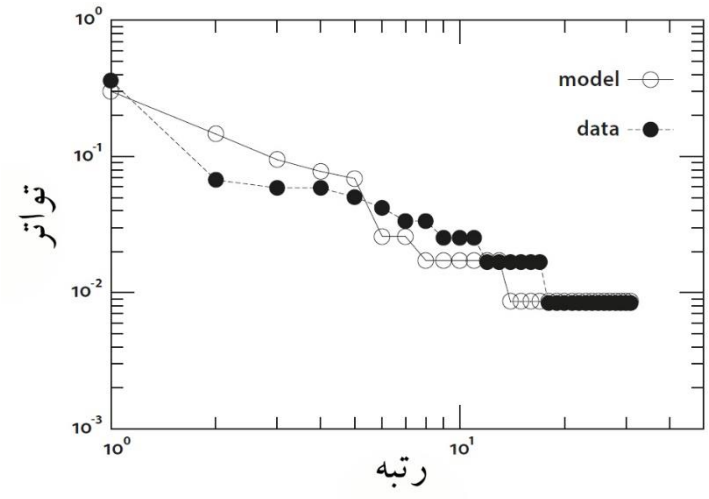
شکل ۶. *سمتِ چپ:* توزیع نرمال احتمالِ شعاع دَورانِ به‌دست آمده از داده‌های تلفن همراه (طولِ مدت زمان مشاهدات: ۱۰۰۰ ساعت)؛ *سمتِ راست:* مدل مربوط به فعالیت‌های حرکتی فردی (بر اساسِ واحدهای فضاییِ تصادفی و دلخواه). این شکل بازتولیدی است از روی تصویرِ (a) 4 و (c) 4 متعلق به Song *et al.*, 2010.

شکل ۷، با نمایش یک کاربر که توسط مدلِ مذکور ارزیابی و پیش‌بینی شده است ($\alpha = \beta = 0.6, \gamma = 0.2, \varrho = 0.4$)، انطباق و هم‌خوانیِ میان مدلِ فعالیت‌های حرکتیِ فردی و داده‌های موجود را به خوبی نشان می‌دهد. به هنگام مقایسهٔ شکل ۷ با شکل ۱ و همچنین وارسیِ مشاهدات بصریِ خط سیرها و شبکهٔ مربوط به فعالیت‌های حرکتی، می‌توان به وضوح شاهد مجموعه‌ای مشابه از ویژگی‌های فعالیت‌های حرکتی در این دو شکل بود. همچنین در طرحِ زیف (قسمتِ پائین شکل ۷)، می‌توان به‌وضوح تطابق و هم‌خوانیِ کمّی موجود را مشاهده نمود؛ در این قسمت از شکل، هم نتایجِ مربوط به داده‌های تجربی و هم نتایج مربوط به مدل مذکور به نمایش گذاشته شده است.

[338] Scaling exponents







شکل ۷. *بالا:* این قسمت از شکل، خطِ سیرهای پیش‌بینی‌شده توسط مدل مربوط به فعالیت‌های حرکتی فردی را نشان می‌دهد ($\alpha = \beta = 0.6, \gamma = 0.2, \varrho = 0.4$). رفتارِ کاربرِ نمونه در این مدل، شباهت بسیار زیادی به رفتار بروز داده شده توسط کاربرِ نمونه در شکل ۱ دارد؛ در این مدل، کاربرِ مورد نظر مجموع ۱۱۶ بار تماس تلفنی برقرار نموده است و در طول برقراریِ این تماس‌ها، از تعداد ۳۱ موقعیت بازدید کرده است. *وسط:* این قسمت از شکل، شبکهٔ متعلق به فعالیت‌های حرکتی کاربر مورد نظر را نشان می‌دهد؛ طرح‌بندی این مورد همانندِ طرح‌بندیِ شکل ۱ می‌باشد. *پائین:* این قسمت از شکل، رتبهٔ موقعیت در مقابلِ فراوانی بازدید را نشان می‌دهد (طرحِ زیف)؛ در اینجا، داده‌های تجربیِ شکل ۱ به صورتِ نقاط توپُر، در کنار داده‌های مدلِ مذکور (با هدفِ مقایسه) قرار داده شده است.

علاوه بر نتایج فوق، مدلِ مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ فردی، فرصت‌های دیگری را نیز فراهم می‌کند؛ از این قبیل می‌توان به امکان یافتنِ یک کاربر با تعداد موقعیت‌های بازدیدشدهٔ دلخواه و یا همین‌طور تعیین میزان رشدِ بسیار آهستهٔ شعاعِ دوران در طول زمان اشاره نمود. در اینجا، مقصود از فرآیند رشدِ بسیار آهستهٔ شعاع دوران، از آنچه برای مرجعِ استاندارد مربوط به مدلِ فرآیند ولگشتِ زمان پیوسته انتظار می‌رود نیز آهسته‌تر است (Brockmann *et al*., 2006؛ برای جزئیات بیشتر رجوع کنید به: Song *et al*., 2010a).

مدلِ جامعِ فعالیت‌های حرکتی

در کنار مدلِ فعالیت‌های حرکتیِ فردی که به خوبی خواصِ مقیاس‌بندیِ مربوط به فعالیت‌های حرکتی انسان را بازتولید می‌کند، می‌توان یک *مدلِ بدون پارامتر*[۳۳۹] را نیز به‌منظور توصیفِ الگوهای حرکت و مهاجرت فرمول‌بندی کرد. این مدل تنها بر تراکم جمعیت متکی است و از این رو، نیازی به اطلاعات از پیش تعیین‌شده، به‌مانند مدت زمان سفر و یا توزیع اندازهٔ پرش ندارد. به دلیل اشتقاق مدلِ مذکور از مفاهیم فیزیکی روبرو، از آن با عنوان *مدلِ تشعشع*[۳۴۰] یاد می‌شود (Simini *et al*., 2012): ذراتی (مسافران) که از یک منبع (موقعیتِ مبدأ سفر) منتشر می‌شوند، می‌توانند با یک درصد احتمال مشخص، توسط محیط (عامل اختتامِ سفر در یکی از موقعیت‌های درونش) جذب شوند. مسافتِ پیموده شده (طولِ سفر)، بستگی به ضخامتِ ماده (تراکم جمعیتیِ موقعیت‌ها) دارد.

بنابراین، هدف مدلِ تشعشع، تخمینِ *شارهای*[۳۴۱] سفر است؛ به بیانی دیگر، هدف آن پیش‌بینیِ تعداد متوسط مسافرانی است که بر اساس واحدِ زمان، میانِ دو موقعیتِ مختلف در یک کشور سفر می‌کنند. در ابتدا، این مدل به ترتیب از دو میزانِ جمعیتِ m_i و n_j، متناظر با دو جفت موقعیتِ i و j تشکیل می‌شود. سپس، با احتساب جمعیتِ کل (s_{ij}) موجود در درونِ محیطی دایره‌ای شکل به شعاعِ r_{ij} و به مرکزیتِ i، جمعیتِ تجمیع‌شده میان دو موقعیتِ i و j را نیز در برمی‌گیرد. این مدل به واسطهٔ فرمول ذیل، متوسط شار (جریان مسافران) $\langle T_{ij} \rangle$ را از موقعیتِ i تا j پیش‌بینی می‌کند:

$$\langle T_{ij} \rangle = T_i \frac{m_i n_j}{(m_i + n_j)(m_i + n_j + s_{ij})} \qquad (۳)$$

---

[۳۳۹] در علم ریاضی، مدل‌های بدونِ پارامتر (Parameter-free models) مدل‌هایی هستند که متغیرهایشان به‌طور دقیق یا محدود از طریق خودِ مدل قابل پیش‌بینی نمی‌باشد و بایستی به‌صورت تجربی یا نظری تخمین زده شوند [مترجمان].

[340] Radiation model

[۳۴۱] شار یا شاریدگی (Flux)، اصطلاحی است که در علم فیزیک کاربردهای فراوان و مختلفی دارد. در اینجا منظور همانا انتقال جرم است (مسافر). شار در اصل به معنای جابه‌جاییِ یک حجم از کمیتی جابه‌جا شونده از یک سطح خاص می‌باشد [مترجمان].

T_i نشان‌دهندهٔ تعداد کلِ افرادی است که از موقعیتِ i شروع به سفر کرده‌اند؛ این مورد به قرارِ ذیل محاسبه می‌شود:

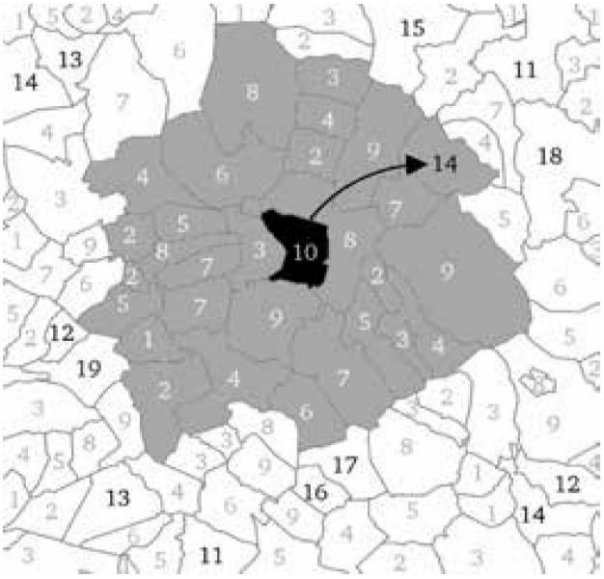
$$T_i = \sum_{i \neq j} T_{ij}$$

همچنین با در نظر گرفتنِ N_c به‌عنوان تعداد کلِ مسافران، می‌توان این مقدار را به روش زیر به‌دست آورد:

$$T_i = m_i N_c \Big/ \sum_i m_i$$

که در آن، $\sum_i m_i$ جمعیت کلِ کشوری است که تحت بررسی می‌باشد.

شکل ۸، یک طرحِ شماتیک از مدلِ تشعشع را ارائه می‌دهد. شرح این طرح بدین قرار است: یک فردِ مستقر در یک محل مشخص، به نزدیک‌ترین محلی که مزایای بهتری را نسبت به محلِ اقامتش عرضه کند، سفر خواهد کرد؛ در این طرح، مزیت هر محل (متناظر با اعداد شکل ۸)، نشانگرِ بالاترین میزانِ امتیازها و منافعی است که توسط امکانات تجاریِ هر محل عرضه می‌شود و تعداد آن‌ها، متناسب با جمعیت هر محل فرض می‌شود. بنابر شکل ۸، می‌تواند پیش‌بینی شود که شخصِ واقع در محل مرکزی (دارای سطحِ مزیت ۱۰، به رنگ سیاه) به محل دارای سطح مزیتِ ۱۴ سفر کند (مشخص‌شده توسط فِلش)، چراکه محل دارای سطح مزیتِ ۱۴ نزدیکترین محلی است که بیشترین امتیاز و منافع را به این شخص ارائه می‌دهد. منطقهٔ خاکستری رنگ، محیط دارای شعاعِ r_{ij} که در فرمول شماره ۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. در این محیط، به استثنای محل دارای سطح مزیتِ ۱۴، الباقیِ محل‌ها امتیاز و منافع کمتری را نسبت به محل مرکزی (محلِ استقرار شخص، بخشِ سیاه رنگ) عرضه می‌کنند.



شکل ۸. طرح شماتیکِ مدلِ تشعشع: اعداد مشهود در هر محل، سطح مزیتِ مربوط به همان محل را نشان می‌دهند؛ این اعداد متناظر با بالاترین میزانِ عرضه‌ای است که در هر محل اعطا می‌شود. به‌گونه‌ای که هرچه عدد بزرگ‌تر باشد، سطح مزیتِ هر محل نیز به همان مقدار بیشتر خواهد بود. در این تصویر، یک مسافر از محلِ مرکزی (به رنگِ سیاه)، به پُرمزیت‌ترین محلِ موجود در مجاورتش سفر می‌کند (فِلش).

بنابر *سیمینی و همکاران*[۳۴۲] (۲۰۱۲)، مدلِ تشعشع، از الباقیِ مدل‌های مختص توصیف الگوهای مهاجرت (مانند *مدل گرانش*[۳۴۳]) برتر است. مدل گرانش، تعداد افرادِ در حال سفر (T_{ij}) از موقعیتِ i به j را از فرمول زیر تعیین می‌کند:

$$T_{ij} = \frac{m_i^{\alpha} n_j^{\beta}}{f_i(r_{ij})} \qquad (۴)$$

در این فرمول، *تابع بازدارندگیِ*[۳۴۴] $f(r_{ij})$، یک قانون توان و یا یک تابع نمایی فرض می‌شود و توان‌های α و β قابل تنظیم هستند. نام این مدل از شباهتی که به قانونِ گرانش نیوتن دارد نشأت می‌گیرد: مهاجرتِ بین دو شهر، همچون نیروی گرانشی است که در آن، اجرام ابژه هستند؛ اما این اجرام در رابطهٔ گرانشیِ میان خودشان، سوژه محسوب می‌شوند. در این مدل، تراکم جمعیتیِ موقعیت‌های مختلف، جایگزین اجرام می‌شود. در نتیجه، میزان تعاملِ (شار) میانِ مکان‌های نزدیک به هم و پُرجمعیت، بیشتر خواهد بود. با این حال، این مدل با محدودیت‌های متعددی از قبیلِ مشتق‌گیریِ غیردقیق، انتخاب ناصحیح تابع بازدارندگی و پارامترهایش، عدم امکان تطبیق پارامترها با داده‌ها، عدم کارایی برای مقادیر جمعیتیِ بالا و نادیده گرفتن ناحیهٔ میان دو موقعیت i و j مواجه است؛ در حالی که تمامیِ این موارد در مدلِ تشعشع لحاظ می‌شود.

به‌طور کلی، مدلِ تشعشع می‌تواند در زمینه‌های مختلفی از قبیلِ مهاجرت‌های بلندمدت و فرآیندهای حمل و نقل محور به‌مانند باربری به کار بسته شود، اما در اینجا، قدرتِ پیش‌گوییِ این مدل به‌هنگام استفاده از داده‌های تلفن همراه مدنظر می‌باشد. کلیتِ شکل ۹، مقایسهٔ بینِ داده‌ها و مدلِ گرانش و همین‌طور مدلِ تشعشع را به نمایش می‌گذارد. قسمت بالایی آن، توزیعِ احتمالِ برقراریِ یک تماس در میان دو موقعیت به فاصلهٔ r از یکدیگر را نشان می‌دهد. مدلِ گرانش به هنگام اِعمال بر روی فواصلِ کوتاه و طولانی دچار خطا می‌شود، در حالی که مدلِ تشعشع بر داده‌ها منطبق‌تر است؛ این روال، به هنگام توزیعِ احتمالِ سفر به سوی موقعیت دارای مقدار جمعیتِ n نیز رخ می‌دهد (بخش وسط شکلِ ۹). در نهایت، بخش زیرینِ شکل ۹، مقدار محاسبهٔ شده (به‌واسطهٔ داده‌ها) و همین‌طور پیش‌بینی شدهٔ شارهای برقرار در میان تمامیِ موقعیت‌ها را به‌صورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد (نقاط خاکستری رنگ). نقاطِ سیاه رنگ، مطابق با تعدادِ متوسط تماس‌های پیش‌بینی‌شده برای هر *دستهٔ آماری*[۳۴۵] است. خطوطِ *نمودار شمعی*[۳۴۶]، نهمین و نود و یکمین صدک را نشان می‌دهند و بازهٔ میان این دو صدک، تمامیِ دسته‌های آماری را پوشش می‌دهد (خط مورب سیاه رنگ).

---

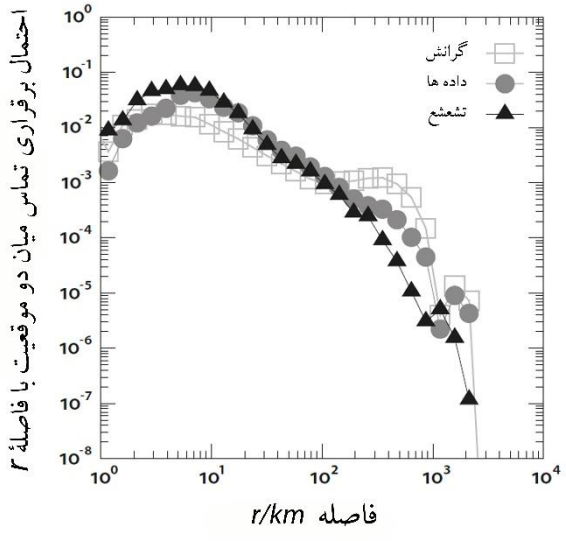
342 Simini *et al*., 2012

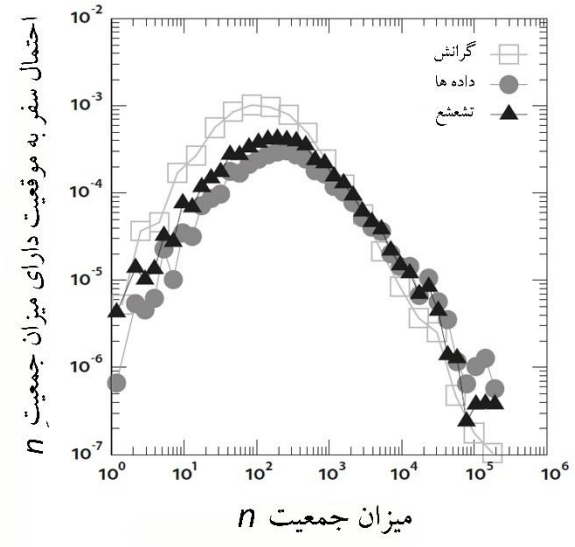
343 Gravity model

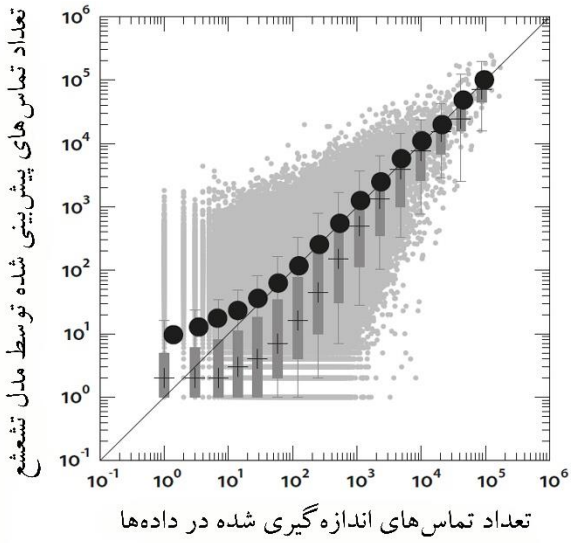
۳۴۴ توابع بازدارندگی (Deterrence functions)، برای پیشگیری مواردی از قبیل هزینه و زمان سفر و غیره استفاده می‌شود [مترجمان].

345 Bin

346 Candlestick chart







شکل ۹. *بالا:* توزیع احتمالِ تماس در فاصلهٔ r. *وسط:* توزیع احتمالِ برقراری تماس با موقعیت دارای میزان جمعیت n. *پائین:* مقایسهٔ شارهای اندازه‌گیری‌شده (حقیقی) و شبیه‌سازی‌شدهٔ برقرار در میان هر جفت موقعیت. داده‌های استفاده شده در این شکل، حاصلِ ۳۸۶۴۹۱۵۳ تماس تلفنیِ برقرار شده توسط ۴۳۳۶۲۱۷ نفر از ساکنین مناطقِ مختلف در طولِ مدت زمانِ ۴ هفته می‌باشد. به‌طور کلی، داده‌های استفاده شده در تهیهٔ این شکل، به‌منظور تعیین تعداد کل تماس‌های برقرار شده در میان هر جفت موقعیت جمع‌آوری شده‌اند. این شکل بازتولیدی است از روی تصاویر 3(g) تا 3(i) متعلق به Simini *et al.*, (2012).

خلاصه‌ای از مطالعهٔ حاضر

ما در این مطالعه نشان دادیم که داده‌های کلان- که در این بخش داده‌های مربوط به تلفن‌های همراه مد نظر بوده است- چگونه می‌توانند در مراتب گوناگون، به منظورِ تجزیه و تحلیلِ فعالیت‌های حرکتیِ انسان مورد استفاده قرار گیرند. ما در ابتدا، مواردی از قبیل قوانینِ مقیاس‌بندی و میزان انتظامِ زندگی روزمره را مورد شناسایی و ارزیابی قرار دادیم و سپس مدل‌های ساده‌ای را ارائه کردیم که توانستند به میزان زیادی یافته‌های تجربی را بازتولید کنند. عمومیتِ قوانین مقیاس‌بندی و همین‌طور قابل اجرا بودن مدل‌های بحث‌شده در این مطالعه، باعث می‌شود تا به میزان زیادی مناسب مطالعهٔ رفتارهای انسان‌ها و همین‌طور زیرساخت‌های شهری بوده و در این مسیر از اهمیت بسزایی برخوردار باشند.

پی‌نوشت

PH acknowledges support of the German Academic Exchange Service (DAAD) via a postdoctoral fellowship.

مآخذ

Albert, Réka, and Albert-László Barabási. 2002. "Statistical Mechanics of Complex Networks," *Reviews of Modern Physics* 74, no. 1 (January): 47–97.

Bagrow, James P., and Yu-Ru Lin. 2012. "Mesoscopic Structure and Social Aspects of Human Mobility," *PLoS ONE* 7, no. 5: e37676.

Bagrow, James P., Dashun Wang, and Albert-László Barabási. 2011. "Collective Response of Human Populations to Large-Scale Emergencies," *PLoS ONE* 6, no. 3: e17680.

Barabási, Albert-László. 2005. "The Origin of Bursts and Heavy Tails in Human Dynamics," *Nature* 435, no. 7039: 207–211.

Blondel, Vincent, Gautier Krings, and Isabelle Thomas. 2010. "Regions and Borders of Mobile Telefony in Belgium and in the Brussels Metropolitan Zone," *Brussels Studies* no. 42 (October 4).

Brockmann, Dirk, Lars Hufnagel, and Theo Geisel. 2006. "The Scaling Laws of Human Travel," *Nature* 439, no. 7075: 462–465.

Eagle, Nathan, and Alex Pentland. 2006. "Reality Mining: Sensing Complex Social Systems," *Personal and Ubiquitous Computing* 10, no. 4 (May): 255–268.

Eagle, Nathan, and Alex Pentland. 2009. "Eigenbehaviors: Identifying Structure in Routine," *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63 (May): 1057–1066.

Expert, Paul, Tim S. Evans, Vincent Blondel, and Renaud Lambiotte. 2011. "Uncovering Space-Independent Communities in Spatial Networks," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, no. 19: 7663–7668.

González, Marta C., and Albert-László Barabási. 2007. "From Data to Models," *Nature Physics* 3, no. 4: 224–225.

González, Marta C., César A. Hidalgo, and Albert-László Barabási. 2008. "Understanding Individual Human Mobility Patterns," *Nature* 453, no. 7196: 779–782.

Lambiotte, Renaud, Vincent Blondel, Cristobald de Kerchove, Etienne Huens, Christophe Prieur, Zbigniew Smoreda, and Paul Van Dooren. 2008. "Geographical Dispersal of Mobile Communication Networks," *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 387, no. 21: 5317–5325.

Lazer, David M. J., Alex Pentland, Lada Adamic, Sinan Aral, Albert-László Barabási, Devon Brewer, Nicholas Christakis, Noshir Contractor, James Fowler, Myron Gutmann, Tony Jebara, Gary King, Michael Macy, Deb Roy, and Marshall Van Alstyne. 2009. "Computational Social Science," *Science* 323, no. 5915: 721–723.

Onnela, Jukka-Pekka, Jari Saramäki, Jörkki Hyvönen, Gábor Szabó, David M. J. Lazer, Kimmo Kaski, János Kertész, and Albert-László Barabási. 2007b. "Structure and Tie Strengths in Mobile Communication Networks," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, no. 18: 7332–7336.

Onnela, Jukka-Pekka, Jari Saramäki, Jörkki Hyvönen, Gábor Szabó, Marcio Argollo de Menezes, Kimmo Kaski, Albert-László Barabási, and János Kertész. 2007a. "Analysis of a Large-Scale Weighted Network of One-to-One Human Communication," *New Journal of Physics* 9, no. 6 (June): article 179.

Simini, Filippo, Marta C. Gonzalez, Amos Maritan, and Albert-László Barabási. 2012. "A Universal Model for Mobility and Migration Patterns," *Nature* 484, no. 7392: 96–100.

Song, Chaoming, Tai Koren, Pu Wang, and Albert-László Barabási. 2010a. "Modelling the Scaling Properties of Human Mobility," *Nature Physics* 6, no. 10: 818–823.

Song, Chaoming, Zehui Qu, Nicholas Blumm, and Albert-László Barabási. 2010b. "Limits of Predictability in Human Mobility," *Science* 327, no. 5968: 1018–1021.

Wang, Dashun, Dino Pedreschi, Chaoming Song, Fosca Giannotti, and Albert-László Barabási. 2011. "Human Mobility, Social Ties, and Link Prediction," in *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, August 21–24, San Diego, CA.* New York: Association of Computing Machinery, 1100–1108.

Zipf, George K. 1946. "The P1 P2/D Hypothesis: On the Intercity Movement of Persons," *American Sociological Review* 11, no. 6 (December): 677–686.

مشاهدهٔ شهر از طریق داده‌ها/مشاهدهٔ داده‌ها از طریق شهر

کائیل گرکو
Kael Greco

در اوایل سال ۲۰۰۷ [میلادی]، گروهی از کاربرانِ نرم‌افزار *گوگل ارث*[۳۴۷] نائل به کشف عجیبی در شهرِ *سَن‌دیگو*[۳۴۸] شدند. *ماژلان‌های صندلی‌نشین*[۳۴۹] با مرور تصاویرِ در دسترس و جدیدِ ماهواره‌ای، متوجه مجموعه ساختمان‌هایی شدند که به هنگامِ نگاه از بالا، شکل غیرقابلِ توضیحی را پدید می‌آوردند؛ این شکل، صلیب شکستهٔ آلمان نازی بود (شکل ۱). این کشف به‌سرعت در فضای مجازی پخش شد و اطلاعاتِ مربوط به آن، به شدت مورد توجه عمده‌ترین رسانه‌های خبری قرار گرفت. کاشف به عمل آمد که این مجموعه، که خیابان‌های اطرافش به‌طور اتفاقی به تقلید از اسامیِ متعلق به جبهه‌های جنگ جهانیِ دوم نام‌گذاری شده بود، فی‌الواقع در سالِ ۱۹۶۷ [میلادی] توسط نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا بنا شده بود. طرحِ پایهٔ این مجموعه که تصویر آن امروزه به‌راحتی از طریقِ شبکهٔ اینترنت برای همگان قابل مشاهده است، موجب بروزِ ایرادات و اعتراضاتِ شدیدِ عمومی گشت و سپس در پی فشارهای سیاسیِ ناشی از آن، مبلغ ۶۰۰۰۰۰ دلار برای بازسازی این مجموعه هزینه شد تا چهرهٔ شنیعِ این معضلِ فیزیکی برطرف شود (Perry, 2007). یک سخنگوی معترض اینچنین گفت: «ما نمی‌خواهیم تا به چیزی نمادین و نفرت‌انگیز همچون صلیب شکستهٔ آلمان نازی وابستگی داشته باشیم». بنابر ادعای نیروی دریایی، فرم و جهت‌گیریِ ساختار این مجموعه کاملاً غیرعمدی و نتیجهٔ سهل‌انگاری در نظارت بر روند طراحی بوده است؛ اما کاملاً روشن است که با صرف نظر از عمدی و یا سهوی بودنِ این موضوع، برنامه‌ریزان و معماران و سازندگانِ این مجموعه، دیدِ از بالا و عمود بر این پروژه را پیش‌بینی نکرده بودند. هرچند که این حادثه در کل بسیار مضحک بود، اما موجب مطرح شدن یک ایدهٔ بسیار قوی شد: راه‌های نوینِ مشاهده، می‌توانند موجب شکل‌گیریِ مجدد ادراک و ارتباطمان با مکان‌ها شوند. در این روند، کمپانی گوگل از طریق پردازش و شکل‌دهیِ

---

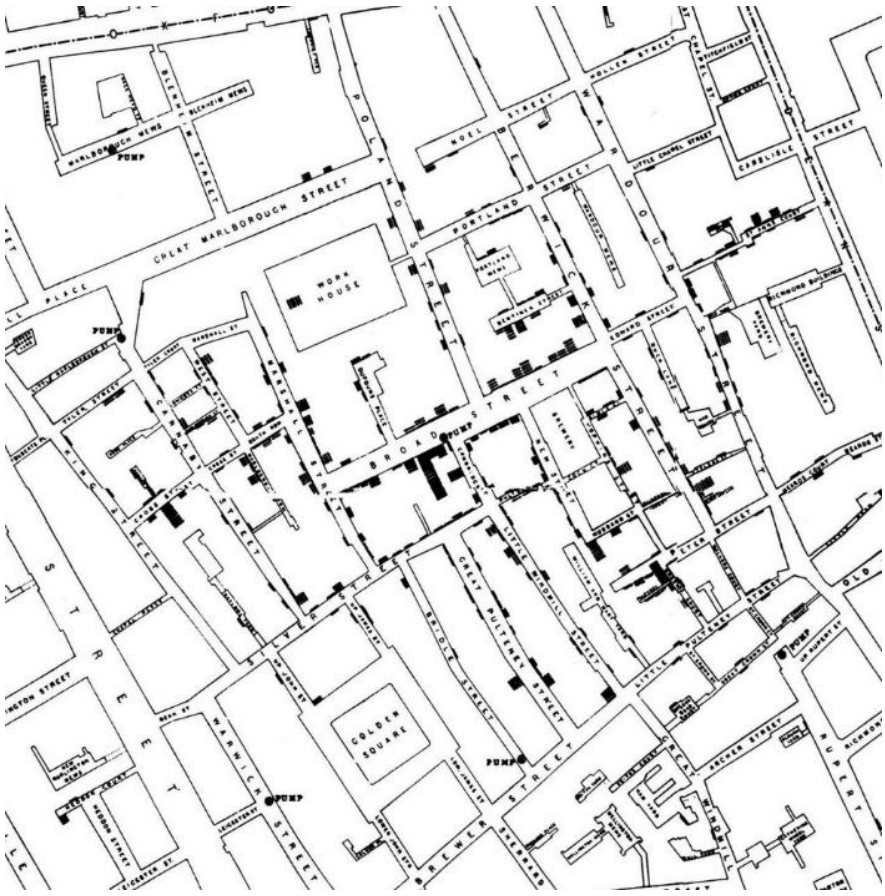
[347] Google Earth
[348] San Diego
[۳۴۹] فردیناند ماژلان (Ferdinand Magellan) پوینده و دریانورد پرتغالی بود که با هدفِ دور زدن کرهٔ زمین، رهبریِ یک ناوگان اکتشافی را عهده‌دار شد. اگرچه خود در میانهٔ سفر درگذشت، گروهی از افراد و ناوگانش توانستند در سال ۱۵۲۲ [میلادی] کرهٔ زمین را با موفقیت دور بزنند و به اروپا بازگردند. لذا در اینجا، تلاشِ نویسنده بر این بوده تا کارمندانی که امروزه در پشت میز نشسته و به راحتی از طریقِ شبکهٔ اینترنت به کشف جهان مشغول هستند را به ماژلان‌های امروزی تشبیه کند که مسبب اکتشافات جدید از طریقِ ادوات رایانه‌ای و تسهیلاتی مانند اینترنت و نه کشتی و دریانوردی می‌شوند [مترجمان].

مجدد داده‌های شهری، سببِ شد تا چشم‌انداز نوینی از شهر ارائه شود- بدین منوال، بزرگ‌ترین صلیب شکستهٔ آلمانِ نازی که با یارانهٔ دولتی بر روی کرهٔ زمین ساخته شده بود، عیان گشت.

شکل ۱. تصویر هوایی از مجتمع ساختمانیِ متعلق به نیروی دریاییِ ایالات متحده آمریکا در نزدیکی شهر سن‌دیگو. مأخذ: سازمان زمین‌شناسیِ ایالات متحده آمریکا، سالِ ۲۰۱۳ [میلادی]، نرم‌افزار گوگل ارث.

البته تمامیِ مجموعه داده‌های شهری، بسان تصاویر ماهواره‌ای دارای ذاتِ بصری نیستند. بسیاری از آن‌ها، نیازمندِ بستری فضایی در مقیاس شهر هستند تا به راحتی تفهیم شده و بتوانند به کار بسته شوند- در واقع، میزانِ تشخص و نفوذ و

تأثیر این داده‌ها، به هنگام مشاهده از طریقِ شهر افزایش می‌یابد. نمونه‌ای بالفعل از این موضوع را- با تشکر فراوان از بدعت‌های *ادوارد تافت*[۳۵۰] در باب تصویرپردازی داده‌ها (۲۰۰۱: ۲۴)- می‌توان به وضوح در *نقشهٔ شیوعِ وبا*[۳۵۱] که توسط *جان اسنو*[۳۵۲] در سالِ ۱۸۵۴ [میلادی] ترسیم شده است، مشاهده نمود (شکل ۲). در اواسطِ قرن نوزدهم [میلادی]، ارتباطِ لاینفکی میانِ پدیدهٔ شهر و مسئلهٔ سلامت برقرار شده بود، چراکه برنامه‌ریزان و نظریه‌پردازان شدیداً می‌کوشیدند تا امراضِ ناشی از تجمع و تراکم بیش از حد جمعیت را از بین ببرند. عمده‌ترین نگرانی در اواسطِ دههٔ ۱۸۵۰ [میلادی]، بیماریِ وبا بود. در آن زمان، *نظریهٔ میکروبیِ بیماری‌ها*[۳۵۳] هنوز توسط جامعهٔ پزشکی پذیرفته نشده بود، اما جان اسنو با نقشه‌نگاریِ موقعیت مکانیِ تلفات ناشی از بیماری وبا در ناحیهٔ *سوهو*[۳۵۴]، توانست تا به‌طور ملموس این ایده را پیش کشد که مرضِ وبا از طریق هوای عفونی منتقل نمی‌شود، بلکه از طریق آب و غذای آلوده سرایت می‌کند.



شکل ۲. نقشهٔ ترسیم-شده توسط دکتر جان اسنو که در آن تلفاتِ ناشی از بیماریِ وبا در سالِ ۱۸۵۴ [میلادی] در میدانِ طلایی لندن به رنگِ سیاه لکه‌گذاری شده است (Golden Square). مأخذ: ویکی‌پدیا.

[350] Edward Tufte (2001: 24)
[351] Cholera outbreak map
[352] John Snow
[353] The germ theory of disease
[354] Soho (London)

سریزِ داده‌ها[۳۵۵] و مشقتِ بُعدچَندی[۳۵۶]

همچون مسائلِ مربوط به فن‌آوری، شیوه‌های تصویرپردازی و نقشه‌نگاری نیز محکوم به پیشرفتِ لایتناهی هستند؛ به گفتهٔ جیمز *کورنر*[۳۵۷]، «نقشه‌نگاری، موجب توسعهٔ پتانسیل‌ها می‌شود؛ این امر، به‌طور مکرر قلمروها را بازتولید می‌کند و هر بار نتایجِ جدید و متفاوتی را به وجود می‌آورد» (213 :1999). هنگامی که این نگرش با تکثیر پارادایمِ داده‌های کلان همراه شود، باعث گسترش باوری سرمست‌کننده و مهیج می‌شود که می‌گوید: همه چیز از طریقِ محاسبات ریاضی می‌تواند توصیف، دستکاری، مدسازی و شبیه‌سازی شود. در عصر داده‌های کلان، حکمرانی از آنِ کمیت است و اضافه شدنِ هر بُعدِ جدید به مباحثِ کمّی، موجبِ تکمیل و تعالیِ امر بازنمایی می‌شود. امروزه «*دربارهٔ صحت و دقت در علم*»[۳۵۸] که حکایتی است اخطاری دربارهٔ جستجوی کمال مطلوب به قلمِ *خورخه لوئیس بورخس*[۳۵۹]، کمابیش مورد غفلت واقع شده است. دیگر جای هیچ‌گونه شک و تردیدی در امکانِ توصیف و شبیه‌سازیِ تمام و کمال جهانمان وجود ندارد- گرچه کمپانی گوگل، حتمی بودن این امکان را تأیید می‌کند، اما نگرانیِ جدید، از بین رفتنِ مرزِ میان واقعیت و پدیدهٔ شبیه‌سازی‌شده است (Beane *et al.*, 2012)؛ لذا ترس ما از این است تا نتوانیم به‌درستی جهانِ فیزیکی را از نمونه‌های تصویرپردازی شده تمییز دهیم.

گرچه اکتشافِ هستی‌شناسانهٔ واقعیت در زمینهٔ فوق‌الذکر، سهل و کمی گستاخانه است، اما در ورای این‌گونه از دستاوردها، مفهومِ ظریفی مستتر شده که دگرباره گفتارِ *بیشتر بیشتر است*[۳۶۰] را تأکید می‌کند- هر داده، دست کم حاوی مقدار اندکی قدرتِ وصفی است. درون‌مایهٔ این پندار عبارت است از اینکه همواره روایت‌های مهم و با ارزشی در گوشه و کنارِ داده‌ها پنهان می‌باشد و در نتیجه، اصلی‌ترین وظیفهٔ تجزیه و تحلیل‌ها و بازنمایی‌ها بایستی آشکارسازیِ این روایت‌ها باشد. به همین خاطر، پیشروی به‌سوی *مطلق‌گراییِ داده‌ای*[۳۶۱] ادامه می‌یابد تا به‌طور آهسته و پیوسته، تمایلی ایجاد شود تا در جاهایی که فقدان معنا محسوس باشد، نسبت به تولید آن اقدام گردد- این امر در نهایت به ما کمک می‌کند تا الگوهای نادرست موجود در داده‌های کلان را بشناسیم و بتوانیم معلومشان کنیم.

---

[355] Data-overload

[۳۵۶] اصطلاح مشقتِ بُعدچَندی (The Curse of Dimensionality) به مسائل صعب‌الفهمِ گوناگونی اطلاق می‌شود که به هنگام تحلیل و ساماندهیِ داده‌ها در فضاهای کثیرالابعاد روی می‌دهند و مشکلاتی را در روندِ شناخت ماهیتِ داده‌ها پدید می‌آوردند [مترجمان].

[357] James Corner

[۳۵۸] "دربارهٔ صحت و دقت در علم" (On Exactitude in Science)، یک داستان کوتاهِ تک پاراگرافی است که در سال ۱۹۴۶ [میلادی] توسط خورخه لوئیس بورخس، در مورد رابطهٔ نقشه و قلمرو نگاشته شده است و به نوعی به علمِ نقشه‌نگاری می‌پردازد [مترجمان].

[359] Jorge Luis Borges

[360] More is more

[361] Data-absolutism

این مسائل چه چیزی را در چهارچوب شهر به ما نشان می‌دهند؟ عمده‌ترین موضوعی که از این مسائل می‌تواند دریافت شود، نیرومندی و در عین حال، دمدمی مزاج و متغیر بودنِ داده‌های شهری است؛ داده‌ها قادرند تا تعداد بی‌شماری از ابعاد را در مقیاس‌های گوناگون فیزیکی و زمانی محصور کنند (همان مشقتِ بُعد چَندی) و لذا، شکاف بزرگی میان روابط ممکن و نتایج عملی و قابل اجرایشان به وجود می‌آید. هم‌اکنون ما بر آنیم تا یک مفهومِ قانع کننده و قابل تصدیق را از درونِ یک وضعیت پیچیده و آشفته بازیابی کنیم؛ به بیانی دیگر، سعی می‌شود تا با تغییر جهت مسیرِ فرآیندهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی و بازنمایی، ضمنِ کسب مقدار مورد نظر، روایی و اعتبار نیز حفظ شود. در ادامهٔ مطلب، نمونهٔ موردی ذیل، نوعِ رویکردِ ما برای دستیابی به این تعادل ظریف را به‌خوبی نشان می‌دهد.

شهر ریاض و چشم‌اندازِ پروژهٔ UTS

تغییرات شتاب‌زدهٔ اقتصادی و جمعیتی در سرتاسر کشور عربستان، چالش‌ها و فرصت‌های تازه‌ای را برای حکومت این کشور ایجاد می‌کند. اصلی‌ترین نگرانی، رشدِ رو به تلاشیِ پایتخت این کشور یعنی شهر ریاض است، جایی که در روندِ توسعهٔ آن، زیرساخت‌های حمل و نقل شهری از قافلهٔ پیشرفت عقب می‌ماند. علاوه بر این، اشباع هرچه بیشترِ ظرفیتِ محدودشدهٔ خیابان‌های این شهر، باعث انفجار ترافیک وسایل نقلیه می‌شود؛ نرخ سفرهای انجام شده توسط اتومبیل‌ها در این شهر در بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۵ [میلادی]، به ازای هر سال ۹ درصد افزایش داشته است.

هدفِ *پروژهٔ UTS*[۳۶۲]، توسعهٔ یک سیستم ترافیک شهریِ نوآورانه و بسیار پویاست تا از این طریق بتوان به چالش‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ شهرِ ریاض رسیدگی شود. بدین منظور، در این پروژه سعی می‌شود تا با استفاده از ردپاهای دیجیتالیِ منتج از زندگی روزمره، گزینهٔ جدیدی در عوضِ سیستم حمل و نقل هوشمند قدیمیِ این شهر توسعه یابد و سپس در همین مسیر، مدل‌های تحلیلی و مداخله‌ای و برنامه‌ریزانهٔ متنوعی از فعالیت‌های حرکتی برای سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان، متخصصان توسعه و همین‌طور شهروندان شهرِ ریاض ایجاد شود.

اساس این پروژه، دارای دو بخش کوتاه‌مدت و بلندمدت است. در کوتاه‌مدت انتظار می‌رود تا این پروژه بتواند عملکرد فعالیت‌های حرکتی انسان را در سرتاسر زیرساخت‌های مربوطه تجزیه و تحلیل کند: همان شناساییِ ناکارآمدی-های پنهان و همچنین نقاطِ قوت موجود در درون سیستم حمل و نقل شهری. همچنین در بخشِ بلندمدت نیز سعی می‌شود تا با رسیدگی به مسائل مهم‌تر، تعدادی سناریوی جایگزین برای معضل کمبود فضای رشد و تخصیصِ خدمات پیش‌بینی شود و به همین ترتیب می‌توان گفت که چشم‌انداز این بخش بیشتر بر توسعهٔ آتیِ شهر ریاض متمرکز می‌باشد.

[362] The UTS project (Urban Traffic System project)

نقطهٔ اوجِ این پروژه، فرمول‌بندیِ یک *مرورگرِ مختصِ داده‌های حرکتی*[۳۶۳] است. این مرورگر در واقع یک پلتفرم به حساب می‌آید که موجبِ تسهیل عملِ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی و بازنماییِ انواعِ مجموعه داده‌های شهری و نیز انواع مقیاس‌های زمانی می‌شود. این ابزار خارج از حیطهٔ تمرکزش که اساساً بر روی فعالیت‌های حرکتی معطوف می‌باشد، هیچ‌گونه دستور کار جامعی را ارائه نمی‌دهد؛ اما انتظار می‌رود تا این ابزار بتواند به ترکیبِ خلاقانهٔ جریان‌های داده‌هایی که معمولاً با هم ناسازگارند کمک کند تا از این طریق، ارتباطات غیرقابلِ درک و مبهمِ سابق آشکار شود.

بسیار مهم است تا پیش از ورودِ عجولانه و بی‌درایت به روش‌های مختلفِ تجزیه و تحلیل و همین‌طور راهبردهای بازنمایی، بکوشیم تا پایه و اساسِ داده‌هایی که پروژهٔ مورد نظر بر آن‌ها متکی است را به‌طور واضح روشن کنیم. ما به‌منظورِ جمع‌آوریِ مجموعِ فعالیت‌های تلفنیِ کشورِ عربستان (در بازهٔ یک ماهه)، کوشیدیم تا با شرکت‌های مخابراتیِ مستقر در این منطقه به شراکت و همکاری بپردازیم. دستگاه‌های تلفن همراه، یکی از قوی‌ترین مکانیسم‌های سنجشِ آنی هستند که امروزه برایمان قابل دسترس می‌باشند؛ امکان دسترسی و استفاده از دستگاه‌های دیجیتالی در هر مکانِ دلخواه، به ما اجازه می‌دهد تا بتوانیم در ابعاد مختلف، ردپاهای پُر وضوحی را از اَعمال بشر ثبت و ضبط کنیم. به‌طور مشخص، درصد تصاحب تلفن همراه در کشور عربستان، بیش از ۱۹۸ درصد است– این رقمِ عجیب حاکی از این است که تعداد مالکیتِ تلفن همراه توسط بسیاری از شهروندان این کشور، بیش از یک عدد است. ما در هر روز توانستیم تا تقریباً تعداد ۱۰۰ میلیون ارتباط برقرارشده توسط بیش از ۱۰۰۰۰ برج مخابراتی را گردآوری کنیم. هر یک از این سوابقِ تلفنی، مواردی از قبیل زمان و طول مدتِ ارتباط، موقعیت تماس‌گیرنده، نوع ارتباط (تلفنی، پیامک، اینترنتی و غیره) و نوع سرویس کاربر (آبونه، پیش‌پرداخت و غیره) را به‌طور دقیق در بر می‌گیرد.

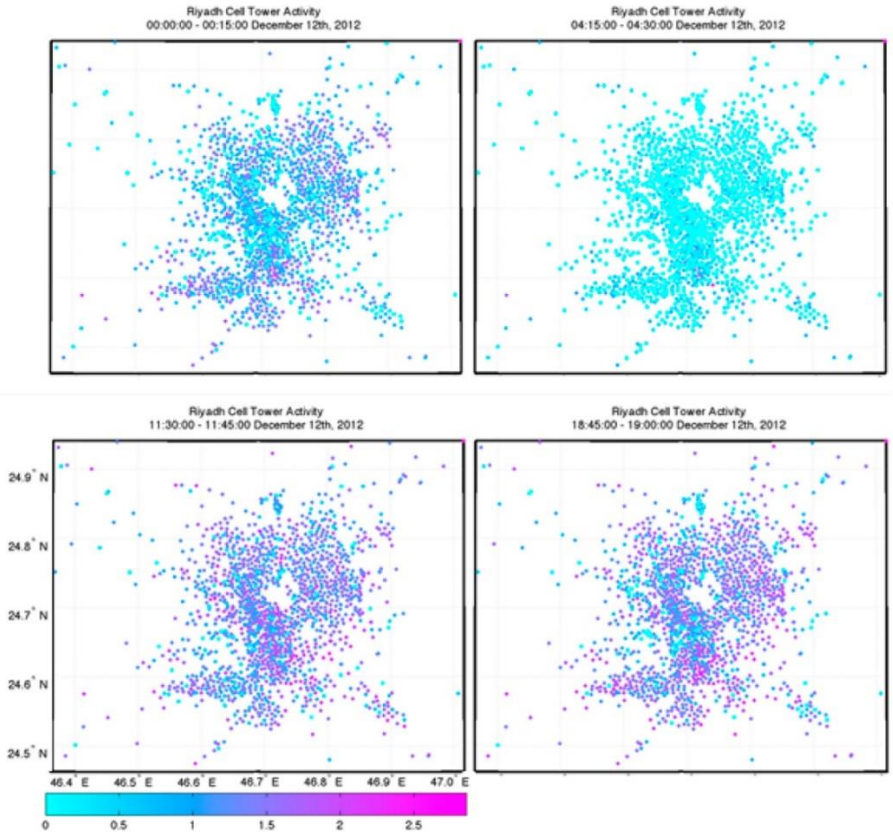
تجزیه- تحلیل و تصویرپردازی: مشاهدهٔ شهر ریاض از طریقِ داده‌ها

روند کار ما با *فضایی‌سازیِ*[۳۶۴] داده‌ها و سپس نمایش وضعیتِ فعالیت در مقیاس‌های مختلفِ زمانی و فیزیکی شروع می‌شود. بخش اولِ شکل ۳، الگوی استفاده از تلفن‌های همراه را در طول یک روز برای شهرِ ریاض و سپس بخش دوم آن نیز همین مورد را برای کلِ کشور عربستان نشان می‌دهد. در این شکل سعی شده تا تمامیِ فعالیت‌هایی که توسط

[363] Mobility data browser

[۳۶۴] فضایی‌سازی اصطلاحی است که به تشخیص مترجمان، معادل واژهٔ لاتین Spatialization در نظر گرفته شده است و مشخصاً به عمل فرم‌دهی و یا تشکیل بُعد فضاییِ فعالیت‌های اجتماعی و مواد و پدیده‌ها یا فرآیندهای مادی در علوم جغرافیا، جامعه‌شناسی، برنامه‌ریزی شهری و مطالعات فرهنگی اطلاق می‌شود [مترجمان].

تلفن‌های همراه در یک بازهٔ زمانیِ پانزده دقیقه‌ای انجام شده است (تعدادِ کل تماس‌های صوتی و پیامک‌ها و *جستار داده‌ها*[۳۶۵])، با استفاده از رنگ‌های مختلف برای هر برج مخابراتی ترسیم شود (از رنگ‌های تیره به رنگ‌های روشن بر پایهٔ یک *مقیاس لگاریتمی*[۳۶۶]). گرچه این *تصاویرِ ایستا*[۳۶۷] موجبِ ارائهٔ یک ادراکِ تصویریِ بسیار قوی از پویاییِ حاکم بر زندگی اجتماعی می‌شوند (همچنین ستون فقرات ارتباطات مخابراتیِ منطقه را نیز به تصویر می‌کشند)، اما در نهایت بجای اینکه در مقام پاسخ ظاهر شوند، پیشنهاداتِ صرف هستند و گام و ریتم حقیقیِ زندگی را به‌درستی لحاظ نمی‌کنند. در همین راستا می‌توان با به پیش راندن و تأکید بر زمینه‌های بیشتر- از قبیل تصاویرِ شهری، فرم زیرساخت‌ها و ابعاد زمانی- به بازنمایی‌های پُرمحتواتر و غنی‌تری از گام و ریتمِ زندگی در سراسر منطقهٔ مورد مطالعه دست یافت.



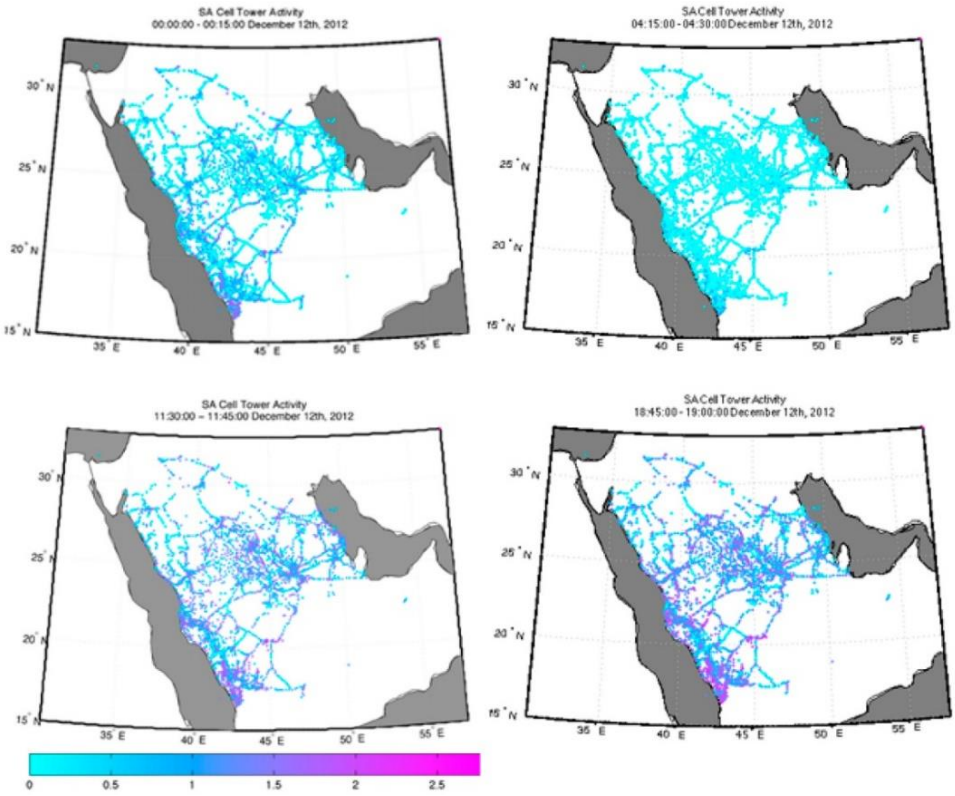
شکل ۳. *بخش اول:* تصاویر لحظه‌ای از الگوی استفاده از تلفن‌های همراه در سرتاسر شهر ریاض.

---

[365] Data Query

[۳۶۶]. مقیاس لگاریتمی (Logarithmic scale) یک مقیاس غیر خطی است که بیشتر بر مرتبهٔ بزرگی (توان‌های پایهٔ ۱۰) متکی می‌باشد و به هنگام رویارویی با طیفی از مقادیر بزرگ استفاده می‌شود. این مقیاس، در تعیین درجهٔ بزرگیِ قدرت زمین‌لرزه، بلندی صدا، شدت نور و PH محلول‌ها کاربرد فراوان دارد [مترجمان].

[367] Static images



شکل ۳. *بخش دوم:* تصاویر لحظه‌ای از الگوی استفاده از تلفن-های همراه در سرتاسر کشور عربستان.

در شکل ۴ سعی شده تا فعالیت‌های مربوط به تلفن‌های همراه، به‌صورت پیکسل‌های مجزا و از طریق سه عامل گرافیکیِ رنگ و شفافیت و ارتفاع (بر پایهٔ مقیاس لگاریتمی) در سرتاسر کلان‌شهر ریاض نشان داده شود. ما در این شکل بر خلاف شکل قبل که در آن برج‌های مخابراتیِ شهرِ ریاض به‌صورت نقاط مجزا لکه‌گذاری شدند، کوشیدیم تا ارتباطات مخابراتیِ رد و بدل شده را به‌صورت یکپارچه در درونِ شبکه‌ای به ابعاد ۱۰۰X۱۰۰ پیکسل به نمایش در آوریم. در این حالت، با استفاده از *فیلترِ هموارسازیِ گاوسی*[۳۶۸] سعی می‌شود تا بر اساسِ فاصلهٔ هر سلول (پیکسل) از برج‌های مخابراتیِ مجاورش و همین‌طور میزانِ فعالیت این برج‌ها، شدتی گرافیکی بدان سلول اختصاص یابد. بُعد زمانیِ فعالیت‌ها نیز به‌طور مشابه و به همین شیوه در شبکهٔ مذکور گنجانده می‌شود؛ همچنین گرچه نمایشِ تصویری و چاپیِ مسائل زمانی ممکن نیست، اما تصویرپردازیِ حاوی آن‌ها، به بازنماییِ طبیعی‌تری می‌انجامد- در واقع، تصویری قوی از شخصیت و سرشت اجتماعی شهر را به دست می‌دهد. ما با ملاک قرار دادن تصویر ماهواره‌ایِ محدودهٔ تحت مطالعه به‌عنوان نقشهٔ پایه، توانستیم تا چگونگیِ تجلیِ ریتم اجتماعی شهر را در درون فرم ساخته‌شده آن ببینیم. صحت‌سنجی و بررسی نهاییِ داده‌هایمان به ما نشان می‌دهد که قبل از مدفون شدنِ هستهٔ مرکزی شهر در زیرِ فوران ترافیکی و گسترشِ شعاع این معضل و پدیدار شدن رخوتِ شهری در ساعاتِ باقی ماندهٔ روز، فعالیت‌های ناچیزی در ساعات سحرگاه صورت می‌گیرد.

---

[۳۶۸] هموارسازی یا محوسازیِ گاوسی (Gaussian blur or smoothing filter) یکی از پُرکاربردترین فیلترهای گرافیکی است که در نرم-افزارهایی همچون فتوشاپ به‌منظور کاهش اختلالات بصری و جزئیات صیقل‌نخورده مورد استفاده قرار می‌گیرد [مترجمان].

همچنین می‌توان دید که میزان فعالیت در مراکز فرعی و حاشیه‌ای بسیار ناچیز است و متقابلاً وابسته به تراکم ساختمانی می‌باشد و خودِ این مراکز نیز به وسیلهٔ شبکه خیابان‌ها بخش شده‌اند.

شکل ۴. فعالیت تلفن‌های همراه در سراسر جغرافیای شهرِ ریاض. در این شکل، دو عامل رنگ و ارتفاع، حجم کل فعالیت‌های تلفنیِ انجام شده در یک بازهٔ زمانیِ پانزده دقیقه‌ای را نشان می‌دهند. تصویرپردازی: کائیل گرِکو، آزمایشگاهِ SENSEable City، سالِ ۲۰۱۳ میلادی.

از سویی دیگر، تغییر مداوم وضعیتِ فعالیت‌های شهر ریاض، نشانه‌ای است که بر غنای بُعد زمانیِ ارتباطات این شهر صحه می‌گذارد. به هنگام مشاهدهٔ نوساناتِ موجود در وضعیت فعالیت‌های شهر ریاض، می‌توان متوجه یک ویژگیِ منحصر به فرد شد: هیچ حیات و تحرکی در شهرِ ریاض در ساعاتِ قبل از ظهر مشهود نمی‌باشد و سپس در حوالیِ ساعت ۶:۱۵ بعد از ظهر، شدتِ فعالیت‌ها و جنب و جوش این شهر به اوج می‌رسد. ما می‌توانیم با اتخاذ نگاهی موشکافانه و از طریق مقاطع زمانی فعالیت‌ها، حدود مناطق را (از نظرِ عملکردی) به‌درستی تشخیص داده و سپس آن‌ها را به‌صورت مجزا تحدید و تفکیک کنیم: محلاتِ مسکونیِ واقع در ناحیهٔ جنوب‌غربی و شمال‌شرقیِ مرکز شهر، پیش از باقیِ نقاط شهر فعال می‌شوند و در طولِ روز، قوی‌ترین *نوسانات میان ساعتی*[۳۶۹] را تجربه می‌کنند. در نهایت، می‌توان در طول روز شاهد برخی *ناپیوستگی‌های نامعمول*[۳۷۰] بود- انگار که ناگهان در فواصل زمانیِ نامتداول و غیرعادی، قریب به تمامِ حجم ترافیک‌های تلفنی شهر ریاض نصف می‌شود (متعاقباً به این پدیده اشاره خواهد شد).

[369] Interhour fluctuations
[370] Peculiar discontinuities

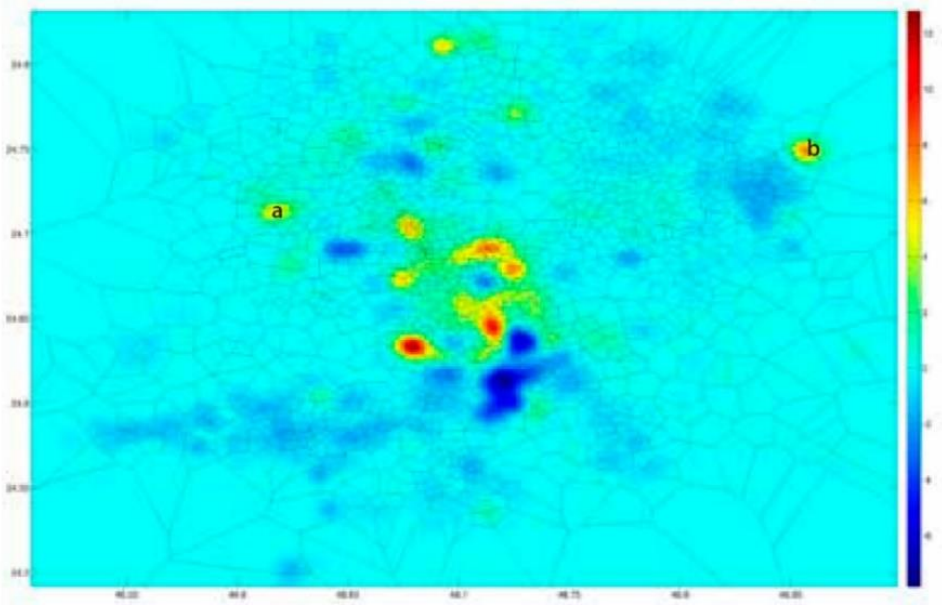
استنتاج موقعیت‌های مسکونی و کاری

ما می‌توانیم از طریق گسترش مقاطع زمانی، تغییرات روزانه و شبانهٔ گسترده‌تری را ثبت نموده و بدین ترتیب در سراسر شهر ریاض، محلات مسکونی را از محلات کاری تفکیک کنیم- این مورد می‌تواند *پیش‌ماده‌ای روش‌شناختی*[۳۷۱] برای استنتاج و تشخیص کاربری‌های زمین باشد. ما موقعیتِ خانه‌ها (کاربری مسکونی) را از طریق موقعیت پُرکارترین برج‌های مخابراتی در ساعات شبانهٔ روزهای کاریِ هفته، و همین‌طور موقعیتِ محلات کاری را نیز از طریق موقعیت همین برج‌ها ولی در ساعات روزانهٔ روزهای کاریِ هفته تعیین می‌کنیم. در این فرآیند سعی می‌شود تا ابتدا کاربرانی که بیشترین میزان تماس‌های شبانه (۶۰ درصد) را در بین ساعت ۱۰ شب تا ۶ صبح و همین‌طور بیشترین تماس‌های روزانه را در بین ساعت ۹ صبح تا ۳ ظهر برقرار نموده‌اند پالایش شوند و سپس این دو بخش از یکدیگر تفکیک گردند.

این فرآیند تقریباً باعث جمع‌آوریِ ۲ میلیون تماسِ برقرارشده از محلات کاری و همچنین از محلات مسکونی در طول روزهای کاریِ هفته می‌شود (مجموع ۴ میلیون تماس)؛ اما پرسش اصلی چیز دیگری است: ما چگونه می‌توانیم این موارد را به کار ببندیم؟ آیا ترکیب تک‌تکِ تماس‌های برقرارشده از محلات کاری و مسکونی می‌تواند چیز جدیدی را در موردِ ساختار عملکردی شهر به ما نشان دهد؟ البته پس از ترکیب، هر کدام از این جفت‌ها (یک تماس از موقعیت کاری و یک تماس از موقعیت مسکونی) باعث می‌شوند تا به‌واسطهٔ طبیعتشان، نقاط شروع و پایانِ یک سفر مشخص گردد و گامی اساسی در راستای درک و فهمِ تقاضای سفر برداشته شود؛ اما علی‌رغم این مسئله، آیا می‌توان چیز منحصر به فرد و نوینی را از درون این داده‌ها استخراج نمود؟

ما در ابتدا، تک‌تکِ موقعیت‌های مربوط به محلات کاری و مسکونی را در سرتاسر شهر ریاض جمع‌آوری کردیم و نتایج حاصله را به‌صورت جغرافیایی در قالبی از دو نقشهٔ متفاوت به تصویر کشیدیم. پس از آن، ما سعی کردیم تا با ایجاد نقشه‌ای دیگر، موقعیت‌های متمایز را برجسته‌تر کنیم و بدین منوال، محلات کاری را از محلات مسکونی تفکیک نماییم (شکل ۵). این نقشه سبب می‌شود تا حد و مرزِ میان تمامیِ محلات کاری و محلات مسکونی مشخص شود و همچنین تعدادی از خوشه‌های کاریِ تک‌هسته‌ای به نمایش درآید که از منطقِ فضایی حاکم بر کلیت شهر پیروی می‌کنند. همچنین در نواحیِ پیرامونی می‌توان شاهد دو دانشگاه بود که همچون دو نمونه از محلات کاری به فعالیت می‌پردازند. نهایتاً می‌توان توده‌های مسکونیِ زیادی را در نواحیِ جنوبی و شرقیِ شهر ریاض مشاهده نمود که در سرتاسر این دو ناحیه پراکنده شده‌اند. البته شایان ذکر است که یافته‌های مذکور، کاملاً با نتایج حاصل‌شده از سیستم نقشه‌یاب گوگل و همین‌طور مصاحبه با مردم محلی هم‌خوانی داشته و یکسان می‌باشد.

[371] Methodological precursor



شکل ۵. نقشهٔ تفکیکِ محلات کاری و محلات مسکونی از یکدیگر؛ a) دانشگاه ملک سعود؛ b) دانشگاه علوم بهداشتی ملک سعود بن عبد العزیز.

کشف انجمن‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتی

تصویرپردازیِ موقعیت محلات کاری و مسکونی در بخش پیشین، به‌نحوی باعث روشن شدن منطق حاکم بر نحوهٔ سازماندهی شهر می‌شود. آیا تجزیه و تحلیلِ تجربی می‌تواند صحت خوشه‌بندی‌های منطقه‌ایِ نقشه‌های پیشین را تأیید کند؟ و اگر اینچنین باشد، ما چگونه می‌توانیم پیامدهای ناشی از ساختارهای اصلیِ انجمن‌ها (به نظریهٔ گراف‌ها رجوع شود) را به‌صورت تصویری مورد اکتشاف قرار دهیم؟ ما می‌توانیم شبکهٔ متشکل از مجموع سفرهای مربوط به محلاتِ کاری و مسکونی را به‌عنوان شبکهٔ دسترسی فرض نماییم و سپس با اعمالِ یک *الگوریتمِ مرزبندیِ منطقه‌ای*[۳۷۲]، این شبکه را خُرد کرده و به *زیرانجمن‌هایش*[۳۷۳] تجزیه کنیم.

این فرآیند با تولید شبکه‌ای متشکل از موقعیت برج‌های مخابراتیِ متصل به هم (در سرتاسر شهر) آغاز می‌شود که در آن، هر *یالِ جهت‌دارِ وزن‌دار*[۳۷۴] میان دو گره، مجموعِ سفرهای انجام‌شده در بین این دو گره را نمایندگی می‌کند. سپس الگوریتم مذکور می‌کوشد تا با استفاده از یک *طرحِ بهینه‌سازی پیمانگی*[۳۷۵]، *زیرشبکه‌ها*[۳۷۶] را به‌گونه‌ای خوشه‌بندی نماید

[372] Regional delineation algorithm
[373] Subcommunity
[374] Weighted directed edge
[۳۷۵] معادل لاتینِ این اصطلاح، Modularity optimization scheme می‌باشد؛ مدولاریتی، ماژولاریتی، یا پیمانگی (Modularity) سنجه است که در نظریهٔ گراف‌ها، برای محاسبهٔ ساختار شبکه‌ها و کیفیت تقسیم نقاط یا همان گره‌ها به انجمن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبکه‌هایی که دارای پیمانگیِ بالا هستند، ارتباطات بینِ گره‌هایشان متراکم‌تر و شدیدتر است. پیمانگی اغلب در روش‌های بهینه‌سازی به‌منظورِ کشف و تشخیص ساختار انجمن‌های موجود در شبکه‌ها استفاده می‌شود [مترجمان].
[376] Subnetworks

تا ازهم‌گسیختگیِ یال‌های داخلی‌شان به حداقل برسد. هر یک از زیر انجمن‌های به‌دست آمده، ناحیه‌ای را نمایندگی می‌کند که در آن تعداد زیادی از افراد، ساکن بوده و مشغول به کار هستند. ما در مجموع، تعدادِ ۱۷ انجمنِ مجزا را در شهر ریاض شناسایی کردیم.

با روی هم قرار دادنِ نتایج و ساختارِ جغرافیاییِ شهر ریاض، تعدادی روابطِ جالب آشکار می‌شود: هر خوشه (انجمن) به طرز قابل توجهی با شریان‌های اصلیِ شهر در ارتباط است. به نظر می‌رسد که انجمن‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتی، به‌شدت به خیابان‌های موجود در شبکهٔ دسترسیِ شهر متکی هستند که همین موضوع نیز بر وابستگیِ کلیتِ شهر به شبکهٔ بزرگراه‌های شهری صحه می‌گذارد. این نتایج از یک نظریهٔ متعارف پشتیبانی می‌کند که می‌گوید: خیابان‌های پُر رفت و آمد و شلوغ (در انواع مراتب)، ابزارهایی برای تفکیک و کنترل محسوب می‌شوند و یا با نگاهی خوش‌بینانه‌تر، خیابان‌های خوب محلات خوب را می‌سازند.

از ریتم اجتماعی تا جهت‌یابی سفر

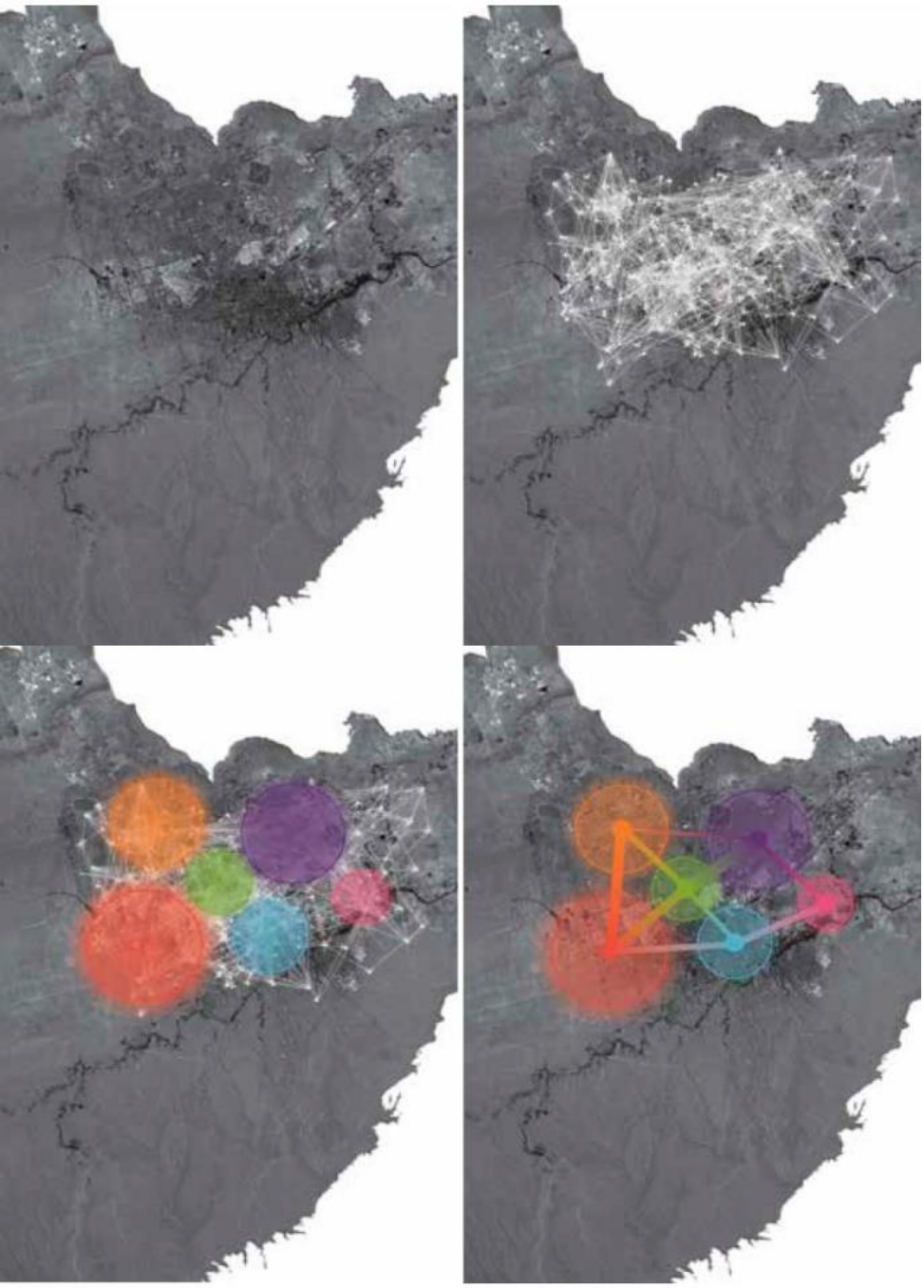
سوابق داده‌های تلفنی قادرند تا حکایت‌هایی را به‌طور زنده از فعالیت‌های ساکنین شهر بازگو کنند. از دیدگاهِ برنامه‌ریزی، یکی از پُرمعناترین حکایت‌هایی که می‌توانیم بدان دست یابیم، الگوهای مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ فردی است که تجمعشان در سطحِ کلان، سبب مطرح شدنِ یکی از حیاتی‌ترین مؤلفه‌های تجزیه و تحلیلِ شهری می‌شود: *ماتریس‌های مبدأ_مقصد*[۳۷۷]. تشکیل ماتریس‌های مبدأ_ مقصد، عامل مهمی برای بهینه‌سازیِ شبکهٔ حمل و نقل به شمار می‌رود- نه تنها برای ارزیابیِ لحظه به لحظهٔ محدودیت‌های ظرفیتیِ شبکه، بلکه به‌منظور پیش‌بینیِ نیازهای آتی آن. این ماتریس‌ها معمولاً از طریق آماربرداری‌های طاقت‌فرسا به دست می‌آیند که از هر پنج الی ده سال یکبار تکرار می‌گردد. فرآیند تشکیلِ این ماتریس‌ها به‌شدت زمان‌بر و هزینهٔ آن بسیار گزاف است و پس از تکمیل شدن، فقط تصویری ابتدایی و ناقص را از تقاضاهای سفر ارائه می‌دهند.

در حالی که برخی از افراد برای رفع این نواقص، کارگذاری و نصبِ شبکه‌هایی جامع و کامل از حسگرها را پیشنهاد کرده‌اند، رویکرد ما بر آن است تا تنها یک گونهٔ خاص از ادواتِ حسگرپردازی را به سرتاسرِ محیط‌های شهری بسط دهد: این مورد چیزی نیست جز دستگاه‌های تلفن همراه. فعالیت‌هایی که یک کاربر توسط تلفن همراهش انجام می‌دهد،

---

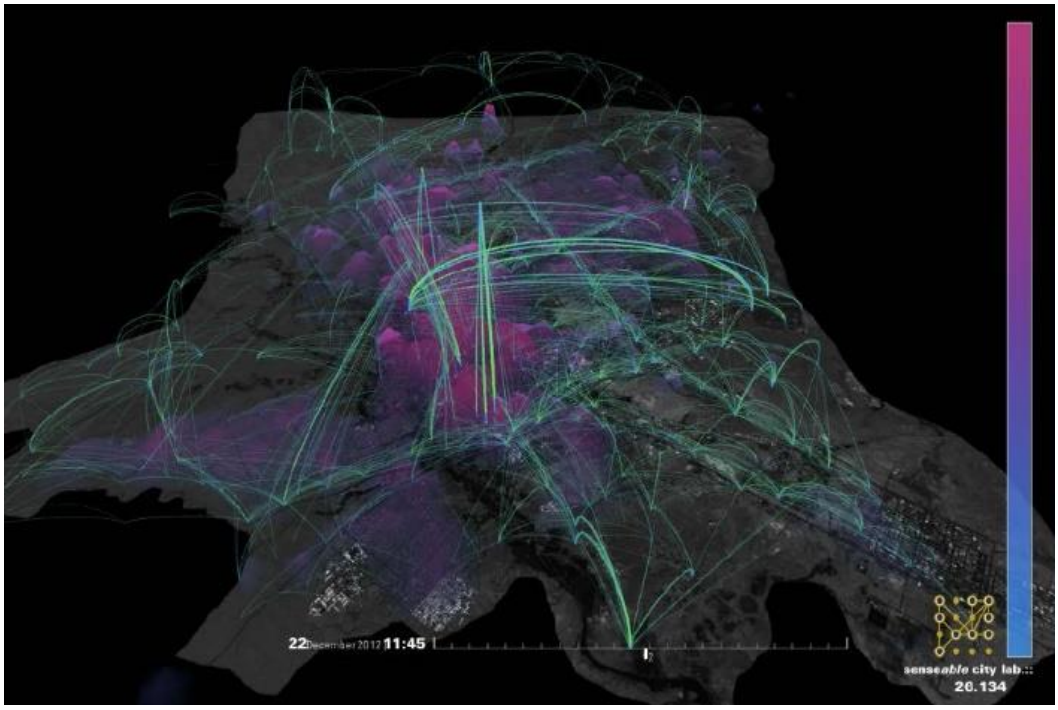
[۳۷۷] یکی از دستاوردهای مهم و با ارزشِ عمل آمارگیری که با صرف وقت و هزینهٔ بسیار، پس از جمع‌آوریِ اطلاعات سفر و تحلیل آن‌ها به دست می‌آید، ماتریس‌های مبدأ_مقصد (Origin-destination matrices) است. این ماتریس‌ها معمولاً مربعی بوده و سطر و ستونشان به تعداد نواحیِ منطقهٔ مورد مطالعه می‌باشد و پس از تشکیل، تعداد سفر از هر ناحیه مانند i به هر ناحیه مانند j را به دقت تعیین می‌کنند [مترجمان].

دنباله‌ای را از موقعیت برج‌های مخابراتی به وجود می‌آورد و ما با جمع‌آوری و پالایش این فعالیت‌ها، قادر می‌شویم تا تقاضاهای سفر را بر اساس مبادی و مقاصد سفرهای فردی پیش‌بینی کنیم. شایان ذکر است که این‌گونه از جریان‌های مبدأ_مقصد، کاملاً بر پیش‌بینی‌های برآمده از آماربرداری‌ها منطبق هستند (Calabrese *et al*., 2011) و علاوه بر آن، باعث می‌شوند تا ثبتِ تقاضاهای سفر در مقاطع زمانیِ بسیار پویا، از نوسانات فصلی گرفته تا ساعتی، ممکن شود. چنین کیفیت و دقتِ بالایی از بُعدِ زمانی می‌تواند موجب شکل‌گیریِ مجدد فهم و درکمان از فعالیت‌های حرکتیِ شهری شود.



شکل ۶. تقسیم و تبدیل شبکهٔ مبدأ_مقصد به انجمن‌های فعالیت‌های حرکتی. تصویرپردازی: کائیل گرِکو، آزمایشگاه SENSEable city، ۲۰۱۳ میلادی.

ما در ابتدای امر کوشیدیم تا ماتریس‌های مبدأ_مقصد را بر اساس بازه‌های زمانیِ یک ساعته تشکیل دهیم تا بدین منوال بتوانیم آن‌ها را در کنارِ دیگر فعالیت‌های شبکهٔ مورد نظر به نمایش بگذاریم. ما در حینِ تصویرپردازیِ نتایج سعی کردیم تا هر «سفر» را به شکل یک منحنی (یال میان تک‌تکِ نقاط مبدأ و مقصد که نشان‌دهندهٔ سفر می‌باشند) بازنمایی کنیم؛ هر یک از این منحنی‌ها، از موقعیت مکانیِ برج مخابراتیِ مبدأ به موقعیت مکانیِ برج مخابراتی مقصد کشیده می‌شد. هر منحنی متضمن تعدادِ متغیری سفر است و لذا ما برای نشان دادنِ هرچه بهتر این موضوع، ضخامت و ارتفاعِ خطِ مربوط به هر منحنی را با شدت و تراکم فعالیت‌های حرکتیِ مسیر در برگیرنده‌اش هماهنگ کردیم (بر پایهٔ مقیاسِ لگاریتمی). همچنین برای مشخص شدن جهت‌گیریِ سفرها نیز سعی شد تا نقاط مبدأ به رنگ آبی و نقاط مقصد به رنگِ سبز نمایش داده شوند (شکل ۷). در اینجا منحنی‌های مبدأ_ مقصد، بر روی نقشهٔ پایهٔ جغرافیایی شهر ترسیم می‌گردند و از مافوقِ خطوط نشان‌دهندهٔ ارتباطات اجتماعیِ برقرارشده از طریق تلفن‌های همراه شبکه‌بندی می‌شوند تا بدین ترتیب، روابط میان این دو مجموعهٔ مختلف از داده‌ها نیز آشکار شود.

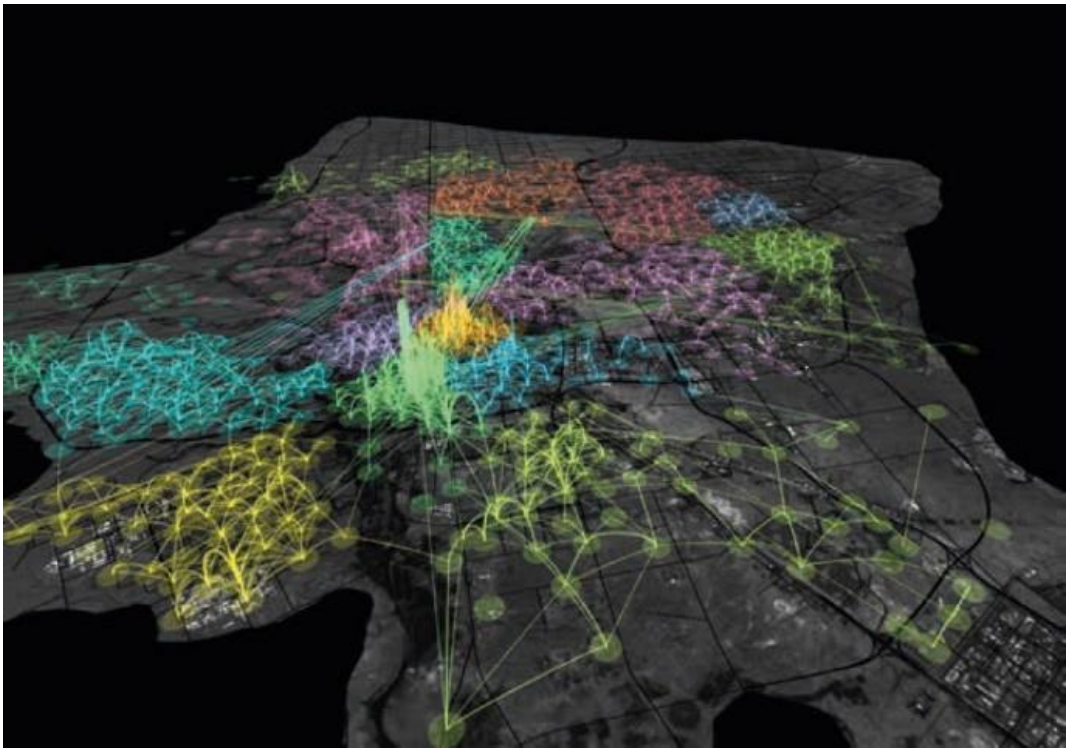


شکل ۷. اثرات مربوط به نقاط مبدأ و مقصد. تصویرپردازی: کائیل گرِکو، آزمایشگاه SENSEable city، ۲۰۱۳ میلادی.

این‌گونه از نقشه‌های پویا، شباهت بسیاری به جریان‌های حرکتیِ وسایل نقلیهٔ شهر ریاض دارند و همچنین کلیتِ منحنی‌های مبدأ_ مقصد نیز تقریباً شبیه به استخوان‌بندی اصلیِ شبکهٔ دسترسی این شهر می‌باشد. از همه مهم‌تر اینکه نتایجِ تصویرپردازی شده، به‌وضوح شدت و تراکم بالای فعالیتی را در شریان‌های اصلی شهر ریاض از جمله گذرگاه ملک

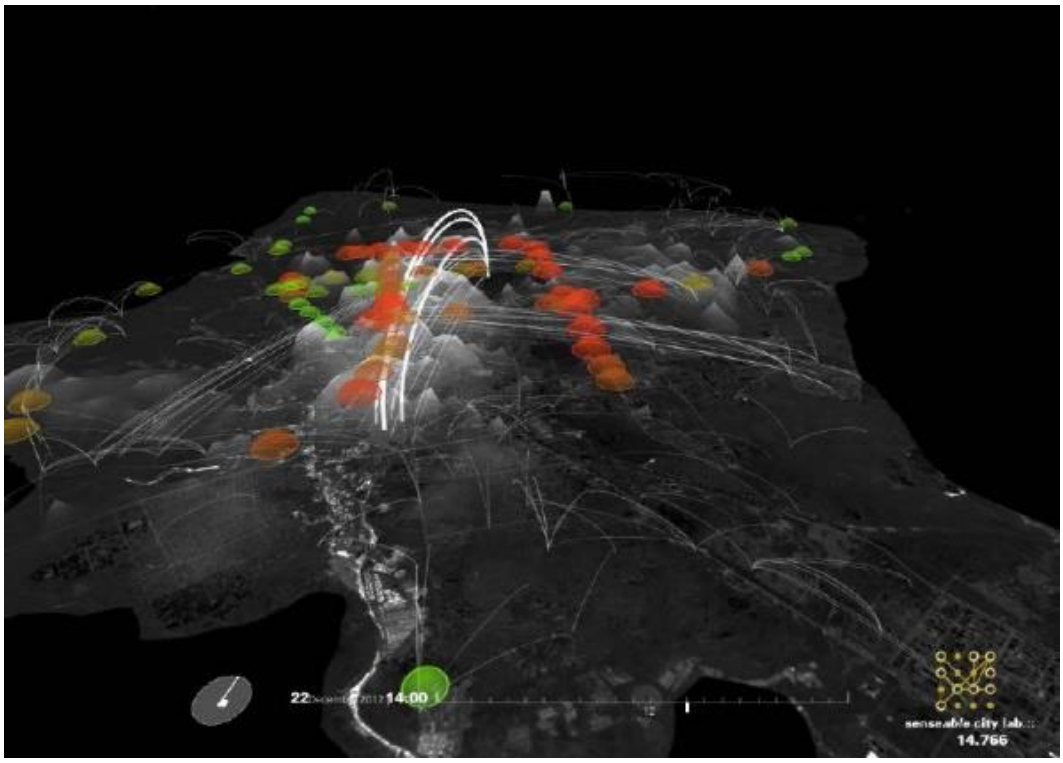
فهد و *مسیرهای حلقوی*[۳۷۸] شمالی و شرقی تصدیق می‌کند. همچنین پس از تحقق چندین کارگاه و مصاحبه به اتفاقِ پیشگامانِ اجتماعی و متخصصین برنامه‌ریزی، مشخص شد که نتایجِ مذکور، تطابقِ بسیار نزدیکی با ادراکِ ذهنیِ شهروندان از الگوهای سفر دارند. ما به‌منظورِ تأیید و صحت‌سنجیِ هرچه بیشتر نتایج، جریان‌های مبدأ_ مقصدِ پیش‌بینی شده را با بهترین سنجهٔ مستند از فعالیت‌های جاده‌ای مقایسه کردیم: این سنجه، تعداد رفت و آمدهای سابق شهر ریاض بود. این تعداد، از طریقِ جایگذاریِ مجموعهٔ کوچکی از حسگرهای *پنوماتیک لوله‌ای*[۳۷۹] در تمامیِ تقاطع‌های شبکهٔ دسترسیِ شهر ریاض و در فواصل زمانیِ ۴۸ ساعته جمع‌آوری شده بود.

در حین تصویرپردازی سعی شد تا تعداد رفت و آمدهای سابق شهر ریاض، از طریقِ جایگذاریِ اشکال نیم‌کره مانند در تقاطع‌های مربوطه بازنمایی شود که در آن، شکل و رنگِ هر کدام از نیم‌کره‌ها، بر اساسِ حجم ترافیکِ محاسبه‌شده در هر ساعت تغییر می‌کرد. این نوع از تصویرپردازی سبب می‌شود تا بخش‌های اصلی شهر به خوبی نمایان گردد و تعدادی فعالیت جالب و غیر معمول نیز میان نقاط مبدأ و مقصدِ واقع در بخشِ جنوب شرقی مرکز شهر آشکار شود؛ متأسفانه تعداد وسایل نقلیه در مورد دوم معلوم نیست و لذا نمی‌توان آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. بنابراین، این مورد به‌عنوان یک موضوع مطالعاتی باز باقی می‌ماند تا در آینده مورد بررسی و مکاشفه قرار گیرد.



شکل ۸. انجمن‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتی حاصل‌شده از فرآیند تقسیم و تبدیل شبکهٔ مبدأ_ مقصد. تصویرپردازی: کائیل گرِکو، آزمایشگاه SENSEable city، ۲۰۱۳ میلادی.

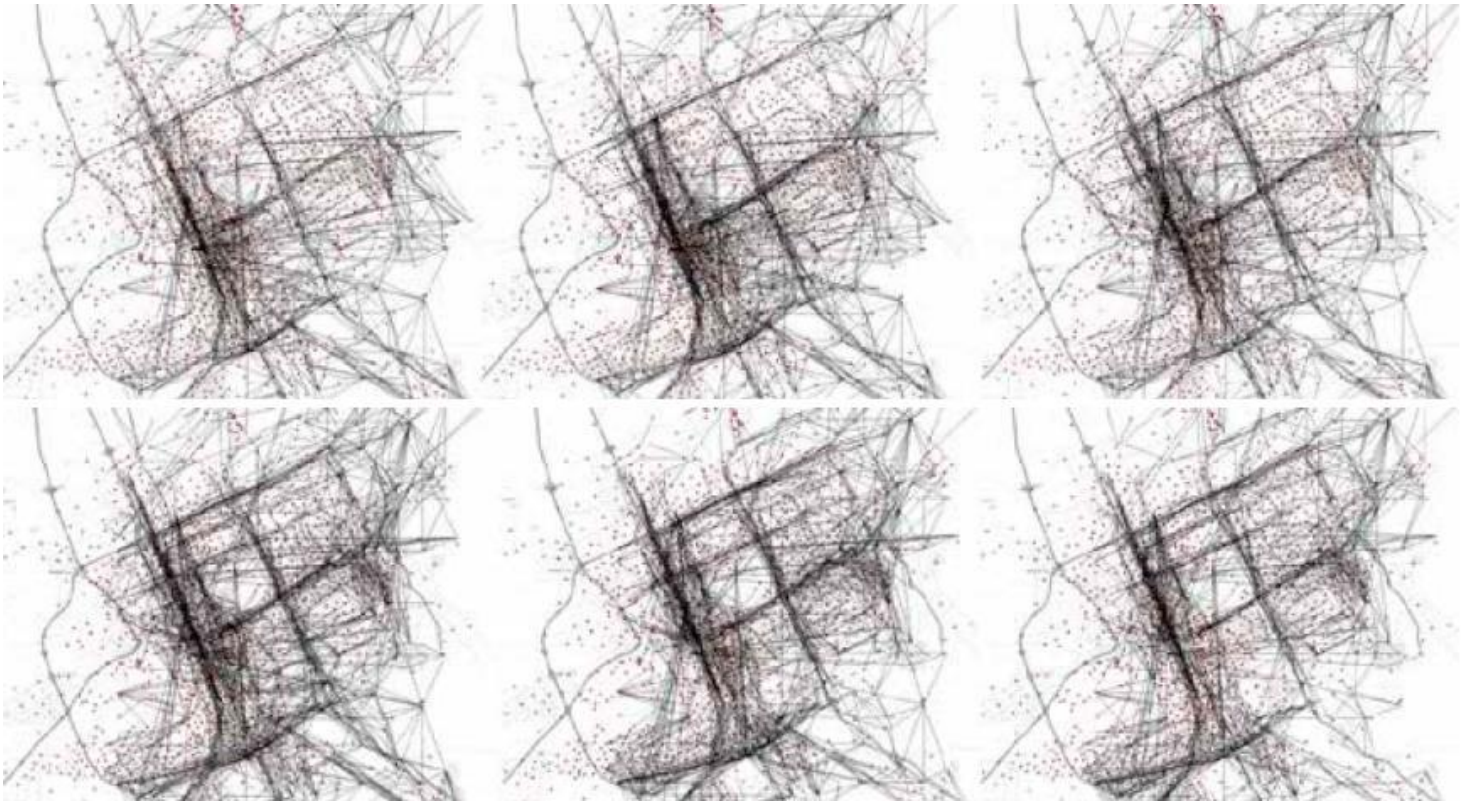
[378] Ring roads
[379] Pneumatic tube sensors



شکل ۹. ترکیبِ جریان‌های مبدأ_مقصد با تعداد رفت و آمدهای سابق. تصویرپردازی: کائیل گرِکو، آزمایشگاه SENSEable city، ۲۰۱۳ میلادی.

نهایتاً در آخرین مرحلهٔ این بخش از تجزیه و تحلیل، سعی می‌شود تا جریان سفرها بر روی شبکهٔ جاده‌ای به فعالیت تبدیل شوند. ما در اینجا می‌کوشیم تا سفرهای میان نقاطِ مبدأ و مقصد را به‌طور تصادفی به یک پایگاهِ اطلاعاتیِ بسیار دقیق از جزئیات جغرافیایی تبدیل نماییم تا به بدین ترتیب بتوانیم تأثیرِ انجمن‌های مختلفِ مربوط به فعالیت‌های حرکتی را بر روی کلیتِ شبکهٔ حمل و نقل اندازه‌گیری نماییم- این موضوع به ما اجازه می‌دهد تا سفرها را به‌طور جامع و آنی بازنمایی کنیم. این روش قادر است تا شریان‌های دارای بار ترافیکیِ سنگین و همچنین نقاط دارای ازدحام ترافیکی که منجر به وقوعِ راه‌بندان در شبکهٔ دسترسی شهر می‌شوند را به‌صورت کمّی شناسایی کند (رجوع کنید به شکل ۶). در شماری از مطالعات مشابه معلوم شد که باعث و بانیِ انسداد ترافیکی و ایجاد راه‌بندان در مسیرهای اصلی و کلیدی، تنها تعداد اندکی از رانندگانی هستند که متعلق به تعداد معدودی از واحدهای همسایگی می‌باشند. در یک مورد از این مطالعات، *وانگ و همکاران*[۳۸۰] (۲۰۱۲) از طریق تمرکز بر شریان‌های اصلی و حساسِ کلان‌شهر بوستون، توانستند تا ۱۵ مورد از این واحدهای همسایگی را (از مجموع ۷۵۰ عدد) در کانون معضل ترافیکیِ این شهر شناسایی کنند. حال اینکه آیا این معضل در مورد شهر ریاض نیز صادق است یا خیر، همچنان در حال بررسی است.

[380] Wang *et al*., (2012)



شکل ۱۰. این شکل ماتریس‌های مبدأ_ مقصد را در سرتاسر شهر ریاض از ساعتِ ۶ صبح تا ۹ صبح، ۹ صبح تا ۱۲ ظهر، ۱۲ ظهر تا ۳ ظهر، ۳ ظهر تا ۶ بعد از ظهر، ۶ بعد از ظهر تا ۹ شب، و ۹ شب تا ۱۲ شب (پایان روز) نشان می‌دهد.

حدودِ حدس و گمان‌های نظری: مشاهدهٔ داده‌ها از طریقِ شهر ریاض

در پژوهش حاضر سعی شد تا با به کارگیریِ داده‌های دارای ذاتِ «اجتماعی»، الگوهای مربوط به فعالیت‌های حرکتیِ بزرگ مقیاسِ انسان در قالبی از شکل شهر آشکار شود؛ سپس این الگوها باعث شدند تا ضربان و همین‌طور تغییرات چرخه‌ایِ مربوط به جهت‌گیریِ سفرهای شهر ریاض، با دقت زمانیِ بسیار بالا بازنمایی گردد. ما می‌توانیم به‌واسطهٔ این-گونه از تجزیه و تحلیل‌ها، نقطهٔ تمرکز خود را به سوی آنچه که در مقدمهٔ مطالعهٔ حاضر مطرح شد تغییر دهیم: کشفِ تغییرات و اتفاقات اجتماعی و جمعیِ نامعلوم به‌واسطهٔ پالایش شبکهٔ ارتباطات انسانی در درونِ خود شهر. عوامل زمینه‌ایِ بسیاری وجود دارند که باعث می‌شوند تا شهر ریاض و همین‌طور کلیتِ کشور عربستان، بستر بسیار جالبی برای تجزیه و تحلیلِ جغرافیایی_ فضاییِ مسائل فرهنگی محسوب شود. پیرو این موضوع، چندین سؤال نظری مطرح می‌شود: آن دسته از عوامل جالب توجهِ اجتماعی_ فرهنگی‌ای که از طریق داده‌ها به‌دست آمده و به‌واسطهٔ چهارچوب شهر قابل فعال‌سازی و بهره‌برداری می‌باشند چه‌ها هستند؟ آیا ما نیز به‌مانند نقشهٔ وبای جان اسنو، قادر خواهیم بود تا با پیوست داده‌هایمان به ساختار شهر، جنبه‌های پنهانِ زندگی جمعی را عیان کنیم؟ و اینکه این فرآیندِ تبدیل چه چیزی را می‌تواند در مورد سرشت و ترکیب‌بندیِ شکل شهرهای کشور عربستان به ما بیاموزد؟ به‌طور مشخص، آنچه که دنبال می‌شود صرفاً مسیری

است که برای مطالعات آتی هموار می‌گردد و نخستین هدف آن، برجسته کردنِ سؤالاتی است که راه‌حل‌هایشان می‌تواند در گوشه کناری از مرز مبهم میان جغرافیای اجتماعی و فیزیکی یافت شود. گرچه ممارست‌هایی از قبیل مطالعهٔ حاضر می‌توانند متضمن کاستی‌هایی باشند، اما با این امیدِ مطرح می‌شوند که محیط علمیِ تحقیقات آتی را روشن کرده و حدالامکان آن را از حالت مبهم خارج نمایند.

هرچند نمی‌توان کمکی به حل مسئلهٔ تفکیک و تبعیض جنسیتی موجود در کشور عربستان کرد، اما می‌توان از این موضوع به‌عنوان بستری بالقوه برای مقایسه و تحلیل مسائل اجتماعی استفاده نمود. این کشور با هنجارهای جنسیِ سفت و سختش شناخته می‌شود. از مسئلهٔ حجاب اجباری و پوشیدنِ نقاب گرفته تا الزام به همراهی توسط جنس مذکر به‌مثابه نگهبان، موجب می‌شود تا زنان این کشور تحت حفاظت اکید و شدید قرار گیرند- البته اگر بیش از این و به‌طور افراطی و بی‌قید و شرط محدود نشده باشند. حال آیا پس‌زمینه و شرایط شهری می‌تواند نحوهٔ تأثیر موضوع پیشین را بر روی زندگی روزمره روشن کند؟ ما با ترکیب و استفاده از سوابق داده‌های تلفنی بی‌نام و نشان و اطلاعات جمعیتی، قادر خواهیم بود تا به‌طور تجربی نحوهٔ تجلیِ این تفکیک و تبعیض جنسیتی را در سراسر کشور عربستان مورد اکتشاف قرار دهیم. عربستان تنها کشوری است که از حقِ رانندگیِ زنان ممانعت به عمل می‌آورد[۳۸۱]. این کشور گزینه‌های حمل و نقل عمومی محدودی دارد و لذا زنان مجبورند تا برای سفر در محیط پیرامونشان، یا دست به دامانِ اقوام مذکرشان شوند و یا نسبت به استخدام رانندگان شخصی اهتمام ورزند. حال آیا ما قادر خواهیم بود تا میزان این محدودیت را به‌طور فضایی اندازه‌گیری نماییم؟ آیا ما می‌توانیم جغرافیایِ مربوط به این محرومیت را بازسازی و بازنمایی کنیم؟ ظاهرِ این‌گونه از تصویرپردازی چگونه خواهد بود؟ در کدامیک از مناطق این کشور، سهولت دسترسی و حرکت زنان محدودتر و یا آزادتر است و نحوهٔ توزیع فضاییِ این مناطق در شهرهای مختلف این کشور به چه صورت است؟ آیا ما قادریم تا قید و بندهای فرهنگیِ تحمیل‌شده را از شرِ محدودیت‌های فیزیکی‌ای که توسط حرفهٔ طراحی شهری اعمال شده‌اند خلاص کنیم؟ این تفکیک و تبعیضِ جنسیتی خود را چگونه از طریقِ شبکهٔ ارتباطات انسانی آشکار می‌کند؟ آیا این محدودیت-های فضایی در شبکهٔ ارتباطات نیز وجود دارند؟ و در نهایت اینکه، این موضوعات چه پیامدهایی را می‌توانند برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان و مدیران شهری به همراه آورند؟

پدیدهٔ منحصر به فرد دیگری که مختصِ جهان عرب می‌باشد، اقامهٔ روزانهٔ نماز است. همان‌طور که پیشتر بیان شد، ما بر خلافِ تمامیِ شهرها و کشورهایی که قبل از این مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم، توانستیم الگوی جالبی را

[۳۸۱] این موضوع به سال نگارش این مجلد باز می‌گردد و امروزه این ممنوعیت در کشور عربستان برطرف شده است [مترجمان].

به‌هنگام توزیعِ فعالیت‌های مربوط به تلفن‌های همراه در کشور عربستان بیابیم. در نقاط مختلفی از روز، میزانِ فعالیت تلفن‌های همراه این کشور به مدت ۳۰ الی ۴۰ دقیقه اُفت شدیدی می‌کرد و پس از سپری شدن این مدت زمان، به میزان عادی خود بازمی‌گشت. این موضوع که غیرفعال بودنِ تلفن‌های همراه را نشان می‌داد، در واقع از اقامهٔ نماز نتیجه می‌شد. میلیون‌ها نفر مسلمان در سرتاسر این کشور تلفن‌های همراه خود را برای مدتی کنار می‌گذارند تا به شهرِ مقدسِ مکه رفته و در روز تا پنج رکعت به اقامهٔ نماز بپردازند. به هنگام برگزاری نماز، مغازه‌ها و محلاتِ کسب و کار بالاجبار به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه تعطیل می‌شوند و در این هنگام پلیس اسلامی (که از آن‌ها با عنوان المطوعین یاد می‌شود)، خیابان‌ها را تحت نظر می‌گیرد تا افرادی که در اقامهٔ نماز تعلل می‌کنند را به نزدیک‌ترین مسجد بفرستد. در کمال تعجب، توزیع فعالیت‌های تلفنیِ این کشور باعث شد تا ما بتوانیم به‌طور دقیق این رفتار را ثبت کنیم. زمان اقامهٔ نماز، به موقعیت خورشید بستگی دارد و بنابراین، ما با تفکیک سوابقِ داده‌های تلفنی به مناطقِ غربی و مرکزی و شرقی، می‌توانیم زمان‌بندیِ دقیق برگزاری نماز را به ترتیبِ مناطق ذکرشده در سرتاسر این کشور استخراج نماییم. این موضوع سبب مطرح شدن مجموعهٔ جالبی از سؤالات می‌شود. همان‌طور که پیشتر در تصویرپردازیِ «*ضربان اجتماعی*»[۳۸۲] این کشور مشاهده شد (شکل ۳)، این اُفت ناگهانیِ استفاده از تلفن‌های همراه می‌تواند به هنگام پیاده کردن سوابق داده‌های تلفنی بر روی بُعد جغرافیایی، شناسایی و تشخیص داده شود؛ اما اکنون سؤال این است که آیا می‌توان شدتِ این اُفت را محاسبه کرده و در قالبی از یک نقشه بازنمایی کنیم؟ همین‌طور آیا می‌توان نشان داد که اقامهٔ نماز، به کدامیک از نواحی این کشور تأثیر بیشتری می‌گذارد؟ چه ارتباطی میان این اُفت و سازمان فضاییِ محیط‌های شهری وجود دارد؟ همچنین چه رابطهٔ متقابلی میان شدت این اُفت و الگوی کاربری زمین برقرار است؟ آیا این موضوع از تراکمِ توزیع مساجد پیروی می‌کند؟ به همین ترتیب، آیا ما می‌توانیم این اُفتِ ناشی از اقامهٔ نماز را از طریق فعالیت‌های حرکتی ثبت کرده و سپس به تصویر بکشیم؟ آیا هنگامی که مردم مشغول نمازگزاری هستند، میزان سفرها کمتر می‌شود؟ آیا شدتِ اُفت استفاده از تلفن‌های همراه می‌تواند میزانِ دینداری را در مناطق مختلف این کشور مشخص کند؟ و نهایتاً اینکه آیا می‌توان رابطه‌ای را میان میزان دینداری و خصوصیاتِ شبکهٔ ارتباطات انسانی یافت؟

ما با در نظر داشتن تمامیِ این سؤالات، به مسیر خود ادامه خواهیم داد و از شهر به‌عنوان بستری حائز اهمیت برای دریافت و اکتشافِ پاسخ‌هایمان بهره خواهیم گرفت. ما امیدواریم تا از این طریق و همچنین به‌واسطهٔ تحلیل‌هایی فراتر از چهارچوب فضایی صرف، به مجموعه‌ای از بازنمایی‌هایی دست یابیم که بتوانند راه‌های نوینی را برای مشاهدهٔ شهر و نیز نیروها و کنش‌های اجتماعیِ جاری در آن به ارمغان آورند.

[382] Social pulse

مآخذ

Beane, Silas R., Zohreh Davoudi, and Martin J. Savage. 2012. "Constraints on the Universe as a Numerical Simulation," http://arxiv.org/abs/1210.1847 (accessed May 4, 2013).

Calabrese, Francesco, Giusy Di Lorenzo, Liang Liu, and Carlo Ratti. 2011. "Estimating Origin-Destination Flows Using Mobile Phone Location Data," *IEEE Pervasive Computing* 10, no. 4 (April): 36–44.

Corner, James. 1999. "The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention," in *Mappings,* edited by Denis Cosgrove. London: Reaktion, 213–252.

Perry, Tony. 2007. "Navy to Mask Barracks Shaped Like a Swastika," *Los Angeles Times,* September 26. http://articles.latimes.com/2007/sep/26/local/me-swastika26 (accessed April 30, 2013).

Tufte, Edward. 2001. *The Visual Display of Quantitative Information,* 2nd ed. Cheshire, CT: Graphics Press.

Wang, Pu, Timothy Hunter, Alexandre M. Bayen, Katja Schechtner, and Marta C. González. 2012. "Understanding Road Usage Patterns in Urban Areas," *Scientific Reports* 2: article 1001.

مکان‌ها

بخش
سوم

پیامدهای طراحی

شبکه‌های محیطِ انسان‌ساخت

آندرِس سِوسُوک
Andres Sevtsuk

جین جیکوبز در دهۀ ۱۹۶۰ [میلادی]، زندگیِ روزمره در *خیابان هادسون*[۳۸۳] منهتن را به رقص باله تشبیه کرد[۳۸۴] و بر این اساس اظهار داشت: «شهرها *پیچیدگی‌هایی سازمان‌یافته*[۳۸۵] هستند. اگرچه متغیرها بسیارند، اما درهم و برهم نیستند؛ آن‌ها در درونِ یک کلِ ارگانیک، به یکدیگر متصل و وابسته می‌باشند» (Jacobs, 1969: 433). به‌طور مشخص، جیکوبز به مباحث طراحی شهری غالبِ زمان خودش واکنش نشان می‌داد و آماجش از این واکنش، بازگرداندنِ نظم به زندگی پیچیدۀ اجتماعیِ از طریق مداخلاتِ رسمی و منطقی بود. بنابر ادعای وی، معضل اصلی، از درکِ ضعیفِ معماران و برنامه‌ریزان از روابط اجتماعی و اقتصادیِ موجود در محیط‌های شهریِ متراکم نشأت می‌گرفت و بدین سان، ارتباط مناسبی میان مداخلات آن‌ها و نیازهای واقعیِ یک مکان برقرار نمی‌شد. همچنین فعالیت‌های جاری در خیابان هادسون، در ورای فرم فیزیکی و توسط عوامل متعددِ فرهنگی و تاریخی و جغرافیایی شکل می‌گرفت و لذا میزان تأثیر فرم فیزیکیِ محیط این خیابان بر موفقیت دست‌اندرکاران شهری قابل تشخیص نبود.

به قول جیکوبز، «میزان استفاده از یک پارک شهری تا حدودی به نحوۀ طراحی آن بستگی دارد؛ اما بایستی دقت داشت که تأثیرِ نحوۀ طراحیِ پارک بر میزان استفاده از پارک نیز به‌نوبۀ خود به استفاده‌کنندگان و همین‌طور زمانِ استفاده از پارک وابسته است و این نیز منوط به کاربردهای شهر در خارج از پیرامون پارک می‌باشد. همچنین تأثیر این کاربردها بر این پارک، تا حدی بسته به نحوۀ تأثیر مستقلِ هر یک از این کاربردها بر پارک و تا حدی دیگر نیز به نحوۀ تأثیر این کاربردها به هنگام ترکیبشان با یکدیگر بستگی دارد، چراکه در برخی از ترکیباتِ خاص، این کاربردها به‌واسطۀ یکدیگر و مؤلفه‌های ترکیب‌شده‌شان، موجبِ برانگیختگیِ درجۀ تأثیر می‌شوند. [...] لذا ما هر تمهیدی هم که در مورد این پارک به کار ببریم، این پارک همچنان به‌مثابه یک پیچیدگیِ سازمان‌یافته رفتار خواهد کرد و لاغیر» (همان: 434–433).

نزدیک به پنجاه سال بعد از گفته‌های جیکوبز، مسئلۀ توصیف و تحلیلِ روابط پیچیدۀ فضایی در محیط‌های انسان-ساخت همچنان به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین چالش‌های حرفۀ طراحی شهری به قوت خود باقی است (Batty, 2005).

---

[383] Hudson Street

[۳۸۴] از نظر وی پیاده‌روهای شهری صحنه‌هایی روزمره برای "انجامِ یک رقص بالۀ بسیار پیچیده هستند که در آن‌ها تک‌تکِ رقصنده‌ها و گروه‌ها دارای بخش‌های خاص خود می‌باشند و به‌طور معجزه آسا یکدیگر را تقویت کرده و یک کل منتظم را شکل می‌دهند" [مترجمان].

[385] Organized complexity

احمقانه خواهد بود اگر بگوییم که طراحان شهری علاقه و ارادهٔ لازم برای کندوکاو سازمان‌های اجتماعی و نیروهای نامحسوسی که امروزه سببِ شکل‌گیری مکان‌ها در شهرهای معاصر می‌شوند را ندارند و بالعکس، شواهد کافی و مفصلی وجود دارد که نشان می‌دهد وارسیِ موشکافانهٔ طرز کار محیط‌های مختلف و متباینِ شهری در بین این افراد بسیار محبوب است (برای مثال: Belanger *et al*., 2001; Rienets, Siegler *et al*., 2009; Busquets, 2006; Sorkin, 2009).

همچنین برخی از منتقدان اظهار داشته‌اند که تحصیلات ناکافیِ طراحان در بابِ علوم اجتماعی، مانع شکل‌گیریِ درکی مناسب از روابط میان فرآیندهای اجتماعی و شکل شهر می‌شود. تعدادی از جامعه‌شناسان شهری به طراحان هشدار دادند تا از آنچه که ماکس وبر به قرار روبرو اظهار می‌دارد آگاه باشند: «برخی از مکاتبِ دیرینه، نظم و ترتیب را تنها در تعداد اندکی از الگوهای ساده و محسوسِ قابل ترسیم دنبال می‌کنند، در حالی که این موارد در پَسِ پردهٔ یک سازمانِ بسیار پیچیدهٔ اجتماعی مستتر می‌باشند» (Webber, 1963: 54). گرچه بسیاری از طراحان، به روش‌های کمّی و کیفیِ قابل استفاده در تجزیه و تحلیل‌های اجتماعی مشرف نیستند، اما بدنه‌ای غنی از ادبیات در داخل و خارج از حوزهٔ طراحی شهری مهیا می‌باشد که می‌تواند به‌منظور نیل به نمونه‌های دقیقی از تجزیه و تحلیل‌های اجتماعیِ سودمند مورد بهره‌برداری قرار گیرد؛ این نمونه‌ها باعثِ روشن شدنِ روابط پیچیدهٔ میانِ پیکربندی فیزیکی و الگوهای اِشغال فضا می‌شوند (Gehl, 2010; Whyte, 1980; Peattie, 1968; Gans, 1962). بنابر مطالعات مرتبط، آنچه که ممکن است برای یک ناظرِ بیگانه به‌صورت یک پدیدهٔ پیچیده ظاهر شود معمولاً پیچیده نیست و در حقیقت در حال پنهان کردنِ نظمی است که همچنان کشف نشده و نامعلوم باقی مانده است و یا به گفتهٔ جیکوبز، پیچیدگیِ سازمان‌یافته است.

در این مطالعه بحثِ ما بر سر این است که مدیریتِ تجزیه و تحلیلِ فضایی و اجتماعیِ محیط‌های شهریِ پیچیده، تنها به‌وسیلهٔ روش‌های تحقیق و مهارت‌های تحلیلی‌ای که قادرند تا روابط میان شکل و عملکرد یک مکان را توصیف نموده و بررسی نمایند به چالش کشیده نمی‌شود، بلکه این چالش می‌تواند توسطِ بازنمایی‌های فضایی‌ای که معضلاتِ موجود در طرح را به‌صورت تصویری نمایش می‌دهند نیز محقق شود. از نظر ما، «نقشه» به‌عنوان رایج‌ترین وسیله برای توصیفِ محیط انسان‌ساخت، با محدودیت‌های خاصی همراه است. این محدودیت‌ها باعث می‌شوند تا به هنگام استفاده از نقشه برای مطالعهٔ روابط پیچیدهٔ فضایی موجود در میانِ استفاده‌کنندگان مختلف یک محله، با دشواری‌ها و مشکلاتی روبرو شویم. هر محیط انسان‌ساخت، دارای نظمی فضایی است؛ این نظم به ما کمک می‌کند تا بتوانیم روابط حاکم بر دو کیفیتِ *قرابت*[۳۸۶] *و مجاورت*[۳۸۷] میان ساختمان‌های مختلف، فضاهای عمومی و مسیرهای ارتباطی بینشان را تعیین کنیم. این روابط

[۳۸۶] قرابت (Proximity) کیفیتی است که مقدار نزدیک بودن شی را در بستری قابل اندازه‌گیری مانند فضا یا زمان نشان می‌دهد [مترجمان].

[۳۸۷] مجاورت (Adjacency) کیفیتی است غیر قابل شمارش که میزانِ همجوار بودن و قابل لمس بودن یک شی را نشان می‌دهد [مترجمان].

بر نحوهٔ بهره‌برداری از مسیرهای دسترسی پیوسته (سیرکولاسیون)، میزانِ رویت‌پذیری و ارتباط بین فضاهای عمومی و در نهایت بر تناسب و سازگاری میان محل قرارگیریِ ساختمان‌ها اثر می‌گذارد. این الگوهای فضایی به نوبهٔ خود می‌توانند مناسب و یا نامناسب بودن یک مکان شهری را برای یک نوع خاص از کاربری زمین تعیین کنند و همچنین آن دسته از فضاهای شهری که در آن‌ها شهروندانِ ناآشنا با یکدیگر روبرو می‌شوند را مشخص کنند[۳۸۸] و در نهایت چگونگیِ تأثیرِ فعالیت و عملکرد یک فضا بر فضاهای دیگر را معلوم نمایند. به پیشنهاد ما، بازنماییِ شبکه مانندِ یک محیط انسان‌ساخت می‌تواند چهارچوبی را مهیا سازد که از طریق آن، چنین روابطی از فرمِ شهر قابلیت ثبت و بهره‌برداری یابد.

نقشه- به‌مثابه ترسیمی دوبعدی از شکل و گاهاً از عملکردهای محیط انسان‌ساخت- همچنان شناس‌ترین و رایج‌ترین ابزاری است که به‌منظور بازنماییِ بُعد فضایی شهر توسط طراحان و پژوهشگران شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Conzen 1960; Moudon 1986; Anderson 1993). نقشه‌ها ابزارهای قدرتمندی برای انتقال اطلاعات فضایی هستند و به‌راحتی برای متخصصانِ تمامیِ حرفه‌ها و رشته‌ها قابل درک می‌باشند. با این حال، ممکن است نقشه‌ها نیز به‌اشتباه تفسیر شوند و غنای محتوایی و معنایی‌شان تباه شده و از دست برود (Mandelbaum 1990; Hoch 2002; Ryan 2011). شاید بتوان گفت که نقشه مهم‌ترین موردی است که به هنگام مطالعهٔ محیط‌های شهری پیچیده، اطلاعات مفیدِ فراوانی را دربارهٔ محیط انسان‌ساخت عرضه می‌کند، اما قادر نیست تا قرابت و مجاورت و همبستگیِ میان عناصرِ تشکیل‌دهندهٔ آن را به‌گونه‌ای ارائه دهد تا توسط چشم مخاطب قابل اندازه‌گیری و تفسیر باشد. نقشه‌ها اطلاعاتِ واضح و شفافی را از پیوند میان عناصر تشکیل‌دهنده‌شان مجسم نمی‌کنند (عناصری از قبیلِ خیابان‌ها، ساختمان‌ها، سازمان‌ها و غیره)؛ در صورتی که این‌گونه از پیوندها، بایستی به‌صورت تصویری و به همراهِ چیستی و چگونگی و چرایی پیوند، تخمین زده شوند. به بیانی دیگر می‌توان گفت که نقشه‌ها از نظر عناصرِ محیط انسان‌ساخت بسیار غنی هستند، در حالی که در انتقال و تفهیم پیوند میان این عناصر ناتوان‌اند؛ پس در نتیجه، کیفیت تحلیلیِ آن‌ها، به میزان زیادی به کیفیت تحلیل‌گرانشان بستگی دارد.

با این همه، قرائت روابط فضایی از طریق نقشه غیرممکن نیست، ولی بسیار مشقت‌بار بوده و تلاشی مستمر می‌طلبد. خوانش روابط یک به یک از روی نقشه سهل و شدنی است- به‌عنوان مثال، مسیریابی از یک ایستگاه مترو به مقصدِ یک ساختمانِ مشخص از روی نقشه کاری ساده و بی‌تکلف است- در حالی که خوانش روابط یک به چند می‌تواند چهرهٔ پیچیده‌تری به خود بگیرد. ارزیابی و برآورد تمامیِ اتصالاتِ ممکن در بین یک ایستگاه مترو و ساختمان‌های مجاورش، به‌گونه‌ای که حداکثر در مدت زمانِ ده دقیقه از طریقِ مسیر عابر پیاده قابل پیمودن باشند، کارِ پیش پا افتاده‌ای نبوده و

[۳۸۸] در اینجا مقصود نویسنده ارجحیت فضاهای شهری نسبت به یکدیگر و همچنین ترجیح کاربران از بین آن‌ها است [مترجمان].

زمان بر است. در عین حال ممکن است تا این عمل، معیار مهمی برای مکانیابی محلِ احداث یک ایستگاه جدید محسوب شود و در این روند، اگر مسائلی از قبیل محدودیتِ گذر از خیابان (مثلاً محل استقرار چراغ‌های راهنمایی و زیرگذرها)، اجبار به تمرکز محدود بر روی دسته‌ای از ساختمان‌های دارای عملکرد خاص (مثلاً ساختمان‌های مسکونی) و اندازه‌های مختلف و متنوع ساختمانی (مثلاً نیاز به احتساب تعداد واحدهای مسکونیِ موجود در هر ساختمان) نیز دخیل شود، ما بی‌درنگ با معضلی پیچیده مواجه می‌شویم که هضم آن بس دشوار است. صاحبانِ تجارت با توجه به سهولتِ دسترسی به مشتریان و تأمین‌کنندگانشان و همچنین ساکنین شهری نیز بنابر امکانات و تسهیلات مجاورشان برای خود تعیین مکان می‌کنند؛ همین‌طور سرمایه‌گذاری برای احداث زیرساخت‌های شهری نیز در مکان‌های متراکم‌تر و پُرکاربردتر محتمل‌تر است. این‌گونه از روابط برای درک و فهم برخی مسائل از اهمیت بالایی برخوردارند: اینکه آیا نوع برنامه‌ریزی و طراحیِ محیط‌های شهری به‌گونه‌ای بوده است تا بتوانند کاربران مطلوب خود را جذب کنند؟ همین‌طور آیا فضاهای عمومی نیز به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند تا بتوانند الگوهای فعالیتی مطلوب خود را جذب نمایند؟ پیش‌بینی و برآورد نحوهٔ تأثیرگذاریِ محیط انسان‌ساخت بر این‌گونه از ارزیابی‌ها از طریق نقشه، بسیار سخت است و بایستی مجموعه‌های چندگانه‌ای از روابط فضایی، به‌صورتِ همزمان قرائت شود. علاوه بر این، هماهنگ و همگام کردن سرعتِ انجام این عمل با فرآیندِ فکریِ طراحان شهری، می‌تواند چالش‌های بیشتری را به بار آورد. مغز انسان همواره تمایل دارد تا به‌صورت ترتیبی عمل کند و در پردازش همزمان محاسبات موازیِ چندگانه، به‌غایت ناتوان است (Minsky, 1988). البته شاید یک شخص بتواند تعداد دو یا سه مجموعهٔ محدود از اعداد را به‌طور همزمان به‌خاطر بسپارد، اما در واقعیت ممکن است تا تجزیه و تحلیلِ روابط فضایی در محیط‌های شهری، نیازمند پردازشِ همزمان و موازیِ صدها و یا هزاران مورد از این مجموعه‌ها و روابط موجود در درونشان باشد.

برنامه‌ریزان و طراحان شهری به‌منظورِ بازنمایی و تحلیل این‌گونه از روابط فضاییِ پیچیده، شروع به استفاده از *مدل‌های مبتنی بر شبکه*[۳۸۹] از محیط‌های انسان‌ساخت کردند. بر خلاف نقشه‌های قدیمی، بازنمایی‌های مبتنی بر شبکه از فضاهای

[۳۸۹] مدل‌های مبتنی بر شبکه (Network-based models)، مواردی هستند که با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی و داده‌ای می‌کوشند تا عناصر درون یک شبکه و روابط پیچیدهٔ میانشان را وارسی و بازنمایی کنند. در این‌گونه از مدل‌ها، استفادهٔ فراوانی از نظریهٔ گراف‌ها می‌شود و لذا عناصر گره‌ها یا نقاط بوده و روابط میانشان نیز یال فرض می‌شود. همچنین حتماً نیازی نیست تا عناصر و روابط بینشان به‌صورت شبکه‌ای و مشبک درآید و بلکه می‌تواند به‌صورت سلسله‌مراتبی نیز باشد [مترجمان].

شهری می‌کوشند تا روابطِ صریحِ میان عناصر هر شبکه را *کُدگذاری*[۳۹۰] نمایند؛ این موضوع به ما کمک می‌کند تا بتوانیم نحوهٔ اتصالِ متقابل خیابان‌ها و همین‌طور طولِ مدت زمانِ سفر و تعداد افراد جابجا شده در بین نواحی و ساختمان‌ها و حتی اتاق‌های مختلف درون این ساختمان‌ها را تشخیص داده و ثبت نماییم. این‌گونه از اطلاعات که پیوند میان عناصر را بازگو می‌کنند، معمولاً به دو طریق قابل ذخیره و دریافت می‌باشند. طریقهٔ اول، استفاده از ماتریس‌های مبدأ_ مقصد است که در آن هر یک از عناصر موجود در نقشه (به‌عنوان مثال یک حوزه، بخش مشخصی از یک خیابان، یک ساختمان، یک شرکت تجاری و غیره) در ستونی از داده‌ها در کنار مقاصد نمایش داده می‌شوند؛ علاوه بر این، یک ستون دیگر نیز در کنار ستون‌های دیگر لحاظ می‌شود تا در آن، اطلاعاتِ مربوط به پیوندهای میان عناصر (بنابر نیاز مطالعه) نشان داده شود. این ستون ممکن است تا هر نوعی از اطلاعات مربوط به پیوند و ارتباط را در بر گیرد؛ از این قبیل می‌توان به مدت زمان سفر، تعداد شاغلان در حال رفت و آمد در بین نقاط مبدأ و مقصد، مقدار ورودی‌ها و خروجی‌های اقتصادیِ مبادله‌شده میان آن‌ها و غیره اشاره نمود. فرآیند تجزیه و تحلیل در این رویکرد می‌تواند به راحتی از طریق جستار در پایگاه‌های داده‌ای فعال شود- جستارهایی که قادرند تا روابطِ فضاییِ میان مجموعه‌ای از نقاط مبدأ و مقصد را بازیابی کنند. با این همه، سهولت بازیابیِ این‌گونه از روابط، باعث می‌شود تا با حجم عظیمی از اطلاعات مواجه شویم- اگر بخواهیم تا روابط میان هر جفت از موقعیت‌ها را در سطر جداگانه‌ای از یک جدول مشخص کنیم، عملاً نیازمندِ جداول بسیار بزرگ و حجیم خواهیم بود؛ اندازهٔ این جداول متناسب با مربع کامل تعدادِ ملاحظات تغییر می‌کند. به‌عنوان نمونه، روابط میان ۱۰۰ عدد موقعیت مختلف، ۱۰۰۰۰ عدد خواهد بود. حال اگر تمامیِ روابط متقارن باشند (اگر ویژگی‌های رابطهٔ میان A به B دقیقاً مشابه ویژگی‌های رابطهٔ میان B به A باشد) آنگاه اندازهٔ جدول می‌تواند نصف شود (روابط تکراری حذف گردد). اما حتی پس از حذف بخش تکراری جدول نیز داشتن ده‌ها هزار موقعیتِ مختلف می‌تواند باعث تولید جداول بسیار بزرگ شده و فرآیند تجزیه و تحلیل را دشوار نماید.

در طریقهٔ دوم، از *ماتریس مجاورت*[۳۹۱] استفاده می‌شود تا تمامیِ روابطِ فضایی مورد نظر بازنمایی گردد؛ این طریقه مقرون به صرفه‌تر از مورد پیشین می‌باشد. دیگر در این ماتریس سعی نمی‌شود تا اطلاعات مربوط به مسیرهای میان هر

---

[۳۹۰] واژهٔ کدگذاری (Encoding) در علوم رایانه‌ای اشاره به شیوه‌ای دارد که در آن تلاش می‌شود تا مواردی از قبیلِ ساختارها و یا اطلاعات، در قالبی از یک فرم مورد نظر کُدگذاری شوند تا به شکل دلخواه بدل گردند؛ مثلاً کُدگذاریِ تصویریِ خیابان به شکل یک خط [مترجمان].

[۳۹۱] در ریاضیات گسسته و دانش رایانه، ماتریس مجاورت (Adjacency matrix) یک ماتریس مربعی است که در آن، سطرها نشان‌دهندهٔ مبادی و ستون‌ها نیز نشان‌دهندهٔ مقاصد می‌باشند. این ماتریس به‌منظور بازنماییِ یال‌های میان گره‌های گراف (روابط درون شبکه‌ای) ارائه می‌گردد. به بیانی دیگر این ماتریس نشان می‌دهد که آیا مجاورتی میان یک جفت گره وجود دارد یا خیر [مترجمان].

جفت موقعیت واقع در محیط به‌طور خلاصه ارائه شود، بلکه تلاش می‌گردد تا نزدیک‌ترین محلات واقع در مجاورت هریک از موقعیت‌ها ذخیره شود. چنانچه محیط همچون شبکه‌ای از محلات مدل‌سازی شود، آنگاه ماتریس مجاورت قادر خواهد بود تا پیوند میان هر محله را با نزدیک‌ترین محلاتِ واقع در مجاورتش ثبت نماید؛ همین‌طور اگر محیط به‌مانند شبکه‌ای از ساختمان‌ها و خیابان‌ها مدل‌سازی شود، آنگاه ماتریس مجاورت قادر خواهد بود تا پیوند و رابطهٔ میان هر ساختمان با نزدیک‌ترین ساختمان‌های واقع در مجاورتش را در شبکهٔ خیابان‌ها ثبت کند. سپس الگوریتم‌های مختص تجزیه و تحلیلِ شبکه می‌توانند این اطلاعات را مورد وارسی قرار دهند و [سپس] تمامیِ روابط فضایی میان اجزاء شبکه را به‌واسطهٔ جداول کوچک‌تر و مفهوم‌تر مشخص نمایند. وارسیِ ماتریسِ مجاورت در مقایسه با ماتریسِ مبدأ_ مقصد، نیازمند الگوریتم‌های پیشرفته‌تر و فضای ذخیره‌سازی کمتری است. الگوریتم‌های کنونی که برای پردازشِ این‌گونه از جداول مورد استفاده قرار می‌گیرند، ما را قادر می‌سازند تا بتوانیم روابط گستردهٔ فضایی را تنها در عرض چند ثانیه مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم (Vanegas *et al*., 2009).

در این میان تعدادی روش متفاوت وجود دارد که می‌توانند برای بازنمایی و ارائهٔ این‌گونه از اطلاعات در قالبی از شبکه‌ها و جداول مورد بهره‌برداری قرار گیرند. با این حال، در این روش‌ها فرم دقیق بازنماییِ شبکه از اهمیت زیادی برخوردار نیست- اینکه این بازنمایی بر کاربری زمین متمرکز است یا بر شکل شهر؟ (Bhat *et al*., 2000)، آیا در این بازنمایی، مسیرها مطابق شکل حقیقیِ شبکهٔ شهر مجسم شده‌اند یا به‌صورت کوتاه‌ترین و مستقیم‌ترین خطوط ممکن ترسیم گشته‌اند؟ (Anselin, 1988)، این بازنمایی به‌صورت *شبکهٔ اولیه*[۳۹۲] است یا *شبکهٔ دوگان*[۳۹۳]؟ (رجوع کنید به نظریهٔ گراف اولیه و دوگان) (Hillier, 1996; Porta *et al*., 2005)، و همچنین این شبکه دو عنصری است یا سه عنصری؟[۳۹۴] (Sevtsuk, 2010)- بلکه مهم است تا بدانیم که در این روش‌ها، روابط فضاییِ موجود در بین مکان‌های واقع در محیطِ مورد نظر همواره به‌صورتِ عددی و آماری نمایش داده شده و در قالبی از یک جدول کُدگذاری می‌شوند. این روابطِ فضایی ممکن است تا بتوانند اتصالات مربوط به ترافیک، عناصر، اطلاعات و یا مبادلات مالی درون شهری را به‌طور تصویری نشان دهند. تمامیِ رویکردها و روش‌های مذکور موجب گشتند تا در چند دههٔ گذشته، اغلب طراحانِ شهری و برنامه‌ریزان بخشِ فیزیکیِ شهر از نقشه‌های قدیمی و سنتی روی برگردانند. بر خلاف نقشه‌های قدیمی، بازنمایی‌های مبتنی بر شبکه نیازی به مفسر ندارند تا روابط فضاییِ پیچیده‌ای که به‌صورت بصری و شهودی در محیط جاسازی شده است را مشخص نماید؛ بلکه این‌گونه از بازنمایی‌ها به‌راحتی و با شفافیت هرچه تمام این اطلاعات را کُدگذاری کرده و

[392] Primal network
[393] Dual network
[۳۹۴] در شبکهٔ دو عنصری، فقط گره‌ها و یال‌ها در نظر گرفته می‌شوند، اما در شبکهٔ سه عنصری، ساختمان‌ها نیز لحاظ می‌شوند [مترجمان].

سپس به کاربر اجازه می‌دهند تا بتواند ترکیباتِ عظیمی از روابط و اتصالات فضایی را بی‌وقفه در اختیار داشته باشند. مدل‌های شبکه‌ای قادرند تا به‌صورت خودکار، تعداد متعددی از روابطِ موازی را در فضاهای شهری تجزیه و تحلیل نمایند و به همین سبب، شخصِ تحلیل‌گر را قادر می‌سازند تا با استفاده از این اطلاعات بتواند بلافاصله به تصمیم‌سازی در امر طراحی شهری بپردازد. این موضوع نحوهٔ توصیف و تحلیل ما از محیط‌های شهریِ پیچیده را عمیقاً تغییر می‌دهد و مسیری را برای تصمیم‌سازی‌های آگاهانه‌تر دربارهٔ معضلات واقعی شهری هموار می‌کند.

ما در ادامه می‌کوشیم تا یک نمونه از مدل‌های شبکه‌ای را توصیف نماییم: این مدل جعبه *ابزار تجزیه و تحلیل شبکهٔ شهری*[۳۹۵] نام دارد و در *آزمایشگاه فرم شهر*[۳۹۶] ابداع شده است (Sevtsuk and Mekonnen, 2012). علاوه بر این مدل، مدل‌ها و رویکردهای مبتنی بر شبکهٔ بسیاری برای توصیفِ محیط‌های انسان‌ساخت وجود دارد؛ در این میان ما از رویکردی استفاده می‌کنیم که بتواند عملکردِ کامل و جامع بازنمایی‌های شبکه‌ایِ مربوط به فضاهای شهری را به نمایش بگذارد (Levin 1964; Casalaina and Rittel 1967; Rittel 1970; Tabor 1970; March and Steadman 1971; Hillier 1996; Porta et al. 2005; Xie and Levinson 2007; Okabe and Sugihara, 2012; Miller and Wu, 2000; Jiang and Claramunt, 2002 ; Peponis and Bafna, 2008; Vanegas et al. 2012).

جعبه ابزار تجزیه و تحلیل شبکهٔ شهری- یک *افزایهٔ متن‌باز*[۳۹۷] و رایگان برای نرم‌افزار *آرک جی‌آی‌اِس*[۳۹۸] – می‌کوشد تا با استفاده از سه عنصر بنیادی، محیط انسان‌ساخت را مدل‌سازی کند: (۱) لبه‌ها به‌عنوان عوامل بازنمایندهٔ مسیرهایی که مسافران می‌توانند در طول آن‌ها حرکت کنند؛ (۲) گره‌ها به‌عنوان عوامل بازنمایندهٔ تقاطع‌هایی که در آن‌ها دو یا چند لبه یکدیگر را قطع می‌کنند؛ و (۳) ساختمان‌ها به‌عنوان عوامل بازنمایندهٔ مکان‌هایی که ترافیک شهری را از سطح خیابان‌ها به داخل محیط درونیِ خود جذب کرده و یا روانهٔ بیرون می‌کنند. ساختمان‌ها می‌توانند با هر موقعیت نقطه‌ای موجود در شبکه جایگزین شوند: فضاهای عمومی، پایانه‌های حمل و نقلی، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری و غیره. بنابراین، ساختمان (یا هرگونه شناسهٔ موقعیتی و مکانی دیگر در شبکه)، به‌عنوان واحدِ تجزیه و تحلیل در نظر گرفته می‌شود و همین موضوع به ما اجازه می‌دهد تا بتوانیم روابط متقابل را برای هر ساختمان به‌صورت جداگانه محاسبه کنیم.

هر ساختمان، خیابان و یا تقاطع در درونِ خود ویژگی‌های فراوانی دارد؛ این ویژگی‌ها می‌توانند خواص هر یک از این موارد را در دنیای حقیقی توصیف نمایند. این ویژگی‌ها در یک جدول دیگر ذخیره می‌شوند تا تک‌تکِ خواصِ قابل اندازه‌گیری برای هر عنصر شهری بتواند تشریح شود: در مورد ساختمان‌ها این ویژگی‌ها قادرند تا خواصی از قبیل اندازه،

[395] Urban Network Analysis Toolbox
[396] The City Form Lab
[397] Open source plug-in
[398] Arc GIS

ارتفاع، ترکیب ساختاری، میزان اشغال جمعیتی و غیره و همین‌طور برای خیابان‌ها نیز خواصی به‌مانند جهت‌گیری، ظرفیتِ ترافیکی، مشخصات پیاده‌روها و غیره را وصف نمایند. بازنماییِ عناصرِ متصل به هم، فرصت‌های کثیری را برای مطالعهٔ انواع مختلفِ روابط فضایی میان ساختمان‌ها در شبکهٔ خیابان‌های شهری به ارمغان می‌آورد. چهارچوب و ساختار بازنماییِ این‌گونه از شبکه‌ها در شکل ۱ قابل مشاهده است. در بخشِ سمتِ چپ این شکل سعی شده تا بخش کوچکی از *میدان هاروارد*[۳۹۹] (در شهرِ کمبریج واقع در ایالت ماساچوست) به تفکیکِ کاربری‌های عمده و به شکل نقشه به تصویر درآید. از سویی دیگر، بازنماییِ شبکه مانند همین نقشه نیز در سمتِ راست شکل مذکور جایگذاری شده است. در این شبکه، هر ساختمان در محلی مجزا به نزدیک‌ترین دسترسیِ موجود در اطرافش (خطوطِ خط‌چین سیرکولاسیون) متصل می‌باشد- در اینجا محل اتصال در نقطهٔ دربِ ورودی هر ساختمان لحاظ می‌شود. البته بایستی توجه داشت که یک ساختمان می‌تواند دارای چندین درب ورودی باشد و لذا در تعداد متعددی از نقاط، به شبکهٔ دسترسی متصل شود.

مبدأ	مقصد	فاصله	تراکنش‌های بین گره‌ها
1	2	242	3
1	3	11	0
1	4	95	0
1	5	141	1
2	1	56	2
2	6	136	8
2	7	25	0
3	9	12	0
3	11	85	0

شکل ۱. *سمت چپ:* بازنماییِ نقشهٔ میدانِ هاروارد (در شهر کمبریج، ایالت ماساچوست، آمریکا). *سمت راست:* بازنماییِ شبکه مانندِ همان محل به انضمامِ ماتریس مجاورت در بخش زیرین آن.

[399] Harvard Square

بازنماییِ شبکه مانندِ فرم و عملکردِ یک ناحیه، پایه‌ای را برای تجزیه و تحلیل‌های پیچیدهٔ فضایی فراهم می‌کند. سه عنصرِ اصلیِ تشکیل‌دهندهٔ فرم شهر (ساختمان، خیابان و تقاطع)، موجب می‌شوند تا الگوهای فیزیکیِ مربوط به ساختارهای شهری قابلیت توصیف یابند- این الگوها شاملِ هندسهٔ دوبعدی و سه‌بعدیِ فرم ساخته‌شده و دسترسی‌هایش، شکل فضاهای عمومی و همچنین مسیرهای متصل‌کنندهٔ آن‌ها می‌باشد. حال اگر ویژگی‌های درونیِ سه عنصر مذکور را بر پایهٔ دسته‌بندیِ پیشین به کار گیریم، قادر خواهیم بود تا پارامترهای مختص هر یک از این عناصر را تشخیص داده و آن‌ها را از هم تفکیک نماییم- پارامترهایی از قبیلِ حجم ساختمان‌ها، فاصله و یا محل قرارگیریِ ساختمان‌ها با توجه به ستون فقراتِ شبکهٔ دسترسی، ظرفیت و یا جهت‌گیری مسیرها و غیره. همچنین خصوصیات هر جدول (سطر، ستون، عرض، طول، رنگ، محتوا و غیره) نیز به ما کمک می‌کند تا بتوانیم عملکردهای هر یک از این عناصر را توصیف کنیم- اینکه کدام فعالیت در کجا قرار می‌گیرد؟ این فعالیت‌ها نیازهای چه تعداد از افراد را برآورده می‌کنند؟ و فعالیت‌ها چگونه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند؟ فعالیت‌ها معمولاً در گروه‌های غیرمرتبط دسته‌بندی می‌شوند؛ مثلاً فعالیت‌های حیاتی، فعالیت‌های کاری و تفریحی؛ اما با این حال، این فعالیت‌ها می‌توانند به‌نوعی دیگر از فعالیت نیز تغییر ماهیت دهند و یا میزان و شدتِ انجامشان بر اساسِ زمان و یا روز تغییر کند. این‌گونه از شاخصه‌ها به اتفاق یکدیگر، سببِ ارائهٔ تعریفی پیچیده از یک مکان می‌شوند؛ جایی که در آن همه‌چیز می‌تواند به هر چیز مستقر در اطرافش مرتبط باشد (Tobler, 1970). اما به‌طور کلی این روابط درهم و برهم نیستند؛ آن‌ها به دستِ تحلیل‌گر سازمان‌دهی شده و به‌صورت شفاف در قالبی از ماتریس مجاورت و جدول حاوی ویژگی‌ها کُدگذاری می‌شوند. اکنون بهتر است تا نگاهی به محدودهٔ *بوگیس*[400] در کشور سنگاپور بیندازیم تا این‌گونه از نحوهٔ ارائه و بازنمایی را در یک محیط واقعی و پیچیدهٔ شهری عملی کنیم.

محدودهٔ بوگیس در بخش مرکزیِ کشور سنگاپور واقع شده است و تقریباً دارای مساحتی به اندازهٔ یک کیلومتر مربع می‌باشد. این محدوده دارای ماهیت تاریخی است و به‌عنوان بخشی از *طرح رَفِلز*[401] مورد توسعه واقع شده است. تا دههٔ ۱۹۹۰ و همین‌طور دهه‌های ابتداییِ قرنِ بیستم [میلادی]، سرتاسر این محدوده پُر از *ساختمان‌ها تجاری_مسکونیِ کهن*[402] بود. این محدوده تدریجاً از سال ۱۹۶۰ [میلادی] به بعد، به‌واسطهٔ ساخت بناهای تجاریِ کم مساحت ولی مرتفع و چندطبقه مجدداً موردِ توسعه قرار گرفت؛ این بناهای تازه تأسیس، ترکیبی گسترده و ناهمگون از فعالیت‌ها را در بر می‌گرفتند.

---

[400] Bugis

[401] طرح رَفِلز یا جکسون (Raffles Plan or The Jackson Plan) طرحی شهری بود که در سال ۱۸۲۲ میلادی در راستای حفظ برخی از الزامات شهری و ایجاد نظم در روندِ توسعهٔ شهری مستعمره‌ای نوپا اما نسبتاً پر رونق به نام سنگاپور تهیه و تنظیم شده بود [مترجمان].

[402] Traditional shop houses

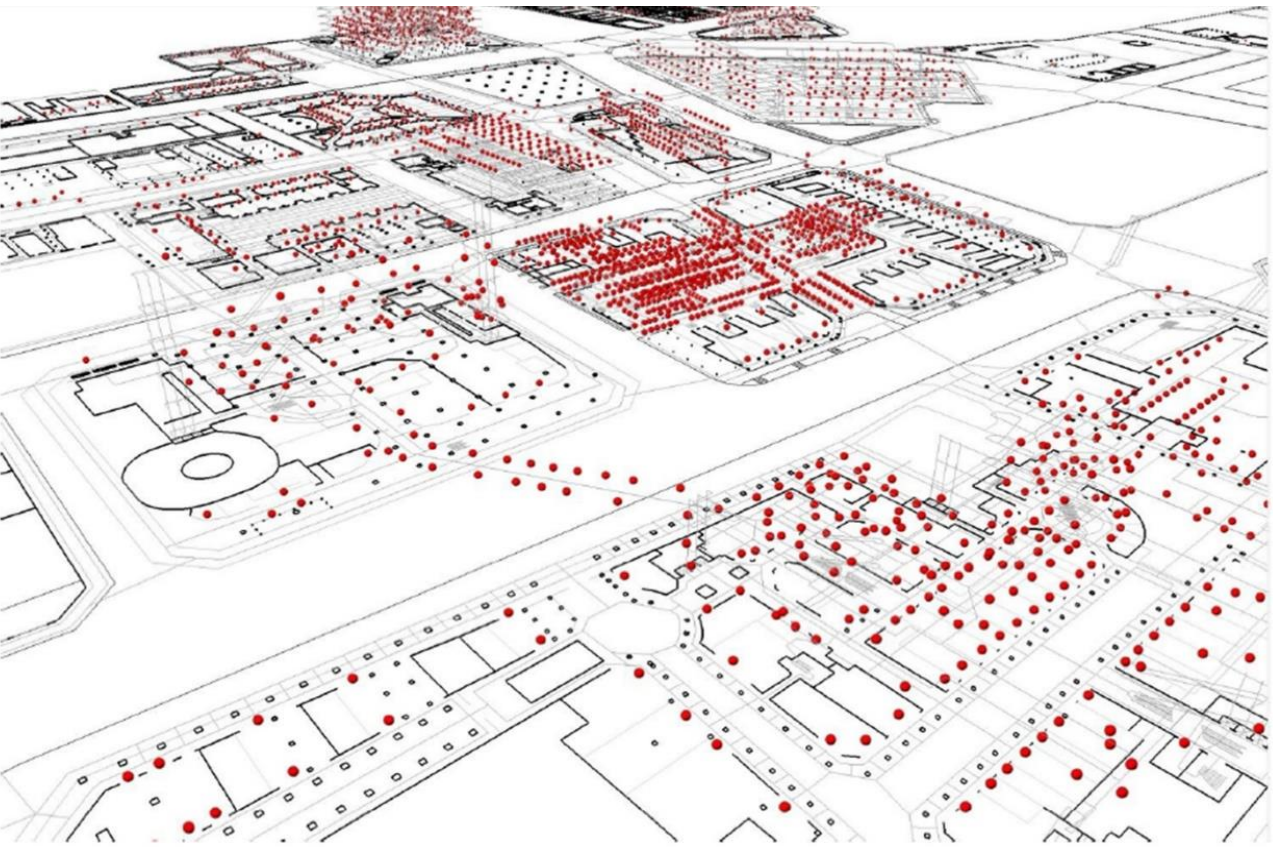
شکل ۲، نمای داخلیِ خیابان بوگیس را به تصویر می‌کشد. این خیابان یک بازارِ چندطبقه محسوب می‌شود که چند صد خرده‌فروشی و واحدهای کوچکِ مختص تجارت مواد غذایی را در خود جای داده است و از نظر موقعیت، در میانهٔ محدودهٔ بوگیس واقع شده است. این محل متضمن بیش از ۴۰۰۰ کسب و کارِ شخصی است: ۱۷۶۹ واحد خرده‌فروشی، ۵۵۹ واحد خدماتی، ۵۱۹ واحد غذاخوری، ۱۳۰ واحد دفتر اداری، ۳۸ واحد هتل، ۲۴ واحد موسسهٔ آموزشی و ۱۹ واحد امکانات تفریحی. تمامی این موارد در محدوده‌ای به مساحت ۰/۸ کیلومتر مربع و در حوالی ایستگاه متروی بوگیس واقع شده است. محدودهٔ بوگیس یکی از شلوغ‌ترین و پیچیده‌ترین محیط‌های شهریِ کشور سنگاپور به شمار می‌آید.

شکل ۲. گذرگاه داخلی و مسقف خیابان بوگیس، سنگاپور.

این محدوده در پائیزِ سالِ ۲۰۱۲ [میلادی] توسط محققانِ آزمایشگاه فرم شهر مورد بررسی قرار گرفت؛ این افراد تمامیِ کسب و کارها و ساختمان‌ها و حتی درب‌های ورودی بناهای موجود در این محدوده را به‌همراه اندازه، نوعِ استفاده و همچنین چندین مورد از مشخصه‌های اقتصادی‌شان برداشت کرده و سپس ثبت نمودند. این بررسی، تمامیِ طبقاتِ ساختمانیِ قابلِ دسترس برای عموم را پوشش می‌داد؛ تقریباً نیمی از این میزان را کسب و کارهای تجاریِ واقع در بخش همکف و نیمی دیگر را نیز باقیِ کاربری‌های واقع در بخشِ زیرزمینی و طبقاتِ فوقانی تشکیل می‌داد. همچنین محققان توانستند تا کلیهٔ شبکهٔ مسیرهای عابر پیاده را نیز در این محدوده، چه در فضای درونی و چه در فضای بیرونی، چه در بالای زمین و چه در زیر زمین و چه روی آن برداشت کرده و به تصویر بکشند- در این فرآیند، بیش از ۳۲ کیلومتر مسیر عابر پیاده در محدودهٔ مورد نظر (با مساحتی کمتر از یک کیلومتر مربع) شناسایی شد: ۳۵ درصد از این مسیرها در فضای بیرونیِ روباز، ۲۶ درصد در فضای بیرونیِ مسقف (گذرگاه‌های طاق‌دار) و ۳۷ درصد نیز در سطوحِ مختلفی از فضاهای

داخلی واقع شده بودند. اکنون می‌توان این اطلاعات را در شکل ۳، به‌صورت کُدگذاری شده و در قالبی از یک شبکه مشاهده نمود. نقاطِ قرمز رنگ، نشان‌گر محل کسب و کارهای شخصی هستند و خطوط خاکستری رنگ مسیرهای پیاده را نمایش می‌دهد و در نهایت خطوط سیاه رنگ نیز دیوارهای ساختمانیِ طبقاتِ همکف را مجسم می‌کنند.

ما تجزیه و تحلیلِ شبکهٔ این محدوده را از طریق دو نوع شاخصِ اتصالِ فضایی نشان می‌دهیم: میان‌بودگی و حصول (ر.ک.به: پانویس صفحهٔ ۱۵) (Sevtsuk and Mekonnen, 2012). شاخص اول، به پیش‌بینیِ ترافیک پیاده در بخش‌های مختلفِ محدوده می‌پردازد؛ و شاخص دوم نیز دسترسیِ به غذاخوری‌ها و اغذیه‌فروشی‌ها را مدل‌سازی می‌کند.



شکل ۳. بازنماییِ شبکهٔ سه‌بعدی محدودهٔ بوگیس، کشور سنگاپور.

ما برای تخمین محل و نحوهٔ حرکت پیادهٔ مردم در بخش‌های مختلفِ این محدوده، مسیرهای حرکت پیاده از مبدأ ایستگاه مترو به مقاصد خرده‌فروشی‌ها را تحت نظر گرفتیم. مصاحبه‌های انجام‌شده در محدودهٔ مورد مطالعه نشان داد که بخش عظیمی از جمعیتِ حاضر در محدودهٔ بوگیس، با مترو به این مکان می‌آیند تا به خرید بپردازند. ما اساس تجزیه و تحلیل خود را بر این فرض بنیان گذاشتیم که عابران پیاده ترجیح می‌دهند تا مسیر ایستگاه متروی بوگیس به مقصد هر یک از ۱۷۶۹ واحد خرده‌فروشیِ واقع در بخش‌های مختلف این محدوده را از طریقِ کوتاه‌ترین مسیر ممکن طی کنند.

در ادامه ما تمامیِ این مسیرها را با استفاده از *تجزیه و تحلیلِ میان‌بودگی*[۴۰۳] در نرم‌افزارِ جعبه ابزار تجزیه و تحلیل شبکهٔ شهری مدل‌سازی کردیم و سپس کوشیدیم تا بفهمیم که کدامیک از بخش‌های شبکهٔ مذکور ترافیک پیادهٔ بیشتری را متحمل می‌شوند. به همین ترتیب، به کمک مقادیر حاصل‌شده از تجزیه و تحلیل میان‌بودگی توانستیم تا تعداد تقریبیِ رهگذرهایی را که توسط کوتاه‌ترین و سرراست‌ترین مسیر از مبدأ ایستگاه مترو به سمت مقاصد خرده‌فروشی‌های واقع در هر بخش از شبکهٔ مذکور حرکت کرده بودند را تعیین کنیم.

شکل ۴، نتایجِ مربوطه را نمایش می‌دهد که در آن تعداد مراجعه‌کنندگان پیاده به هر نقطه از شبکه با استفاده از طیفی از رنگِ سبز (کمترین تعداد مراجعه‌کننده) تا قرمز (بیشترین تعداد مراجعه‌کننده) کُدگذاری شده است. ما بیشترین حد ترافیک پیاده را در مرکز *خریدِ آلبرت*[۴۰۴]، خیابان بوگیس و تقاطع بوگیس یافتیم- هر سه موردِ مذکور شامل اصلی‌ترین و عمده‌ترین مراکز خرید محدودهٔ مورد نظر می‌باشند. همچنین می‌توان تراکم شدیدی از فعالیت را در نزدیکی *خیابان عرب‌ها*[۴۰۵] و کوچهٔ *حاجی*[۴۰۶] مشاهده نمود؛ هر دوی این خیابان‌ها دارای ماهیت تاریخی‌اند و جداره آن‌ها به‌طور پیوسته با کاربری‌های تجاری_ مسکونیِ قدیمی پوشیده شده است. تمامیِ این مکان‌ها در واقع بسیار شلوغ هستند (شکل ۲). ضمن اینکه تجزیه و تحلیل این شبکه باعث شد تا بتوانیم عمده‌ترین نواحیِ دارای تمرکز فعالیتی را پیش‌بینی کنیم، موجب شد تا حتی بخش‌های بخصوصی از خیابان‌ها و کریدورهای درونیِ جاذب ترافیک پیاده را نیز در کل این محدوده تخمین بزنیم. بروز تغییر در جریانِ حرکت عابران پیاده در بخش‌های مختلف محدوده، می‌تواند عامل بسیار مهمی برای توضیحِ نحوهٔ ترکیبِ کسب و کارها و همین‌طور الگوهای استفاده محسوب شود. به‌عنوان مثال، غذاخوری‌ها و اغذیه‌فروشی‌ها ترجیحاً در مسیرهایی تأسیس می‌شوند که درصدِ بالایی از رفت و آمد عابران پیاده در بینِ مبادی و مقاصد مختلف را داشته باشد. همین‌طور صاحبان آن دسته از کسب و کارهایی که مستقیماً به گذر عابران پیاده وابسته نمی‌باشند ولی در عین حال از سریزِ جمعیتیِ ناشی از دیگر کاربری‌ها تغذیه می‌کنند نیز ترجیح می‌دهند تا در مکان‌های درجه دو واقع در نزدیکیِ مسیرهای اصلیِ پیاده مستقر شوند؛ این مکان‌ها در خیابان‌های فرعیِ بافت اطراف واقع می‌باشند و از نظر هزینه، دارای اجاره‌های ارزان‌تری هستند (Sevtsuk, 2010).

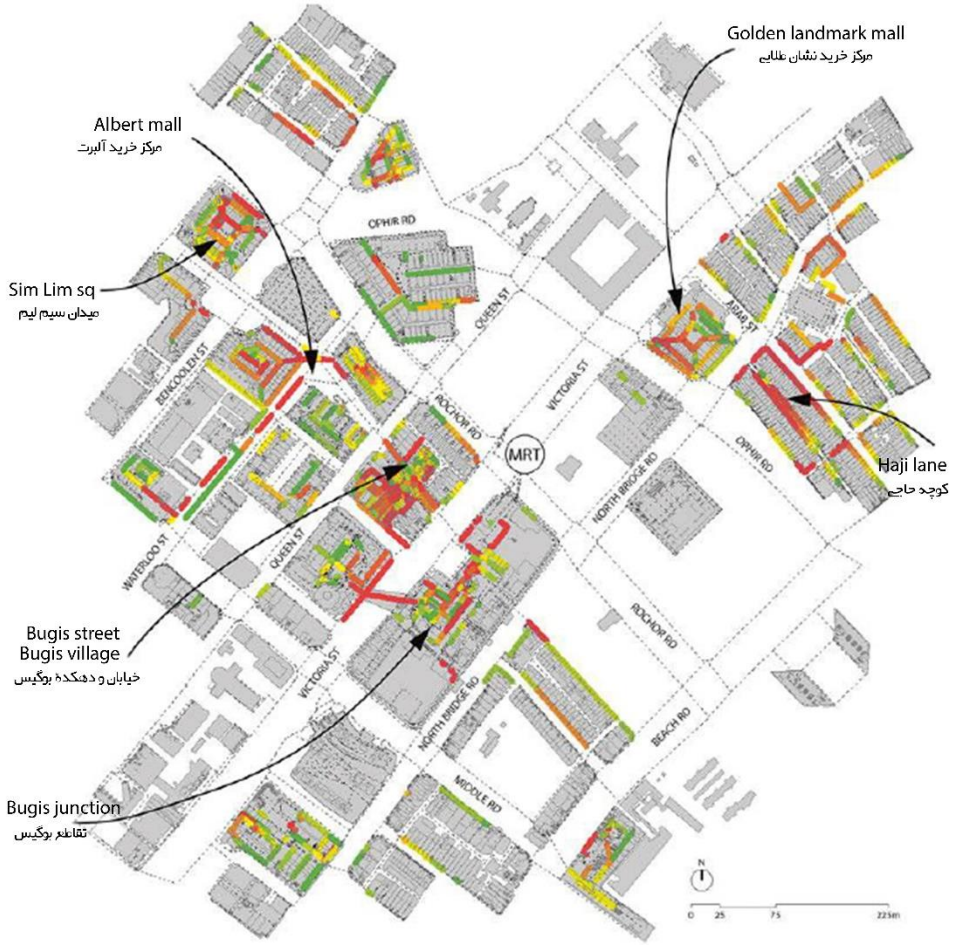
---

[۴۰۳] تجزیه و تحلیل میان‌بودگی (Betweenness analysis) روشی است که با تکیه بر مبدأ حرکت، جریان‌های حرکتی مردم در درونِ شبکه‌های دوبعدی و یا سه‌بعدی را تخمین می‌زند. این روش هم برای مسیرهای کوتاه و هم برای مسیرهای طولانی کارساز است [مترجمان].

[404] Albert Mall

[405] Arab Street

[406] Haji Lane



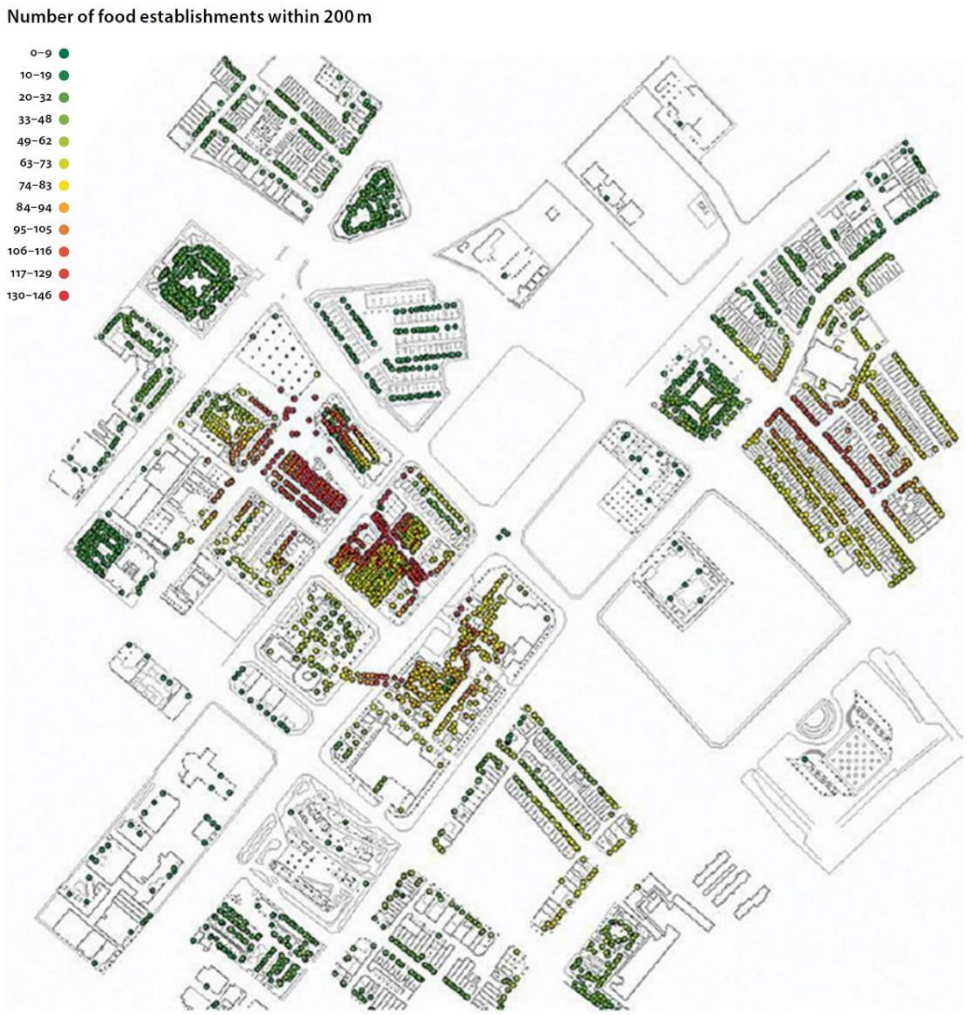
شکل ۴. این شکل نتایج تجزیه و تحلیلِ شاخصِ میان-بودگی را به نمایش می-گذارد که در آن می‌توان به وضوح میزانِ ترافیک پیادهٔ جاری از ایستگاه متروی بوگیس را به سوی تک‌تکِ خرده فروشی‌های موجود در محدوده مشاهده نمود.

به هنگام بررسیِ اینکه کدامیک از بخش‌های این محدوده بهترین دسترسی را به مکان‌های صرف غذا دارند، می‌توان به وضوح متوجه شد که محلِ قرارگیریِ رستوران‌ها و بارها بسیار نزدیک به خرده‌فروشی‌ها و مسیرهای پیادهٔ منتهی به آن‌ها می‌باشد. شکل ۵، شبکه‌ای از کیفیتِ حصول را برای تسهیلاتِ مختص خوردن و آشامیدن (در شعاعِ پیاده‌روی ۲۰۰ متری از هر مبدأ دلخواه) به نمایش می‌کشد. شاخصِ حصول به ما نشان می‌دهد که در یک شعاعِ پیاده‌رویِ مشخص (مثلاً ۲۰۰ متر)، چه تعداد از مقاصدِ خاص از هر مبدأ دلخواه قابل دسترسی‌اند؟ [در این مطالعه] هرچه تعداد تسهیلات خوردن و آشامیدنِ قابل دسترس بیشتر باشد، میزان شاخص حصول نیز بیشتر خواهد بود.

نتایجِ شکل ۵ حاکی از آن است که معمولاً رستوران‌ها، مجتمع‌های غذاخوریِ روباز و بارها همگی در جوارِ خرده‌فروشان و مسیرهای پیادهٔ منتهی به آن‌ها جمع می‌شوند[۴۰۷]. بیشترین میزانِ تمرکز و تجمع این‌گونه از کسب و کارها را می‌توان در فاصلهٔ میان مرکز خرید آلبرت و خیابان بوگیس یافت که در آن، مجتمع‌های غذاخوری روبازِ بیشماری در بازارچهٔ آلبرت وجود دارد. همچنین دکه‌های اغذیه‌فروشی کثیری در خیابان و تقاطع بوگیس و همین‌طور خیابان عرب‌ها

[۴۰۷] ما در این مجلد، از ارائهٔ معناداریِ آماریِ این‌گونه از موقعیت‌ها خودداری کرده‌ایم، اما مخاطبان علاقه‌مند به این موضوع می‌توانند تجزیه و تحلیل مد نظرشان را در Sevtsuk, 2010 جستجو کرده و بیابند [نویسندگان].

و *خیابان مسقط*[۴۰۸] موجود می‌باشد؛ دو خیابان آخر، از بخش سمت راستِ محدوده به خیابان و تقاطع بوگیس وصل می‌شوند. یک عابر پیاده می‌تواند از مقابلِ مرکز خرید آلبرت، به راحتی و در عرض سه دقیقه پیاده‌روی به ۱۴۶ واحد از تسهیلات غذاخوریِ مختلف دسترسی داشته باشد. این چهار ناحیهٔ مذکور شامل عمده‌ترین فعالیت‌های مربوط به خورد و خوراک هستند. گرچه تعداد خرده‌فروشان در این محدوده سه برابرِ مکان‌های صرف غذا می‌باشد، اما بایستی دقت داشت که نقاطِ سبز رنگ مشهود در شکل ۵، به‌تنهایی ۳۰ الی ۵۰ مکانِ صرف غذا را در شعاع ۲۰۰ متری شامل می‌شود؛ این مسئله حاکی از این است که محدودهٔ بوگیس از نظر تسهیلات تغذیه کاملاً بی‌نیاز است.

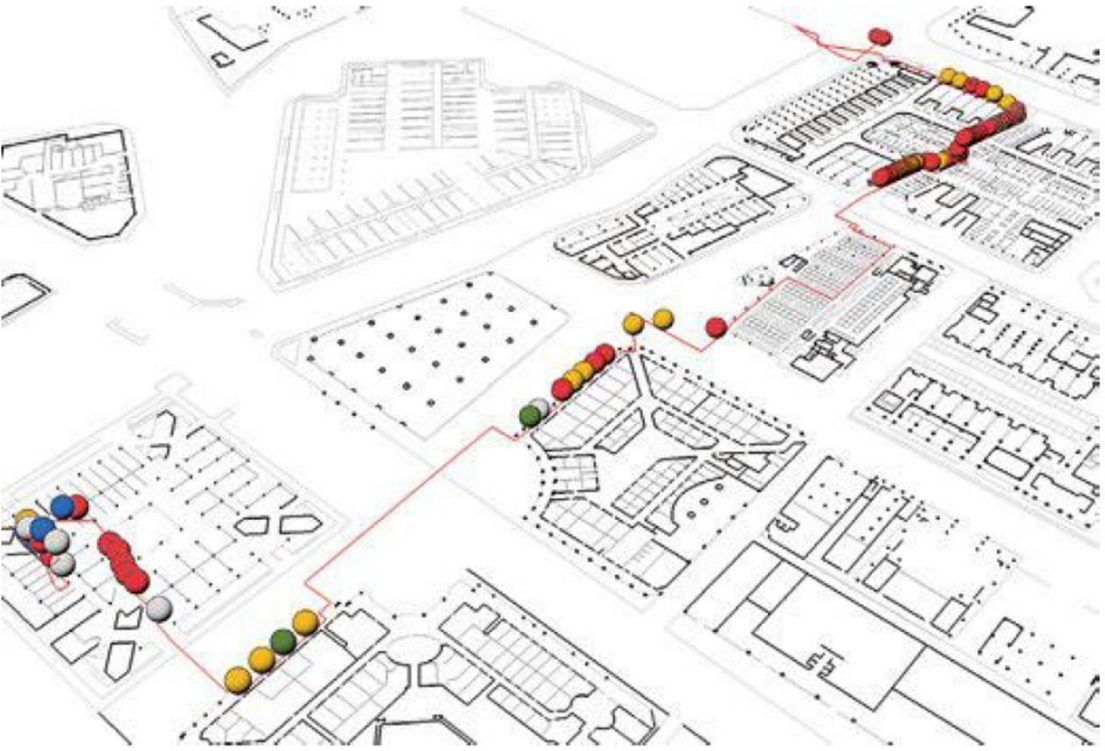


شکل ۵. این شکل نتایج تجزیه و تحلیل شاخصِ حصول را به نمایش می‌گذارد که نشان می‌دهد در محدوده‌ای به شعاع ۲۰۰ متر به مرکز درب ورودیِ هر ساختمان، چه تعداد از مکان‌های مختص خوردن و آشامیدن با پای پیاده قابل دسترسی هستند.

چنانچه ما به‌طور تصادفی بر روی یکی از مسیرهای پیادهٔ موجود در میان ایستگاه متروی بوگیس و خرده‌فروشی‌ها متمرکز شویم- مثلاً یک فروشگاه لوازم‌کامپیوتری در طبقهٔ چهارمِ مرکز خریدِ ادوات الکترونیکی واقع در *میدان سیم*

[408] Muscat Street

لیم[۴۰۹] – آنگاه قادر خواهیم بود تا خصوصیات و ویژگی‌های مسیر انتخاب‌شده را در روندِ تجزیه و تحلیل‌مان مورد بررسی و تشخیص قرار دهیم (شکل ۶). مسیر قابل مشاهده در شکل ۶، خط سیرِ یک بازدیدکنندهٔ نمونه را از محدوده مورد نظر نشان می‌دهد؛ در این مسیر می‌توان دید که این شخص قبل از رسیدن به مقصدش، از مقابل ۸۶ واحد کسب و کار می‌گذرد که ۵۸ واحد از آن متعلق به خرده‌فروشان، ۲۰ واحد به غذاخوری و اغذیه‌فروشی، ۸ واحد به دفاتر اداری و ۳ واحد نیز به کاربری‌های خدماتی است. مقایسهٔ مجموعه‌ای از این مسیرها، می‌تواند منجر به آشکار شدن مقاصد مختلف اجتماعی_اقتصادی شود و برای بسیاری از مداخلات شهری سودمند باشد- مثلاً این موضوع می‌تواند میزان جذابیت مسیرهای مختلف را برای عابران پیاده و یا نحوهٔ تجربهٔ گروه‌های مختلف مردمی را از شهر توضیح دهد و همچنین روابط و تبادلات اقتصادیِ میان کسب و کارهای مختلف را در مقیاس خُرد مورد مطالعه قرار دهد.



شکل ۶. در این شکل می‌توان نمونه‌ای از خط سیر مربوط به بازدید از محدوده را مشاهده نمود که در آن شخص بازدیدکننده، مسیری را از یک فروشگاه در طبقهٔ چهارمِ مرکز خریدِ ادوات الکترونیکی واقع در میدان سیم لیم تا ایستگاه متروی بوگیس پیموده است.

یک بازنماییِ شبکه مانند از محیط انسان‌ساخت باعث ارائهٔ چهارچوبی قدرتمند برای تحلیل و توصیفِ محیط‌های شهری پیچیده می‌شود. هم‌اکنون این نوع از بازنمایی در تعداد بی‌شماری از مدل‌های دیجیتالیِ شهری به کار برده می‌شود و احتمالاً میزان کاربستِ آن در سال‌های آتی به سرعت رشد کند. بر خلافِ نقشه‌های قدیمی، مدل‌های شبکه‌ایِ فضاهای شهری به‌راحتی اطلاعات مربوط به اتصالِ بینِ تک‌تکِ عوامل و مکان‌ها را کُدگذاری می‌کنند و بدین منوال، روند بسیار

[409] Sim Lim Square

دشوار و پیچیدهٔ تجزیه و تحلیل فضاییِ روابط میان عناصر مختلف محیط را در عرض چند ثانیه بر روی یک سیستم رایانه‌ای ممکن می‌سازند. این‌گونه از مدل‌ها موجب می‌شوند تا بتوان بر فرآیند بسیار کُند و چالش‌برانگیزِ قرائتِ روابط فضایی که در نقشه‌های سنتی مرسوم می‌باشد غلبه کرد. البته بایستی دقت داشت که تجزیه و تحلیلِ شبکه‌های متضمن روابط فضایی نیز به‌نوبهٔ خود به روابط کُدگذاری‌شدهٔ آماری وابسته می‌باشد. لذا مستندسازیِ این روابط، اولین گامِ مهم برای استفاده از این‌گونه روش‌ها است.

گرچه بازنمایی‌های شبکه مانند محیط‌های شهری نمی‌توانند جایگزینی برای نقشه‌های سنتی باشند، اما می‌توانند به مقدار زیادی آن‌ها را تکمیل کنند. ما به‌عنوان طراحان شهری می‌دانیم که قرائت بصری نقشه‌ها، عملی بسیار دقیق و ظریف و حساس و قدرتمند است و لذا این عمل همواره برای شهرسازان به‌عنوان روشی حیاتی باقی خواهد ماند. آن دسته از اتصالات اصلی‌ای که به‌هنگام بازنماییِ شبکه مانندِ محیط‌های شهری در این نقشه‌ها جاسازی می‌شوند، قادرند تا نقشه‌های ایستا را به‌واسطهٔ هم‌پیوندی‌های قدرتمند فضایی‌شان تقویت کنند. این اتصالات باعث می‌شوند تا وظایفِ دشوارِ شمارشی و محاسبه‌ای که خوانندهٔ نقشه از انجام ذهنی آن‌ها عاجز است، به‌طور خودکار انجام شود؛ همین‌طور به خوانندهٔ نقشه اجازه می‌دهند تا بتواند بلافاصله از این اطلاعات به‌منظورِ مطالعه، کنترل و دستکاری نقشه بهره گیرد.

همچنین رابط‌های گرافیکیِ مربوط به نقشه‌ها در مدل‌های شبکه‌ای (شمایل مشخص‌کنندهٔ موارد مختلف که در بازنماییِ نقشه استفاده می‌شوند)، تحلیلگران را قادر خواهد ساخت تا بتوانند بر کاستی‌ها و ضعف‌های مدل‌های دارای تعداد پارامتر زیاد غلبه کنند. آن دسته از ارتباطاتِ متقابل بین فرم و عملکرد که در مدل‌های شبکه‌ای موجود بوده و توسط همین مدل‌ها مجسم می‌شوند، یقیناً جامع و کامل نیستند و می‌توانند تعدادی از ابعادِ مهمِ یک مکان را از قلم بیندازند- همچون پیشینهٔ تاریخی و یا زمینهٔ اجتماعی و فرهنگی و محیطی‌اش را. اما رابط‌های گرافیکیِ مدل‌های شبکه‌ای موجب می‌گردند تا این ابعاد به همراه ضمایم و موارد تکمیلی، دقیقاً به‌مانند نقشه‌های سنتی مورد تفسیر قرار گیرند. نیل به رویکردی جامع از تجزیه و تحلیلِ فضاییِ شهر همچنان نیازمند «نگاهی عمل‌گرایانه و واقع‌بینانه است که هم زمینه را در برگیرد و هم به دنبالِ ایجاد پیوستگی در میانِ دیدگاه‌های گوناگون باشد» (Hoch, 2000: 54). هم‌پیوندیِ دیجیتالی میان عناصرِ یک نقشه سبب ترقی تفکر جامع می‌شود و نه مانع آن.

در نهایت بایستی به یاد داشته باشیم که خلق بازنمایی‌های نوین از یک مکان لزوماً باعث درک بهتر پیچیدگی‌های بنیادی آن نمی‌شود. با این حال، ارائهٔ چهارچوبی شفاف و روشن برای توصیفِ مجموعه روابط فضاییِ موجود در درون مکان‌ها موجب می‌گردد تا مدل‌های شبکه‌ایِ محیط انسان‌ساخت بتوانند مسیر نیل به تصویرپردازیِ این‌گونه از روابط را تسهیل کنند و همچنین طراحان را قادر سازند تا بجای توصیفِ مشکل، بر روی تجزیه و تحلیل آن متمرکز شوند.

Anderson, Stanford. 1993. "Savannah and the Issue of Precedent: City Plan as Resource," in *Settlements in the Americas: Cross-Cultural Perspectives,* edited by Ralph Bennett. Newark, DE: University of Delaware Press, 110–144.

Anselin, Luc. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Batty, Michael. 2005. *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge, MA.: The MIT Press.

Bélanger, Pierre, Chuihua Judy Chung, Joshua Comaroff, Michael Cosmas, Sonal Gandhi, A. David Hamilton, Lan-Ying Ip, Jeannie Kim, Gullivar Shepard, Reshma Singh, Nathaniel Slayton, James Stone, and Sameh Wahba. 2001. "Lagos: Harvard Project on the City," in *Mutations,* edited by Rem Koolhaas et al. Barcelona: ACTAR.

Bhat, Chandra, Susan Handy, Kara Kockelman, Hani Mahmassani, Anand Gopal, Issam Srour, and Lisa Weston. 2000. "Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review." Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin. Report completed for the Texas Department of Transportation.

Busquets, Joan. ed. 2006. *Aleppo. Rehabilitation of the Old City*. Cambridge, MA: Harvard University Graduate School of Design.

Casalaina, Vince, and Horst W. J. Rittel. 1967. "Generating Floor Plans from Adjacency Matrices."

Conzen, M. R. G. 1960. *Alnwick, Northumberland: A Study in Town Plan Analysis,* 2nd rev. ed. (1969). London: Institute of British Geographers.

Gans, Herbert J. 1962. *The Urban Villagers: Group and Class in the Life of Italian-Americans*. New York: Free Press of Glencoe.

Gehl, Jan. 2010. *Cities for People*. Washington, DC: Island Press.

Hillier, Bill. 1996. *Space Is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hoch, Charles J. 2002. "Evaluating Plans Pragmatically," *Planning Theory* 1, no. 1 (March): 53–75.

Jacobs, Jane. 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.

Jiang, Bin, Christophe Claramunt, and Michael Batty. 1999. "Geometric Accessibility and Geographic Information: Extending Desktop GIS to Space Syntax," *Computers, Environment and Urban Systems* 23, no. 2: 127–146.

Levin, Peter Hirsch. 1964. "The Use of Graphs to Decide the Optimum Layout of Buildings," *Architects' Journal* 140, no. 15: 809–815.

Mandelbaum, Seymour. 1990. "Reading Plans," *Journal of the American Planning Association* 56, no. 3 (Summer): 350–356.

March, Lionel, and Philip Steadman. 1971. *The Geometry of Environment: An Introduction to Spatial Organization in Design*. London: RIBA Publications.

Miller, Harvey J., and Yi-hwa Wu. 2000. "GIS Software for Measuring Space-Time Accessibility in Transportation Planning and Analysis," *GeoInformatica* 4, no. 2: 141–159.

Minsky, Marvin. 1988. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster.

Moudon, Anne Vernez. 1986. *Built for Change: Neighborhood Architecture in San Francisco*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Okabe, Atsuyuki, and Kokichi Sugihara. 2012. *Spatial Analysis Along Networks: Statistical and Computational Methods*. Statistics in Practice. Hoboken, NJ: Wiley.

Peattie, Lisa Redfield. 1968. *The View from the Barrio*. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Peponis, John, Sonit Bafna, and Zongyu Zhang. 2008. "Connectivity of Streets: Reach and Directional Distance," *Environment and Planning B: Planning and Design,* 35, no. 5: 881–901.

Porta, Sergio, Paolo Crucitti, and Vito Latora. 2005. "The Network Analysis of Urban Streets: A Primal Approach," *Environment and Planning B: Planning and Design,* 33, no. 5: 705–725.

Reilly, William J. 1929. *Methods for the Study of Retail Relationship*. Austin: Texas University Bureau of Business Research monograph no. 4.

Rieniets, Tim, Jennifer Sigler, and Kees Christiaanse, eds. 2009. *Open City: Designing Coexistence*. Amsterdam: SUN.

Rittel, Horst W. J. 1970. "Theories of Cell Configuration," in *Emerging Methods in Environmental Design and Planning,* edited by Gary T. Moore. Cambridge, MA: The MIT Press.

Ryan, Brent D. 2011. "Reading through a Plan." *Journal of the American Planning Association* 77, no. 4: 309–327.

Sevtsuk, Andres. 2010. "Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA," Ph.D. diss., MIT, Cambridge, MA.

Sevtsuk, Andres, and Michael Mekonnen. 2012. "Urban Network Analysis: A New Toolbox for ArcGIS," *Revue international de géomatique* 22, no. 2: 287–305.

Sorkin, Michael. 2009. *Twenty Minutes in Manhattan*. London: Reaktion Books.

Tabor, Philip. 1970. *Traffic in Buildings 4. Evaluation of Routes*. Land Use and Built Form Studies. Working paper 20. Cambridge: University of Cambridge.

Tobler, Waldo R. 1970. "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region," *Economic Geography* 46, no. 2: 234–240.

Vanegas, Carlos A., Daniel G. Aliaga, Bedřich Benes, and Paul Waddell. 2009. "Interactive Design of Urban Spaces Using Geometrical and Behavioral Modeling," *ACM Transactions on Graphics* 28, no. 5 (December): article 111.

Vanegas, Carlos A., Ignacio Garcia-Dorado, Daniel G. Aliaga, Bedřich Benes, and Paul Waddell. 2012. "Inverse Design of Urban Procedural Models," *ACM Transactions on Graphics* 31, no. 6 (November): article 168.

Webber, M., 1963. "Order in Diversity: Community without Propinquity," in Cities and Space: *The Future Use of Urban Land,* edited by Lowden Wingo. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 23–54.

Whyte, William Hollingsworth. 1980. *The Social Life of Small Urban Spaces*. Washington, DC: Conservation Foundation.

Xie, Feng, and David Levinson. 2007. "Measuring the Structure of Road Networks," *Geographical Analysis* 39 (July): 336–356.

مسئلهٔ چندمرکزی بودن در شهرهایمان چگونه شکل می‌گیرد؟

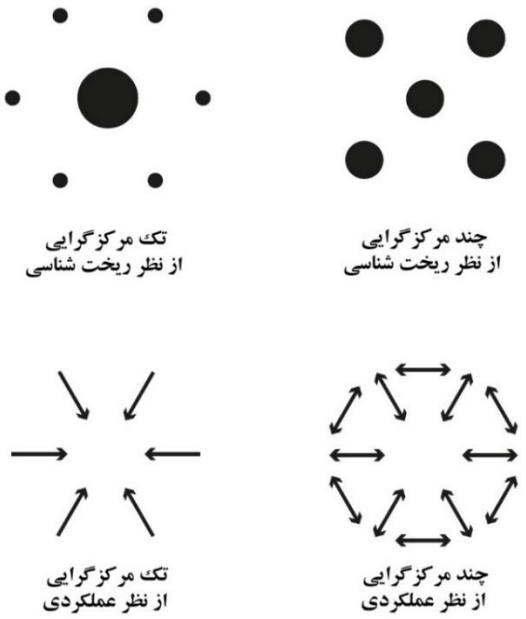
مارکوس شلِپفر
Markus Schläpfer

کلان شهرهای امروزی، از نیویورک و لندن گرفته تا سنگاپور و توکیو، همگی متضمنِ چندین مرکزِ متصل به هم هستند. این مراکز در واقع مکان‌هایی هستند که فعالیت‌های کاری و تفریحی و حرکتیِ روزانهٔ مردم در آن‌ها متمرکز است. درک عمیق و کمّیِ این‌گونه از ساختارهای فضایی برای شهرهای معاصرِ در حالِ پراکنده‌روی که اجزاء تشکیل‌دهندهٔ مراکزشان مفهوم نمی‌باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌عنوان نمونه، توانایی پیش‌بینی اینکه یک قطب تجاریِ جدید چگونه با مراکز شهریِ موجود به تعامل پرداخته و سرانجام ماهیت سیستم حمل و نقل شهر را تغییر می‌دهد، پیش‌شرطی است که به جهت توسعهٔ اقداماتِ کارآمد برای مقابله با معضل ازدحام ترافیکی و آلودگی هوا از ضرورتی غیر قابل انکار برخوردار است. اخیراً قابلیتِ دسترسی به بسیاری از داده‌های نوین و بزرگ مقیاسِ مستخرج از فعالیت‌های انسانی (به‌مانند آنچه که به‌صورت خودکار از شبکه‌های تلفن همراه جمع‌آوری می‌شود) سبب شده تا فرصت‌های بی‌نظیری برای آشکار کردن همزیستیِ رو به رشد مراکز متعددِ شهری، ارائهٔ تعداد کثیری از ممارست‌های جدید برای برنامه‌ریزی شهری، سرمایه-گذاری بر روی زیرساخت‌های شهری و همین‌طور کاهشِ اثراتِ مضرر محیطی فراهم شود.

ساختار فضاییِ مناظر شهری در مراکز مختلفِ *اصلی و فرعی*[410] دائماً در حال تکامل است (Batty, 2013; Bertaud, 2004). از نقطه نظرِ تاریخی، افزایش بیش از حد مالکیتِ خودروهای شخصی و همچنین معرفیِ سیستم‌های حمل و نقل عمومی موجب شد تا در طی قرن گذشته، کیفیت و ماهیت قریب به یقینِ شهرهای بزرگ جهان دگرگون شود: در این روند، ماهیت شهرها از یک ساختارِ نسبتاً سادهٔ تک مرکزیِ دارای *ناحیهٔ تجاری مرکزی*[411] خوانا و زمین‌های طبیعی و بایرِ حومه‌ای به یک ساختارِ بسیار پیچیدهٔ چندمرکزیِ دارای مراکز فعالیتیِ به هم وابستهٔ گوناگون تغییر یافت (Anas *et al.*, 1998). همچنان انتظار می‌رود که این تغییر تا آیندهٔ نزدیک ادامه یابد و باعث شکل‌گیریِ مباحثاتی نوین در راستای بهبود عملکرد شهرها شود. به همین دلیل در چند سال اخیر، توصیفِ خصوصیات ساختارهای چندمرکزیِ شهرها در برنامه‌ریزی شهری و همچنین در گرایش‌های علم اقتصاد توجه زیادی را به خود جلب کرده است (همان). با این وجود، ماهیتِ چند وجهیِ مسئلهٔ *چند مرکزگرایی*[412] باعث شده تا این مسئله، همچنان به‌عنوان مفهومی غامض باقی بماند و

[410] Centers and Subcenters
[411] Central business district (CBD)
[412] Polycentrism

تاکنون تعریفی جامع و همه‌پسند برای آن ارائه نشود. همان‌طور که در شکل ۱ مشهود است، چند مرکزگرایی دارای دو جنبهٔ بسیار مهم است: (۱) *بُعد ریخت‌شناسانه*[۴۱۳] آن که اندازه و توزیع فضاییِ مراکز را نشان می‌دهد؛ و (۲) بُعد عملکردی آن که پیوندهای میان مراکز مختلف را نمایان می‌سازد؛ مثلاً، جریان روزانهٔ مردمِ در حال سفر و یا قوتِ روابط اجتماعی و اقتصادی میان مراکز مختلف (Green, 2007; Burger and Meijers, 2012). به‌طور سنتی، متخصصان شهری قادرند تا تنها با در نظر داشتن حدودی مشخص برای میزان جمعیت و اشتغال و تراکم بخش تجاری، مسئلهٔ چند مرکزگرایی را از نقطه نظر ریخت‌شناسی مورد ارزیابی قرار دهند. اما از سویی دیگر، فقدانِ داده‌های بزرگ‌مقیاسِ مربوط به حرکت‌های فردی و یا تعاملاتِ اجتماعی، سبب می‌شود تا سنجش مسئلهٔ چند مرکزگرایی از نقطه نظر عملکردی بسی دشوار شود. نتیجتاً با پشت سر گذاشتن هرچه بیشترِ ایده‌ها و مفاهیم بنیادی، مشخص می‌شود که هنوز هم دانسته‌هایمان دربارهٔ تعاملاتِ فضایی_ زمانیِ مردم با مراکز مختلفِ اصلی و فرعی بسیار ناچیز است.



شکل ۱. ابعادِ ریخت-شناسانه و عملکردیِ چند مرکزگرایی؛ به اقتباس از Burger and Meijers; 2012.

امروزه پیدایش موج جدیدی از مجموعه داده‌های تولیدشده توسط کاربرانِ تلفن‌های همراه، کارت‌های اعتباری، شبکه‌های اجتماعی آنلاین و سایرِ منابع باعث شده تا پتانسیل ویژه‌ای برای موشکافی و برآوردِ کیفیِ تعاملاتِ شهری فوق‌الذکر فراهم گردد. اخیراً اولین گام در راستای تحقق این موضوع، در پژوهشی به نگارش *راث و همکاران*[۴۱۴] (۲۰۱۱) برداشته شد. در این پژوهش سعی شده تا از طریق تجزیه و تحلیلِ میلیون‌ها سفرِ مترو که با استفاده از *سامانهٔ بلیط فروشیِ*

[413] Morphological dimension
[414] Roth *et al.*, 2011

الکترونیکیِ اوستر کارت[۴۱۵] در شهر لندن انجام شده بود، ماهیتِ سلسه‌مراتبیِ مراکز مختلف از نقطه نظر ایستگاه‌های حمل و نقلی و جریان‌های ترافیکی نشان داده شود. با این حال در مطالعهٔ حاضر سعی خواهد شد تا برای اثباتِ اهمیت استفاده از ردپاهای دیجیتالیِ ساکنین شهری، کیفیت چند مرکزگراییِ نواحیِ بزرگ کشور سنگاپور از طریقِ تجزیه و تحلیلِ سوابق داده‌های تلفنی برآورد شود. امروزه به‌دلیل تملک بیش از حد تلفن‌های همراه، سوابق مذکور مشخصاً بخش عمده‌ای از جمعیت تحت مطالعه را پوشش می‌دهد و لذا باعث می‌شود تا بتوان با استفاده از آن‌ها، یک تصویر آماریِ دقیق از فعالیت‌های حرکتیِ افراد را در مقیاس شهری مهیا کرد (Isaacman, 2010). به هنگام کار کردن با سوابق داده‌های تلفنی، به سرعت مشخص می‌شود که این مزایای کاربردی، عملکردِ بهتری نسبت به ارزیابی‌های پرسشنامه‌ای و اطلاعات سرشماری دارند. جمع‌آوریِ داده‌ها از طریقِ پرسشنامه‌ها و سرشماری‌ها اساساً بسیار دشوار و پُرهزینه است و فقط برای زیرمجموعه‌های جمعیتیِ کوچک کارساز می‌باشد و تصویر نهایی مستخرج از آن‌ها، ناقص و غیر قابل تغییر است.

ما به موازاتِ یکی از پروژه‌های پژوهشیِ آزمایشگاه SENSEable City، می‌کوشیم تا الگوریتم‌ها و فنون داده‌کاویِ جدیدی را به‌منظور تبدیل سوابق داده‌های تلفنی به *توزیعِ فضایی_زمانیِ جمعیت*[۴۱۶] توسعه دهیم و متعاقباً با استفاده از نتایج به دست آمده بتوانیم پرده از ابهام الگوهای پیچیدهٔ ساختارهای چندمرکزی برداریم (Schläpfer *et al.*, 2014). پیرو درخواست موسسهٔ تحقیق و فن‌آوریِ سنگاپور_ اِم‌آی‌تی، یکی از بزرگ‌ترین اپراتورهای تلفن همراه کشور سنگاپور، حجم عظیمی از سوابق داده‌های تلفنیِ مذکور را به‌منظورِ اهداف پژوهشی برایمان فراهم کرد. در ابتدا، این داده‌ها در طی چند ماه متوالی، با هدف محاسبهٔ صورت‌حساب‌های تلفنی جمع‌آوری شده بودند و بیش از نیمی از جمعیت کشور سنگاپور را پوشش می‌دادند- تقریباً در هر روز از این چند ماه، حدود ۱۰ میلیون تماس تلفنی برقرار می‌شد. به طور مشخص، هر یک از این سوابق، متعلق به یک تماس تلفنی است و (۱) شماره‌های تلفنیِ بی‌نام و نشانِ متعلق به دو طرفِ تماس، (۲) مدت زمان تماس، (۳) اطلاعات و جزئیات زمانیِ شروع تماس و نیز (۴) موقعیت جغرافیاییِ دو برج مخابراتیِ هدایت‌کنندهٔ تماس (برج برقرارکننده و برج دریافت‌کنندهٔ تماس) را شامل می‌شود.

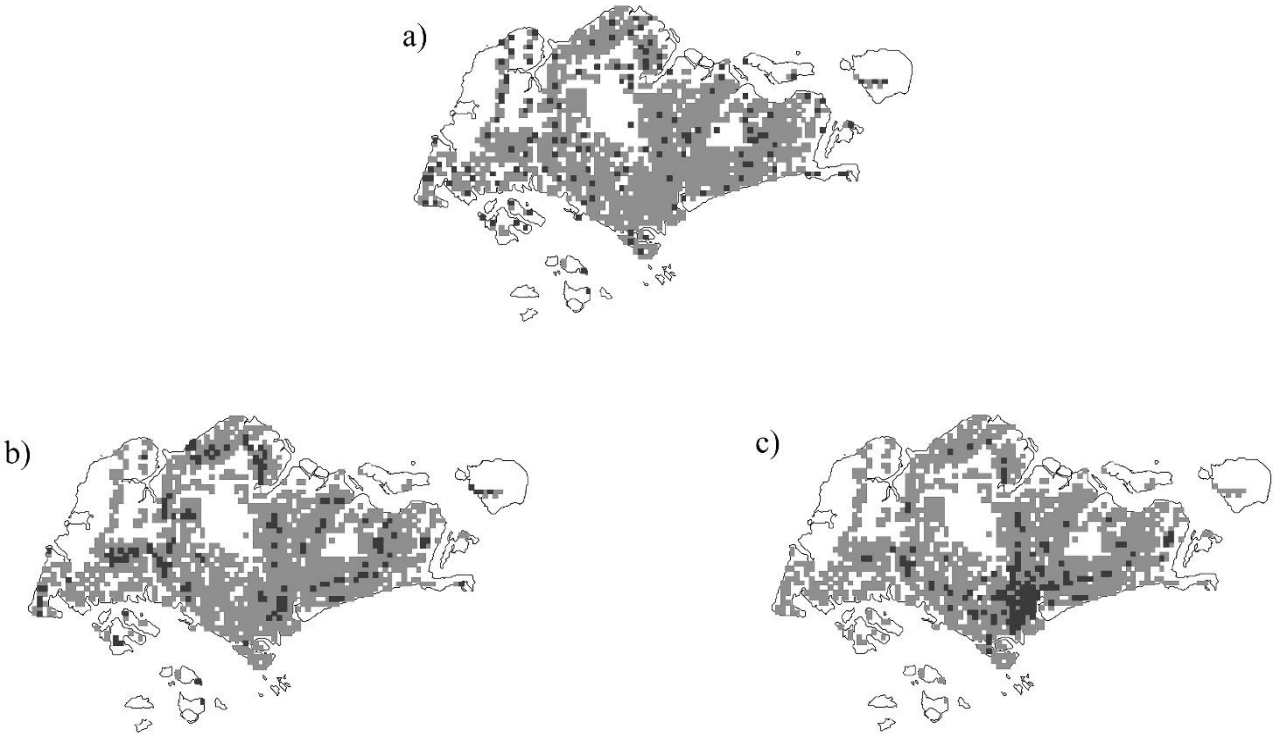
در این مطالعه سعی بر این است تا با استفاده از این داده‌های تلفنیِ زمین‌مرجع، در ابتدا عمده‌ترین موقعیت‌هایی که کاربران تلفن‌های همراه تمایل دارند تا در طولِ حرکت‌های درون‌شهریِ روزانه‌شان بازدید نمایند شناسایی شود و سپس به‌واسطهٔ همین موضوع، ماهیت ساختار چندمرکزیِ کشور سنگاپور عیان گردد. اولین مرحله در رویهٔ تجزیه و تحلیل ما، محاسبهٔ ماتریس‌های مبدأ_ مقصد (برگرفته از حوزهٔ مهندسی حمل و نقل) است. الگوریتمِ به دست آمده از این ماتریس‌ها

[415] Oyster card electronic-ticketing system
[416] The spatiotemporal distribution of people

قادر است تا به‌واسطهٔ نواحیِ تحت پوششِ برج‌های مخابراتی (محل‌هایی که اکثریتِ تماس‌های انجام‌شده در ساعات بعد از ظهر و شب در آن‌ها به وقوع می‌پیوندد)، موقعیتِ برقراریِ تک‌تکِ تماس‌ها (نقاط مبدأ) را به‌سادگی برای هر یک از کاربرانِ تلفن‌های همراه تخمین بزند. سپس ما کلِ مناطق شهریِ کشور سنگاپور را به‌صورت یک شبکهٔ شطرنجیِ منظم به ابعاد ۰/۵ x ۰/۵ کیلومتر تقسیم‌بندی می‌کنیم (مجموعِ ۱۴۲۳ عدد سلول که هر کدام از آن‌ها دستکم شامل یک برج مخابراتی هستند). همچنین درنهایت می‌کوشیم تا تعداد سلول‌های بازدید شده توسط هر کاربر (نقاط مقصد) را بر روی این شبکه مشخص کنیم. ما در دومین مرحلهٔ تجزیه و تحلیلمان تلاش می‌کنیم تا برای هر سلول از این شبکه، هم تعدادِ افرادی را که در یک فاصلهٔ مشخص از هر سلول ساکن می‌باشند و هم تعداد افرادی را که با میزان فراوانیِ مشخص از هر سلول بازدید می‌کنند را مورد شمارش قرار دهیم. سپس نتیجه‌ای که حاصل می‌شود، تصویری جامع از اهمیتِ نسبیِ (جذابیت) هر سلول (پیکسل) از این شبکه را فراهم می‌کند؛ همین تصویر به ما نشان می‌دهد که تعداد افراد جذب‌شده و فاصلهٔ جذب (اینکه افراد از چه فاصله‌ای جذب می‌شوند) چقدر است و این عملِ جذب معمولاً هرچند وقت یکبار تکرار می‌شود. این موضوع به‌نوبهٔ خود به ما اجازه می‌دهد تا به‌طور نظام‌مند، نحوهٔ تجلیِ فضایی و زمانیِ مراکز شهری را از چشم‌انداز کلی شهر مورد مطالعه قرار دهیم. به‌عنوان مثال، اگر ما فقط به موقعیت‌هایی که در نزدیکیِ نقاط مبدأ بازدید شده‌اند متمرکز شویم و در نتیجه، تنها *شعاع‌های جاذبهٔ*[۴۱۷] کوچک را در نظر بگیریم، درمی‌یابیم که سلول‌های دارای بیشترین تعداد جذب، در کل سطح کشور سنگاپور پراکنده می‌شوند (شکل ۲a). این الگو سبب می‌شود تا بسیاری از نقاطِ جاذبِ محلی از قبیلِ مراکز خرید کوچک و سایر تسهیلات به‌خوبی مشخص شوند. حال اگر تعداد بیشتری از بازدیدکنندگانِ ساکن در مناطق دوردست را مورد ملاحظه قرار داده و شعاع جاذبه را اندک اندک گسترش دهیم، می‌توانیم مشاهده کنیم که سلول‌های دارای بیشترین تعداد جذب، در قالبی از خوشه‌های مشترک در کنار هم جمع می‌شوند؛ این موضوع منجر به شکل‌گیریِ تعداد متعددی از مراکز مجزا می‌شود که ماهیتشان تقریباً شبیه به *مکان‌های مرکزی*[۴۱۸] واقع در مناطق شهری است. مثلاً، اگر ما شعاعِ جاذبهٔ در نظر گرفته شده در اطراف هر سلول را به مسافت ۱۵ کیلومتر افزایش دهیم، بلافاصله می‌توانیم مراکز شهریِ شناخته‌شده‌ای را در کشور سنگاپور به‌صورتِ بصری شناسایی کنیم که همچون نواحیِ منسجمی از سلول‌ها، قابل مشاهده بوده و بازدیدکنندگان فراوانی دارند. از این قبیل می‌توان به هستهٔ مرکزیِ واقع در بخش جنوبی، ناحیهٔ شهریِ *جورنگ*[۴۱۹] در بخشِ غربی، و یا *وودلندز*[۴۲۰] در بخشِ شمالی کشور

[417] Radii of attraction
[418] Central places
[419] Jurong
[420] Woodlands

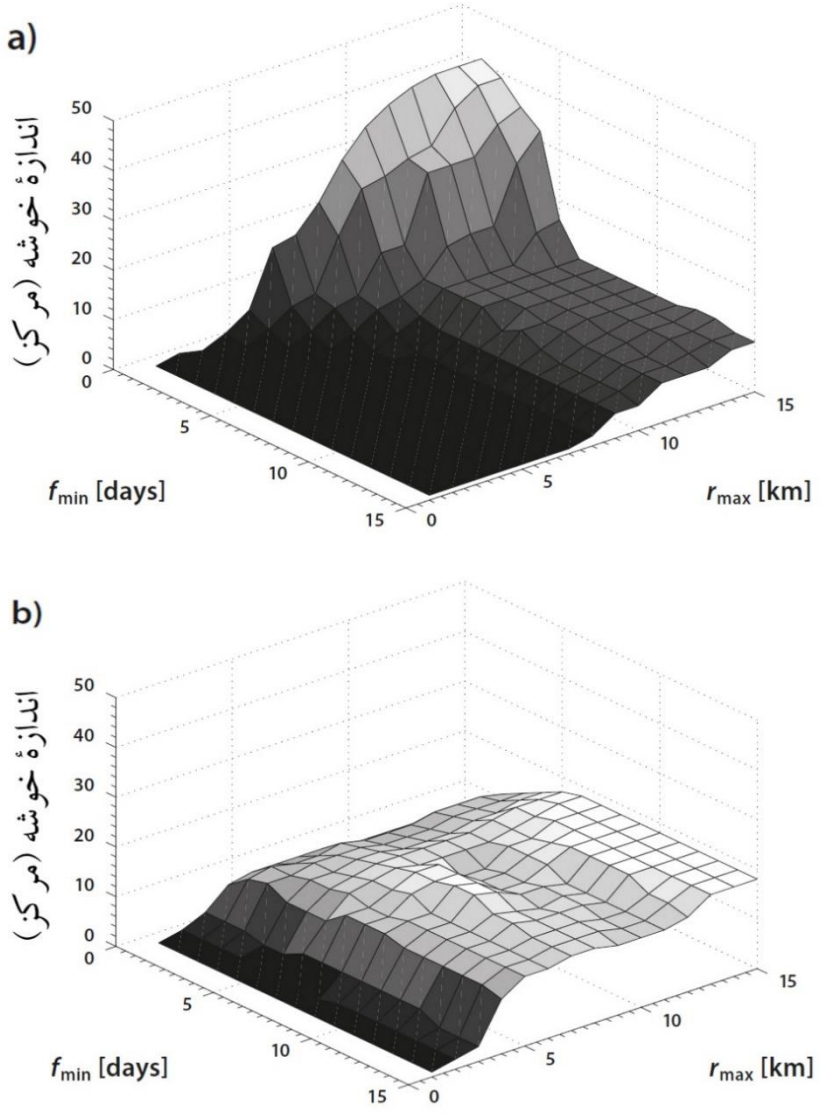
سنگاپور اشاره نمود (شکل b۲). حال اگر به‌منظور لحاظ کردن تمامیِ بازدیدکنندگانِ منطقهٔ شهری، شعاع جاذبهٔ هر سلول را بیش از پیش گسترش دهیم، می‌توانیم شاهدِ شکل‌گیریِ یک ساختارِ تک‌مرکزیِ غالب در بخشِ جنوبی کشور سنگاپور باشیم (شکل c۲). در این حالت، هستهٔ مرکزیِ واقع در بخش جنوبی، درصد زیادی از ساکنین را از سرتاسر این کشور به خود جذب می‌کند، در حالی که شعاع جاذبهٔ الباقیِ مراکز از قبیلِ جورنگ، کوچک‌تر می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که درجهٔ چندمرکزی بودن، مستقیماً وابسته به مقیاس فضاییِ اتخاذ شده در روند ارزیابی است.



شکل ۲. آشکارسازیِ بُعد فضایی_ زمانیِ مسئلهٔ چند مرکزگرایی در کشور سنگاپور. سلول‌های علامت‌گذاری شده (سیاه رنگ) متعلق به ۱۰ درصد از مکان‌هایی است که در مجموع شامل بیشترین میزان بازدید نسبی می‌باشند. a) این قسمت نشان‌دهندهٔ نواحیِ دارای شعاعِ جاذبهٔ کم است (r = 1 km) که در آن می‌توان مراکز محلی و پراکندهٔ فراوانی را مشاهده نمود. b) این قسمت، نواحیِ دارای شعاعِ جاذبهٔ متوسط را نشان می‌دهد (r = 5 km) که در آن می‌توان مراکز دارای اهمیت منطقه‌ای را مشاهده نمود. c) این قسمت نشان‌دهندهٔ نواحیِ دارای شعاعِ جاذبهٔ زیاد می‌باشد (r = 15 km) که در آن می‌توان تسلط و غلبهٔ هستهٔ مرکزی را در بخش جنوبی کشور سنگاپور به وضوح مشاهده نمود.

ما علاوه بر ارزیابی تصویری، قادریم تا تغییراتی که ممکن است به‌واسطهٔ افزایش مقیاس فضایی در میزان اهمیتِ نسبیِ هر مرکز رخ دهد را نیز محاسبه کنیم. این مقدار از طریق سنجشِ اندازهٔ هر مرکز به دست می‌آید که مشخصاً با

تعدادِ سلول‌های به هم پیوستهٔ (دارای حد و مرز مشترک) دارای میزان مشخصی از *درون‌ریز جمعیتی*[۴۲۱] (رجوع مردم) برابر است. با توجه به دو محور اندازهٔ خوشه (مرکز) و شعاع جاذبه (r_{max}) در شکل ۳ می‌توان به وضوح مشاهده کرد که در ابتدای امر، اندازهٔ مرکزِ هر دو بخش جنوبی و جورنگ با رشدِ شعاعِ جاذبه افزایش می‌یابد؛ سپس با عبور شعاع جاذبه از یک حد مشخص، اندازه و به تبع آن اهمیت نسبیِ مرکز جورنگ ثابت باقی می‌ماند و دیگر تغییر نمی‌کند؛ اما این در حالی است که ریزشِ مردم به درونِ هستهٔ مرکزیِ بخش جنوبی همچنان به‌تدریج افزایش می‌یابد. پیرو این یافته‌ها می‌توان تشخیص داد که تغییر اهمیتِ نسبیِ مراکزِ مختلف که از افزایش مقیاس جغرافیایی نشأت می‌گیرد، موجب می‌گردد تا مراکز اصلی و فرعیِ مختلف (مراکز و زیر مراکز) به‌صورت سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی شوند.



شکل ۳. این شکل، اهمیتِ نسبیِ مراکز شهری کشور سنگاپور را نشان می‌دهد که از طریق اندازه‌گیری تعداد سلول‌های متصل به هم (خوشه) حاصل شده است. این سلول‌ها، ۱۰ درصد از مجموع سلول‌هایی هستند که بیشترین درون‌ریز نسبیِ مردم را در کشور سنگاپور به خود اختصاص داده‌اند. همین‌طور میزانِ این درون‌ریز از دو عامل تبعیت می‌کند: شعاعِ جاذبه (r_{max}) و حداقل فراوانیِ بازدید (f_{min}). a) هستهٔ مرکزی واقع در بخش جنوبی؛ b) جورنگ.

[421] People inflow

سوابق داده‌های تلفنی، علاوه بر آشکار کردن نقشِ مقیاسِ فضایی در شکل‌گیریِ چند مرکزگرایی، باعث می‌شوند تا نقش مقیاس زمانی نیز در این مورد معلوم شود. بدین منظور، ما تأثیر فراوانیِ بازدید را برای تک‌تکِ سلول‌های بازدید شده در کشور سنگاپور ارزیابی نمودیم. ما در اینجا فقط کسانی را در نظر می‌گیریم که با حداقل فراوانی، از یک سلول مشخص بازدید کرده‌اند؛ میزان این فراوانی، بر اساس حداقلِ تعداد روزهایی تعریف می‌شود که کاربر در طی آن‌ها، در سلول مورد نظر حضور داشته و به شبکه اینترنت متصل شده است. در اینجا مجدداً می‌توان با توجه به شکل ۳، نحوهٔ تغییر اهمیت نسبیِ دو نمونه از مراکز کشورِ سنگاپور را مشاهده نمود، اما با این تفاوت که اینبار به‌جای شعاع جاذبه (r_{max})، تمرکزمان بر روی محور *حداقل فراوانیِ بازدید*[۴۲۲] (f_{min}) معطوف می‌باشد؛ در این حالت، تغییرات مراکز بر اساسِ اندازهٔ خوشه (مرکز) تشریح می‌شود و اندازهٔ این مراکز نیز تابعِ حداقل فراوانی بازدید است. در این روند، به محض اینکه عملِ تجزیه و تحلیلمان را به بازدیدکنندگان منظم (افزایش فراوانی بازدید) محدود کنیم، متوجه می‌شویم که اهمیتِ نسبیِ هستهٔ مرکزی واقع در بخش جنوبی کشور سنگاپور به سرعت کاهش می‌یابد؛ پس می‌توان فهمید که بخش اعظمی از اهمیتِ نسبیِ این مرکز از بازدیدکنندگان نامنظم نشأت می‌گیرد. بالعکس، اهمیت نسبیِ مراکزی از قبیلِ جورنگ که بیشتر محلی هستند، به هنگام افزایش فراوانیِ بازدیدها (تأکید بر بازدیدکنندگان منظم)، به میزانِ خفیفی صعود می‌کند (شکل ۳) و بدین ترتیب، بخشِ عمده‌ای از بازدیدکنندگان را به‌طور منظم به خود جذب می‌نماید. این موضوع نشان می‌دهد که بایستی به جوانب زمانیِ جذابیتِ مراکز شهری نیز به همان میزانِ جوانب فضایی آن‌ها اهمیت داده شود. جالب است بدانیم که یافته‌هایِ این مطالعه دربارهٔ *جریان‌های درون شهری مردم*[۴۲۳]، به نظر مطابق بر اصولِ دیرینهٔ *جغرافیایِ اقتصادی*[۴۲۴] می‌باشد؛ این اصول نیز به مانند این مطالعه، سعی در توضیح موقعیتِ مرکزیِ آن دسته از خدمات و تسهیلاتی دارند که به‌طور غیر منظم، تعداد کثیری از مردم را به خود جذب می‌کنند (Krugman, 1996). یک نمونهٔ برجسته از این موضوع، *نظریهٔ مکان مرکزیِ والتر کریستالر*[۴۲۵] است که تلاش می‌کند تا نحوهٔ توزیعِ فضاییِ شهرها را توضیح دهد (Christaller, 1933).

---

[422] The minimum visiting frequency

[۴۲۳] در اینجا منظور از جریان‌های درون شهریِ مردم (The intraurban flow of people)، همان جریان‌های حرکتی مردم به هنگام اثرپذیری از نیروی جاذبهٔ مراکز شهری است که عملاً در مقیاس درون‌شهری رخ می‌دهد [مترجمان].

[۴۲۴] جغرافیای اقتصادی (Economic geography) علم مطالعهٔ مکان، پراکندگی و سازمان فضاییِ فعالیت‌های اقتصادی است. این علم مسائل بسیاری را از قبیل تراکم اقتصادی، ترابری، تجارت، توسعه، املاک و مستغلات، اقتصاد اخلاقی، اقتصاد جنسیتی، اقتصاد شهری، رابطه میان محیط زیست و اقتصاد و جهانی‌شدن را شامل می‌شود [مترجمان].

[425] The Central Place theory of Walter Christaller

مطالعهٔ حاضر نمونه‌ای است که به‌واسطهٔ ادراک عمیقِ سازمانِ پیچیدهٔ نواحیِ کلان شهری، بر پتانسیل رو به رشد و امیدوارکنندهٔ ناشی از تجزیه و تحلیلِ داده‌های دیجیتالی تولیدشده توسط کاربران صحه می‌گذارد. ما سعی کردیم تا به‌واسطهٔ استفادهٔ بهینه از اطلاعاتِ مشتق‌شده از سوابق داده‌های تلفنی، خط سیرهای ساکنین شهری را کشف کرده و متعاقباً دو مقیاسِ فضایی و زمانی را به‌عنوان دو جزء اصلیِ مسئلهٔ چند مرکزگرایی شهری مورد بررسی و تفهیم قرار دهیم. این بینش‌های بنیادی می‌توانند نقطهٔ آغازی برای نیلِ به تعریفی رسمی و مبتنی بر داده از چند مرکزگراییِ عملکردی باشند. افزون بر تمامی این موارد، اگر بتوانیم مطالعهٔ حاضر را به‌واسطهٔ سنجش جریان و درون‌ریز مردم در بین دو مرکز متفاوت و سپس بسط این مورد به سایرِ کلان شهرهای واقع در مناطق جغرافیایی و فرهنگی و اقتصادیِ مختلف غنا بخشیم، قادر خواهیم شد تا عملکرد و بازدهی مراکز شهری را از نقطه‌نظر رفتار سفر و یا اثرات مخرب زیست‌محیطی مورد مقایسه قرار دهیم و به نتایج جالبی دست یابیم. همچنین فرآیند جمع‌آوریِ داده‌ها برای تحقق این‌گونه از مطالعات، رویکردهای نوینی از واکاوی و ذخیره‌سازی و بی‌نام و نشان کردنِ داده‌ها را می‌طلبد تا در نتیجه، حریم خصوصیِ مردم محترم شمرده شود و آسیبی بدان نرسد (Trantopoulos *et al*., 2011). چنین مطالعات پُرباری می‌تواند به برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازانِ شهری کمک کند تا ضمن حفظ کیفیت بالای زندگی، بتوانند آیندهٔ پایدارتری را برای شهرهایمان به ارمغان بیاورند.

Anas, Alex, Richard Arnott, and Kenneth A. Small. 1998. "Urban Spatial Structure," *Journal of Economic Literature* 36: 1426–1464.

Batty, Michael. 2013. *The New Science of Cities*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Bertaud, Alain. 2004. "The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence?" Working Paper 2004-01. University of California, Berkeley.

Burger, Martijn, and Evert Meijers. 2012. "Form Follows Function? Linking Morphological and Functional Polycentricity," *Urban Studies* 49: 1127–1149.

Christaller, Walter. 1933. *Central Places in Southern Germany*, translated by C. W. Baskin. London: Prentice-Hall, 1966.

Green, Nick. 2007. "Functional Polycentricity: A Formal Definition in Terms of Social Network Analysis," *Urban Studies* 44: 2077–2103.

Isaacman, Sibren, Richard Becker, Ramón Cáceres, Stephen Kobourov, James Rowland, and Alexander Varshavsky. 2010. "A Tale of Two Cities." In Proceedings of the Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems & Applications, 19–24. *HotMobile* 10. New York, NY, USA: ACM.

Krugman, Paul R. 1996. *The Self-Organizing Economy*. Cambridge, MA: Blackwell Publishers.

Roth, Camille, Soong Moon Kang, Michael Batty, and Marc Barthélemy. 2011. "Structure of Urban Movements: Polycentric Activity and Entangled Hierarchical Flows," *PLoS ONE* 6, no. 1: e15923.

Schläpfer, Markus, Michael Szell, and Carlo Ratti. 2014; in preparation. "Human Spatial Organization and the Emergence of Urban Centers."

Trantopoulos, Konstantinos, Markus Schläpfer, and Dirk Helbing. 2011. "Toward Sustainability of Complex Urban Systems through Techno-Social Reality Mining," *Environmental Science & Technology* 45, no. 15: 6231–6232.

شهر چه نوع مسئله‌ای است: چشم‌اندازهایی نوین در مورد ماهیت شهرها از دیدگاه تئوری سیستم‌های پیچیده

لوئیز بتنِکورت

Luís Bettencourt

شهرها مجموعه‌هایی ماشینی نیستند و به همان قدر یا حتی کمتر، ارگانیسم زنده هم نیز نمی‌باشند. شهرها به خودیِ خود رشد نمی‌کنند و تغییر نمی‌یابند و همچنین خود را بازتولید و اصلاح نمی‌نمایند. شهرها موجودیت‌هایی خودگردان نیستند و به‌طور مستقل و خودجوش، چرخهٔ حیات خود را به جریان نمی‌اندازند و همین‌طور خود به خود دچار عارضه نمی‌شوند. [...] اما در این میان مسئله‌ای که فهمش مهم و صد البته دشوار می‌باشد، پی بردن به عدم تناسب و ناسازگاریِ بنیادیِ استعاره‌های شهری است[۴۲۶] و اینکه این موارد چگونه باعث می‌شود تا به‌طور نابخردانه و جاهلانه، زاغه‌ها را به خاطر هرزه رویشان، از پیکرهٔ شهر جدا کنیم، به دنبال اندازه‌ای مطلوب برای شهرها باشیم، مانع رشد پیوستهٔ شهر شویم، کاربری‌ها را از یکدیگر تفکیک نماییم، برای حفظ کمربندهای سبز به مشاجره و مجادله بپردازیم، به حیات مراکز شلوغِ جهانی و پیشرفتهٔ شهری پایان دهیم، از پراکنده رویِ بی‌شکل و غیر منتظم شهر جلوگیری کنیم و غیره. *کوین لینچ، تئوریِ شکل خوب شهر (۱۹۸۴)*

●

چالش جین جیکوبز

عنوان این مقاله، از چالشی که در سال ۱۹۶۱ [میلادی] توسط جین جیکوبز، در کتاب تأثیرگذارش به نام «مرگ و زندگیِ شهرهای بزرگ آمریکایی» مطرح شد به عاریت گرفته شده است. وی در آخرین فصل کتابش، شهرها را همچون پیچیدگی‌هایی سازمان‌یافته قلمداد می‌کند و بدین منوال، اساس و پایه‌ای مفهومی را برای استدلال‌هایی که در مورد فرم

[۴۲۶] در اینجا منظور از استعاره‌های شهری، مفاهیمی است که جانبدارانِ رویکردهای مختلف، از آن‌ها در علوم شهری بهره می‌گیرند. مثلاً طرفداران دیدگاه "مکانیستی" که به شهر و اجزاء آن، همچون مجموعه‌ای ماشینی می‌نگرند و یا "ارگانیست‌هایی" که با تبعیت از استعاره‌های زیستی و مبانیِ فلسفهٔ حیات‌گرایی، توجه خود را از رویکرد مکانیستی به سوی رشد طبیعی و یکپارچگی معطوف می‌کنند. در اینجا سخن لینچ حاکی از آن است که نمی‌توان حلال مشکلات شهری را به‌طور مطلق در یکی از این رویکردها یافت و تمامیِ نظریات، تنها نواقصی کارآمد برای "آفرینش شکل خوب شهر" هستند [مترجمان].

شهری مطرح کرده بود، فراهم می‌کند (Weaver, 1958). در آن زمان، ایده‌های مطرح‌شده دربارهٔ *مسئلهٔ پیچیدگی*[۴۲۷] در علوم مختلف، یک بحث نوین بود و جیکوبز نیز هنگامی که شانسِ آشنایی و همکاری با دانشمند نامی *وارن ویور*[۴۲۸] را پیدا کرد، به اهمیت این ایده‌ها در مسیر درک و فهم شهرها پی برد. در آن زمان، ویور به تازگی از توضیحِ اهمیت نظریهٔ اطلاعاتِ *کلوُد الوود شانون*[۴۲۹] به جهانیان فارغ شده بود (Shannon and Weaver, 1949). این دوران، برههٔ پُرهیجانی بود و در آن، مجموعه‌ای از دیدگاه‌ها و مفاهیم یکپارچه، همچون آتشی به تمامیِ رشته‌ها گسترش می‌یافت. اما در آن هنگام، برای تصور شهر به مثابه یک سیستم پیچیده و تعیین و تدقیق نوع و جایگاه آن در این تئوری، خیلی زود بود؛ چراکه در این میان، شکل‌گیریِ رسمی و بارز شبکه‌های اجتماعی، پنجاه سال به طول انجامید و تنوع چشمگیر و گستردگیِ فرم‌های نوین و الگوهای جدید رشد شهری که هم‌اکنون در شهرهای معاصر مشهود می‌باشد، همچنان ناشناخته بود.

از نظر من، تعریف نوع و جایگاه شهر در مقام یک مسئله، به‌مراتب چیزی فراتر از رد بنیادین برنامه‌های نوسازی شهری دوران جیکوبز را می‌طلبد. همین‌طور، برای نیل به این موضوع، لازم است تا از ملاحظه و تطبیق صرف نظرات وی با ماهیت و طبیعت فضاهای شهری فراتر رویم. امروزه ممکن است تا برخی از نظرات وی- دقیقاً به‌مانند آنچه که در اواخر دههٔ ۱۹۵۰ [میلادی]، در کتاب «مرگ و زندگی شهرهای بزرگ آمریکایی» در مورد محلهٔ *وِست ویلِیج*[۴۳۰] در شهر نیویورک ابراز نمود- کمی کوته‌فکرانه و سطحی به نظر برسد؛ اما با این حال، آنچه که به‌عنوان یک چالش باقی می‌ماند، از یک سو، تلاش برای خلق مفهوم‌سازی‌های نوین و بهتر از شهرها همچون سیستم‌هایی پیچیده و سازگار (برای استفاده از زبانی مدرن‌تر) و از سویی دیگر، استفاده از این مفاهیم خلق‌شده برای توسعهٔ رویکردی متعادل و معقول برای برنامه‌ریزی شهری است.

---

[۴۲۷] هرگاه مجموعه‌ای متشکل از عوامل متعدد و جدایی‌ناپذیر، در مقیاس‌های متفاوت وجود داشته باشد و اگر نشود با حذف و قطع برخی از مؤلفه‌ها و اعضاء، به تجزیه و کمینه‌سازیِ آن مجموعه پرداخت، با پیچیدگی (Complexity) روبرو می‌شویم [مترجمان].

[428] Warren Weaver

[۴۲۹] کلوُد اِلوود شانون (Claude Elwood Shannon) ریاضی‌دان، مهندس الکترونیک و رمزنگار معروف آمریکایی است که به‌عنوان پدر نظریهٔ اطلاعات شناخته می‌شود [مترجمان].

[430] West Village

هدف اصلی من در این مطالعه این است تا از طریق به بحث کشیدن ماهیت اصلیِ شهر به پشتوانهٔ دست‌آوردهای پژوهش‌های انجام‌شده در پنجاه سال اخیر و بینش‌های نوینِ حاصل‌شده از کاربست *تئوری سیستم‌های پیچیده*[۴۳۱] در شهرها، چالش مذکور مورد بررسی قرار گرفته و نسبت به آن رسیدگی شود.

من در این مطالعه نشان خواهم داد که اگر شهرها را همچون شبکه‌های اجتماعیِ یکپارچه‌ای که محاط در فضا و زمان بوده و نیازمند خواص و کیفیت‌هایی برای توسعهٔ نامحدود کاربری‌های زمین و زیرساخت‌هایشان می‌باشند در نظر بگیریم، می‌توانیم به یک مدل ساختاریافته و جدیدِ شهرسازی دست یابیم. به‌طور مشخص، این دیدگاه از نقطه نظر کمّی، توسط بخش وسیعی از تحقیقات تجربیِ پیشین و امروزی که ماهیت و ذاتِ هزاران هزار شهر را در سراسر جهان و در سطوح مختلف توسعه توصیف می‌نمایند پشتیبانی می‌شود (Bettencourt, 2013). همچنین این‌گونه از مفهوم‌سازی‌ها در امر طراحی شهری، *مدل‌های مولد*[۴۳۲] را مورد تأکید قرار می‌دهند که در آن‌ها، ضمن اینکه ساختارهای محلی همچنان توسط عاملینِ دارای اطلاعات خاص و اهداف ویژه توسعه می‌یابند، توسط عملکرد شهر به مثابه یک کل و یا یک «*واکنشگر نامحدود اجتماعی*»[۴۳۳] نیز محدود و کنترل می‌شوند.

نگرشی نوین به شهرها به‌مثابه سیستم‌های پیچیده

دیگر نمی‌توان بیش از این، کیفیت‌ها و خواص قابل اندازه‌گیریِ شهرها را انکار نمود. امروزه با گذشت زمان، تمامیِ شهرهای جهان و بسیاری از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی و فضایی‌شان، به طرز نوینی قابل درک می‌باشد.

اصلی‌ترین یافته‌های تجربیِ حاصل از مجموعه کارهای جدید بر روی حوزهٔ جغرافیا و سیستم‌های پیچیده (Bettencourt, 2013; Koolhaas, 1995; Batty, 2005; Bettencourt *et al.*, 2010; Nordbeck, 1971;

---

[۴۳۱] سیستم‌های پیچیده (Complex systems) مواردی غیر خطی هستند که اجزاء آن‌ها با یکدیگر و پدیده‌های خارج از سیستم برهم‌کنش‌هایی دارند و به همین علت سیستمی پیچیده را تشکیل می‌دهند. یک سیستم پیچیده رفتارهایی را از خود بروز می‌دهد که از رفتار اجزایش به تنهایی قابل استنتاج نیست و برای فهم این رفتار بایستی با تبعیت از نگاه کل به جزء، رفتار کلی سیستم را بررسی کنیم نه رفتار جداگانهٔ هر جزء آن را. این سیستم‌ها با نظریات بسیاری مانند نظریهٔ خودسازماندهی، نظریهٔ نظم خودجوش، نظریهٔ آشوب و نظریهٔ سازگاری همپوشانی دارند و در رشته‌های مختلفی نظیر فیزیک آماری، نظریهٔ اطلاعات، علوم رایانه‌ای، جامعه‌شناسی، شهرسازی و حتی هواشناسی کاربرد فراوان دارند. همچنین اجزاء یک سیستم پیچیده، شبکه‌ای را تشکیل می‌دهند که به‌صورت گرافی از رأس‌های متصل به یال‌ها نمایش داده می‌شود. شبکه‌ها می‌توانند روابط بین اجزاء و پیچیدگیِ سیستم را توصیف نمایند. لذا مطالعهٔ سیستم‌های پیچیده به وسیله شبکه‌ها، بسیاری از کاربردهای مفید نظریه گراف و علم شبکه را امکان‌پذیر می‌سازد [مترجمان].

[432] Generative models

[433] Open-ended social reactor

Bettencourt and West, 2010) می‌تواند مختصراً اینچنین خلاصه گردد که تمامیِ شهرها به هنگام رشد و توسعه، باعث تحقق اصلِ *مزیت مقیاس*[۴۳۴] در بُعدِ فضایی‌شان می‌شوند و به‌طور توأمان خلاقیت و سودمندیِ اجتماعی_ اقتصادی کثیری را به دست می‌آورند (Congress of New Urbanism, 2008; Alexander *et al*., 1977). به‌عنوان مثال، زمانی که دو شهر از اندازه‌های جمعیتیِ متفاوت در یک سیستم شهریِ مشابه (معمولاً در یک کشور) با یکدیگر مقایسه شوند، مسلماً می‌توان دریافت که شهر بزرگ‌تر، کمی از شهر کوچک‌تر متراکم‌تر است و سرانهٔ شبکه‌های زیرساختی‌اش (نظیر جاده‌ها، لوله‌کشی‌ها و کابل‌های مربوط به سیستم‌های ارتباطی) کمتر از دیگری است. همچنین می‌توان ملاحظه نمود که شهرِ بزرگ‌تر اغلب غنی‌تر و ثروتمندتر است (محاسبه‌شده به‌واسطهٔ سرانهٔ تولید ناخالص داخلی و میزان درآمدها) و در عین حال، شهری گران‌تر بوده و به‌واسطهٔ تعددِ تلاش‌های خلاقانه و اختراعات ثبت‌شده، از لحاظ فن‌آوری و فرهنگ مولدتر است. بدین ترتیب، این‌گونه از سنجش‌ها، به آنچه که عموماً به‌طور بدیهی انتظار می‌رود صحه می‌گذارند: شهرهای بزرگ‌تر نه تنها شلوغ‌تر و گران‌تر هستند، بلکه همچنین مولدتر و از نظر فرهنگی نیز تأثیرگذارتر و قدرتمندتر می‌باشند.

موارد مذکور، جهان شمول هستند و در بسیاری از سکونتگاه‌های شهریِ کشور آمریکا گرفته تا چین و یا برزیل و آلمان مشاهده شده‌اند (Bettencourt, 2013). این موارد، در سیستم‌های شهری معاصر نیز مشهود می‌باشند و حتی در الگوهای فضاییِ حوزهٔ آبگیرِ کشور مکزیک (دارای قدمت ۲۰۰۰ ساله و پیش از ورود اسپانیایی‌ها به این کشور) که می‌بایست تا به‌طور مستقل از همتایان خود در قاره‌های دیگر توسعه می‌یافت نیز وجود داشته است (Ortman, 2013).

در این میان می‌توان به‌طور خاص دریافت که این‌گونه از ویژگی‌های شهری، به تبع اندازهٔ شهر تدریجاً تغییر می‌کنند و در عین حال، به اندازهٔ بخصوصی از شهر نیز وابسته نمی‌باشند. هر بار که میزان جمعیتِ یک شهر دو برابر شود، سرانهٔ حجم زیرساخت‌های عمومیِ آن به‌طور میانگین ۱۰ الی ۲۰ درصد کاهش می‌یابد و از طرفی دیگر، میزان تولید ثروت و نوآوری و متأسفانه اثرات منفیِ ناشی از تعاملات اجتماعی_ اقتصادیِ انسانی مانند جرائم خشونت‌آمیز، ۱۰ الی ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. با اینکه شهرها تعاریف و ماهیت‌های متفاوتی دارند، اما این یافته‌ها به‌مثابه اصولی جامع در تمامیِ شهرها یکسان می‌باشند و در آن‌ها، شهرها همچون بستری مخلوط از جمعیت و یا بازار کار یکپارچه تصور می‌شود. این تعاریف، بیش از اینکه هسته‌های مرکزی و یا دیگر بخش‌های خاص شهرها را که به واقع فاقد هرگونه محتوای اجتماعی_ اقتصادی

---

[۴۳۴] مزیت مقیاس و یا صرفهٔ به مقیاس (Economies of scale) مفهومی در اقتصاد خرد است که به کسب مزیت کاهش هزینه در اثر افزایش حجم تولید اشاره دارد. دلایل متعددی برای این مسئله وجود دارد که شامل مواردی همچون: کسب تخفیف در خرید به دلیل حجم بالای خرید، افزایش تجربه و یادگیری کارکنان، کسب منابع مالی بیشتر، سرشکن شدن هزینه‌های بازاریابی در بازارهای وسیع‌تر و بهبود فن‌آوری تولید است. امروزه این مزیت می‌توان به‌هنگام رشد و توسعهٔ شهر نیز لحاظ شود [مترجمان].

هستند مدنظر قرار دهد، به نواحیِ کلان شهریِ شهرهای عملکردی می‌پردازد. البته این سطح از تمایز در شهرهای کوچک از اهمیت کمتری برخوردار است.

هرچند که این یافته‌ها و همچنین عمومیت اعمال پذیری و اهمیت آن‌ها در شهرهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، می‌تواند اساس و نقطهٔ شروعی برای حرکت به سوی هدفمان باشد، اما متأسفانه این موارد هنوز هم مدلی را برای تعریفِ چیستیِ شهرها فراهم نمی‌کنند. به همین ترتیب، من اخیراً چارچوب نظریِ جدیدی را پیشنهاد داده‌ام (Bettencourt, 2013) که به‌صورت کمّی، چیستیِ شهر و بسیاری از ویژگی‌های شهری را از دل مفهوم‌سازی شهرها به‌مثابه شبکه‌های اجتماعی و زیرساختیِ محاط در فضا و زمان استنتاج می‌کند.

ایدهٔ مرکزی عبارت است از اینکه، شهر اولین و مهم‌ترین مورد در میان شبکه‌های بزرگ اجتماعی است. بر اساس این موضوع، شهرها تنها در توده‌هایی از جمعیت خلاصه نمی‌شوند، بلکه تجمیعی از ارتباطاتِ اجتماعی به شمار می‌روند. فضا و زمان و زیرساخت‌ها، تأثیر بسزایی بر شکل‌گیری و استمرار تعاملات اجتماعی دارند و همچنین در نامحدود ساختن این تعاملات از نقطه نظر ارتباط و پایدارتر کردن مصرف انرژی و پیشرفت‌های روزافزون انسانی نقش بی‌بدیلی را بازی می‌کنند.

از این چشم‌انداز، خواص و ویژگی‌های مقیاس‌بندی شدهٔ شهری که به‌واسطهٔ اندازهٔ جمعیت تغییر می‌کنند، از چهار انگارهٔ زیر حاصل می‌شوند:

(۱) شهرها باعث امتزاج و هم‌آمیزیِ شبکه‌های اجتماعی می‌شوند که در آن‌ها، تک‌تکِ شهرنشینان می‌توانند به‌واسطهٔ حداقل درآمدی که از ارتباطات اجتماعی خود کسب می‌کنند، با هر شخص دیگری در شهر ارتباط برقرار نمایند[۴۳۵]. این ارتباطات به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم بر اساس آن‌ها هزینهٔ جابجایی مردم، کالاها و همچنین اطلاعات و داده‌ها را تخمین بزنیم. متراکم بودن یک شهر، ممکن است از دلایل متعدد و مختلفی نظیر اندازهٔ بزرگ، ثبات و وجود تساوی و یا بالا بودن هزینهٔ نسبیِ جابجایی نشأت گیرد.

(۲) نحوهٔ توزیع شبکه‌های زیرساختی، به‌صورت غیر متمرکز می‌باشد. این بدین معناست که این شبکه‌ها به‌طور تدریجی و همراه با رشد شهر ساخته می‌شوند و عملاً حجم زیرساخت‌های جدید، به‌گونه‌ای متناسب با تراکم معمولِ

---

[۴۳۵] این موضوع باعث استنتاج رابطه‌ای میان مساحت کل زمین مورد نظر (A) و جمعیت مورد مطالعه (N) می‌شود که به‌طور ریاضی در قالبی از فرمول $A(N) = aN^{a}$ قابل جمع‌بندی است. در این فرمول، پارامتر a به فن‌آوریِ حمل و نقل و همچنین توانِ a (شاخص کشسانی؛ $a = D/(D+H)$) بستگی دارد. همچنین در رابطهٔ مربوط به توانِ a نیز پارامتر D همان بُعدِ فضایی ($D=2$) و پارامتر H بُعدِ فراکتال می‌باشد که به اتفاق یکدیگر، امکان اندازه‌گیریِ میزان دسترس‌پذیریِ شهر برای هر فرد را فراهم می‌کنند. در عمل، $a \cong 2/3$ می‌باشد [نویسندگان].

فضاییِ شهر لحاظ می‌شود[۴۳۶]. این موضوع نشان می‌دهد که در واقع هیچ مرکزیت منفردی وجود ندارد (نمی‌توان برای شهر یک ارگان کلی مانند قلب متصور شد) که کل ترافیک شهر از آن ناشی شود (Samaniego and Moses, 2008) و همچنین شبکهٔ زیرساخت‌ها، به‌طور تدریجی با افزایش اندازهٔ جمعیت و پیشرفت حوزهٔ فن‌آوری، قابل تکامل هستند.

(۳) تلاش یک فرد برای حفظِ ارتباطات اجتماعی‌اش، به اندازهٔ شهر بستگی ندارد. در اینجا، همان‌طور که دو مورد قبلی نشان دادند، خلاف این مسئله ممکن می‌باشد، زیرا هنگامی که شهرها رشد می‌کنند، از لحاظ فضایی نیز متراکم‌تر می‌شوند و بنابراین، حتی اگر در مسافت‌ها و فواصل بین افراد و موارد دیگر نیز تغییرات محسوسی رخ ندهد (تلاشِ ثابت برای برقراریِ ارتباط)، افراد و نهادهای بیش‌تری برای برقراری ارتباط در دسترس خواهند بود؛ به عبارت دیگر، هرچه شهر بیشتر رشد کند، به ما نزدیک‌تر خواهد شد. این موضوع سبب می‌شود تا ایرادی که اکثر جامعه‌شناسان و روان‌شناسان اجتماعی به شهرهای بزرگ وارد می‌کنند رد شود (Samaniego and Moses, 2008; Simmuel, 1903; Wirth, 1938; Milgram, 1970) و در عوض شهرها بتوانند از نظر اندازه، به‌طور نامحدود رشد کنند.

(۴) خروجی‌های اجتماعی_ اقتصادیِ شهرها، از تولید و فرآوریِ اقتصادی گرفته تا نوآوری و حتی انواع جرایم، عملاً با تعداد تعاملات و اثرات متقابل اجتماعی که در یک واحد زمانیِ دلخواه شناسایی شده‌اند متناسب است. همچنین تعداد این تعاملات می‌تواند به‌طور میانگین از طریق تراکم افراد حاضر در شبکه‌های عمومی تخمین زده شود[۴۳۷].

خوانندگانِ علاقه‌مند به علم ریاضی، می‌توانند ترجمان رسمی و ریاضی‌گونهٔ جملات پیشین را در بِتنکورت (۲۰۱۳) و یا در خواص و ویژگی‌هایی که در ذیل به بحث گذاشته شده است بیابند.

اکنون بایستی دید که پیامدهای کلیِ مفهوم‌سازی از شهر به‌مثابه یک شبکهٔ اجتماعی چه می‌تواند باشد؟ این موضوع در ابتدا باعث می‌شود تا امکان برقراریِ ارتباط برای تک‌تکِ افراد و همین‌طور همه‌شمولی اجتماعی مورد تأکید واقع شود تا بدین ترتیب، حد نهایت پتانسیلِ اجتماعی_ اقتصادیِ شهرها به‌طور کامل شناسایی گردد. در حقیقت، عملکرد اقتصادیِ شهرهایی که به تبع دلایل گوناگون (خشونت، جدایی‌گزینی، نبود زیرساخت‌های مناسب حمل و نقلی و غیره) در مرحلهٔ ارتباط بدوی و سطحی باقی مانده‌اند، معمولاً در مقایسه با شهرهای مختلط و مستعدِ ارتباطات گسترده، ضعیف‌تر خواهد بود. پیشتر بیان شده که ارتباطاتِ اجتماعیِ گسترده در شهرها، به واقع می‌تواند کلیدی برای توسعه و تحقق

---

[۴۳۶] این موضوع در علم ریاضی بدین معناست که $A_n \sim d^{-1/2}N \cong A_0 N^{5/6}$. در این رابطه پارامتر A_n همان حجم زیرساخت‌های رو بنایی است و همچنین پارامتر d نیز تراکم کل جمعیت می‌باشد و از رابطهٔ $d = N/A$ محاسبه می‌شود [نویسندگان].

[۴۳۷] این بدین معناست که بنابر رابطهٔ مقیاس‌بندیِ $Y \sim N/A_n \sim N^{7/6}$، خروجیِ Y (تولید ناخالص داخلیِ کل، نرخ جرایم خشونت‌بار و غیره) به تبع افزایش میزان جمعیت، بیشتر می‌شود [نویسندگان].

مشارکت مدنی باشد (Lynch, 1960). این‌گونه از ارتباطات، از طریق اقداماتی به‌مانند افزایش فرصت‌های تقسیم و هماهنگ‌سازیِ بخش اشتغال و یا ایجاد سازمان‌های اقتصادی و اجتماعیِ پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر قابل دستیابی هستند (Holston, 2008). همچنین بیان شده که نوعی از برنامه‌ریزی که به افزایش میزان ارتباطات و پیوندهای میان مسائل شهری بیانجامد (مثلاً از طریق هماهنگ‌سازی و ترتیب‌بندیِ یکپارچهٔ سیستم حمل و نقل و سیاست‌های ساخت مسکن؛ ر.ک.به: بِتنکورت و همکاران (۲۰۱۲)[۴۳۸])، به نسبت ابتکاراتی که این مسائل را منفک از یکدیگر در نظر می‌گیرند، موفق‌تر خواهد بود. گرچه این انگاره در مقیاس کوچک‌تر، یکی از اصلی‌ترین اصولِ مدل‌های *رشد هوشمند*[۴۳۹] به‌شمار می‌رود (Congress of New Urbanism, 2008)، اما با این همه آنچه که این نتایج بر آن تأکید می‌ورزند، ضرورت ایجاد انسجام و یکپارچگیِ اجتماعی در بزرگترین مقیاس نواحیِ کلان شهری است و نه فقط در سطح محلی همچون واحدهای همسایگی.

علاوه بر این، این مفهوم‌سازی می‌تواند مسبب وقوع پیامدهای مهم متعددی در بحث کاربری زمین شود. در ابتدا، با افزایش جمعیت، قیمت زمین بالاتر می‌رود و این قیمت با متوسط درآمد ساکنین تناسب معقولی ندارد. این مسئله نتیجه‌ای است که از افزایش سرانهٔ اقتصادی و تراکم حاصل می‌شود و بنابراین، در چنین شرایطی، هزینه‌ای که بر اساس هر واحد از مساحتِ زمین در هر واحد زمانی خرج می‌شود (نظیر هزینه‌های اجارهٔ زمین)، در هر وهله از دو برابر شدن اندازهٔ جمعیت شهر، به‌طور میانگین به میزان ۵۰ درصد افزایش می‌یابد! و البته همین افزایش قیمت زمین است که به‌طور غیر مستقیم باعث می‌شود تا در شهرهای بزرگ‌تر، راهکارهای خودانگیختهٔ متعددی برای کاهش سرانهٔ مصرف انرژی و انتشار کربن ابداع شود. به همین ترتیب، قیمت اتومبیل گران‌تر می‌شود و احداث ساختمان‌های بلندمرتبه‌تر به امری ضروری بدل می‌گردد تا قیمت زمینِ بنا، با سرعت افزایش درآمدها هماهنگ شود؛ همین امر موجب می‌شود تا نسبت سطح اشغال به تراکم ساختمانی به حد زیادی کاهش یابد. از سویی دیگر، کاهش این تناسب منجر به نزول سرانهٔ هزینه-های گرمایش و سرمایش منازل می‌شود. همچنین ممکن است تا تمامیِ این مسائل شرایطی را فراهم کنند تا در آن، علی‌رغم اهمیت بالای مدت زمان سفر و میل بیش از حدِ افراد به جابجاییِ سریع بین دو نقطهٔ مشخص، سیستم حمل و نقل عمومی جایگزین وسایل نقلیهٔ شخصی شود. بنابراین، ممکن است تا شهرهای بزرگ‌تر به‌طور متناقضی، سبزتر باشند؛ مسئله‌ای که به‌طور غیر عمدی از استفادهٔ شدید از زمین و تولید و فرآوریِ اقتصادی بالای این‌گونه از شهرها نشأت می‌گیرد. در این میان، سیاست‌ها و رویکردهایی که به دنبال افزایش سرانهٔ زمین و یا کاهش هزینه‌های حمل و نقلی

[438] Bettencourt *et al*., 2012
[439] Smart growth

می‌باشند و غیره (نظیر نوسازی شهری)، می‌کوشند تا شهرهای غیر متراکم‌تری را خلق نمایند تا به همان عملکردهای اجتماعیِ مشابه رویکرد فوق‌الذکر نایل شوند؛ اما با این تفاوت که تحقق این رویکردها، میزان انرژیِ مصرفی بسیار بالایی را در ساختمان‌ها و سیستم حمل و نقلی می‌طلبد.

در ادامه این مسئله، موضوع تراکم جمعیتی را پیش می‌کشد. هنگامی که ما در یک کشور، شهرهای دارای اندازه‌های متفاوت را به‌طور همزمان با یکدیگر مقایسه می‌کنیم، انتظار داریم تا شهرهای بزرگ‌تر، متراکم‌تر باشند. با این وجود، در بسیاری از کشورهای جهان و بخصوص ایالات متحدهٔ آمریکا، می‌توان شاهد شهرهای مدرن و بزرگ زیادی نظیر *آتلانتا*[۴۴۰] و *دالاس*[۴۴۱] باشیم که عملاً از تراکم کمی برخوردارند. آیا این شهرها کوچک‌تر از شهر وِست ویلیج هستند که جیکوبز به بررسی آن پرداخته بود و یا کیفیت پیاده‌مداریِ آن‌ها کمتر از شهرهای پیاده‌مداری است که برنامه‌ریزان رویکرد شهر هوشمند از آن‌ها دفاع می‌کنند؟ در نظر گرفتن شهرها همچون شبکه‌های متعامل، به وضوح نشان می‌دهد که شهرهای متفاوتِ دارای فن‌آوری‌های حمل و نقلی گوناگون و سطوح اقتصادی مختلف، چگونه می‌توانند به هم‌زیستی با یکدیگر ادامه دهند. وسعت فضاییِ یک شهر، به‌واسطهٔ اثر متقابل میان قابلیتِ تعامل و هزینهٔ نسبی حرکت و جابجایی در آن تعیین می‌شود. البته در تعیین این موضوع، ترجیحات شخصیِ دخیل در انتخاب گونه‌های مشخصی از واحدهای همسایگی نیز ممکن است نقش داشته باشد. به‌طور کلی، زمانی که امکان جابه‌جایی سریع در فضا فراهم باشد، شهرها به‌گونه‌ای بهتر با فضا اُخت می‌شوند و می‌توانند ضمن حفظ ارتباطات اجتماعیِ خود، به‌طور فضایی گسترش یابند. در حقیقت، این انتشارِ فن‌آوری‌های مربوط به حمل و نقل سریع (فن‌آوری‌های مرتبط با حمل و نقل عمومیِ مدرن و مخصوصاً اتومبیل‌ها و زیرساخت‌های جاده‌ای) است که باعث می‌شود تا وسعت شهرهای کشورهای در حال توسعه با شتابی بالا گسترش یابد؛ در بسیاری از مواقع، سرعت این گسترش از سرعت رشد جمعیت نیز پیشی می‌گیرد (Angel *et al.*, 2011) البته از طرفی دیگر، این مسئله می‌تواند آسیب‌های احتمالیِ متعددی را سبب شود: به‌عنوان مثال، اگر هزینهٔ حمل و نقل به نسبت درآمدها، ناگهان دچار افزایش شود (مثلاً به تبع افزایش قیمت نفت)، ممکن است تا روابط اجتماعیِ شهرها پایان یابد و لذا تولید و فرآوریِ اجتماعی_ اقتصادی آن‌ها به میزان زیادی کاهش یابد. در این میان، برای حل معضل انقباض شهری در مواردی نظیر شهر *دیترویت*[۴۴۲] و سایر شهرهای صنعتیِ سابق که میزان زیادی از جمعیت و فعالیت اقتصادی خود را از دست داده‌اند، عکس مسائل مذکور اِعمال می‌شود: با کاهش وسعتِ فضایی یک شهر، انتظار می‌رود که مکان‌های این شهر مجبور شوند تا بافت‌های اجتماعی خود را از طریق ارتباط متقابلِ مجدد و باز زنده‌سازی

[440] Atlanta
[441] Dallas
[442] Detroit

یکدیگر، بهبود بخشند و به همین منوال، امکان برقراریِ ارتباط اجتماعی در این شهر فراگیرتر و حتمی‌تر شده و از هزینه‌های آن کاسته شود.

پیامد جالب دیگری که از مفهوم‌سازیِ مذکور حاصل می‌شود، عبارت است از اینکه حجم کل زیرساخت‌های شهری به‌واسطهٔ اندازهٔ شهر افزایش می‌یابد و این افزایشِ حجم، حتی از سرعت رشد وسعت شهر نیز سبقت می‌گیرد. این مسئله یک پیش‌بینی ریاضی دقیق است که از الزامات اثبات غیر متمرکز بودن شبکه‌های زیرساختی و رشد تدریجی آن‌ها است. در عمل، این بدین معناست که در شهرهای بزرگ‌تر، حجم و سطح اشغال شبکه‌های زیرساختی در فضا، مکرراً بیش‌تر و بیش‌تر می‌شود. به‌طور مشخص، این مسئله در شهرهای بزرگ و توسعه‌یافته به‌طرز بارزی مشهود می‌باشد که در آن‌ها، جاده‌ها و کابل‌ها و لوله‌ها و دیگر زیرساخت‌های شهری، به یک مشخصهٔ شایع در مناظر شهری تبدیل می‌شوند، آن هم درست قبل از این که به بُعدِ دیگری از فضا چه در بالا و چه در زیر زمین منتقل گردند تا لطمه‌ای به سایر کارکردهای اساسیِ فضا وارد نشود. بنابراین، برنامه‌ریزی برای تغییراتِ نامناسبی که به تبع اندازهٔ شهر در دو عاملِ زمین و زیرساخت ایجاد می‌شود، ضرورتی غیر قابل انکار می‌یابد تا بدین وسیله، رشد شهرها و به‌ویژه‌نمونه‌های متراکم‌تر و بزرگ‌تر مقدور شود.

یکی دیگر از پیامدهای این مفهوم‌سازی، قابلیت پیش‌بینیِ حجم انرژی مصرف‌شده در فرآیندهای حمل و نقلی است (نه تنها انرژی مصرف‌شده توسط جابجاییِ مردم، بلکه حتی کالاها، اطلاعات، خدمات و غیره) که برای حفظ ارتباط شهر، ضروری می‌باشند. جالب است بدانیم که با توجه به مزیت مقیاس در مواد اولیه و رشد فضایی، میزانِ انرژی‌ای که در کلیت سیستم حمل و نقل هدر می‌رود بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت افزایش می‌یابد و رفتاری شبیه به موضوع درآمدها و سنجه‌های مربوط به میزان نوآوری دارد. البته این هزینه‌ای است که بایستی برای راه‌اندازیِ تمامیِ زیرساخت‌های شهری (البته نه احداث آن‌ها) پرداخت شود: به‌عنوان نمونه، این مسئله در مورد میزان هدر رفتِ انرژی برق ناشی از مقاومت الکتریکی در شبکه‌های برق شهرهای کشور آلمان اندازه‌گیری شده است (Bettencourt, 2013). همچنین ممکن است تا مسئلهٔ فوق، خود را در شهرهای بزرگ‌تر در قالب ازدحام ترافیکیِ بغرنج نمایان سازد که امکان بروز آن، همیشه در شریان‌های عریض (بزرگراه‌ها) بیشتر از گذرهای کم عرض و کوچک است (Downs, 1962). این موضوع فرصتی را فراهم می‌کند تا راهکارهای نوین و بدیع بسیاری در مورد مسئلهٔ مدیریت مخارج زیرساخت‌ها و توسعهٔ امر پایداری در شهرها مطرح شود. سرمایه‌گذاری برای ارتقاء بازدهیِ بخش‌هایی که موجب کاهش اتلاف انرژی در فرآیندهای حمل و نقلی می‌شوند (خصوصاً آن‌هایی که بر پهنه‌های وسیع‌تری از زیرساخت‌ها تأثیر می‌گذارند) بایستی همواره به‌صورت راهبردی تحقق یابند و به‌مثابه تابعی غیرخطی از اندازهٔ شهر لحاظ شوند.

در نهایت، مفهوم‌سازیِ مذکور باعث می‌شود تا به نکات مهمی در مورد چگونگی کمینه کردن مصرف انرژی در امر حمل و نقل دست یابیم و به‌خوبی به حد و مرزهای مربوط به این مسئله پی ببریم. به‌طور مثال، این مفهوم‌سازی به ما نشان می‌دهد که نسبت خروجی‌های اجتماعی به میزان انرژی هدر رفته در هنگام حمل و نقل- که به‌عنوان سنجه‌ای برای اندازه‌گیری میزان بازدهی یک شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد- مستقل از اندازهٔ شهر است و بدان بستگی ندارد. این مسئله شاید یکی از مهم‌ترین مواردی باشد که چراییِ وجود طیف عظیم و متنوعی از مقیاس‌ها و اندازه‌های شهری را به وضوح مشخص می‌کند[۴۴۳]. در شهرهای بزرگ، انباشت سرمایهٔ اجتماعی_ اقتصادی عملاً با اتلاف هزینه در تناسب است. لذا افزایش هزینه‌های ترافیکی، امری است که مستقیماً بر انباشت سرمایه و مزایای اجتماعی_ اقتصادی دلالت می‌کند. شهرهای دارای عملکرد خوب، همواره می‌کوشند تا تفاوت میان مزایای خالص اجتماعی[۴۴۴] و هزینه‌های زیرساختی‌شان را به حداکثر برسانند. تمامیِ این سنجه‌ها، باعث فراهم شدن مجموعه‌ای از معیارها می‌شوند که می‌توانند امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری را به‌گونه‌ای سازگارتر هدایت نمایند (Bettencourt, 2013).

بدین ترتیب من نشان دادم که فرم و عملکرد شهرها، چگونه می‌تواند به‌وسیلهٔ مجموعه‌ای از اصول شبکه معین شود و اساساً نوع و جایگاه یک شهر را در مقام یک مسئله تعیین کند. گرچه در ادامهٔ این مسیر، این ایده‌ها به آزمایشات تجربی و همچنین توسعه‌های بیش‌تری نیاز خواهند داشت، اما پژوهش‌هایی که اخیراً در راستای سنجشِ تعاملات اجتماعی به‌واسطهٔ فن‌آوریِ تلفن‌های همراه (Schläpfer *et al*., 2013) و همچنین بررسیِ مقیاس‌بندیِ سیستم‌های شهریِ حوزهٔ آبگیر کشور مکزیک (که دقیقاً مشابه بررسی‌های انجام‌شده در شهرهای مدرن می‌باشد) (Ortman, 2013) انجام شده است، به‌طور گسترده از عمومیت این ایده‌ها پشتیبانی می‌کنند.

با این همه، دو مسئلهٔ دیگر، پیرامون فهم اهمیت شهرها در زندگی مردم و در توسعهٔ جوامع همچنان بررسی‌نشده باقی می‌ماند. مسئلهٔ اول عبارت است اینکه بکوشیم تا بفهمیم که ساختار تعاملات انسانی، چگونه باعث می‌شوند تا اثرات

---

[۴۴۳] به‌طور مشخص، شهرها از مقیاس نابسته (Invariance scale) تبعیت می‌کنند؛ بدین معنا که توزیع اندازهٔ شهرها، هیچ وابستگیِ خاصی به تعداد جمعیت ندارد که باعث شود تا ویژگی‌هایشان به‌طور ناگهانی تغییر کند. اعداد و ارقام مربوط به اندازهٔ شهرها، به‌طور جدی از سال ۱۹۳۰ [میلادی] به بَعد مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعات به‌طور تقریبی از قانون زیف پیروی می‌کنند که می‌گوید: اگر ما تعدادی شهر با میزان جمعیت N را بر اساس رتبهٔ آن‌ها r، ترتیب‌بندی کنیم، می‌توانیم به قانونی با عنوان "رتبه_ اندازه" (rank-size rule) دست یابیم که به‌صورت $N(r) = N_0/r$ فرمول‌بندی می‌شود و در آن، N_0 همان اندازهٔ بزرگ‌ترین شهر است که در رتبهٔ ۱ قرار دارد [نویسندگان].

[۴۴۴] هنگامی که کل مزایای اجتماعی را از هزینهٔ تدارک این مزایا کسر کنیم، مزایای خالص اجتماعی باقی می‌ماند. ارائهٔ مراقبت‌های بهداشتیِ رایگان می‌تواند نمونه‌ای از این مزایا باشد [مرتجمان].

مشخص و شناخته‌شده‌ای برای اهداف مطالعاتیِ اقتصاددانان و جامعه‌شناسان تولید شود؛ افرادی که به‌طور مثال، موضوعاتی نظیر جرایم و نوآوری را در بستر شهرها مورد مطالعه قرار می‌دهند. در این راستا، اخیراً پیشرفت‌های متعددی از طریق سنجش مستقیم آمارِ ارتباط فردیِ انجام شده به‌وسیلهٔ تلفن‌های همراه صورت گرفته است (Schläpfer *et al.*, 2013)، اما با این حال، همچنان بایستی تا پیشرفت‌های بیشتری حاصل شود. دانشی که در این حوزه به دست آید، بایستی بتواند به برنامه‌ریزی برای ایجاد فضاهای عمومی موفق‌تر نیز کمک نماید (Whyte, 1980). و اما دومین مسئله، تعامل میان شهرها در یک سیستم شهری است. سنجه‌های رشد جمعیت و توسعهٔ اقتصادی و غیره، خواص و ویژگی‌هایی هستند که میان تمامیِ شهرهای درون یک سیستم شهری، مشترک می‌باشند، اما چگونگیِ به وجود آمدن آن‌ها و اینکه چه چیزی اهمیت و اندازهٔ آن‌ها را تعیین می‌کند، یکی از مهم‌ترین مسائلی است که همچنان در علم اقتصاد و شهرسازی ناشناخته می‌باشد و تاکنون پاسخی برای آن ارائه نشده است. اکنون به نظر می‌رسد که نظریات نوین بسیاری برای پاسخ به این سوألات مطرح شده است و یکی از این موارد، تئوری‌هایی هستند که با استفاده از داده‌ها در مقیاس‌ها و جوامع و زمان‌های مختلف می‌کوشند تا چشم‌انداز و دید واضح‌تری را از این مسائل به ارمغان آورند.

برنامه‌ریزی برای آینده

اکنون تمامیِ جهان با سرعتی سرسام‌آور در حال شهرنشین شدن است و این در حالی است که رشد شهری در کشورهایی از قبیل هندوستان، آفریقا و منطقهٔ آمریکای لاتین، از هیچ طرح جامع معماری و شهرسازی پیروی نمی‌کند. امروزه احتمالاً بیش از یک میلیارد از جمعیت جهان در زاغه‌ها به سر می‌برند و بسیاری دیگر نیز عملاً روند ساخت سرپناه و سازماندهیِ محلاتشان را بدون کمکِ معمارها و شهرسازها و بی‌بهره از علوم شهری طی می‌کنند (United Nations Human Settlements Programme, 2003). این تحول مداوم شهری، فرآیند خودانگیخته و برنامه‌ریزی نشده‌ای است که عملاً در دهه‌های آتی، به شدت نیازمند احداث حجم عظیمی از زیرساخت‌های شهری خواهد بود؛ حجمی که بشر در کل تاریخ به خود ندیده باشد. اما هم‌اکنون بایستی دید که وظیفهٔ حرفهٔ شهرسازی و علوم شهری در قبال این‌گونه از بی‌نظمی‌های اجتناب‌ناپذیر شهری چیست؟

در این میان ممکن است تا از نظر آن‌هایی که در امر برنامه‌ریزی دخیل هستند، نگرش به مباحث فضاییِ شهر از دریچهٔ نگاه تئوریِ سیستم‌های پیچیده، ابهامات کثیری را سبب شود. این تئوری عمدتاً هیچ چیزی را در مورد برخی از ابتدایی‌ترین مراحل و مسائل فرآیند برنامه‌ریزی شهری از قبیل شکل خیابان‌ها و محلات، خانه‌سازی و ساختمان‌ها، مصارف خاص فضا، پهنه‌بندی و غیره مطرح نمی‌کند.

بیانیه‌ای که می‌گوید حرفهٔ برنامه‌ریزی بایستی بسیاری از این مراحل و مسائل را رها کند تا از این طریق این موارد بتوانند به‌صورت محلی توسط افراد و سازمان‌ها و جوامع مربوطه توسعه یابند، طرز تفکری کاملاً رادیکال است. با این حال، هم تاریخ شهری و هم مفاهیم بنیادینِ علمی‌ای که حول محور چگونگیِ آفرینش و خلق سیستم‌های پیچیده و همین‌طور نحوهٔ تکامل آن‌ها شکل گرفته است، چیزی بیش از این بیانیه را پیشنهاد نمی‌کند (Hayek, 1945; Anderson, 1972). در برخی مواقع، این مسئله به‌عنوان «معضلِ برنامه‌ریز» شناخته می‌شود. به‌طور مشخص، این معضل از خواص بنیادینِ اطلاعاتِ موجود در سیستم‌های پیچیده‌ای که از تعداد زیادی عوامل ناهمگون تشکیل می‌شوند نشأت می‌گیرد: احتمال اینکه یک برنامه‌ریز بتواند در عمل تمامیِ مسیرهایی را که مردم راغبند تا از طریق آن‌ها فضاهای شهریشان را توسعه دهند بداند بسیار کم است. بهترین انتخاب‌ها معمولاً توسط عوامل و دست اندرکارانی اتخاذ می‌شود که اولاً اطلاعات روشن‌تری را در دست داشته باشند و ثانیاً این اطلاعات برای نیل به اهداف و آرمان‌هایشان کافی باشد؛ همچنین این اطلاعات تا زمانی به کار می‌آیند که محدود به عدم محدودسازیِ انتخاب‌های مشابه اتخاذشده توسط سایرین و یکپارچگیِ میان آن‌ها در انواع مقیاس‌های شهری مختلف باشند. بنابراین، با در نظر گرفتن همزمان و هماهنگ‌سازیِ محدودیت‌های کلی (به‌مانند مواردی که در بخش قبل مورد بحث قرار گرفتند) و ضوابط و قواعد پایه در سطح محلی (به‌مانند مواردی که در طول قرون متمادی از معماری بومی و یا در حال حاضر از انواع شکل‌های نوشهرگرایی و طراحی مولد الهام گرفته شده‌اند)، شاید بتوان مدلی کارآمد را برای برنامه‌ریزی شهری، به ویژه در شهرهایی که به‌صورت غیررسمی در حال احداث هستند، مهیا نمود. لذا با ساخت شهرها از کل به جزء به‌واسطهٔ طرح‌هایی که بتوانند مولد یک کل بوده و در عین حال تجویزی زورگویانه برای بخش‌های کوچک نباشند، زمینه‌ای فراهم می‌شود تا برنامه‌ریزی برای یک شهر همچون سیستمی پیچیده، مسیر را برای تحقق آرزوی پاتریک گدس هموار سازد: «به هنگام برنامه‌ریزی برای ارتقاءِ رفاه مردم در تمامی سطوح فرادست و فرودست جامعه، سعی کنیم تا حد امکان کم‌ترین میزان بی طرفی را اعمال کنیم».

امیدوارم تا توانسته باشم این مسئله را روشن کنم که شهرها سیستم‌هایی طبیعی هستند که به هنگام فراهم شدنِ مزایایی بی‌کران برای حضور در جامعه و اجتماعی شدنِ مردم در انواع مقیاس‌ها، خود به خود و به‌طور معمول توسط جوامع انسانی تکامل می یابند. شهرها به اندازهٔ کندوهای عسل و یا صخره‌های مرجانی، طبیعی هستند و نباید به‌عنوان مصنوعاتِ انسان‌ساختِ مطلق که می‌بایست بر اساس امیال شخصی بازطراحی گردند قلمداد شوند. در عین حال، شهرها می‌توانند نوع دیگری از سیستم‌های پیچیده به‌شمار آیند که با اَشکال محدودشدهٔ سازمان‌های اجتماعیِ موجود در طبیعت متفاوت هستند و می‌توانند بنابر داشته‌ها و یا تولیدات اطلاعاتی‌شان اَشکال پیچیده‌تری به خود بگیرند. شهرها بستری برای ظهورِ

بهترین و بدترین جوانب خلاقیت‌ها و تخیلات انسانی هستند و گرایش به اعمال خشونت‌بار و تبعیض‌آمیز را نیز نمایان می‌کنند. لذا به‌خاطر همین پتانسیلِ بی‌بدیل توسعهٔ انسانی، شهرها نباید به‌مثابه سیستم‌های نیازمند ممانعت و کنترل متصور شوند، بلکه بایستی در راستای تکامل خود به خودیشان تشویق و تقویت گردند تا بدین طریق، منجر به شکل‌گیریِ بهترین نوع تجلیِ نامحدود طبیعت جمعی ما شوند.

پس این مسئله چالش اصلی ما است. ما در حال سپری کردن آخرین دهه‌های گذار و تحولاتِ شهری هستیم و به دست‌یابیِ به پتانسیل جهانیمان بسیار نزدیک می‌باشیم تا همچون اجتماعی‌ترین گونهٔ تمامیِ دوران بتوانیم به اتفاق همدیگر چیزی جدید را در تاریخ زمین خلق نماییم. ما آرزوهای انسانی و کهنهٔ بسیاری داریم؛ ما در این راستا می‌کوشیم تا فقر شدید را ریشه کن کنیم، به بی‌عدالتیِ افراطی پایان دهیم، بهداشت و سلامت مناسبی را برای همه به ارمغان آوریم و در عین حال، تمامیِ این اقدامات را به‌گونه‌ای پایدار و در تعادل با *زیست کره*[۴۴۵] تحقق بخشیم. همهٔ این آرزوها بایستی تا در شهرها رخ دهند و هم‌اکنون، این موارد می‌توانند بسیار سریع‌تر از قبل حادث شوند. استفاده از داده‌های حجیم‌تر و اتخاذ رویکردی علمی‌تر در شهرها قطعاً می‌تواند در تسهیل رخداد این اتفاق‌ها به حد زیادی میسر باشد. اما چالشِ نهایی برای تمامیِ کسانی که در روند اثرگذاری و اجرای برنامه‌ریزی شهری درگیر هستند، همانا تفسیر و اِعمال و توسعهٔ ایده‌های جدید برای ارتقاءِ انواعِ محیط‌های شهری است؛ محیط‌هایی که می‌توانند تقویت و پرورشِ حد نهاییِ پتانسیل برآمده از خلاقیت اجتماعی ما را به‌عنوان هدف اصلیِ توسعهٔ انسانیِ پایدار و نامحدود، ممکن سازند.

[445] Biosphere

پی‌نوشت

I am especially indebted to Nicholas de Monchaux for several discussions on the history of planning and urbanism and their relation to complex systems concepts that helped me frame the ideas developed here. I thank Michael Mehaffy and Dietmar Offenhuber for comments and suggestions on earlier versions of the manuscript. This research was partially supported by the Rockefeller Foundation, the James S. McDonnell Foundation (grant no. 220020195), the National Science Foundation (grant no. 103522), the John Templeton Foundation (grant no. 15705), and by a gift from the Bryan J. and June B. Zwan Foundation.

مآخذ

Alexander, Christopher, Sara Ishikawa, and Murray Silverstein. 1977. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press.

Anderson, Philip W. 1972. "More Is Different," *Science* 177, no. 4047: 393–396.

Angel, Shlomo, Jason Parent, Daniel L. Civco, Alexander Blei, and David Potere. 2011. "The Dimensions of Global Urban Expansion: Estimates and Projections for All Countries, 2000–2050." *Progress in Planning* 75, no. 2: 53–107.

Batty, Michael. 2005. *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Bettencourt, Luís M. A. 2013. "The Origins of Scaling in Cities," *Science* 340, no. 6139: 1438–1441.

Bettencourt, Luís M. A., and Geoffrey B. West. 2010. "A Unified Theory of Urban Living," *Nature* 467, no. 7318: 912–913.

Bettencourt Luís M. A., Geoffrey B. West, José Lobo, and Deborah Strumsky. 2010. "Urban Scaling and Its Deviations: Revealing the Structure of Wealth, Innovation and Crime across Cities," *PLoS ONE* 5, no. 11: e13541.

Bettencourt, Luís M. A., Horacio Samaniego, and HyeJin Youn. 2012. "Professional Diversity and the Productivity of Cities," http://arxiv.org/abs/1210.7335 (accessed April 21, 2014).

Bettencourt, Luís M. A., José Lobo, Dirk Helbing, Christian Kühnert, and Geoffrey B. West. 2007. "Growth, Innovation, Scaling, and the Pace of Life in Cities," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, no. 17: 7301–7306.

Congress of New Urbanism. 2008. "Canons of Sustainable Architecture and Urbanism: A Companion to the *Charter of New Urbanism*," http://www.cnu.org/canons (accessed April 21, 2014).

Downs, Anthony. 1962. "The Law of Peak-hour Expressway Congestion," *Traffic Quarterly* 16, no. 3: 393–409.

Duranton, Gilles, and Matthew A. Turner. 2011. "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities," *American Economic Review* 101, no. 6: 2616–2652.

رویکرد دیجیتال به مرزبندیِ منطقه‌ای

اِستانیسلاو سوبالوسکی
Stanislav Sobolevsky

امروزه دو عامل جهانی شدن و گسترش فن‌آوریِ اطلاعات موجب شده تا فرآیندهای اجتماعی و اقتصادی بیش از پیش شتاب گیرند و در نتیجه، کلیهٔ شهرها و مناطق و کشورها به حد فزاینده‌ای دستخوش تغییر شوند. میزان شهرنشینی همچنان رو به افزایش است: در اوایل قرن نوزدهم [میلادی]، تنها ۳ درصد از جمعیت جهان در شهرها می‌زیستند؛ اما با فرا رسیدن قرن بیستم [میلادی]، این سهم به ۱۴ درصد افزایش یافت. سرانجام در سال ۲۰۰۸ [میلادی]، جمعیت شهرنشینِ جهان، بالغ بر ۵۰ درصد شد[۴۴۶] و امروزه این میزان در کشورهای توسعه‌یافته به ۶۰ الی ۸۰ درصد رسیده است. جمعیت *روستایی*[۴۴۷] و حومه‌نشین، همواره نقش تعیین کننده‌ای را در گسترش شهرنشینی دارند و اثرات ناشی از آن را به‌طور محسوس تجربه می‌نمایند. جریان‌های روزانهٔ مربوط به سفرهای کاریِ مسافرانی که از نواحیِ نیمه‌روستایی و برون‌شهری به درون شهر سریز می‌شوند، باعث می‌گردد تا شهر در ورای مرزهای رسمی‌اش توسعه یابد. این همان چیزی است که از آن با عنوان *شهر عملکردی*[۴۴۸] یاد می‌شود؛ شهری وسیع که نواحیِ کلان‌شهری و میزان انبوهی از توده‌های جمعیتی را تحت پوشش خود قرار می‌دهد.

ساز و کارهای فضایی و اطلاعاتی و داده‌ایِ رو به رشدِ شهرها و مناطق و کشورهای معاصر، چالش‌های جدیدی را برای برنامه‌ریزان منطقه‌ای و شهری ایجاد کرده است. حدود تعریف و تخصیص شدهٔ مناطق، پس از گذشت چند سال منسوخ می‌شود. لذا حفظ درک درستی از تعاملات واقعیِ فضایی و مرزهایش، برای آن دسته از مسئولینی که می‌کوشند تا سیاست‌های اقتصادی و اجتماعیِ منطقه‌ای را به‌طرز مناسبی تنظیم کرده و همچنین برای مسائل زیرساختی تصمیم بگیرند (برای نمونه، برنامه‌ریزی برای ایجاد یک سیستم حمل و نقلیِ کارآمد که بتواند به‌طور مطلوب به نیازهای کاربرانش پاسخ دهد) از اهمیت بی‌بدیلی برخوردار است. بی‌شک قابلیتِ تشخیصِ تغییراتی که در ساختارهای منطقه‌ای رخ می‌دهد، می‌تواند سرنخ‌های مهم و پُراهمیتی را دربارهٔ فرآیندها و تحولات اجتماعی و شهری برایمان فراهم کند.

در گذشته، این مسائل فقط به وسیلهٔ جریان‌های مربوط به فعالیت‌های حرکتی انسان‌ها و از طریق *برداشت‌های دستی*[۴۴۹] مشخص می‌شد؛ به‌طور مشخص، این‌گونه از برداشت‌ها، بسیار پُرهزینه و کُند هستند و معمولاً با وقفه‌ای چندساله انجام

---

[۴۴۶] با استناد بر Population Reference Bureau؛ رجوع کنید به http://www.prb.org [نویسندگان].

[447] Rural
[448] Functional city
[449] Manual surveys

می‌شوند. بنابراین، امروزه این رویکرد، دیگر کاربرد چندانی ندارد، چراکه بایستی رویکرد اتخاذشده بتواند سریعاً نسبت به چالش‌های اقتصادی و اجتماعیِ شهرهای بزرگ و شتاب‌زده‌ای که دائماً در حال تغییر می‌باشند واکنش نشان دهد.

با این حال، چالش‌های جدید، همواره فرصت‌ها و امکانات نوینی را با خود به همراه می‌آورند و ما نیز با استفاده از این موارد قادر می‌شویم تا نسبت به رسیدگی و حل این چالش‌ها اقدام کنیم. رواج فزایندهٔ اطلاعاتِ دیجیتالی و الکترونیکی در عرصه‌های گوناگونِ مربوط به تعاملات انسانی، باعث می‌شود تا از تک‌تکِ تمامیِ فعالیت‌های هر انسان، اثر و ردپایی دیجیتالی بر جای بماند. به هنگام برقراریِ یک تماس، زمان و طول مکالمه و همچنین موقعیتِ حدودیِ تماس‌گیرنده و پاسخ‌گوی تماس، توسط اپراتور شبکه ذخیره می‌شود. به طرز مشابهی، در حین پرداخت پول برای خرید قهوه یا مواد غذایی توسط کارت‌های اعتباری نیز اثر و ردپایی از داده‌ها تولید می‌شود؛ در این حالت، این اثرات توسط ارائه‌دهندهٔ خدمات کارت‌های اعتباری و همین‌طور بانک‌های مربوطه ثبت و ضبط می‌گردد. از سویی دیگر، سیستم‌های جی‌پی‌اِس نصب‌شده در تاکسی‌ها، باعث می‌شود تا حتی به هنگام سفر نیز اطلاعاتِ دیجیتالیِ دقیقی تولید گردد. با تجمیع تمامیِ این اطلاعات در کنار هم، مجموعه‌های داده‌ایِ عظیمی از فعالیت‌های انسانی به وجود می‌آید که اغلب از آن‌ها با عنوان داده‌های کلان یاد می‌شود. امروزه ما می‌توانیم به راحتی از طریق نهادهای دولتی و شرکت‌های خصوصی، به داده‌های مذکور دست یابیم؛ البته این داده‌ها به‌صورت بی‌نام و نشان ارائه می‌شوند تا هویت صاحبانشان محفوظ و ناشناخته باقی بماند. در حوزهٔ پژوهش، این‌گونه از مجموعه داده‌ها، امکانات و فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای وارسیِ قوانین و الگوهای رفتاریِ انسان فراهم می‌کنند؛ از این قبیل می‌توان به حرکت، بُعد زمانیِ فعالیت و تعاملات انسانی اشاره نمود. در اینجا تعاملات انسانی، نیرویی اثرگذار است که باعث می‌شود تا مکان‌های مختلف به یکدیگر وصل شوند و مناطق شهری بر اساس آنچه که در واقعیت هستند مرزبندی شده و شکل بگیرند.

ما توانستیم تا با سنجش تعاملات انسانی از طریق داده‌های کلانِ تولید شده به هنگام انجام فعالیت، رویکردی رایانه‌ای را برای شناساییِ حدود مناطق توسعه دهیم. ما در این مطالعه نشان خواهیم داد که تعاملات انسانیِ انجام‌شده در شبکه‌های اجتماعیِ فردی و گروهی، چگونه در جوامع شهری نمود می‌یابند. به‌طور مشخص، این جوامع می‌توانند به‌صورت فضایی توصیف و تعریف شوند. «*انقلاب دیجیتال*»[۴۵۰] اغلب به مطرح شدن ایده‌ای منجر شده که می‌گوید: انجام تعاملات انسانی از طریق ادوات دیجیتالی و اینترنتی (تلفن‌همراه، رایانه و غیره)، باعث می‌شود تا نقش فضای فیزیکی رو به اضمحلال رود یا حتی به کلی حذف شود. در این میان، *نیکولاس نگروپونته*[۴۵۱] به درستی پیش‌بینی کرده بود که «*دورهٔ*

[450] Digital Revolution
[451] Nicholas Negroponte

پسا اطلاعاتی[۴۵۲]، حد و مرزهای جغرافیایی را از بین خواهد برد. در زندگی دیجیتال، دیگر مجبور نخواهیم بود تا در یک زمان بخصوص در یک مکان مشخص حضور یابیم» (Negroponte, 1995: 165). با این حال، ما نشان خواهیم داد که فضا همچنان کلیدی‌ترین عاملی است که می‌تواند زندگی و تعاملات انسانی را تعریف نماید.

در مطالعهٔ حاضر، ما مجموعه داده‌های مستخرج از سوابق ارتباطاتِ انسانی نظیر تماس‌های مربوط به تلفن‌های همراه و تلفن‌های ثابت را در مقیاس کشوری مورد استفاده قرار می‌دهیم؛ این داده‌ها، متعلق به چندین کشور از جمله ایالات متحده آمریکا، بریتانیا، فرانسه، پرتغال، ایتالیا، بلژیک، ساحل عاج و عربستان سعودی می‌باشند و در یک دورهٔ زمانی مشخص توسط اپراتورهای مخابراتی جمع‌آوری شده‌اند.

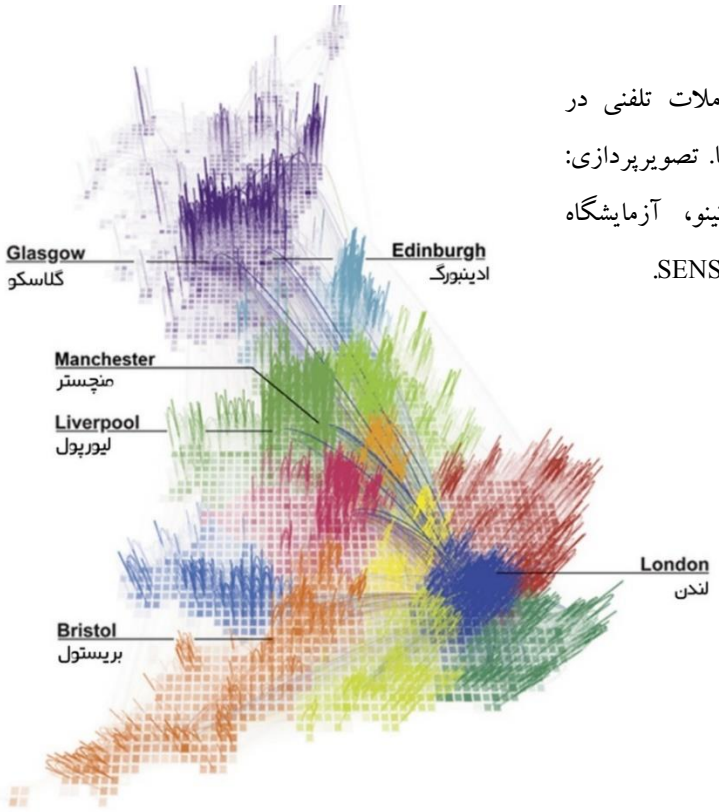
بریتانیا

ما در یکی از مقالات اخیرمان، سعی کردیم تا بر روی داده‌های منتج از شبکه‌های تلفنیِ کشور بریتانیا متمرکز شویم (Ratti *et al.*, 2010). این مجموعه از داده‌ها بیش از ۹۵ درصدِ تماس‌های تلفنیِ برقرارشده از طریق تلفن‌های ثابت را در نواحیِ تجاری و مسکونیِ کشور بریتانیا پوشش می‌داد و از نظر تعداد، ۱۲ میلیارد تماس انجام‌شده در طول یک دورهٔ یک ماهه را در بر می‌گرفت- البته پیش از اینکه این داده‌ها در اختیار ما قرار گیرند، اپراتور مربوطه تمامیِ شماره تلفن‌ها را بی‌نام و نشان کرده بود تا حریم خصوصیِ کاربرانش حفظ شود. موقعیت جغرافیاییِ مربوط به هر یک از افراد برقرارکنندهٔ تماس، توسط ایستگاه‌های هدایت ارتباطات مخابراتیِ واقع در درون هر منطقه جمع‌آوری شده بود و هر یک از این ایستگاه‌ها، به‌طور میانگین ناحیه‌ای نسبتاً بزرگ به مساحت ۴۹ کیلومتر مربع را پوشش می‌دادند تا بدین طریق، نشانی و موقعیت مکانیِ متعلق به هر یک از افراد برقرارکنندهٔ تماس به دقت بازیابی شود.

ما با استفاده از این داده‌ها، شبکه‌ای را خلق کردیم که حدوداً از ۲۰.۸ میلیون نقطه (گره) و ۸۵.۸ میلیون خط ارتباطیِ *بدون جهت*[۴۵۳] (یال بدون جهت) تشکیل می‌شد؛ خطوط ارتباطیِ این شبکه، کاربرانی را که متقابلاً با یکدیگر ارتباط برقرار کرده بودند، به هم متصل می‌کرد. ما این شبکه را به‌صورت شطرنجی و در قالبی از ۳۰۴۲ تعداد پیکسل مربعی شکل تقسیم‌بندی کردیم که در آن، هر یک از پیکسل‌ها به ابعاد ۹.۵ x ۹.۵ متر مربع لحاظ شدند. سپس ما از این شبکه به‌منظور سنجش تعاملاتی که در مقیاس فردی با استفاده از تلفن‌های ثابت در سرتاسر کشور بریتانیا انجام شده بود استفاده نمودیم. ما هر پیکسل از شبکهٔ مذکور را به‌عنوان یک گره فضایی در نظر گرفتیم و شدت و قدرتِ اتصالش را با الباقیِ

[452] The post-information age
[453] Undirected

پیکسل‌ها اندازه‌گیری کردیم و در نتیجه توانستیم تا ماتریس مربوط به مجموع ترافیکِ *دو سویهٔ*[۴۵۴] تماس‌های تلفنیِ رد و بدل شده میان هر جفت از گره‌های فضایی را بر روی شبکهٔ جغرافیاییِ مربوطه اعمال کرده و به تصویر بکشیم (شکل ۱). بدین ترتیب، هر یالِ جهت‌دارِ وزن‌دار میان دو گره فضایی (ر.ک.به: پانویس صفحهٔ **۱۵۳**)، مجموع جریان‌های ارتباطیِ ناشی از تماس‌های تلفنیِ متقابل میان این دو گره را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تعاملات تلفنی در کشور بریتانیا. تصویرپردازی: مائورو مارتینو، آزمایشگاه SENSEable City.

در ابتدای امر، این رویکرد برای شناساییِ مناطق استفاده نمی‌شد و تا مرحلهٔ فوق‌الذکر، فضای جغرافیایی را نادیده می‌گرفت. مشخصاً در این رویکرد سعی می‌شد تا با استفاده از روش بهینه‌سازیِ پیمانگی (ر.ک.به: پانویس صفحهٔ **۱۵۳** و نظریهٔ گراف‌ها)، ساختارها و انجمن‌های جاسازی شده در درون این‌گونه از شبکه‌ها کشف شده و مورد بررسی قرار گیرد (Newman, 2006). پیمانگی، یک معیار کیفیِ نرمالیزه‌شده است که برای اندازه‌گیری و سنجشِ شدت استحکامِ یال‌های داخلی شبکه‌ها و انجمن‌ها و همچنین یال‌های مشترک میان خود شبکه‌ها و انجمن‌های مختلف به کار می‌رود. به‌طور مشخص‌تر، این معیار می‌کوشد تا بر اساس تفاوتِ استحکام واقعی با میانگین استحکام کل شبکه، امتیازی را به هر یک از یال‌های شبکهٔ مورد نظر اختصاص دهد (در محاسبهٔ میزان میانگین، تعداد گره‌ها و شدت استحکامشان مشابه حالت

[454] Bidirectional

واقعی آن لحاظ می‌شود، اما با این تفاوت که نحوهٔ توزیع یال‌ها، همگن در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی به‌گونه‌ای که تعداد یال‌های برقرار میان هر جفت گره، در کل شبکه مساوی باشد). پس از این، امتیازِ کلِ پیمانگی برای هر یک از انجمن‌های محاسبه می‌شود تا بدین طریق مستقیماً امتیاز کل مربوط به یال‌های درونیِ هر انجمن مشخص شود.

حال اگر بخواهیم تا این رویکرد را به شبکه‌های تعاملات تلفنی نیز تعمیم دهیم، بایستی حجم ارتباطاتِ واقعی میان هر جفت موقعیت را با میانگین حجم کل ارتباطاتِ شبکه مقایسه کنیم (در حالت میانگین، حجم تماس‌های هر فرد با میانگین حجم کل ارتباطات برابر است). با این فرض، تمامیِ یال‌هایی که امتیازشان از حد میانگین بالاتر باشد، ترجیحاً به‌عنوان بخشی از انجمنِ مورد نظر باقی می‌ماند و در مقابل، یال‌های دارای امتیاز کمتر از حد میانگین حذف می‌شوند.

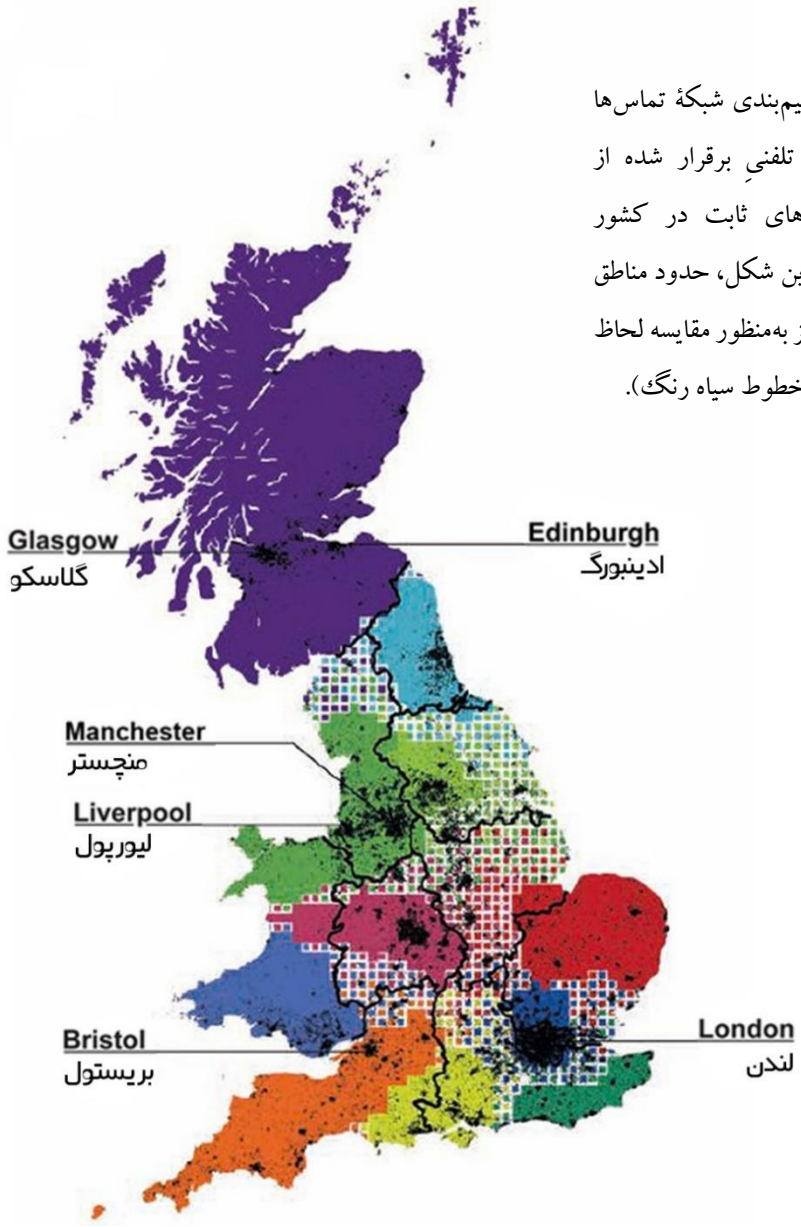
پس از موارد مذکور، الگوریتم تشخیصِ انجمن، مکرراً ساختار اولیهٔ هر انجمن را تغییر می‌دهد تا بدین منوال، روند تشخیص اصلاح شده و به‌طور مرتب تکمیل گردد (ر.ک.به: پانویس صفحهٔ ۱۲۶). این تغییرِ ساختار می‌تواند ادغام و تبدیل دو انجمن متفاوت به یک انجمنِ واحد و بزرگ‌تر، تجزیه و تقسیم هر انجمن به جزءهای کوچک‌تر، و یا انتقال یک بخش از یک انجمن به بخشی از یک انجمن دیگر و در نهایت آزمایش نتایج حاصله باشد. این گام‌ها تا زمانی که دیگر هیچ اصلاح و تکمیلی در روندِ تشخیص ممکن نباشد، تکرار می‌شوند. از آنجایی که تا به اینجا نیز این رویکرد فقط با توپولوژیِ شبکه (شبکهٔ فاقد هندسهٔ دارای زاویه و فاصله؛ برای اطلاعات بیشتر ر.ک.به: پانویس صفحهٔ ۸) سر و کار دارد، لذا همچنان به‌مانند قبل، فضای جغرافیایی را نادیده می‌گیرد. همچنین تعداد انجمن‌های به دست آمده در این مرحله، از پیش معین نمی‌باشد و بلکه به وسیلهٔ الگوریتم مذکور و در طول فرآیند بهینه‌سازی معلوم می‌گردد.

اکنون تقسیماتی که با استفاده از این رویکرد در کشور بریتانیا حاصل شده است را می‌توان در شکل ۲ مشاهده نمود. در این شکل، سعی شده تا انجمن‌های مختلف با استفاده از رنگ‌های گوناگون از هم متمایز شوند و در عین حال نیز مرزهای رسمیِ تعیین‌شده از طریق *دسته‌بندی و نام‌گذاریِ واحدهای ارضی برای مقاصد آماری (NUTS)*[۴۵۵] در ۱۱ سطح مختلف با خط سیاه رنگ در کنار انجمن‌های تشخیص داده‌شده نمایش داده شود[۴۵۶].

---

[۴۵۵] دسته‌بندی و نام‌گذاریِ واحدهای ارضی برای مقاصد آماری (Nomenclature of territorial units for statistics/NUTS) روش تقسیم-بندیِ جغرافیاییِ استانداری است که قلمروهای اقتصادی و اجتماعیِ مناطق مختلفِ کشورهای اروپایی را در سه سطحِ NUTS1، NUTS2، و NUTS3 تفکیک و دسته‌بندی می‌کند؛ مقیاس ارضیِ این سه سطح، به ترتیب ذکر شده کاهش می‌یابد. به‌طور مشخص، این روش از سه هدفِ کلان پیروی می‌کند: جمع‌آوری و توسعه و هماهنگ‌سازیِ آمار و ارقام منطقه‌ای، تجزیه و تحلیل اجتماعی_ اقتصادیِ مناطق مختلف، و همچنین تشکیل سیاست‌های منطقه‌ای. در این مطالعه، از عناوین اختصاریِ سه سطح مذکور استفاده خواهد شد [مترجمان].

[۴۵۶] ر. ک. به: http:// epp.eurostat.ec.europa. eu/portal/page/portal/ nuts_nomenclature/ introduction



شکل ۲. تقسیم‌بندی شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های ثابت در کشور بریتانیا؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).

ما در این شکل به دو نکتهٔ قابل توجه برمی‌خوریم: مورد اول اینکه علی‌رغم عدم دخالت ویژگی‌ها و ابعاد جغرافیایی در محاسبات ما، تجسم بُعد فضاییِ انجمن‌های حاصل‌شده موجب می‌شود تا مناطق جغرافیاییِ منسجم و به هم پیوسته‌ای به وجود آید. همچنین مورد دیگر اینکه تعداد انجمن‌هایی که از طریق فرآیند بهینه‌سازیِ پیمانگی به دست آمده بودند، با تعداد مناطق رسمیِ کشور بریتانیا برابر می‌باشند.

ما به هنگام مقایسهٔ اَشکال انجمن‌ها با مرزهای رسمیِ مناطق کشور بریتانیا، متوجه ارتباط و انطباق بسیار نزدیکِ برخی از نواحی شدیم؛ به‌عنوان مثال، شکل دو منطقه از مجموع مناطق ۹ گانهٔ رسمیِ این کشور در نواحیِ جنوب غربی و شرق آن، بسیار شبیه به حدود انجمن‌هایشان می‌باشد. انجمن‌های تعیین‌شده برای مناطق دیگر از قبیل کشور اسکاتلند نیز دقیقاً بر مرز رسمی آن منطبق می‌باشد. با این حال، انحرافات و تفاوت‌هایی نیز در فرآیند مذکور قابل شناسایی است. به‌عنوان

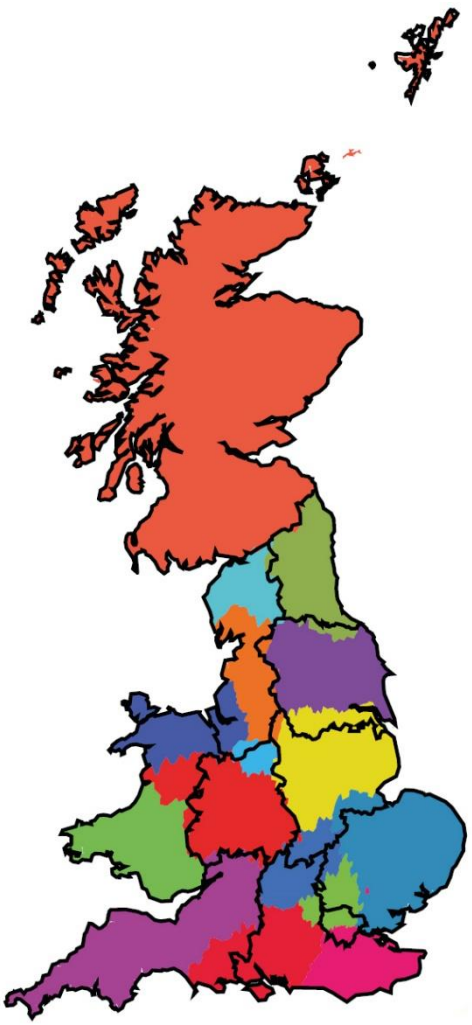
نمونه، در حین تعیین انجمن‌ها، انجمن مربوط به شهر لندن از نسخهٔ رسمی آن بزرگ‌تر شد- چراکه نواحی کلان‌شهریِ واقع در اطراف شهرهای اصلی، با سرعتی غیر قابل پیش‌بینی رشد می‌کنند و مرزهای رسمیِ شهرها را منسوخ کرده و دائماً آن‌ها را تغییر می‌دهند. از سویی دیگر، در این روند کشور ولز به سه بخشِ شمالی و مرکزی و جنوبی تقسیم شد. در حالی که دو بخش شمالی و جنوبی آن همچنان به‌عنوان مناطقی از این کشور باقی ماند، بخش مرکزی آن به قسمت غربیِ *میدلندز*[۴۵۷] (منطقه‌ای شهری در غرب کشور انگلستان و همسایگیِ کشور ولز) انضمام یافت؛ این مورد باعث می‌شود تا بسیاری از فرضیه‌های مطرح‌شده در ادبیات مطالعات منطقه‌ای و حمل و نقلیِ مربوطه، مجدداً مورد تأکید و تأیید قرار گیرند. داده‌های مربوط به سفرهای کاریِ مستخرج از سرشماری سال ۲۰۰۱ [میلادی]، تصدیق می‌کند که کشور ولز علی‌رغم میراث زبانی و فرهنگیِ منحصر به فردش، به حد زیادی با همسایهٔ انگلیسیِ خود در شرق (میدلندز) تلفیق و ادغام شده است (Nielsen and Hovgesen, 2008).

شناسایی مناطق جدید در غرب شهر لندن سبب می‌شود تا یافته‌های *هال و همکارانش*[۴۵۸] در مورد «*هلال غربیِ*»[۴۵۹] دربرگیرندهٔ *فعالیت‌های های_تِک*[۴۶۰] تأیید شود: ناحیه‌ای منسجم که بنابر ارزیابی‌های انجام‌شده از *ارزش افزودهٔ ناخالص*[۴۶۱] و *صلاحیت‌های حرفه‌ای و شغلیِ ملی*[۴۶۲] در سه منطقهٔ *بارکشایر و باکینگهام‌شایر و آکسفوردشایر*[۴۶۳]، از فعالیتِ اقتصادی بالایی برخوردار است و در آن، میزان فقر و محرومیت بسیار ناچیز است[۴۶۴] (Hall *et al*., 1987). اگرچه که نیل به جمع‌بندی‌ها و نتایج نهایی، نیازمند مطالعاتی دقیق‌تر و تفصیلی‌تر است، اما تمامیِ ملاحظات این بخش به ما نشان می‌دهد که روش و رویکرد فوق‌الذکر می‌تواند به‌واسطهٔ خوشه‌ها و یا همان انجمن‌های مستخرج از شبکهٔ کشوریِ تماس-های تلفنی، مناطق منسجم و به هم پیوستهٔ هر کشور را به درستی تعیین نماید. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که این رویکردِ خوشه‌بندی قادر است تا حتی برخی از جوانب مربوط به تعاملات انسانی را نیز دقیق‌تر از آنچه که به وسیلهٔ مرزهای منطقه‌ای و رسمیِ NUTS معین می‌شود، ثبت کرده و سپس مشخص نماید.

حال اجازه دهید ببینیم که آیا این رویکرد، به جز بریتانیا در کشورهای دیگر نیز کارساز است یا خیر؛ و آیا استفاده از داده‌های تلفن‌های همراه به جای داده‌های مربوط به تلفن‌های ثابت می‌تواند تجزیه و تحلیل‌های ما را دقیق‌تر کند یا نه.

---

457 Midlands
458 Hall *et al*., 1987
459 Western Crescent
460 High-tech activities
461 Gross Value Added (GVA)
462 National Vocational Qualifications (NVQs)
463 Berkshire, Buckinghamshire, and Oxfordshire
۴۶۴ ر.ک.به: http://www.neighbourhood.statistics.gov and http://www.statistics.gov.uk



شکل ۳. نمونهٔ مشابه شکل ۲؛ تقسیم‌بندی شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های ثابت در کشور بریتانیا؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).

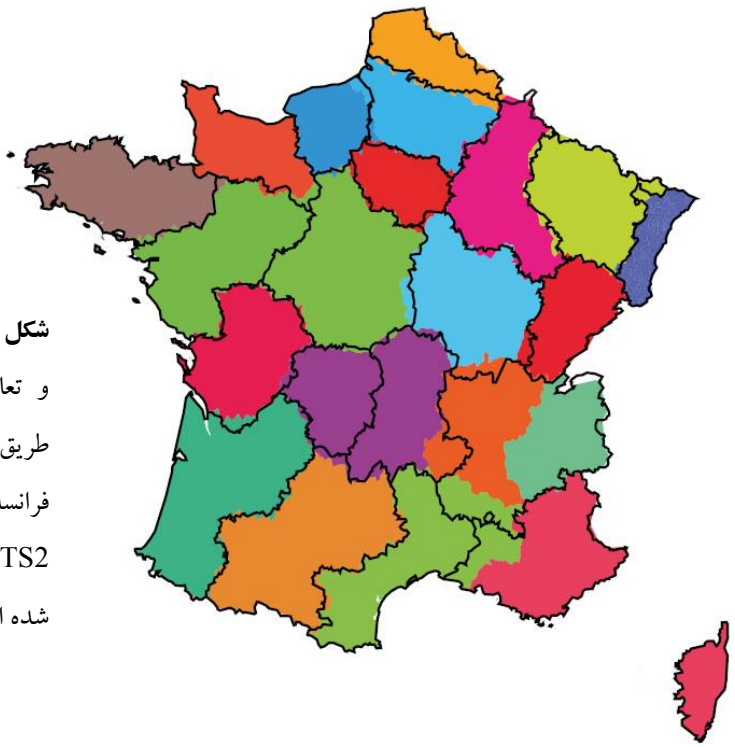
فرانسه

با تمرکز بر روی کشور فرانسه، فرصتی برایمان مهیا شد تا علاوه بر شبکهٔ تلفن‌های ثابت، بتوانیم شبکهٔ تلفن‌های همراه را نیز مورد مطالعه قرار دهیم. در مورد این کشور سعی شد تا موقعیت‌های مکانیِ بی‌نام و نشان شدهٔ ۱۴ میلیون کاربر که در طول یک دورهٔ ۴۵ روزه حدوداً ۱۲۰ میلیون تماس برقرار کرده بودند، به همراه موقعیت دقیقِ برج‌های مخابراتی‌شان بازنمایی شود؛ بدین ترتیب، نه تنها فعالیت‌های حرکتی و نحوهٔ جابجاییِ کاربران تلفن‌های همراه، بلکه حتی تعاملات تلفنیِ آن‌ها نیز در این کشور به نمایش درآمد.

به هنگام به تصویر کشیدن نتایج مربوطه (شکل ۴)[۴۶۵] می‌توان به وضوح مشاهد کرد که با صرف نظر از انحراف‌ها و تفاوت‌های کوچک در جنوب شرقی و همین‌طور سایر موارد جزئی، انجمن‌های حاصل‌شده در کشور فرانسه به مرزهای

[٤٦٥] برای مشاهدهٔ نتایج بیشتر و جزئی‌تر دربارهٔ کشور فرانسه و بلژیک و پرتغال می‌توانید به مقالهٔ اخیر نویسندهٔ این مطالعه رجوع کنید: Sobolevsky *et al.*, 2013 [نویسندگان].

رسمیِ آن بسیار منطبق می‌باشد. الگوریتم نسبتاً متفاوتی که در تقسیم‌بندی این کشور مورد استفاده قرار گرفته است، به تفصیل توسط *وینسنت بلاندل*[۴۶۶] و همکارانش توضیح داده شده است (Blondel *et al*., 2011).



شکل ۴. تقسیم‌بندی شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های همراه در کشور فرانسه؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).

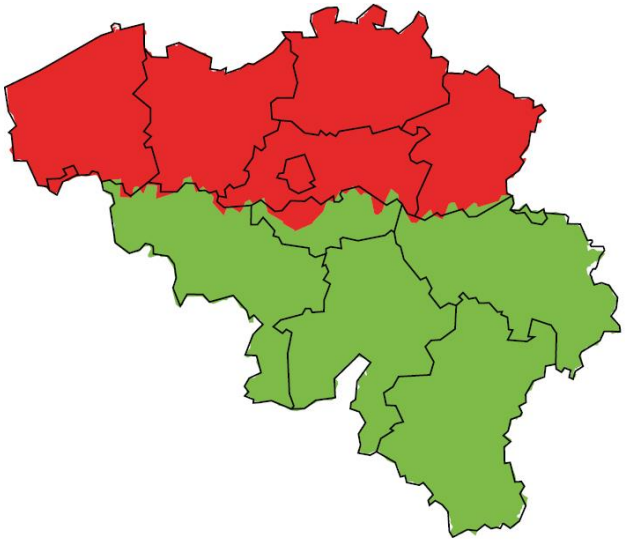
بلژیک

برخلاف کشور فرانسه که موقعیت کاربرانِ تلفن‌های همراهش، بر اساس محلِ برقراریِ تماس‌های تلفنی تعیین شده بود، موقعیت کاربران تلفن‌های همراهِ کشور بلژیک با توجه به محل اقامت رسمی آن‌ها مشخص شد. با این وجود، ما در کشور بلژیک نیز می‌توانیم شباهت و قرابت نزدیکی را میان مرزهای رسمیِ مناطق و انجمن‌هایی که از طریق الگوریتم مربوطه تعیین و تقسیم‌بندی شده‌اند مشاهده کنیم (شکل ۵) (Blondel *et al*., 2015). با این حال، اگر ما تعداد انجمن‌های به دست آمده را به دو مجموعهٔ کلی محدود کنیم، می‌توانیم تقسیم‌بندیِ مناطق این کشور را بهینه‌تر کرده و به ملاحظات و نتایج جالب‌تری دست یابیم (به‌طور مشخص، الگوریتمِ به کار گرفته‌شده به ما این اجازه را می‌دهد تا به راحتی با محدود کردن مراحلِ اصلاح و تکمیلِ تشخیص انجمن، این موضوع را تحقق بخشیم). در شکل ۶ می‌توان به‌وضوح مرزبندیِ دو منطقهٔ عمدهٔ کشور بلژیک را مشاهده نمود- این دو منطقه، *فلاندرز*[۴۶۷] و *والونیا*[۴۶۸] نام دارند و این کشور را از منظر زبانِ

[466] Vincent Blondel
[467] Flanders
[468] Wallonia

مادری به دو بخش آلمانی و فرانسوی تقسیم می‌کنند. ۹۷ درصد از تمامی ارتباطاتِ تلفنیِ کشور بلژیک، به‌صورت ایزوله و در درونِ این دو منطقه اتفاق می‌افتد و تنها در ۳ درصد از مواقع، می‌توان شاهد برقراریِ ارتباط میان این دو منطقه بود. حال اگر یال‌های شبکهٔ مورد نظر به‌صورت همگن و مساوی توزیع شود (حالت میانگین)، این میزان به ۵۰ درصد می‌رسد؛ امری که انفصال میان این دو منطقه از کشور بلژیک را به‌خوبی نشان می‌دهد. همچنین، تقریباً نیمی از ۳ درصدِ مذکور، متعلق به تماس‌هایی است که میان شهر *بروکسل*[۴۶۹] (واقع در منطقهٔ شمالی، فلاندرز) و والونیا (منطقهٔ جنوبی) برقرار می‌شود. بنابراین، دو منطقهٔ فلاندرز و والونیا در کشور بلژیک که به زبان‌های متفاوتی صحبت می‌کنند، به‌طور قطع از هم منفک می‌باشند و تنها به واسطهٔ شهر بروکسل همچون پل ارتباطی به یکدیگر مرتبط می‌شوند.

شکل ۵. تقسیم‌بندی شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های همراه در کشور بلژیک؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).



شکل ۶. تقسیم‌بندیِ دوبخشیِ شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های همراه در کشور بلژیک؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).

پرتغال

نهایتاً، کشور پرتغال یکی از قابل توجه‌ترین نمونه‌هایی بود که در این مطالعه مطرح شد. اخیراً بحث‌های زیادی دربارهٔ چگونگیِ مرزبندی و تفکیک حدود رسمی این کشور مطرح شده است. در سال ۱۹۹۸ [میلادی]، نحوهٔ منطقه‌بندیِ این

[469] Brussels

کشور در قالبی از یک رفراندوم ملی برای عموم مطرح گشت. به‌واسطهٔ مقایسهٔ تقسیم‌بندی‌های حاصل‌شده از انجمن‌های مستخرج از شبکهٔ تلفن‌های همراه کشور پرتغال با قلمروهای رسمی این کشور در سطوح مختلفِ NUTS، معلوم شد که سطح NUTS2 (دربرگیرندهٔ مناطق اصلیِ تحت تأثیر سیاست‌های منطقه‌ای) درشت‌دانه‌تر است (۵ منطقه در کل کشور پرتغال)؛ اما این در حالی بود که سطح سوم NUTS3 (دربرگیرندهٔ مناطق کوچک برای تشخیص‌های خاص) به نسبت الباقی سطوح ریزدانه‌تر بود (۲۸ منطقه در کل کشور پرتغال). با این حال، تقسیم‌بندی پیشنهادیِ این مطالعه با ۷ منطقه (بر اساس انجمن‌های مستخرج از شبکهٔ ارتباطات تلفنی)، در میان این دو سطح قرار می‌گیرد و عملاً بر مرزها و مناطق پیشینِ این کشور منطبق‌تر است؛ این موضوع، صراحتاً نفوذ و تأثیر ماندگارِ مرزهای تاریخی این کشور بر رفتار مردمش را نشان می‌دهد؛ امری که می‌تواند باعث منسوخ و بی‌ارزش شدن طبقه‌بندی‌ها و مرزبندی‌های مدرن در این کشور شود. از سویی دیگر، ساختار منطقه‌ایِ پیشنهاد شده در رفراندوم مذکور، انطباق چندانی با مناطق پیشنهادیِ این مطالعه نداشت و ممکن است تا همین مسئله، یکی از دلایل شکست این رفراندوم باشد.

شکل ۴. تقسیم‌بندی شبکهٔ تماس‌ها و تعاملات تلفنیِ برقرار شده از طریق تلفن‌های همراه در کشور پرتغال؛ در این شکل، حدود مناطق NUTS2 نیز به‌منظور مقایسه لحاظ شده است (خطوط سیاه رنگ).

جمع‌بندی

یافته‌های این پژوهش– انسجام جغرافیاییِ انجمن‌های منتج از شبکهٔ ارتباطات و تعاملات انسانی و شباهت شکل و تعداد این انجمن‌ها به مناطق رسمیِ کشوری– به‌طور توأمان برای تعداد دیگری از کشورهای مختلف واقع در قاره‌های متفاوت نیز صدق می‌کند؛ از این قبیل می‌توان به کشور ایتالیا، ساحل عاج، سنگاپور و ایالات متحده آمریکا اشاره نمود. ساختار

انجمن‌های مستخرج از شبکهٔ تلفن‌های همراه ایالات متحده آمریکا، انحراف و تفاوت زیادی را با مرزهای رسمی ایالت-های این کشور دارد و همین موضوع به ما نشان می‌دهد که تعاملات واقعیِ بین شهروندان کشورهای بزرگ و شتاب‌زده و توسعه یافته، چگونه مرزهای رسمی و منقضی‌شدهٔ این‌گونه از کشورها را در می‌نوردد.

اگرچه که تأیید تصمیمات برنامه‌ریزانهٔ وابسته به این‌گونه از مطالعات، عملاً نیازمند تجزیه و تحلیل‌های دقیق‌تر و جزئی‌تری است، اما با این حال می‌توان به‌واسطهٔ رویکرد مطالعهٔ حاضر، پتانسیل بی‌بدیلِ داده‌های منتج از فعالیت‌های انسانی را در مطالعات منطقه‌ای به وضوح مشاهده نمود. علی‌رغم تمامیِ محدودیت‌ها، اثباتِ همبستگیِ میان ساختار انجمن‌های مستخرج از شبکه‌های ارتباطات تلفنی و ساختار منطقه‌ایِ یک کشور، یافته‌ای است پُرنفوذ که در مقیاس گسترده می‌توان به کار بسته شود. بنابراین، ممکن است بهتر باشد تا قبل از توسعهٔ هرگونه روش و رویکرد، ساختار انجمن‌های مستخرج از شبکه‌های مذکور را با تغییرات و تصمیماتی که بر ساختار منطقه‌ای کشورها تأثیر می‌گذارند، جایگزین نماییم. بر خلاف بررسی‌ها و برداشت‌های زمان‌بر و پُرهزینه‌ای که از دیرباز به‌عنوان رایج‌ترین ابزار در مطالعات منطقه‌ای شناخته می‌شوند، این رویکردِ نوینِ دیجیتالی قادر است تا در صورت مهیا بودن مجموعه داده‌های به روز، بدون کوچک‌ترین هزینه‌ای فوراً خروجی‌ها و نتایج مورد نظر را برایمان فراهم سازد.

مآخذ

Blondel, Vincent, Gautier Krings, and Isabelle Thomas. 2010. "Regions and Borders of Mobile Telephony in Belgium and in the Brussels Metropolitan Zone," *Brussels Studies* no. 42 (October 4).

Blondel, Vincent, Pierre Deville, Frédéric Morlot, Zbigniew Smoreda, Paul Van Dooren, and Cezary Ziemlicki. 2011. "Voice on the Border: Do Cellphones Redraw the Maps?" *ParisTech Review* (November 15).

Calabrese, Francesco, Dominik Dahlem, Alexandre Gerber, DeDe Paul, Xiaoji Chen, James Rowland, Christopher Rath, Carlo Ratti. 2011. "The Connected States of America: Quantifying Social Radii of Influence," in *Proceedings, 2011 IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust and IEEE International Conference on Social Computing (PASSAT/SocialCom), October 9–11, Boston, MA.* Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 223–231.

Gallagher, Tom. 1999. "Unconvinced by Europe of the Regions: The 1998 Regionalization Referendum in Portugal," *South European Society and Politics* 4, no. 1: 132–148.

Hall, Peter, Michael Breheny, Ronald McQuaid, and Douglas Hart. 1987. *Western Sunrise: The Genesis and Growth of Britain's Major High Tech Corridor*. London: Allen & Unwin.

Negroponte, Nicholas. 1995. *Being Digital*. New York: Knopf.

Newman, M.E. J. 2006. "Modality and Community Structure in Networks," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103, no. 23: 8577–8582.

Nielsen, Thomas, and Henrik Harder Hovgesen. 2008. "Exploratory Mapping of Commuter Flows in England and Wales," *Journal of Transport Geography* 16, no. 2 (March): 90–99.

Ratti, Carlo, Stanislav Sobolevsky, Francesco Calabrese, Clio Andris, Jonathan Reades, Mauro Martino, Rob Claxton, and Steven H. Strogatz. 2010. "Redrawing the Map of Great Britain from a Network of Human Interactions," *PLoS ONE* 5, no. 12: 1–6.

Sobolevsky, Stanislav, Michael Szell, Riccardo Campari, Thomas Couronné, Zbigniew Smoreda, and Carlo Ratti. 2013. "Delineating Geographical Regions with Networks of Human Interactions in an Extensive Set of Countries," *PLoS ONE* 8, no. 12: e381707.

واژه‌نامه

(آگاهی: برابر برخی از نهاده‌های فارسی شامل همهٔ معانی معادل انگلیسی آن‌ها نیست و تنها مبین مفاهیمی است که در هر مورد بر حسب سیاق عبارت، مراد نویسنده بوده است)

الف	
آبکنار	Waterfront
آرک جی‌آی‌اِس (نرم‌افزار)	Arc GIS
آزمایشگاه فرم شهر	The City Form Lab
آژانس‌های حفاظت محیطی	Environmental Protection Agencies
آسودگی	Ease
اشباع	Saturation
آمیختن	Synthesize
آنی	Real-time
آنتروپی	Entrophy
آی‌پی	IP
ابزار هاب‌کَب	Hubcab Tool
ابژه	Object
ابعاد اجتماعی_ سیاسی	Sociopolitical Dimensions
اپراتورهای تلفن همراه	Mobile Phone Operators
اپراتورهای مخابراتی	Telecommunication Operators
اتاق‌های کنترل	Controling Rooms
اتحادیهٔ بین‌المللی ارتباطات مخابراتی	International Telecommunications Union
اتصال	Connection
اتوبوس تندرو	Express Bus
اتوبوس عمومی	Public Bus
اتوبوس‌های تنبل	Lazy Buses

Personal Car	اتومبیل شخصی
Ceiling Effect	اثر سقف (در علم آمار)
Performative	اجرایی
Probability	احتمال
Urban Emotions	احساسات شهری
Social Communications	ارتباطات اجتماعی
Telephone Communications	ارتباطات تلفنی
Global Communications	ارتباطات جهانی
Telecom Communications	ارتباطات مخابراتی
Gross Value Added (GVA)	ارزش افزودهٔ ناخالص
Post-accupancy Evaluation	ارزیابی پس از اشغال
Organic	ارگانیک
Traffic Congestion	ازدحام ترافیکی
Environmental Perceptions and Sentiments	ادراکات و احساسات محیطی
Space Syntax	اسپیس سینتکس
Skeleton	استخوان‌بندی
Visual Metaphors	استعاره‌های بصری
Urban Metaphors	استعاره‌های شهری
Semantic Metaphors	استعاره‌های معنایی
Principles	اصول
Abstract Aesthetics	اصول زیبایی‌شناسیِ انتزاعی
First Principles	اصول و قواعد اولیهٔ ریاضی
Real-time Information	اطلاعات آنی
Anonymized Information	اطلاعات بی‌نام و نشان
Demographic Information	اطلاعات جمعیتی
Volunteered Locational Information	اطلاعات داوطلبانهٔ مبتنی بر مکان
Environmental Information	اطلاعات محیطی

Semantic Information	اطلاعات معنایی
Contributed Locational Information	اطلاعات همکارانهٔ مبتنی بر مکان
Validity	اعتبار (همان روایی)
Visual Distortion	اعوجاج بصری
Exaggeration	اغراق
Visual Exaggeration	اغراق بصری
Digital Devide	افتراق دیجیتالی
Plug-in	افزایه
Open Source Plug-in	افزایهٔ متن‌باز
Authoritarianism	اقتدارگرایی
Exploration	اکتشاف
Interactive Exploration	اکتشاف تعاملی
Algorithm	الگوریتم
Geographical Clustering Algorithm	الگوریتم خوشه‌بندی جغرافیایی
Usage Patterns	الگوهای استفاده
Traffic Patterns	الگوهای ترافیکی
Mobility Patterns	الگوهای حرکتی
Behavior Patterns	الگوهای رفتاری
Regional Delineation Algorithm	الگوریتم مرزبندیِ منطقه‌ای
Patterns of Talk	الگوهای مکالمه
Migration Patterns	الگوهای مهاجرت
Entertainment Facilities	امکانات تفریحی
Security	امنیت
Crowdsourcing	انبوه‌سپاری
Random Selection	انتخاب تصادفی
Regularity	انتظام
Relative Regularity	انتظام نسبی

انتقال داده‌ها	Data Transmission
انعطاف‌پذیری	Flexibility
انفورماتیک شهری	Urban Informatics
انقباض شهری	City Shrinkage
انقلاب دیجیتال	Digital Revolution
انیمیشن	Animation
اهمیت نسبیِ مراکز شهری	Relative Importance of Urban Centers
ایزوکرون	Isochron
ایستا	Static
ایستگاه اتوبوس	Bus Station
ایستگاه هدایت ارتباطات مخابراتی	Telecoms Switching Station
ایستگاه‌های هواشناسی لحظه‌پرداز	Real-time Meteorological Stations
ایمنی	Safety
اینترنت اشیاء	Internet of Things

ب

بارگذاری	Loading
بازار	Bazaar
بازاریابی	Marketing
بازسازی	Reinvention
بازگشت ترجیحی	Preferential Return
بازیابی	Retrieving
بازنماینده	Representational
بازنمایی	Representation
بافت‌نگار	Histogram
بالهٔ زندگی روزمره	Ballet of Daily Life
بایگانی تمام عیار و مطلق	Total Archive

ببر اقتصادی	Economic Tiger
بخش مالی	Financial District
برج مخابراتی	Telecom Tower
برچسب ردیاب	Tracking Tag
برچسب جغرافیایی	Geotag
برداشت‌های دستی	Manual Surveys
برنامه‌ریزی اقتصادی	Economic Planning
برنامه‌ریزی شهری	Urban Planning
برنامه‌ریزی منطقه‌ای	Regional Planning
برنامهٔ کاربردی	Application
برنامهٔ کاربردی تعاملی	Interactive Application
برنامه‌نویس	Programmer
برنامه‌های حرکتی و حمل و نقلی	Mobility and Transportation Plans
برون‌خطی	Offline
بزرگراه	Highway
بُعدِ فراکتال	Fractal Dimension
بلندمدت	Long-term
بلیط الکترونیکی	Electronic Ticket
به‌کار اندازی	Actuation
بهینه‌سازی	Optimization
بیشتر بیشتر است	More Is More
بیضویِ پَخ	Oblate Ellipsoid

پ

پارامتر	Parameter
پارامتر تمدید زمانی	Prolongation Parameter
پاسخگوی تماس	Callee

پالایش	Filtering
پایداری	Sustainability
پایگاه داده‌ها	Database
پراکنده‌روی شهری	Urban Sprawl
پرتره	Portrare
پردازش بصری	Rendering
پروژهٔ تبادل مکالمات شهر نیویورک	New York Talk Exchange Project
پروژهٔ تعقیب زباله	Trash Track Project
پروژهٔ حرکت شهری	CityMotion Project
پروژهٔ دیدگان جهان	World’s Eyes Project
پروژهٔ سایبرسین	Project Cybersyn
پُل	Bridge
پلتفرم	Platform
پلتفرم باز	Open Platform
پلتفرم داده‌های آنی و باز	Open Real-time Data Platform
پویایی	Dynamism
پهنه‌بندی عملکردی	Functional Zoning
پیاده	On Foot
پیاده‌راه	Pedestrian Path
پیاده‌رو	Sidewalk
پیامد	Implication
پیامک الکترونیکی	Text Message
پیچیدگی	Complexity
پیچیدگیِ سازمان‌یافته	Organized Complexity
پیروزی	Triumph
پیش الگو	Prototype
پیش‌نمایش‌های شهری	Urban Demos

Methodological Precursor	پیش مادهٔ روش‌شناختی
Pixel	پیکسل
Link	پیوند
Social Links	پیوندهای اجتماعی
Global Links	پیوندهای جهانی
Social Glue	پیوند دهندهٔ اجتماعی

ت

Glow	تابش
Deterrence Function	تابع بازدارندگی
Signage	تابلو
Amatur Expert	تازه‌کار حرفه‌ای
Transforming	ترادیسی
Density	تراکم
Traffic Congestion	تراکم ترافیکی
Construction Density	تراکم ساختمانی
Composition	ترکیب‌بندی
Commercial	تجاری
Betweenness Analysis	تجزیه و تحلیل میان‌بودگی
International Trade	تجارت بین‌الملل
Situation Analysis	تحلیل وضعیت
Service Allocation	تخصیص خدمات
Reallocation	تخصیص مجدد
Tech Savvy	تسلط بر فن‌آوری
Community Detection	تشخیص انجمن
Decision Making	تصمیم‌سازی
Decision Taking	تصمیم‌گیری

Static Images	تصاویر ایستا
Disfigurements	تصاویر ساختارزدایی‌شده
Satellite Images	تصاویر ماهواره‌ای
Visualization	تصویرپردازی
Abstract Visualization	تصویرپردازیِ انتزاعی
Interactive Visualization	تصویرپردازیِ تعاملی
Scientific Visualization	تصویرپردازیِ علمی
Figurative Visualization	تصویرپردازیِ فیگوراتیو
Artistic Visualization	تصویرپردازیِ هنری
Mental Image	تصویر ذهنی
Social Interactions	تعاملات اجتماعی
Protein-protein Interaction (PPIN)	تعامل پروتئین_ پروتئین
Spatiotemporal Interactions	تعاملات فضایی_ زمانی
Weekends	تعطیلات آخر هفته
Climate Changes	تغییرات اقلیمی
Demographic Changes	تغییرات جمعیتی
Lasting Changes	تغییرات ماندگار
Peak Shift	تغییر نقطهٔ اوج (در روانشناسی)
Demand	تقاضا
Intersection	تقاطع
Crossroads	تقاطع راه‌ها
Monocentric	تک مرکزی
Wireless Phone	تلفن بی‌سیم
Landline	تلفن ثابت
Mobile Phone or Cell Phones	تلفن همراه
Smartphones	تلفن همراه هوشمند
Long-distance Call	تماس تلفنیِ از راه دور

International Calls	تماس‌های بین‌المللی
Domestic Calls	تماس‌های داخلی
Caller	تماس‌گیرنده
Speed	تُندی
Bottleneck	تنگراه
Variety	تنوع
Exponent	توان (در علم ریاضی)
Scaling Exponents	توان‌های مقیاس‌بندی
Topologic	توپولوژیک
Totaliter	توتالیتر
Jump-size Distribution	توزیع اندازهٔ پرش
Fat-tailed Distribution	توزیع دُم‌کُلفت
Bimodal Distribution	توزیع دومُدی
Spatial Distribution	توزیع فضایی
Temporal Distribution	توزیع زمانی
Redistribution	توزیع مجدد
Normal Distribution	توزیع نرمال
Socioeconomic Development	توسعه اجتماعی_ اقتصادی
Data Generation	تولید داده‌ها
Gross Domestic Product	تولید ناخالص داخلی
Complex Systems Theory	تئوری سیستم‌های پیچیده
Good Design Theory	تئوری طراحی خوب

ث

Constant	ثابت
Consistency, Stability	ثبات

ج

جذابیت	Attractiveness
جریان اطلاعات	Information Flow
جریان‌های داده‌ها	Data Streams
جریان‌های داده‌های زنده	Live Data Streams
جریان ضایعات	Waste Stream
جریان‌های درون شهری مردم	The Intraurban Flow of People
جریان‌های مخابراتی	Telecom Flows
جزیره	Island
جزایر حرارتی شهری	Urban Heat Islands
جزء بصری	Visual Component
جستار داده‌ها	Data Query
جعبه‌سیاه	Black Box
جعبه ابزار تجزیه و تحلیل شبکهٔ شهری	Urban Network Analysis Toolbox
جغرافیای اقتصادی	Economic Geography
جغرافیای فرهنگی	Cultural Geography
جغرافیایی_ فضایی	Geospatial
جمعیت غیربومی	Foreign-born Population
جهان بیرونی	Outer World
جهان درونی	Inner World
جهت‌گیری	Directionality
جهان‌شمول	Universal
جهانی شدن	Globalization

چ

چراغ راهنما	Traffic Light
چرخه	Cycle

چرخهٔ پیوسته	Continuous Cycle
چشم‌انداز	Vision, Perspective
چندمرکزگرایی	Polycentrism
چند مرکزی	Polycentric
چند ملیتی	Multinational
چهارچوب	Framework

ح

حاشیه‌نشینی	Suburbanization
حرکت غیرخطی	Nonlinear Movement
حریم خصوصی	Privacy
حداقل فراوانی بازدید	The Minimum Visiting Frequency
حسگر	Sensor
حسگرپردازی شهری	Urban Sensing
حسگرپردازی مشارکتی	Participatory Sensing
حسگرهای پنوماتیک لوله‌ای	Pneumatic Tube Sensors
حصول	Reach
حلقه‌های بازخورد	Feedback Loops
حلقه‌های بازخوردِ آنی	Real-time Feedback Loops
حلقهٔ بسته	Closed Loop
حمل و نقل	Transportation
حمل و نقل ریلی	Rail Transit
حمل و نقل همگانی	Public Transportation

خ

خانوار	Household
خانه‌سازی	Housing

خدمات تاکسیرانی	Taxi Services
خدمات دیجیتالی	Digital Services
خرابه‌های تاریخی	Ruins
خرده فروشی	Retail
خروجی (در مباحث رایانه‌ای)	Output
خصوصیات فضایی_ زمانی	Spatiotemporal Characteristics
خطاهای استاندارد	Standard Errors
خط سیر	Trajectory
خط زمانی	Timeline
خطوط تمایل سفر	Desire Lines
خطی‌سازی	Linearization
خوانایی	Legibility
خوراک داده‌ها	Data Feeds
خود سازماندهی	Self-organizing
خودگزینی	Self-selection
خوشه	Cluster
خوشه‌بندی	Clustering
خوشه‌بندی فضایی	Spatial Clustering
خیابان	Street

د

داده	Datum
داده‌ها	Data
داده‌کاوی	Data Mining
داده‌های آنی	Real-time Data
داده‌های اینترنتی	Internet Data
داده‌های اجتماعی	Social Data

داده‌های اصلی	Underlying Data
داده‌های باز	Open Data
داده‌های تلفن همراه	Mobile Phone Data
داده‌های تجربی	Empirical Data
داده‌های فضایی	Spatial Data
داده‌های کلان	Big Data
داده‌های مخابراتی	Telecom Data
دانش غریزی	Intuitive Knowledge
دانش محور	Knowledge-based
دَرایه (در ماتریس‌ها)	Cell
درون‌ریز جمعیتی	People Inflow
دسترسی	Access
دستهٔ آماری	Bin
دفتر اداری	Office
دورهٔ پسا اطلاعاتی	The Post-information Age
دو سویه	Bidirectional
دولت در سایه	Deep State
دولت_ شهر	Nation State
دید از بالا و عمود	God’s-eye-view
دید چشم ماهی	Fish-eye View

ذ

ذرات	Particles
ذره‌بین	Magnifying Glass
ذهنی	Mental

ر	
رابط برنامه‌نویسیِ کاربردی	Application Programming Interface (API)
رابط چندلمسیِ تعاملی	Interactive Multitouch Interface
رابط گرافیکی	Graphic Interface
راهبرد	Strategy
راهبردهای شهری	Urban Strategies
راه‌بندان	Traffic Jam
راه‌های مشاهده	Ways of Seeing
رایانه	Computer
رتبهٔ مکان	Place Rank
رتبهٔ موقعیت	Rank of Location
ردپای دیجیتال	Digital Footprint
ردپاهای فعال	Active Footprints
ردپای منفعل	Passive Footprints
ردیاب	Tracer, Tracker
ردیابی	Tracing, Tracking
رسانه‌های اجتماعی	Social Media
رسانه‌های دیجیتال	Digital Media
رسوایی واترگیت	Watergate Scandal
رشتهٔ تعامل انسان و رایانه	Human-computer Interaction (HCI)
رشتهٔ گرافیک رایانه‌ای	Computer Graphics
رشد هوشمند	Smart Growth
رفتار	Behavior
رفتارهای پایدار	Sustainable Behaviors
رفتار مصرف	Consumption Behavior
رگرسیون حداقل مربعات معمولی	Ordinary Least Squares regression (OLS)
رگرسیون خطی ساده	Simple Linear Regression

Ordinal Logistic Regression	رگرسیون لجستیک ترتیبی
Social Relations	روابط اجتماعی
Global Relations	روابط جهانی
Spatial Relations	روابط فضایی
Robot	روبوت
Rural	روستایی
Shotgun Approaches	رویکردهای کلی و چند هدفه
Weekdays	روزهای کاری هفته
Reality Mining Method	روش استخراج واقعیت
Logistical Optimization Approach	رویکرد بهینه‌سازیِ لجستیک
Social Rhythm	ریتم اجتماعی
Temporal Rhythm	ریتم زمانی
Morphology	ریخت‌شناسی

ز

Slum	زاغه
Trash	زباله
Time	زمان
Execution Time	زمان اجرا (در برنامه‌نویسی)
Waiting Time	زمان انتظار (در حین سفر)
Simulated Time	زمان شبیه‌سازی شده
Context	زمینه
Geology	زمین‌شناسی
Georeferenced	زمین مرجع
Social Life	زندگیِ اجتماعی
Subcommunity	زیر انجمن
Infrastructure	زیرساخت

زیرساخت‌های شهری	Urban Infrastructure
زیرساخت‌های شهریِ لحظه‌پرداز	Real-time Urban Infrastructure
زیرشبکه	Subnetwork
زیرگذر	Underpass
زیست کره	Biosphere

س

سازماندهی	Organization
سازمان فضاییِ محیط‌های شهری	Spatial Organization of Urban Environments
ساختار	Structure
ساختار رایانه‌ای	Computational Structure
ساختار فضایی	Spatial Structure
ساختمان	Building
ساختمان‌های تجاری مسکونیِ کهن	Old Shop Houses
ساکنین	Inhabitants, Habitants, Residents
ساعت اوج ترافیک	Traffic Rush Hour
ستون فقرات	Spine
سرانه	Per capita
سرراستی	Straightness
سرعت	Velocity
سریز داده‌ها	Data Overload
سرشماری	Census
سطح بزرگنمایی	Zoom Level
سفر	Trip, Travel
سلسله‌مراتبی	Hierarchically
سنجش از راه دور	Remote Measurement
سنجه‌های محوریت و کارآمدی شبکهٔ دسترسی شهری	Urban Network Centrality Measures

Call Data Records (CDRs)	سوابق داده‌های تلفنی
Anonymized Call Data Records	سوابق داده‌های تلفنیِ بی‌نام نشان
Subject	سوژه
Taxi Dispatch System	سیستم اعزام تاکسی
Information-feedback System	سیستم بازخورد اطلاعات
Urban Taxi System	سیستم تاکسیرانی شهری
Shared Taxi System	سیستم تاکسیرانی مشترک (هم‌پیمایی)
Waste-removal System	سیستم دفع ضایعات
Intermodal Transportation System	سیستم حمل و نقل زنجیره‌ای (بین وجهی)
Mobile Operating System	سیستم عامل تلفن همراه
Taxi Technology System (TTS)	سیستم فنی تاکسیرانی
Global Positioning System (GPS)	سیستم موقعیت‌یاب جهانی (جی‌پی‌اِس)
Dynamic Feedback Systems	سیستم‌های بازخوردی و پویا
Self-stabilizing Systems	سیستم‌های خود تثبیت‌کننده
Urban Systems	سیستم‌های شهری
Sociotechnical Systems	سیستم‌های فنی_ اجتماعی
Time Sequences	سکانس‌های زمانی
Signal	سیگنال
Data Silos	سیلوهای داده‌ها

ش

Flux	شار (جریان)
Spatial Connectivity Indices	شاخص اتصال فضایی
Network	شبکه
Primal Network	شبکهٔ اولیه
Dual Network	شبکهٔ دوگان
Wind Speed Sensor Network	شبکهٔ حسگرِ تُندیِ باد

Access Network	شبکهٔ دسترسی
Telecommunication Network	شبکهٔ مخابرات
Veronuie Lattice	شبکهٔ ورونوی
Social Networks	شبکه‌های اجتماعی
Mobile Phone Networks	شبکه‌های تلفن همراه
Urban Networks	شبکه‌های شهری
Food Web or Food Cycle	شبکه‌های غذایی
Simulation	شبیه‌سازی
Urban Conditions	شرایط شهری
Mechanistic Term	شرایط ماشینی
Major Arteries	شریان‌های اصلی
Radius of Attraction	شعاع جاذبه
Search Radius	شعاع جستجو
Radios of Gyration	شعاع دوران
City Form	شکل شهر
City	شهر
Functional City	شهر عملکردی
Urbanism	شهرسازی
Data-driven Urbanism	شهرسازی داده‌گرا
Human/Data-based Urbanism	شهرسازی مبتنی بر انسان/داده‌ها
Urbanization	شهرنشینی
Global Cities	شهرهای جهانی
Industrial Cities	شهرهای صنعتی
Intelligent City	شهر هوشمند

ص

Export	صادرات

صدک (در علم آمار)	Percentile
صلاحیت‌های حرفه‌ای و شغلیِ ملی	National Vocational Qualifications (NVQs)
صنعت‌زدایی	Deindustrialization

ض

ضایعات	Waste
ضایعات الکترونیکی	Electronic Waste (e-waste)
ضخامت	Thickness
ضرایب رگرسیونی	Regression Coefficients
ضربان اجتماعی	Social Pulse
ضریب تعیین	Coefficient of Determination (R^2)

ط

طبقه	Floor
طراحی بصری	Visual Design
طراحی شهری	Urban Design
طراحی گرافیک	Graphic Design
طراحی مولد	Generative Design
طرح جامع	Master Plan
طرح بهینه‌سازی پیمانگی	Modularity Optimization Scheme
طول مشخصه	Characteristic Length
طول و عرض جغرافیایی	Longitude and Latitude

ظ

ظرفیت ترافیکی	Traffic Capacity

ع

عابر پیاده	Pedestrian
عرضه	Supply
عروق خونی	Blood Vessels
عکس	Photograph
علم سایبرنتیک	Cybernetic Science
علم شبکه	Network Science
علوم اجتماعی	Social Sciences
علوم اجتماعی رایانه‌ای	Computational Social Sciences
علوم رایانه‌ای	Computational Sciences
علوم طبیعی	Natural Sciences
عملکردهای شهر	City Functions
عنصر	Element
عناصر تزئینی	Decorative Elements
عناصر بصری زائد	Chartjunk
عامل واکنشی	Reactive Agent

غ

غرور داده‌های کلان	Big Data Hubris
غنا	Richness

ف

فرآیند	Process
فرآیندهای انسان محور	Human Processes
فرآیندهای تخصیص پویا	Dynamic Allocation Processes
فراملی‌گرایی	Transnationalism
فرانما و شفاف	Transparent

Frequency	فراوانی
Erosion of Urban Centers	فرسایش مراکز شهری
Formulation	فرمول‌بندی
Space	فضا
Space of Flows	فضای جریان‌ها
Geographical Space	فضای جغرافیایی
Outer Space	فضای بیرونی
Psychological Space	فضای روانی
Inner Space	فضای درونی
Urban Space	فضای شهری
Public Space	فضای عمومی
Spatial	فضایی
Spatialization	فضایی‌سازی
Activity	فعالیت
Social Activity	فعالیت اجتماعی
Global Activities	فعالیت‌های جهانی
Mobility	فعالیت‌های حرکتی
Individual Mobility	فعالیت‌های حرکتیِ فردی
Transnational Activities	فعالیت‌های فراملی
Local Activities	فعالیت‌های محلی
High-tech Activities	فعالیت‌های های_تِک
Technology	فن‌آوری
Information Technology (IT)	فن‌آوری اطلاعات
Information and Communications Technology	فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات
Personal Technologies	فن‌آوری‌های شخصی
Real-time Technologies	فن‌آوری‌های لحظه‌پرداز
Location-based Technologies	فن‌آوری‌های مبتنی بر مکان

فیزیک آماری	Statistical Physics
فیلتر هموارسازیِ گاوسی	Gaussian Blur or Smoothing Filter

ق

قابلیت پیش‌بینی	Predictability
قابلیت ردیابی	Traceability
قابلیت دسترسی	Accessibility
قابلیت شناسایی	Recognizability
قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات	Freedom of Information Act (FOIA)
قانون توان	Power Law
قانون زیف	Zipf's Law
قانون‌گذاری	Legislation
قدرت پردازش مضاعف	Additional Processing Power
قدرت مطلق	Omnipotence
قدرت وصفی	Descriptive Power
قرابت	Proximity
قشر متوسط رو به بالا	Upper Middle Class
قشر متوسط رو به پائین	Lower Middle Class
قضیهٔ مرجع	Reference Case
قطب مرکزی	Central Hub
قلمرو	Territory
قوانین آماری	Statistical Laws
قوانین مقیاس‌بندی	Scaling Laws
قوم‌نگاری	Ethnography

ک

کارایی، بازدهی	Efficiency

End User	کاربر نهایی
Land Use	کاربری زمین
Mixed Uses	کاربری‌های مختلط
Cartogram	کارتوگرام
Area Cartogram	کارتوگرام مساحت
Distance Cartogram	کارتوگرام فاصله
Isochronic Cartogram	کارتوگرام ایزوکرونیک
Cartography	کارتوگرافی
Credit Cards	کارت‌های اعتباری
Calling Cards	کارت‌های تلفنی
Caricature	کاریکاتور
Physical	کالبدی
Urban Depopulation	کاهش جمعیت شهری
Encoding	کُدگذاری
Decoding	کُدگشایی
Country	کشور
Developed Countries	کشورهای توسعه یافته
Developing Countries	کشورهای در حال توسعه
Immigrant-sending Countries	کشورهای مهاجرفرست
Organic Whole	کل ارگانیک
Metropolis	کلان شهر
Greenbelts	کمربندهای سبز
Quantity	کمیت
Taxi and Limousine Commission (TLC)	کمیسیون تاکسی و لیموزین
US Federal Communications Commission	کمیسیون فدرال ارتباطات ایالات متحده آمریکا
Colosseum	کولوسئوم
Short-term	کوتاه‌مدت

کیفیت	Quality
کیفیت مکانی	Locational Quality
کیفیت محیطی	Environmental Quality

گ

گراف	Graph
گراف چندگانهٔ جهت‌دار	Multiple Directed Graph
گرانش	Gravity
گردش خون	Circulatory
گردشگر	Tourist
گرمایش انسان‌ساخت یا انسان‌زاد	Man-made or Anthropogenic Heating
گره (در نظریهٔ گراف‌ها)	Node, Point, Verticle
گذرگاه طاق‌دار	Arcade
گوگل ارث	Google Earth

ل

لایه	Layer
لبه	Edge

م

ماتریس	Matrix
ماتریس مجاورت	Adjacency Matrix
ماتریس‌های مبدأ_ مقصد	Origin-destination Matrices (OD Matrices)
مباحثهٔ مدنی	Civic Discourse
مبدأ	Origin
متباین	Heterogeneous
متصل‌کننده	Connector

Variable	متغیر
Visual Variables	متغیرهای بصری
Explanatory Variables	متغیرهای توصیفی
Control Variables	متغیرهای کنترلی
Dummy Variables	متغیرهای مجازی
Median House-hold Income	متوسط درآمد خانوار
Plain Text	متون کُدگذاری شدهٔ رایانه‌ای
Adjacency	مجاورت
Reception Area	محدودهٔ پذیرش
Neighborhood	محله (واحد همسایگی)
Environment, Surrounding	محیط
Build Environment	محیط انسان‌ساخت
Simulated Environment	محیط شبیه‌سازی‌شده
Coordinations	مختصات
Time-stamped Geographic Coordinates	مختصات جغرافیایی زمان‌دار
Center of Mass	مرکز جرم
Downtown	مرکز شهر
Wire Center	مرکز مخابراتی
Main Centers	مراکز اصلی
Economic Centers	مراکز اقتصادی
Business Centers	مراکز تجاری
Subcenters	مراکز فرعی
Command and Control Centers	مراکز فرمان و کنترل
Regional Delineation	مرزبندیِ منطقه‌ای
Mobility Data Browser	مرورگر داده‌های حرکتی
Economies of Scale	مزیت مقیاس
Modeling	مدل‌سازی

Radiation Model	مدل تشعشع
Gravity Model	مدل گرانش
Reference Model	مدل مرجع
Parameter-free Models	مدل‌های بدون پارامتر
Stochastic Models	مدل‌های تصادفی
Agent-based Models	مدل‌های عامل محور (فیزیک محور)
Network-based Models	مدل‌های مبتنی بر شبکه
Computational Models	مدل‌های محاسباتی
Generative Models	مدل‌های مول
Political Management	مدیریت سیاسی
Urban Management	مدیریت شهری
Waste Management and Recycling	مدیریت و بازیافت ضایعات
Distance	مسافت
Direct	مستقیم
Maximum Matching Problem	مسئلهٔ تطبیق حداکثری
Ring Roads	مسیرهای حلقوی
Participation	مشارکت
Social Partcipation	مشارکت اجتماعی
Civic Participation	مشارکت مدنی
Field Observation	مشاهدات میدانی
Empirical Observation	مشاهدات تجربی
The Curse of Dimensionality	مشقتِ بُعد چَندی
Field Interviews	مصاحبه‌های میدانی
Semi-structured Interview	مصاحبه‌های نیمه‌ساختار یافته
Energy Consumption	مصرف انرژی
Smart Meters	مصرف‌سنج‌های هوشمند
Man-made Object	مصنوع انسانی

Visual Artifacts	مصنوعات تصویری
Configuration Studies	مطالعات پیکربندی
Urban Studies	مطالعات شهری
Scaling Studies	مطالعات مقیاس‌بندی
Data-absolutism	مطلق‌گراییِ داده‌ای
Semantics	معناشناسی
Statistical Significance	معناداری آماری
Vernacular Architecture	معماری بومی
Time Slices	مقاطع و برش‌های زمانی
Destination	مقصد
Scale	مقیاس
Scalable	مقیاس‌پذیر
Global Scale	مقیاس جهانی
Individual Scale	مقیاس فردی
Logarithmic Scale	مقیاس لگاریتمی
Likert Scale	مقیاس لیکرت
Invariance Scale	مقیاس نابسته
Place	مکان
Landfills	مکان‌های دفع زباله
Urban Places	مکان‌های شهری
Cetral Places	مکان‌های مرکزی
Mechanism	مکانیسم
Design Practices	ممارست‌های طراحی
Transnational Practices	ممارست‌های فراملی
Countries of Origin	ممالک مادری
Official Sources	منابع رسمی
Non-official Sources	منابع غیر رسمی

Metropolitan Regions	مناطق کلان شهری
Urban Landscape	منظر شهری
Region	منطقه
Marginal Regions	مناطق حاشیه‌ای
Massachusetts Institute of Technology	موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست
Singapore-MIT Alliance for Research and Technology	موسسهٔ تحقیق و فن‌آوری سنگاپور_اِم‌آی‌تی
Location	موقعیت
Geographic Location	موقعیت جغرافیایی
Immigrant	مهاجر
Immigration	مهاجرت
Transportation Engineering	مهندسی حمل و نقل
Betweenness	میان‌بودگی
Relevance	میزان ربط
Touch Table	میز لمسی
Square	میدان

ن

Fano’s Inequality	نابرابریِ فانو
Purism	ناب‌گرایی
Peculiar Discontinuities	ناپیوستگی‌های نامعمول
Area	ناحیه
Central Business District (CDR)	ناحیهٔ تجاریِ مرکزی
Central Area	ناحیهٔ مرکزی
Taxi Fleet	ناوگان تاکسیرانی
Software	نرم‌افزار
Closeness	نزدیکی

Surveillance	نظارت
Systematic	نظام‌مند
Chaos Theory	نظریهٔ آشوب
Information Theory	نظریهٔ اطلاعات
Central Place Theory	نظریهٔ مکان مرکزی
The Germ Theory of Disease	نظریهٔ میکروبیِ بیماری‌ها
Spatial Order	نظم فضایی
Logical Order	نظم منطقی
Node, Point	نقطه یا گره (در نظریهٔ گراف‌ها)
Peak	نقطهٔ اوج
Vantage Points	نقاط دارای مزیت
Mapping	نقشه‌نگاری
Google Map	نقشه‌یاب گوگل
Isochronic Map	نقشهٔ ایزوکرونیک
Live Map	نقشهٔ زنده
Cholera Outbreak Map	نقشهٔ شیوع وبا
Dynamic Maps	نقشه‌های پویا
Intelligent Maps	نقشه‌های هوشمند
Pie Chart	نمودار دایره‌ای
Candlestick Chart	نمودار شمعی
Commercial Areas	نواحی تجاری
Semi-rural Areas	نواحیِ نیمه روستایی
Residential Areas	نواحی مسکونی
Urban Renewal	نوسازیِ شهری
Seasonality	نوسانات فصلی
Hourly Fluctuations	نوسانات ساعتی
Interhour Fluctuations	نوسانات میان ساعتی

نوشهرسازی	New Urbanism
نهاد، موسسه	Institution
نهادهای دولتی	Governmental Intitutions
نیروهای کشسانی و فنری	Elastic and Spring-based Forces
نیمه شفاف	Semitransparent
نیم‌کره	Hemisphere

و

وابستگی‌های تابعی	Functional Dependencies
واحد نجومی (برای سنجش طول)	Astronomical Unit (a.u.)
واحدهای فضاییِ تصادفی و دلخواه	Arbitrary Spatial Units
واحدهای همسایگی برون‌گرا	Extroverted Neighborhoods
واردات	Import
واسنجی	Calibration
واکنش	Response
واکنشگر نامحدود اجتماعی	Open-ended Social Reactor
وب‌سایت‌های به اشتراک‌گذاری تصاویر	Photo Sharing Websites
وب‌سایت‌های راهنمای سفر	Tracel Websites
وحدت	Unity
ورودی (در مباحث رایانه‌ای)	Input
ورودی (ساختمان)	Entrance
وزارت حمل و نقل	Land Transport Authority
وسایل نقلیهٔ موتوری	Motorized Vehicles
وضعیت آب و هوا	Climatic Condition
وفق پذیری	Adaptability
ولگشت زمان پیوسته	Continuous-time Random-walk

ویزافور	Visaphor
ه	
هتل	Hotel
هزینه	Cost
هستهٔ مرکزی	Central Core
هستی‌شناسی	Ontology
هلال غربی	Western Crescent
هم‌پیوندی	Interconnection
هم‌کنش‌پذیر	Interoperable
هم‌کنش‌پذیری داده‌ها	Data Interoperability
هنر اطلاعات	Information Art
هنجارهای اجتماعی	Social Norms
هویت	Identity
هیئت ملی رایانه	National Computer Board (NCB)
ی	
یال (در نظریهٔ گراف‌ها)	Edges, Links, Lines
یال بدون جهت	Undirected Edge
یال جهت‌دار وزن‌دار	Weighted Directed Edge

بیوگرافیِ نویسندگان

آلبرت لاسلو باراباشی، یکی از برجسته‌ترین اساتید «دانشگاه شمال شرقی» در ایالات متحده آمریکا می‌باشد و با کسب مدال افتخاریِ «رابرت گری داج» به مرتبهٔ پروفسور تمام علم شبکه نایل شده است. تلاش‌های وی در باب قابلیت پیش‌بینی و مدل‌سازیِ جوانب مختلف فعالیت‌های حرکتی انسان، نقش کلیدی و بسیار مهمی را در ارتقاءِ سطح آگاهیِ جوامع علمی مرتبط و علاقه‌مندان به مطالعات مربوط به شبکه‌های حرکتیِ انسان‌ها ایفا می‌کند. پژوهشی که از وی در این مجلد ارائه شد، زمانی به‌عنوان یکی از مطرح‌ترین مطالعات بر روی جلد «مجلهٔ نیچر» نقش بسته بود و امروزه به مسائلی از قبیل واکنش جمعیِ مردم به بحران‌های بزرگ مقیاس و همچنین ارتباطات و پیوندهای اجتماعی بسط داده شده است.

لوئیز بتنِکورت، نظریه‌پرداز علم فیزیک و پروفسور تمام گرایش سیستم‌های پیچیده در «مؤسسهٔ سانتافه» است. وی در تحقیقاتش بیشتر به دنبال ایجاد چهارچوبی نظری است تا چگونگیِ رشد و تغییر و پردازش اطلاعات در سیستم‌های پیچیدهٔ در حال تکامل از قبیل شهرها و شهرنشینی گرفته تا علم اقتصاد و فن‌آوری و شناخت بصری، بتواند به‌گونه‌ای بهتر درک شود. تحقیقات شهریِ وی باعث شده تا چهارچوبی نظری و پایه‌ای تجربی در مقیاس‌های مختلفِ جهانی و زمانی و همچنین سطوح گوناگونی از توسعه برای فهم موضوع شهرنشینی فراهم شود. پژوهشی که از وی در این مجلد ارائه گشت، در نشریات میان رشته‌ایِ برجسته‌ای منتشر شده و همچنین از طرف بسیاری از رسانه‌های بین‌المللی از قبیل «نیویورک تایمز، اکونومیست، نشنال جئوگرافیک، اسمیتسونیان و ساینتیفیک آمریکن» مورد توجه کثیری قرار گرفته است.

پدرو کروز، فارغ التحصیل گرایش کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسیِ انفورماتیک از «دانشگاه کویمبرا» است و به مدت طولانی است که با کارگاه طراحیِ گرافیک FBA در کشور پرتغال مشغول به همکاری می‌باشد. وی مدتی را به‌عنوان دانشجوی مهمان در آزمایشگاه City SENSEable واقع در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» سپری کرد و اکنون در مقام پژوهشگر در انجمن CMS واقع در «مرکز انفوماتیک و مطالعات سیستمیِ دانشگاه کویمبرا» مشغول می‌باشد. از علایق پژوهشیِ وی می‌توان به تصویرپردازیِ اطلاعات، طراحیِ رایانه‌ای و هنر رایانه‌ای اشاره نمود.

فابین ژیراردین، یکی از اصلی‌ترین مؤسسین آزمایشگاه Near future می‌باشد که در آن همچون کارگاهی برای تحقیق و طراحی، سعی می‌شود تا اتفاقاتی که ممکن

است به تبع دنیای دیجیتالی شده در آینده‌ای نه چندان دور رخ دهد مورد وارسی قرار گیرد. وی در مطالعاتش می‌کوشد تا با آمیختن مشاهدات کیفی به تجزیه و تحلیل‌های کمّی از داده‌ها، بینش‌های نوینی را برای فرآیند ادغام و تخصیص فن‌آوری به ارمغان آورد. متعاقباً وی تلاش می‌کند تا این‌گونه از بینش‌ها و دانش-های نوینِ به دست آمده را به همراه روش‌های مهندسی به کار ببندد تا بتواند مفاهیم و راه‌حل‌های کارآمدی را نمونه‌سازی کرده و ارزیابی نماید.

کائیل کِرکو، فارغ التحصیل از دپارتمان مطالعات و برنامه‌ریزی شهری و همچنین سیاست فن‌آوری از «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» است که هم اکنون به-عنوان پژوهشگر در آزمایشگاه SENSEable City در حال فعالیت می‌باشد. تحقیقات اخیر وی بیشتر بر روی پیامدهای فن‌آوریِ اطلاعات و ارتباطات در عرصه‌های اداره و سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری متمرکز می-باشد. هدف اصلیِ تلاش‌های وی، ارائهٔ تعریفی مجدد از علم شبکه است. در این مسیر وی می‌کوشد تا با یکی کردن خلاقانهٔ روش‌های کمّی و راه‌کارهای تصویرپردازی، روند درک و فهم پدیده‌های پیچیدهٔ اجتماعی را ارتقاء بخشیده و تسهیل نماید.

بندیکت نوُس، یک طراح تعاملی و پژوهشگری آینده-نگر است که در رشته‌های گوناگون در حال فعالیت می-باشد. وی به روابط بین انسان‌ها، داده‌هایشان و محیط اطرافشان علاقهٔ وافری دارد و اخیراً در رشتهٔ طراحی تعاملی از «کالج سلطنتیِ لندن» فارغ التحصیل شده است. وی یکی از نویسندگان کتاب «طراحیِ تولیدی» است که امروزه در میان کتب استاندارد طراحیِ رایانه‌ای از جایگاه مهمی برخوردار است. همچنین وی به‌عنوان یکی از اعضای آزمایشگاه SENSEable City واقع در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» نیز مشغول به فعالیت می‌باشد.

فیلیپ هول، مدیر یک گروه پژوهشی کوچک در «دانشگاه صنعتی برلین» و «مرکز اعصاب محاسباتیِ برنشتاین» است. علایق علمی وی مسائلی از قبیل حرکت غیرخطی، تئوریِ کنترل، علم شبکه، حرکت-های شبکه‌ای و همچنین اشکال و الگوهای شبکه‌ای را در بر می‌گیرد. وی در بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ [میلادی] با دریافت بورس تحصیلی از سازمان DAAD، در آزمایشگاه متعلق به آلبرت لاسلو باراباشی، به‌عنوان دانشجوی مهمانِ مقطع فوق دکتری مشغول به تحصیل بود.

دیوید لی، فارغ التحصیل مقطع دکتری در گرایش مطالعات و برنامه‌ریزی شهری از «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» است و مسئولیت هدایت و پیش‌برد بسیاری از پروژه‌های آزمایشگاه SENSEable City را بر عهده دارد. مطالعات و تحقیقات وی بیشتر بر روی بخش‌های و حوزه‌های جدید شهری، زیرساخت‌های

حمل و نقلیِ بهره‌مند از سیستم‌های دارای اطلاعات آنی، و تحقق مباحثهٔ عمومی دربارهٔ موضوعات بحرانیِ شهری با استفاده از فن‌آوری‌های دیجیتال متمرکز می‌باشد.

پِنوزال ماشادو، یکی از مدرسان و پیشگامان «آزمایشگاه طراحی رایانه‌ای و تصویرپردازی» در دانشگاه کویمبرا است. وی صاحب بیش از هفتاد مقالهٔ همایشی و ژورنالی می‌باشد و موفق به دریافت چندین جایزهٔ علمی شده است. اخیراً تحقیقات وی در نشریهٔ «وایرد» در کشور انگلستان منتشر گشت و در نمایشگاه Talk to Me در «موزهٔ هنر مدرن نیویورک/MoMA» به نمایش گذارده شد.

دیتمار آفن‌هوبر، دانشیار دپارتمان هنر و طراحی و سیاست عمومی در «دانشگاه شمال شرقی» است. تحقیقات وی بیشتر بر روی نقش تصویرپردازی و بازنمایی در ادارهٔ شهر و مباحثهٔ مدنی متمرکز است. او پروژه‌های پژوهشیِ متعددی را دربارهٔ خواناییِ زیرساخت‌ها و سیستم‌های دفع ضایعات انجام داده است. دیتمار تحصیلات مقطع دکتری خود را در دپارتمان مطالعات و برنامه‌ریزی شهریِ «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» و تحصیلات کارشناسی ارشدش را نیز در «دانشگاه فنی وین» و همچنین آزمایشگاه MIT Media انجام داده است. همین‌طور، به پاس تلاش‌های علمی‌اش، چندین جایزه از قبیل چالش تصویرپردازی از سوی «بنیاد ملیِ علوم» و مقام بهترین مقالهٔ سال از دیدگاه «نشریهٔ انجمن برنامه‌ریزی آمریکا» به وی تعلق یافته است.

کارلو راتی، یک مهندس و متخصص رشتهٔ معماری است که در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» تدریس می‌نماید و مدیریت آزمایشگاه SENSEable City واقع در این موسسه را نیز بر عهده دارد. همچنین وی یکی از بنیانگذاران «دفتر طراحی بین‌المللیِ کارلو راتی» می‌باشد. در حال حاضر، وی عضوی از «انجمن اقتصادی جهان» در بخش «مدیریت شهریِ مجمع مسائل جهانی» می‌باشد و در سال ۲۰۱۵ [میلادی]، مدیریت و مسئولیت بخش «غذاهای آیندهٔ بشر» را در «نمایشگاه دست‌آوردهای ملل مختلف جهان» بر عهده داشت. مجلهٔ «فَست کمپانی»، از وی به‌عنوان یکی از ۵۰ طراحِ تأثیرگذار کشور آمریکا نام برده است و در نشریهٔ «وایرد» نیز نام وی در میان ۵۰ فردی که آینده را متحول خواهند کرد جای گرفته است.

فرانسیسکا رُوهاس، یکی از متخصصان شهرسازی و خانه‌سازی در «موسسهٔ توسعهٔ کشورهای آمریکای لاتین و منطقهٔ کارائیب» است. پیش از این، وی مدیریت پژوهشیِ «پروژهٔ شفافیت در سیاست امور» را در «دانشکدهٔ حکومت و مدیریت دولتیِ کِندی» در «دانشگاه هاروارد» بر عهده داشت و همزمان به‌عنوان دانشجوی فوق دکتری نیز به تحصیل مشغول بود. او فارغ التحصیل کارشناسی ارشد در رشتهٔ برنامه‌ریزی شهری

بوده و مقطع دکتری خود را با موفقیت تمام در رشتهٔ مطالعات و برنامه‌ریزی شهری در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» به اتمام رسانده است. در دوران تحصیل در این موسسه، او به‌عنوان عضوی از آزمایشگاه City SENSEable به فعالیت می‌پرداخت.

مارکوس شلپفر، فارغ التحصیل مهندسیِ محیط زیست و دکتری گرایش مدل‌سازیِ سیستم‌های انرژی از «موسسهٔ فن‌آوریِ فدرال زوریخ» می‌باشد. او از سال ۲۰۱۱ [میلادی]، به‌عنوان دانشجوی فوق دکتری در آزمایشگاه SENSEable City مشغول به تحصیل می‌باشد. وی به طور عمده‌ای در تحقیقاتش می‌کوشد تا با استفاده از اثرات و ردپاهای دیجیتالیِ منتج از رفتارهای جمعی انسان‌ها، شهرها را به گونه‌ای بهتر درک نموده و بفهمد تا در نهایت بتواند به کمک این مسئله، زیرساخت‌های شهریِ پایدارتری را طراحی نماید.

آندرِس سوسُوک، استادیار رشتهٔ معماری و برنامه‌ریزی شهری در «دانشگاه فن‌آوری و طراحی سنگاپور» است. او در این دانشگاه، عهده‌دار مدیریت و پیش‌برد «آزمایشگاه فرم شهر» می‌باشد و به همراه دیگر اعضای آن، می‌کوشد تا با بهره‌مندیِ از جدیدترین و به روزترین ابزارهای تجزیه و تحلیل فضایی، تأثیر شکل و فرم شهری را بر روی عملکردهای اجتماعی و اقتصادی و محیطیِ شهرها مورد وارسی قرار دهد. وی پیش از پیوستن به «دانشگاه فن‌آوری و طراحی سنگاپور»، در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» به تدریس رشتهٔ معماری و همچنین مطالعات و برنامه‌ریزی شهری می‌پرداخت. او فارغ التحصیل کارشناسیِ معماری از «دانشکدهٔ مستقلِ معماری و شهرسازی و آمایش سرزمین» می‌باشد و مقطع کارشناسی ارشد و دکتری خود را در همان رشته در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» به اتمام رسانده است و تا به امروز، نقش‌های بسیاری را به‌عنوان معمار، طراح شهری، مشاور و پژوهشگر در کشورهایی نظیر استونی، فرانسه و آمریکا بر عهده داشته است. همین‌طور، او مقالات و کتاب‌های متعددی را دربارهٔ طراحی و فن‌آوری‌های شهری و تجزیه و تحلیل فضایی منتشر نموده است.

فیلیپو سیمینی، به‌عنوان مدرسِ رشتهٔ حمل و نقل و مدل‌سازیِ فعالیت‌های حرکتی در «دانشگاه بریستول» مشغول به فعالیت می‌باشد. پیش از این، او در «مرکز پژوهش‌های پیچیدهٔ مربوط به شبکه» در «دانشگاه شمال شرقی» واقع در شهر بوستون و همچنین در «دانشکدهٔ فیزیک» در «دانشگاه فن‌آوری و اقتصاد بوداپست» مشغول گذران مقطع فوق دکتری خود بود. وی مدرک دکتری خود را در رشتهٔ فیزیک از «دانشگاه پادوا» اخذ نموده است.

اِستانیسلاو سوبالوسکی، از سال ۲۰۱۰ [میلادی] به‌عنوان پژوهشگر و یکی از رؤسا و مدیران «انجمنِ شبکه و جامعه» در آزمایشگاه SENSEable City واقع در

«موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» مشغول به فعالیت می‌باشد. وی پیش از این یک ریاضیدان بود. وی موفق شد تا در سال ۱۹۹۹ [میلادی]، مقطع دکتری خود را به اتمام برساند و در سال ۲۰۰۸ [میلادی] نیز به درجهٔ فوق تخصص نایل شود. همچنین او از سال ۲۰۰۹ [میلادی]، به‌عنوان دانشیار در کشور بلاروس مشغول به تدریس می‌باشد. علایق پژوهشیِ وی مواردی از قبیل علم شبکه، تجزیه و تحلیل داده‌های کلان، مدل‌سازیِ سیستم‌های پیچیده و همچنین نظریهٔ معادلات دیفرانسیل شامل می‌شود.

چامینگ سونگ، در جایگاه استادیار در دانشکدهٔ فیزیکِ «دانشگاه میامی» به تدریس می‌پردازد. پیش از این، او در «دانشگاه شمال شرقی»، به‌عنوان پژوهشگرِ رشتهٔ فیزیک به همراه آلبرت لاسلو باراباشی تلاش می‌کرد تا در مورد قابلیت پیش‌بینی و مدل‌سازیِ خواصِ مقیاس‌بندی فعالیت‌های حرکتیِ انسان به تحقیق و پژوهش بپردازد و به موازات آن، اثرات متقابل میان شبکه‌های اجتماعی و فعالیت‌های حرکتی انسان‌ها را بفهمد.

مایکل سِل، درجهٔ فوق دکتری خود را در آزمایشگاه SENSEable City گذرانده است. به تبع پیش‌زمینهٔ میان‌رشته‌ایِ وی (ریاضیات، فیزیک و علم رایانه)، علایق پژوهشی او مباحث گستره‌ای از قبیل تجزیه و تحلیل و مدل‌سازیِ سیستم‌های اجتماعی_ اقتصادیِ پیچیده، ساز و کارهای اجتماعی و فعالیت‌های حرکتی، و شبکه‌های اجتماعی را در بر می‌گیرد. همچنین وب‌سایت بازی‌های رایانه‌ای آنلاینِ «پاردوس» نیز توسط وی توسعه یافته است. در حال حاضر، او در پروژه‌های مربوط به سنجش کمّیِ شبکه‌های بزرگ مقیاس اجتماعی و رفتارهای شهری انسان‌ها که در آزمایشگاه SENSEable City انجام می‌شود، به مشارکت می‌پردازد.

آنتونی وانکی، به‌عنوان پژوهشگر و استراتژیست در آزمایشگاه SENSEable City واقع در «موسسهٔ فن‌آوری ماساچوست» در حال فعالیت می‌باشد و در این موسسه، تحصیلات دکتریِ خود را در گرایش مطالعات و برنامه‌ریزی شهری به اتمام رسانده است. وی یک معمار و طراح شهری است و در کشور آمریکا، در پروژه‌های مرتبط بسیاری شرکت نموده است. طراحی‌های او در برخی از رویدادهای علمی معتبر نظیر «دوسالانهٔ معماریِ ونیز»، «هفتهٔ طراحی هلند» و «دسکورس نیواورلئان» به نمایش گذاشته شده است. علاوه بر این، وی در نشریات پُرمخاطب و مؤسسات علمیِ بسیاری مشارکت داشته است که از این قبیل می‌توان به مجلهٔ «متروپلیس» و «مؤسسهٔ معماران آمریکایی» اشاره نمود.