مدلهای جاذبه و دسترسی در برنامه ریزی شهری و ناحیه‌ای

دکتر اکبر پرهیزگار ■

استادیار گروه علوم جغرافیایی و سنجش از دوردانشگاه تربیت مدرّس □□

چکیده

در برنامه ریزی شهری و ناحیه‌ای، تعامل بین پدیده‌ها، انواع کاربریها و نیز چگونگی دسترسی به امکانات و تسهیلات را با استفاده از مدلهای گوناگون بررسی می‌کنند. جغرافیدانان و برنامه‌ریزان با اقتباس از قانون نیوتن در بررسی هم کنشی پدیده‌های مختلف اجتماعی از جمله مهاجرت، ترافیک و مبادله اطلاعات به صورت گسترده مورد استفاده قرار داده‌اند. ضمناً از مدلهای جاذبه در اندازه‌گیری "دسترسی به خدمات" به مفهوم عام آن استفاده شده است.

در این مقاله سعی شده ضمن بحث در بارهٔ مدل جاذبه، به بررسی شاخصهای دسترسی و مدلهای مربوط به آن پرداخته شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر از مدلهای ریاضی در تحقیقات، مطالعات و برنامه‌ریزی شهرها و نواحی استفاده می‌شود. این مدلها در رشته‌های مختلف مبدأ و منشأ دارند. جمعیت شناسان، مدلهای ریاضی را طی سالهای متمادی به کار برده‌اند.

در سالهای اخیر اقتصاددانان توانسته‌اند مدلهایی را در اقتصاد شهری و منطقه‌ای ابداع کنند و توسعه دهند. جغرافیدانان از مدلهای ریاضی در تحقیق و بررسی روابط بین پدیده‌ها و مکانهای گوناگون استفاده می‌کنند و با تقلید از مدل جاذبه نیوتن به کمک مدلهای ریاضی، برای نمونه هم کنشی و تعامل بین نواحی، شهرها و حومه آنها را به تصویر می‌کشند و نیز مفهوم فاصله را برای بیان دسترسی به کار می‌برند و از دسترسی به عنوان مبنا در برنامه‌ریزی یاد می‌کنند.

مطالعات و بررسیها نشان می‌دهد که از دهه‌های آغازین قرن بیستم تا دهه آخر این قرن کثیری از

دانشمندان فعالیتهای بسیار گسترده‌ای برای توسعه مدلهای جاذبه و هم کنشی در جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای به انجام رسانیده‌اند. باید توجه داشت که به طور کلی قانون جاذبه نیوتن و گروه هم خانواده آن، پایه و اساس مدلهای دسترسی است.

۲- نقش مدلها در جغرافیا

به طور سنّتی جغرافیدانان دربارهٔ تفاوت و افتراق بین مکانها و نواحی بیشتر از شباهتهای موجود بین آنها مطالعه، بررسی و تحقیق می‌کنند و تلاش کمتری برای کشف و تعمیم شباهتهای موجود بین پدیده‌ها انجام می‌دهند. جغرافیدانان امروزی، مطالعات خود را بر شباهتها و نیز به افتراقها - در هر مقیاسی متمرکز کرده‌اند و نظیر سایر دانشمندان سعی می‌کنند تا نوعی نظم در آشفتگی ظاهری موجود کشف کنند. یکی از نتایج این رویکردها، این بوده است که الگوهای ساده‌ای ساخته شوند. این الگوها اغلب استنتاجی هستند، بدین معنا که دانشمندان فرضیات ساده شده‌ای را در بارهٔ محیط و رفتار مردم ایجاد کرده و اصول اولیه را به دست آورده‌اند. نتیجه نهایی الگوها، دسته‌ای از اشکال فضایی پیش بینی شده‌اند.

فن تونن مدل ساده الگوی کشت را در کشاورزی به شکل دوایر متحدالمرکز در محیط همگن در نظر گرفت که فاصله در آن نقش اصلی را دارد. کریستالر برای بیان سلسله مراتب مکانی و برتری مکانهای مرکزی، تئوری مکان مرکزی خود را با فرضیات ساده‌ای از محیط بیان کرد. لوش این مدل را برای الگوی بازار توسعه داد و حوزه نفوذ بازار و بنگاهها را تعیین کرد. از مطالعه شباهتهای موجود و مشاهدات مستقیم واقعیتها، نظم حاکم بین پدیده‌ها کشف گردید و برای مثال کارزیپف از نظم موجود بین اندازه جمعیت شهرها، قاعدهٔ "رتبه - اندازه" را بیان کرد.

گاهی اوقات الگوها مبتنی بر مطالعات موردی‌اند، اما آنها را می‌توان در بسیاری از وضعیتهای دیگر به کار گرفت. سایر مدلها و الگوها در جغرافیا و برنامه‌ریزی از مقایسه با بخشهایی از علوم تجربی ساخته شده‌اند، نظیر اکولوژی اجتماعی شهرها که بر مبنای اکولوژی گیاهی شکل گرفته و استقرار و جابه‌جایی توده‌های مردم در داخل شهرها و رقابت بین گروههای مردم را با قیاس زیست شناسی گیاهی مطالعه می‌کند. همچنین با استفاده از قانون پخش گازها در فیزیک، برای بررسی حرکات و توزیع مردم و کالاها و نوآوریها، مدلهای پخشی را ارائه داده‌اند. در این مدلها فرض بر این است که رفتار توده‌ای از مردم را می‌توان تشریح کرد، ولی پیش‌بینی رفتار تک تک افراد - نظیر اجزای گازها - ناممکن است. مدل دیگری که از قیاس با قوانین علم فیزیک در جغرافیا به صورگوناگون ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل جاذبه است که در این مقاله از آن بحث خواهد شد.

به طور کلی می‌توان گفت که از دهه ۱۹۶۰ در گرایشهای مختلف جغرافیا مدلهای متعدد توصیفی، قیاسی و استقرایی برای تحلیل، استنتاج، برآورد و پیش بینی ساخته شده است. در دو دهه اخیر برای اینکه مدلها بهتر بتوانند رفتارهای انسانی را پیش گویی کنند، در ساخت آنها از نظریهٔ احتمالات استفاده می‌شود.

۳- مدل جاذبه[1]

نام مدل جاذبه از قانون جاذبه نیوتن در فیزیک گرفته شده است. در واقع یکی از بزرگترین امانتهایی که جغرافیدانان از علوم فیزیکی گرفته‌اند، همین نظریهٔ جاذبه است[2].

قانون نیوتن در فیزیک برای دو جسم به جرمهای M_1 و M_2 که به فاصله d از هم قرار دارند با نماد ریاضی به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$F=G.\frac{M_1 M_2}{d_1} \qquad (1$$

که در آن F نیروی کششی یا جاذبه و G مقدار ثابت جهانی یا شاخص مقیاس است.

توضیح قانون به این صورت است: جاذبهٔ بین دو جسم به جرمهای M_1 و M_2 که در فاصلهٔ d از هم قرار دارند، با جرم نسبی اجسام نسبت مستقیم و با مجذور فاصلهٔ اجسام از همدیگر نسبت معکوس دارد. به عبارت دیگر، اگر جرم اجسام افزایش یابد نیروی جاذبه بین آنها افزایش خواهد یافت و در صورتی که فاصله بین دو جسم زیاد شود، نیروی جاذبه با توان دوم فاصله کاهش می‌یابد.

در تحقیقات جغرافیایی، تحلیلهای مکانی و فضایی، و نیز برنامه ریزی شهری و ناحیه‌ای، عنصر فاصله نقش بزرگی را دارد. در الگوها و مدلهای اولیه بر عامل فاصله بیش از سایر عوامل تاکید می‌شده است؛ به طوری که فاصله در الگوی کشت فن تونن، عمده‌ترین نقش را به عهده دارد.

«فاصله اقتصادی و دامنه کالا» اساس تئوری مکان مرکزی کریستالر است و "فاصله حمل و نقل محصولات تا بازار" بیشترین سهم را در نظریهٔ بازار لوش به خود اختصاص می‌دهد. از طرف دیگر، مسافت و فاصله در مدل پخش فضایی هاگر ستراند و مدل جاذبه، عامل اصلی است و در تحلیل فضاهای جغرافیایی، سازمان یابی فضایی و استقرار سکونتگاهها و نحوهٔ کارکرد و توزیع آنها در فضا و پخش نوآوریهای فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی بر اساس عامل مسافت یا فاصله تعیین می‌شود.

بنابراین می توان گفت فاصله در جغرافیا، عامل اساسی است تا جایی که واتسون می‌گوید: «جغرافیا خود، علم فاصله است»[3].

ریلی (۱۹۲۹) به طور مستقیم از نظریه نیوتن استفاده کرد و شرح داد که حرکت و مبادله بین دو مرکز جمعیتی متناسب با جمعیت آنها و بطور معکوس متناسب با توان دوم فاصله‌ای که آنها را از هم جدا می‌کند، که آن را می‌توان به صورت فرمول نوشت:

$$M_{ij}= P_i P_j (d_{ij})^{-2} \qquad (2$$

M_{ij} هم کنشی (جاذبه) بین دو مرکز i و j، P_i و P_j اندازهٔ جمعیت دو مرکز، d_{ij} و اندازهٔ فاصله‌ای است که آنها را از هم جدا می‌کند[4].

همچنین کاروسرز در یک بررسی تاریخی نشان داده است که مفاهیم جاذبه به سرعت در اروپا و

1.Gravity Model.

2. Haggett. Petter (1968), "Locational analysis in Human Geography", London. P.35.

3. Watson (1955) Models in Geography.

4. Searsand Zemansky (1964) P.103.

آمریکای شمالی گسترش یافته است[5]. دو دانشمند علوم اجتماعی به نامهای استوارت[6] و زیپف[7] هم کنشی را بین پدیده های مختلف اجتماعی (مهاجرت، ترافیک، مبادلهٔ اطلاعات و غیره) در سطح گسترده به صورت فرمول جاذبه مطرح کردند. آنها فرمول تعدیل شدهٔ ریلی را به صورت زیر به کار بردند:

$$M_{ij} = P_i P_j (d_{ij})^{-1} \quad (۳$$

هاگرز تراند تفاوت بین توان «۲-» در مدل ریلی و «۱-» در مدل استوارت و زیپف را چنین تحلیل کرده است: تفاوت در توانها ممکن است اختلافهای محیطی بین اروپا و آمریکا را نشان دهد که این امر به واقعیت نزدیک تراست زیرا اروپا ارای سرزمینهایی با شیبهای تندتر نسبت به آمریکای شمالی است[8].

ایزارد مدل مکملی از مدل جاذبه با عکس فاصله بنا کرد که آن را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$M_{ij} = P_i / (d_{ij}) f(z_j) \quad (۴$$

در این مدل M_{ij}، P_j، d_{ij} همان شاخصهایی هستند که در مدل ریلی تعریف شده‌اند و $f(z_{ij})$ تابعی است از z_i که در اینجا z_i مقادیری از نیروی جاذبه مقصد است[9].

۴- شاخصهای دسترسی

جغرافیدانان مدتهای زیادی است که دسترسی را به عنوان یک ضابطه، شاخص و مولفهٔ اصلی در بحثهای خود به کار می‌برند. اسمیت[10] از دسترسی به عنوان مبنا در برنامه‌ریزی مکان یاد می‌کند، ضمن اینکه پرد[11] و ناکس[12] هر دو معتقدند که اهمیت اندازه‌گیری «کیفیت زندگی»[13] در دسترسی به خدمات و سرویسها، عامل کلیدی است. همچنین کونینک[14] از مقالهٔ خود چنین نتیجه می‌گیرد:

«دسترسی همچون یک مفهوم بسیار اساسی و کلیدی در برنامه ریزی شهری و حمل و نقل ظاهر می‌شود که چگونگی بیشترین فعالیتها و تحرکات پدیده‌های شهری را بیان می‌دارد. و هم‌کنشی، مبادلات و تحرکات، فرصتها را فراهم می‌نماید»[15].

به علاوه در گروهی از مطالعات سعی شده که دسترسی از طریق متغیرهایی در داخل یا خارج از مدلهای شهری، آزمایش گردد. در این باره، تجربهٔ خیلی متداول به مفهوم اساسی جاذبه یا هم خانواده های گسترش یافته از مدلهای هم کنشی فضایی[16] مربوط بوده است. ناکس[17] علت این امر را چنین توضیح می‌دهد:

«مدلهای جاذبه که غالباً در جغرافیا، برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای به کار برده می‌شوند انواع مختلف

5. Carro Theras (1956)
6. Stewart (1947)
7. Zipf (1949)
8. Hagget (1968) P. 36
9. Isard et al., 1960, P68.
10. Smith (1977)
11. Pred (1977)
12. Knox (1978a.p.160)
13. Quality of life
14. Koening (1980)
15. Bertuglia, clarke and wilson (1994). p.23-24
16. Wilson (1971)
17. Knox (1978b.P.373)

هم کنشیها را توصیف یا پیش بینی می کنند. این مدلها بویژه برای وارد کردن آثار کاهشی فاصله [18] طراحی می‌شوند و به آسانی می‌توانند تعدیل و اصلاح گردند تا اندازه‌های دسترسی را معیّن سازند. ضمناً آنها به شکل بسیار واقعی سطح نسبی اساسی فرصت فضایی مکانی [19] را در هر قسمت از یک سیستم شهر یا ناحیه بیان می‌کنند.»

به تقلید از قانون جاذبه نیوتن، مفهوم جاذبه در هم کنش فضایی و تعامل بین دو ناحیه یا منطقه به نامهای i,j(تعداد افرادی که در j زندگی و در i کار می‌کنند، یا مقدار محصولی که در j تولید شده و در i به مصرف می‌رسد و غیره) به طور مستقیم با «جرمهای» دو ناحیه (اندازهٔ مناطق یا تعداد جمعیت یا میزان هزینه و غیره) متناسب است، اما جاذبه با فاصله بین دو ناحیه (زمان سفر یا هزینه و غیره) رابطهٔ معکوس دارد. بنابراین مقدار هم‌کنشی بین دو ناحیه افزایش می‌یابد، اگر که P_i (مقدار تقاضای ناحیهٔ اول) و P_j (مقدار تقاضا یا تولید در ناحیه دوم)افزایش یابد و البته همه چیزهای دیگر ثابت فرض می‌شوند. اما هرگاه فاصلهٔ بین آنها یعنی d_{ij} افزایش یابد، مقدار هم کنشی کاهش خواهد یافت.

بنابراین، شکل کلی ریاضی این نظریه را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$I_{ij} = K_i L_i O_J D_i F d_{ij} \qquad (۵$$

که در آن I_{ij} مقدار هم کنشی بین ناحیه یا فضاهای i، j و K_i شاخص مقیاس منطقه i و L_j شاخص مقیاس منطقه jاست. بنابراین حاصلضرب L_j در K_i نقش g را در فرمول نیوتن دارد. O_i مقدار ظرفیت برای تولید هم کنشی از ناحیه j و دریافت آن در i است و D_i ظرفیت جذب ناحیه است. دیگر اینکه dij فاصلهٔ بین i , j شمرده می‌شود و $F(d_{ij})$ تابعی ریاضی است که می‌توان با آن به شیوه‌های گوناگون، مقاومت ظاهری هم کنشی را نشان داد.

نکات بسیاری را می‌توان در بارهٔ مدل کلی فوق بیان کرد. اول اینکه هم کنشی بین نواحی نوj متقارن نیست و بنابراین، ترتیب اندیسهای نوزدر فرمول اهمیت دارد. در رابطه ۵، I_{ij} بیان کننده هم کنشی ناحیه j در ناحیه iیا معادل آن است. همچنین اندازه یا امتیازهای O_j و D_j می‌توانند توابعی از مقادیر و ویژگیهای انتخابی منطقه i و j باشند، برای مثال:

$$D_i = a_i X_{i1} + a_2 X_{i2} + \ldots + a_m X_{im} \qquad (۶$$

$$D_i = X_{i1}^{d1} X_{i2}^{d2} \ldots\ldots X_{im}^{dm} \qquad (۷$$

دو شکل ساده -به ترتیب خطی و نمایی -از آن توابع هستند که می توان دریافت در آن، x_{ij}ویژگیهای ناحیه i است مانند میانگین درآمدها، نسبتهای اشتغال، تعداد ماشینهای شخصی و غیره. به همین ترتیب، مشخصه‌های ناحیه j می‌توانند مانند تابعهای فوق‌الذکر یا به شکلی دیگر تعریف شوند.

با جایگزینی D_i یا O_j از عبارات ۶ و ۷ در مدل حالت کلی از مدل هم کنشی به دست خواهد آمد.

نوع شاخصهای K_iو L_jرا از شکل متغیرهای Ojو Diتشخیص می دهند که کمیتهایی قابل مشاهده‌اند و معمولاً از طریق بررسی های تجربی به دست می‌آیند. به زبان مدل سازی ، آنها به طور برون زا تعیین

18- Distance-decay effects

19. Spatial opportunity inherent.

می‌شوند و مانند ورودیها در مدل به کار می‌روند.

شکل تابع $F(d_{ij})$ یعنی تابع مقاومت ظاهری هم‌کنشی [20] می‌تواند به صورتهای گوناگونی باشد که بعضی از توابع از توابع متداول عبارتند از:

$$F(d_{ij})=d_{ij}^{-\gamma} \quad (۸$$

$$F(d_{ij})=e^{-\beta d_{ij}} \quad (۹$$

$$F(d_{ij})=d^{\alpha}_{ij}\, e^{-\beta d_{ij}} \quad (۱۰$$

هر یک از این توابع، توضیح بیشتری از فرضیه‌ها را در مورد قانون هم‌کنشی بین مکان i و مکان j ارائه می‌دهند. هر کدام از آنها یک مبنای رفتار گرایی را نشان می‌دهد. برای مثال شکل تابع ۸ تعمیم یافتهٔ فرضیهٔ اصلی جاذبه را نشان می‌دهد و نتیجهٔ این فرض است که ساکنان منطقه j - با فرض یکسانی بقیه عوامل - تمایل دارند که منطقه i را برای کار یا فعالیت انتخاب کنند به طور کلی با افزایش نسبت تلاشی که برای رسیدن از i به j صرف می‌شود، این تمایل کمتر خواهد شد که مطابق با اصل «کمترین تلاش» است. از طرف دیگر تابع ۹ را می‌توان از فرض اینکه توزیع فعالیتها «خیلی محتمل» هستند، به دست آورد که شامل تمام تلاش برای سفر بین همه مناطق است. بالاخره تابع ۱۰ را می‌توان به این صورت تفسیر کرد: این شکل تضاد بین انتخاب منطقه‌ای را برای کار نشان می‌دهد که اولاً از محل مسکونی j دور می‌باشد (جمله $e^{-\beta d_{ij}}$) ثانیاً در زمانی نه چندان دور تلاش سفری طولانی را شامل می‌شود. (d_{ij}^{α})

α ، β، γ شاخصهایی‌اند که با تعیین آنها هر کدام از توابع، ۸، ۹ و ۱۰ توسط مشاهدات برازش می‌شوند.

شکل خاص تابع و نیز مقادیر شاخصها، بطور تجربی با توجه به داده‌هایی که مرتبط با آن حالت خاص است تعیین می‌شود.

هنسرن [21] یکی از ساده‌ترین اندازه‌گیرهای دسترسی را در فرمولی شبیه مدل جاذبه به شرح زیر بیان کرده است:

$$A_i=\Sigma_j\, E_j^{\exp(-\beta)\, c_{ij}} \quad (۱۱$$

که در آن A_i دسترسی از ناحیه [22] i به تسهیلات استخدامی (E_j) در ناحیهٔ j و C_{ij} هزینهٔ سفر از i به j است و β پارامتری است که تعیین می‌شود. این مدل به طور قطع نشان می‌دهد که دسترسی، به فاصله (یا هزینه) و شاخص یا میزان فرصتهای مربوط است.

اشنایدر و سیمونز [23] یک مثال از کاربرد مستقیم مدل جاذبه را مطرح کرده‌اند و در آن، شاخص فرصت دسترسی (AO) را چنین تعریف می‌کنند:

20. intraction impedance function
21. Hansern (1959)
22. Zone.
23. Schneider and Symons(1971).

$$Aoi=\Sigma j \frac{Si}{t^{b}ij} \qquad (۱۲$$

که در آن S_j اندازه‌ای از خدمات j، t_{ij} زمان سفر از i به j و b شاخص کاهش فاصله است.
این مدل می‌تواند با ضوابطی نظیر نسبت ماشینهای شخصی موجود در نواحی وزن دار گردد.
ناکس [۲۴] با وارد کردن پارامترهایی چون سرعت مسافرت به وسیله سواری یا حمل و نقل عمومی "AO_i"را به صورت زیر در می‌آورد:

$$TA_i = C_i \left(\frac{A_i}{S_a}\right)+(100-C_i)\left(\frac{A_i}{S_t}\right) \qquad (۱۳$$

که در آن TA_i شاخص جدید دسترسی برای منطقه i، C_i درصد اتومبیل شخصی در منطقه i و S_a و S_t به ترتیب زمان سفر در یک فاصله معین توسط سواری و وسیله نقلیه عمومی است.

تعدادی نسخه تعدیل شده دیگر از چارچوب کاری هنسرن وجود دارد. برای مثال، اینگرام [۲۵] آن را با توجه به «سنجه گوسی» [۲۶] به صورت زیر بیان می‌کند:

$$Ai=\Sigma\, Sj^{\exp\left(\frac{-d^{2}ij}{\nu}\right)} \qquad (۱۴$$

متغیرها در فرمول، همانند مدلهای فوق‌الذکرند و ν مقداری ثابت است، اما در تاثیر گذاری مانند تابع کاهشی و مقدار پارامتر ویژه است که توجیه کردن هر دو چندان آسان نیست. ابرگ [۲۷] سنجه «فرصتهای تجمعی» را به شرح زیر توسعه داده است:

$$Ai = Oi\,(D)\,(D - \Sigma\, \frac{dij}{Oi(D)}) \qquad (۱۵$$

که در آن $O_i(D)$ مجموع فرصتهای قابل دسترسی به خانوار i در فاصله D از خانه است. D مقیاسی از بیشینه (MAX)فاصلهٔ پیاده‌روی محسوب میگردد. گای [۲۸] مثالی از خرده‌فروشی را به صورت زیر بیان کرده است:

$$A_i = \frac{\Sigma d^{\min}_{ij}(K)E_k}{\Sigma_k E_k} \qquad (۱۶$$

که در آن $d^{\min}_{ij}$ حداقل فاصله مستقیم تا فروشگاهی در زاست که در آن کالای k وجود دارد و E_k هزینه

24. Knox (1978b, P.373)
25. Ingram (1971)
26. Gaussian measure
27. Oberge (1976)
28. Guy (1977, 1983)

متوسط هر خانوار برای کالای k است.

همانطور که اسمیت[29] شرح می‌دهد وقتی یک شاخص رضایتبخش دسترسی توسعه داده می‌شود از آن می‌توان همانند یک مشخصه دستیابی استفاده کرد.

اسمیت با استفاده از کار اشنایدر و سیمونز از طریق تقسیم مجموع حاصلضربهای AO مربوط به هر محل در جمعیت آنها N بر جمعیت کل به یک شاخص کارایی به شرح زیر دست یافت:

$$A=\frac{\Sigma(Ao_i \times Ni)}{\Sigma Ni} \qquad (۱۷$$

بدیهی است که امکان دارد AO_i با هر سنجهٔ مرتبط دیگر در داخل فرمول جا به جا شود. در اغلب مثالهای بالا، فرمول شبیه جاذبه به کار برده شده است، بدون آنکه پیوند کامل نوع رفتار عناصر در یک مدل هم کنشی فضایی نمایش داده شود. بطور کلی ممکن است شاخصهای موازنه در اشتقاق بیشینه‌سازی آنتروپی[30]، برحسب دسته‌ای از مدلهای هم‌کنشی فضایی مانند سنجه های توصیفی دسترسی تفسیر شوند[31].

در مدلهای تک شرطی، شاخصهای موازنه، عکس دسترسی هنسرن هستند. همچنین آنها را می‌توان نظیر نمایش یک بازی در نقش رقابت از سایر عرضه کنندگان تفسیر کرد. مدل دو شرطی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$T_{ij}=A_iB_j\ O_iD_jf(c_{ij}) \qquad (۱۸$$

$$A_i=\frac{1}{\Sigma_jB_jD_jf(C_{ij})} \qquad (۱۹$$

$$B_j=\frac{1}{\Sigma_iA_iD_if(C_{ij})} \qquad (۲۰$$

که در آغاز T_{ij} هم کنشی بین دو منطقه i و j و O_i کل جریانهای هم کنشی خارج شده از D_j، i جریانهای هم‌کنشی وارد شونده به j و C_{ij} هزینهٔ سفر از i به j است. جملات A_i و B_j را می‌توان نظیر شاخصهای دسترسی نوع هنسرن تعبیر کرد تا هر کدام از آنها برای در نظر گرفتن رقابت، تعدیل شوند[32].

برای مثال کونینگ[33] روش رفتاری سنجه های دسترسی را که بر مفهوم سودمندی استوار است، شرح می‌دهد. وی رابطه مناسب برای دسترسی را بر مبنای رفتارگرایی برای انتخاب مقصد به کار برده است:

29. Smith (1977)
30. entropy-maximization
31. Wilson (1967, 1974)
32. Wilson (1967)
33. Koening (1980)

$$U^t_{ij} = \nu^t_j - C^t_{ij} + \varepsilon^t \qquad (۲۱$$

که در آن U^t_{ij} سودمندی فرد t است که در i زندگی می‌کند و مقصدش در j قرار دارد، ν^t_j سود ناخالص رسیدن فرد t به مقصد j است، C_{ij} یعنی هزینهٔ سفر تولید شده یا وقت صرف شده فرد t برای سفر از i به j جمله تصادفی است. آنگاه مسأله، تشخیص یک تابع احتمالی مناسب برای متغیر تصادفی ε^t است[۳۴].

۵- پژوهش موردی در ژاپن

در جنوب ناحیه تاما[۳۵] در ژاپن، دسترسی به مراکز بهداشت و درمان با تقسیم منطقه به ۲۱۵ سلول مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل۱). در این مطالعه نوع فعالیتهای بهداشتی و درمانی به ۹ گروه تقسیم شده، الگوی پراکندگی تسهیلات طبقه‌بندی گردیده و تغییر در الگوی رشد با فاصله استاندارد باچی برآورد شده است[۳۶]. در این پژوهش فاصله استاندارد وزن دار با توجه به توزیع هر پدیده در ناحیه مورد مطالعه به کار گرفته شده که به صورت زیر است[۳۷]:

$$\text{فاصله استاندارد وزن دار} = \left\{\frac{\Sigma[f_i(x_i-x)^2 + f_i(y_i-y)^2]}{N}\right\}^{1/2} \qquad (۲۲$$

که در آن y و x، میانگین مختصات مراکز نواحی؛ y_i و x_i مختصات مرکز سلول i؛ f_i، فراوانی پدیده در سلول؛ i تعداد مراکز موجود؛ N، تعداد سلولها است.

فاصله استاندارد را می توان برای اندازه گیری انتشار یک پدیده توزیع شده در ناحیه به کار برد، ولی مشکل است که اطلاعات جزئی در مورد هر سلول را به دست آورد خصوصاً در مورد نیروی نفوذ یا تاثیر متقابل بین آنها. مفهوم فاصله نسبی که وارنتز و دیگران بر آن تاکید کرده‌اند، پتانسیل موجود در هر نقطه از یک الگو است[۳۸]. نخستین بار در سال ۱۹۴۷ استوارت مفهوم مدل پتانسیل را برای اندازه‌گیری نیروی نفوذ جمعیتی به کار برده که عبارت است از مجموع نیروی نفوذ از یک حومهٔ خاص به حومهٔ مورد نظر در کل ناحیه. این مدل چنین است:

$$P_i = \Sigma^n_{j=1} \left(\frac{S_i}{r_{ij}}\right) \qquad (۲۳$$

که در آن Si، اندازه پدیده در سلول j؛ rij، فاصلهٔ فضایی بین سلول i و سلول j؛ Pi، اندازه پتانسیل در سلول

34. Wiliams (1976); Williams and senior (1978) 35. TAMA

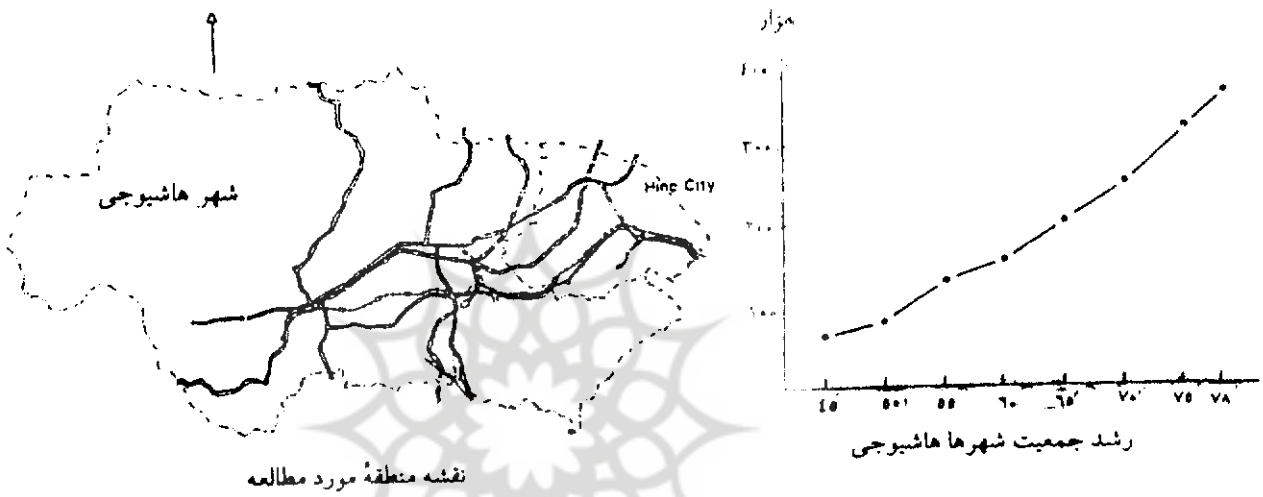
36. Bachir. Standard distance measurves and related methods for spatial analysis Rey. Sci. 10,83,1963.

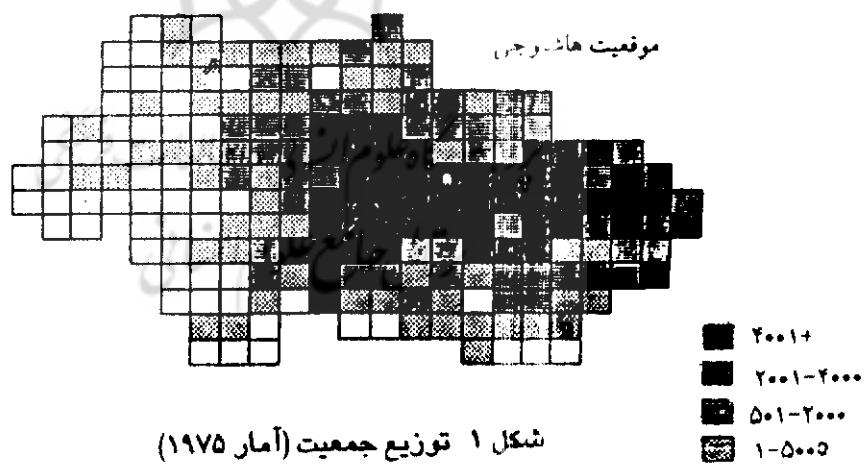
37. Andrew T.A. Learmonth, 1981, The Geography of Health" Pergamon press England, P.84

38. Warntz W. and Stewart J.G "some Parameters of the geographical distribution of population Geogr.Rer 49, 270, 1957

است.اگر اندازه پتانسیل بزرگتر گردد، تعداد پدیدهٔ بیشتر و با فاصلهٔ نزدیکتر به حومهٔ خاص (فرض ام) توزیع شده است و ممکن است نیروی نفوذ پتانسیل برای فعالیت کلینیک در تمامی حومه‌ها در داخل ناحیه مقایسه شود. به عبارت دیگر فرض می‌شود که مفهوم دسترسی را می‌توان همچون شاخص اندازه‌گیری برای دسترسی به خدمات پزشکی نشان داد و به کار برد.

مطالعات در دسترسی تاکنون به طور اساسی در موضوعاتی چون هزینه کل دسترسی فاصله، سودمندی بیمارستان و نظایر آنها بوده است[39]، [40] و در بیان آنها کمتر مقاله‌ای در هم‌کنشی فضایی در الگوهای توزیع وجود دارد.





شکل ۱ توزیع جمعیت (آمار ۱۹۷۵)

۶ـ برآورد جابه جایی مسافر بین منطقه‌ای در ایران

سیتران ـ اکوتک مهندس مشاور طرح جامع شاهراههای ایران در سال ۱۳۵۴ از مدل جاذبه برای برآورد جابه‌جایی مسافر بین منطقه‌ای استفاده کرده است. جریان حرکت اتومبیل بین ۵۱ منطقه ترافیکی در کل

39. Diehr Paula k. "Incerased access to medical care - the impact on health. Med. care 19.989.1979.
40. Bridgman R.F. @Hospital Utilization. Oxford Univ. Press, 1979.

کشور به صورت زیر بیان شده است[۴۱]:

$$T_{ij} = \frac{(P_i P_j)^{\beta}}{d_{ij}^{\alpha}} \qquad (۲۴$$

که در آن T_{ij}، حجم ترافیک i بین منطقه j و منطقه؛ P_i، جمعیت منطقه i ؛ P_j، جمعیت منطقه؛ d_{ij}، فاصله بین منطقه j و منطقه i و $K^{\alpha\beta}$ ضریب بر ارزش مدل است.

نتایج مدل برای دو حالت به صورت زیر گزارش شده است:

۱. الگوی برآورد تقاضای ترافیک بین تهران:

$$T_{ij} = ۲۵/۶۵ \frac{(P_i P_j)^{۰/۸۴}}{d_{ik}^{۲/۳۴}} \qquad (۲۵$$

۲. مدل برآورد تقاضای ترافیک بین مناطق غیر از تهران:

$$T_{ij} = \frac{۳۳۴/۱۱ (P_i P_j)^{۰/۴۹}}{d_{ij}^{۱/۷۰}} \qquad (۲۶$$

برازش مدلها با روش روند گرای خطی گام به گام[۴۲] صورت گرفته و مدل از توان توصیفی نسبتاً بالایی برخوردار است[۴۳].

۷- نتیجه‌گیری

دسترسی یک مفهوم بسیار اساسی و کلیدی در برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای به شمار می‌رود که چگونگی امکان بیشترین فعالیتها را در شهرها بیان می‌کند، یعنی فرصتها را برای هم کنشی، مبادلات و تحرکات فراهم‌سازد. مدلهای جاذبه و هم‌خانواده گسترش یافته‌ای از مدلهای هم‌کنشی فضایی، دسترسی را از طریق متغیرهای گوناگون اندازه‌گیری می‌کنند از این مدلها می‌توان در برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای استفاده کرد، برای آینده پیش‌بینی و برآورد نمود و اثرات اقدامات را در آینده بررسی کرد.

گرچه مدل جاذبه راهنماییهای ساده و مؤثری را برای پیش‌بینی حرکت یا مبادله بین نواحی ارائه می‌دهد، در عمل با مشکلاتی نیز روبه‌رو می‌گردد، زیرا در این مدل نمی‌توان تعریف یکسان و ثابتی را برای اجزای مدل در تمامی موارد ارائه کرد. اینک به بررسی مشکل مؤلفه‌ای مدل ـ جرم و فاصله ـ و رابطه بین آنها می‌پردازیم:

الف. جرم به‌طور سنتی با اندازه جمعیت برابر گرفته می‌شود. حجم جمعیت به لحاظ راحتی دسترسی بر سایر ملاکها مزیت دارد. از طرف دیگر، کاربرد ساده جمعیت ممکن است اختلافات مهم موجود بین

۴۱. سیتران، اکوتک، مهندس مشاور طرح جامع شاهراههای ایران، وزارت راه و ترابری، شهریور ۱۳۵۵.

42. Stepwise linear Regression

۴۳. کرمانشاه و پورزاهدی، ۱۳۷۰.

نواحی را حذف کند و لذا به جای آن از سیستمهای وزن‌دار و تعدیل شده استفاده می‌شود. برای مثال ایزارد، سیستمِ وزن‌دار را در مطالعات خود به کار برد[۴۴] و مهندسان مشاور سیتیران جمعیت نواحی را با توان α و β تعدیل می‌کنند. (رابطه ۲۲)

ب. فاصله را می‌توان به طرق گوناگون تعریف کرد و به‌طور ساده، اندازه پاره خط مستقیم برای تعریف فاصله بین دو نقطه، کمیت مناسبی است؛ اما بانگ[۴۵] معتقد است که فاصله، تابع بسیار پیچیده‌ای از عوامل گوناگون ـ مثل نوع وسیله نقلیه، نوع شبکه ارتباطی و... است. پس فاصله مستقیم را در آن دسته از نواحی روستایی که شبکه ارتباطی خوبی دارند، معیار صحیحی می‌داند[۴۶]. امّا در مطالعات سفر (مسافرت) نسبت زمان به فاصله، سنجه مناسبتری است؛ زیرا زمان مسافرت در فاصله‌های کوتاه شهری، با زمان مسافرت در فاصله‌های طولانی مناطق روستایی برابری می‌کند. البته وقتی وسایل حمل و نقل نیز مطرح شوند، مسأله پیچیده‌تر می‌شود.

۳. روابط بین جرم و فاصله، سومین مشکل مدل است. توابع نسبتاً ساده در مدلهای جاذبه و پاراتو رابطهٔ خطی مستقیمی را در کاغذ لگاریتمی نشان می‌دهند. به‌علاوه ایزارد نشان داده است که امکان دارد یک تابع درجه دوم نسبت به تابع خطی در مجموعه‌ای از داده‌ها بهتر برازش شود. به همین دلیل باید نظر خود را نسبت به اثر کاهشی فاصله تعدیل کنیم[۴۷].

۸- منابع

[۱]. بهبهانی، حمید و همکاران؛ «مهندسی ترافیک، تئوری کاربرد»؛ سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، ۱۳۷۴.

[۲]. پرهیزکار، اکبر؛ «ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری؛ تحقیق در مدلها و GIS شهری»؛ رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس؛ فروردین ۱۳۷۶.

[۳]. شاهی، خلیل؛ «مهندسی ترافیک»؛ مرکز نشر دانشگاهی؛ ۱۳۶۸.

[۴]. محمودی، علی؛ «اقتصاد حمل ونقل»؛ مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی؛ ۱۳۷۶؛ تهران.

[۵]. کرمانشاه، محمد و پورزاهدی، حسین؛ «الگوی جابه جایی مسافر بین منطقه‌ای کشور»؛ مجموعه مقالات دومین سمینار؛ بررسی مسائل حمل و نقل کشور، جلد اول، دانشگاه تربیت مدرس.

[6]. Andrew, T. A. Learmonth; ***The Geogrphy of Health***; Pergaman Press England; 1981.

[7]. Bachir; "Rey. Sc. Standard Distance Measure and Related Methods for Spatial analysis", 1963; 10,83.

[8]. "Batty Urban Modelling"; Cambridge University Press Cambridge. 1976.

[9]. Bertuglia C. S.; Clark G. P; and Wilson A. G.; "Modelling the City"; Routledge,

44. Isard etal (1960) p. 506
45. Bunge, 1962 P. 52
46. Yeates (1963)
47. Isorad, op. cit. (1960) p. 510

London, 1994.

[10]. Bertuglia, C. S.; Leonard, G. S.; Rabino, G. A, Wlison A. C.

[11]. Bridyman, R. F.; ***Hospital Utilization***; oxforduni Press. 1979.

[12]. ... Models in Geography.

[13]. Diehrapaula, K.; ***increased access to medical Care - the impact on health***; Med. Care, 1989.

[14]. Haggett, P.; Locational Analysis in Human Geography; Butlerv Tanner Ltd. London, 1968.

[15]. Warntz, W.; Stewart, J. G.; "some Parameters of the geographical distribution of Population"; ***Geogr Rer***, vol.1957; 42, 270.

[16]. Knox, P. L.; "Measuries of accessibility and social indicators: anote", ***social indicators Research***; 1978b; 7, 367-77.

[17]. Koening, J. G.; "Indicators of urban accessibility, university of warwick, July, (1980).

[18]. smith, O. M.; ***Human Geography***; A welfare Approach, Edward Arnold, London, 1977.

[19]. Wilson. A. G.; A family of spatial interaction models and associated developments, Enviromental and Planning; 1971; 3, 1-32.

[20]. Hansen, W. G.; "How accessibility shapes land use" Journal of The American Institute of Planners; 1959; 25, 73-6.

[21]. schneider I. B.; symons J. G.; ***Regional health facility system planning***; Philadelphica, Penn; 1971.

[22]. Ingram, D. R.; The concept of accessibilitdy, Regional studies; 1971; 5, 101-7.

[23]. Guy, C. M.; "The assessment of access to local shopping opportunities" ***Enviromental and planning*** B, 1971; 10, 219-38.

[24]. Obrerg, S.; Methods for Describing Physical Accessibility to supply points, Lund series in Geography, B43, Lund; 1916.

[25]. Carrothers, G. P.; "An historic review of gravity and potential concepts of humman interaction"; ***Journal of American Institute of Planners***; 1965; 22, 94-102

[26]. Sears, f. W.; M. W. Zemanky; University phisics, Reading, Mass; 1946.

[27]. ZiPf, G. K.; ***Human behaviour and The principle of least effort***; Cambridge; 1949.