تحلیل شبکه و کاربردهای آن در برنامه‌ریزی شهری

دکتر منوچهر فرج زاده
دانشیار گروه جغرافیا و سنجش از دور
دانشگاه تربیت مدرس

هادی حکیمی
دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

مفهوم شبکه به نوعی مفهوم سیستم را در ذهن تداعی می‌کند. شبکه مجموعه‌ای متشکل از نقاط و خطوط می‌باشد که انرژی و منابع را جابجا می‌کند. نقاط جاهایی هستند که منابع از آنها به خطوط تزریق و یا جمع آوری می‌شوند که به عنوان مثال می‌توان مدارس، ترمینال‌ها، منابع و مخازن آب و... را نام برد. خطوط، اتصالاتی در شبکه هستند که نقاط را به هم متصل می‌کنند. هدف مقاله حاضر نشان دادن سه کاربرد عمده تحلیل شبکه در برنامه ریزی شهری است. از طریق تحلیل شبکه می‌توان بهترین مسیر را که عموماً نزدیکترین مسیر می‌باشد بین دو نقطه، جهت کاهش هزینه سفر به دست آورد. یا از بین مراکز امداد و نجات جهت کمک رسانی به نقطه آسیب دیده جهت واکنش سریع، نزدیکترین مرکز را انتخاب کرد و از وارد شدن بیشتر خسارات جانی و مالی جلوگیری کرد. همچنین از طریق تخصیص منابع می‌توان اقدام به برنامه ریزی درست و منطقی تر جهت دسترسی شهروندان به خدمات عمومی شهر و تحقق عدالت اجتماعی کرد.

واژه‌های کلیدی: شبکه، عناصر شبکه، مسیر بهینه، نزدیک ترین خدمات، تخصیص منابع.

۱- مقدمه

در زمان کنونی، نگاه ما به جهان به واسطهٔ وسایل ارتباطی است و شناخت ما از جهان مربوط به مبادله اطلاعات است. با توسعه رسانه‌های الکترونیکی، جهان وارد اطاق‌های ما شده است. ما هم اکنون در جهانی زندگی می‌کنیم که مارشال مک لوهان، آن را دهکده جهانی می‌خواند. دیوید هاروی، از این شرایط، با عنوان فشردگی زمان و فضا، زمان و مکان، نام می‌برد. (شکوئی، ۱۳۸۲: ۳۱ - ۳۰)

یعنی به نوعی مدیریت زمان، به مسأله مهمی در زندگی جمعی انسانها تبدیل شده است. در این میان یکی از این ابزارها در عصر فشردگی زمان و فضا، کامپیوتر می‌باشد که دارای نرم‌افزارهای مختلفی با کاربردهای متنوع است. علم GIS از علوم جدید و بسیار مفید می‌باشد که از نرم‌افزارها و برنامه‌های متنوعی استفاده می‌کند. یکی از این برنامه‌ها، برنامه تحلیل شبکه است. این برنامه جانبی GIS دارای کاربردهای مختلفی در عرصه‌های گوناگون طبیعی و شهری است. در بعد شهری دارای کاربردهایی برای پیدا کردن کوتاه‌ترین و بهترین مسیر و نیز برای واکنش سریع در مواقع ضروری است.

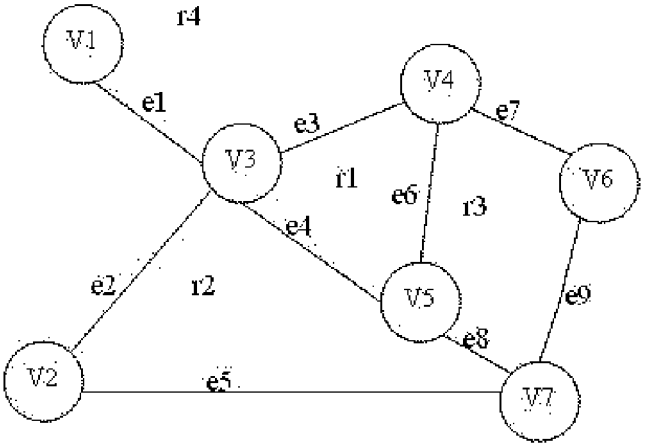
۲- مفهوم شبکه

کانزکای شبکه را مجموعه‌ای از مکانهای جغرافیایی می‌داند که به وسیله تعدادی از مسیرها با همدیگر ارتباط دارند. (Yeung, 2005: 361) شبکه از نظر مفهومی ساده و متشکل از دو جز لبه و تقاطع می‌باشد. خیابانها، جاده‌ها، خطوط آب و برق، لوله‌های نفت و گاز و غیره نمونه‌هایی از لبه و یا اتصالات می‌باشند. لبه‌ها از طریق تقاطع‌ها به همدیگر مرتبط می‌شوند و از طریق لبه‌ها، جریان منابع صورت می‌گیرد. (الماس‌پور، ۱۳۸۰: ۴۷)

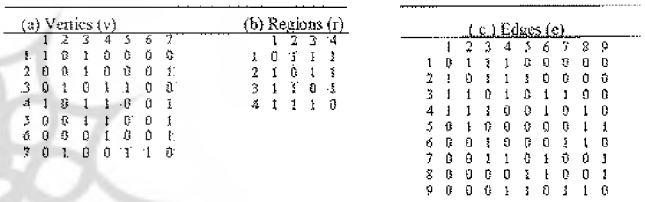
در واقع شبکه‌ها نظامهای متصلی از پدیده‌های خطی و چهارچوبی برای حرکت منابع هستند. (حسینی، ۱۳۷۸: ۱۳)

۱-۲- شبکه و ساختار داده‌ها

ساختار داده‌ها در محیط شبکه از نوع رابطه‌ای می‌باشد. در پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای، فایل‌ها و یا به تعبیر ساده‌تر جداول بدون استفاده از کلیدهای معرف داخلی با هم مرتبط می‌شوند. اگرچه نحوه ارتباط به صورت سلسله مراتبی و یا شبکه‌ای نیست، اما کلیه اطلاعات مندرج در جداول از طریق یکی از فیلدهای کلیدی به هم متصل می‌گردند. تا زمانی که کلیه جداول از طریق کلیدهای مشترک تعریف شده به هم مرتبط شوند، کاربر می‌تواند هر نوع پرسش‌گری را اعمال و خروجی را کنترل نماید. این مدل پایگاه داده‌ها انعطاف‌پذیرترین نوع محسوب و با زبان SQL مطابقت داده شده است. (رسولی، ۱۳۸۴: ۲۶۰) چنانچه اشکال صفحه بعد ساختار رابطه‌ای داده‌ها را به محیط شبکه به خوبی نشان می‌دهند. توپولوژی بهترین روش کدگذاری روابط فضایی در GIS می‌باشد. توپولوژی روش ریاضی برای تعریف روابط فضایی می‌باشد. فرم خاص مدل توپولوژی را «مدل داده‌ای قوس - گره» می‌نامند. (الماس‌پور، ۱۳۸۰: ۴۸)



نگاره ۱: نمودار شکل شبکه (Yeung, 2005: 361)



نگاره ۲: ساختار داده‌ها در محیط شبکه (Yeung, 2005: 361)

در این مدل، قوس‌ها توسط گره‌ها به هم متصل می‌شوند، که توپولوژی «قوس - گره» خوانده می‌شود. در ساختار «قوس - گره» یک قوس از طریق دو گره انتهایی محدود و تعریف می‌شود. نقطه مبداء یا «از - گره» مشخص کننده جایی است که قوس شروع می‌شود و نقطه مقصد یا «به - گره» نیز مشخص کننده جایی است که قوس در آن‌جا خاتمه می‌یابد. این نوع توپولوژی، کمک می‌کند تا مسیری را به طرف نقطه مورد نظر شناسایی و جهت معینی را مشخص کرد. از طریق این توپولوژی می‌توان مسیری را در شبکه ترافیک شهری از مبداء به مقصد ردیابی نمود. اصولاً توپولوژی قوس - گره از طریق جدول اطلاعاتی مربوط تعریف می‌شود. در این جدول، مسیر نقاط (از گره و به گره) مربوط به هر قوس، مشخص و شماره و یا کد شناسایی گره‌های مشترک تنظیم می‌شود. (رسولی، ۱۳۸۴: ۱۱۰ - ۱۰۹)

البته در یک شبکه، کلاسها یا طبقات عارضه‌ای مختلف وجوددارند. برای مثال، کلاسهای عارضه‌ای که نشان دهنده خطوط حمل و نقل، نفت و گاز و خطوط آب می‌باشند می‌توانند شبکه‌ای را تشکیل دهند. از آن‌جایی که عوارض موجود شبکه دارای شکل و یا هندسه می‌باشند چنین شبکه‌ای به نام شبکه هندسی نامیده می‌شود. کلاسها عارضه موجود در یک شبکه هندسی دارای عوارض لبه (خطوط) و یا عوارض تقاطع (نقاط) می‌باشند. برای هر شبکه هندسی، یک شبکه منطقی مربوط وجود دارد، که یک ساختار داده‌ای «پشت صحنه» می‌باشند و عناصر لبه و تقاطع را ذخیره کرده و ارتباط بین آنها را حفظ می‌کند. شبکه منطقی، موقعی که شبکه هندسی ساخته می‌شود به طور خودکار شکل می‌گیرد. تجزیه و تحلیل در شبکه از طریق شبکه منطقی صورت می‌گیرد. (الماس‌پور، ۱۳۸۰: ۵۱ - ۵۰)

۲-۲- عناصر شبکه

عناصر شبکه عبارتنداز: اتصالات، گره‌ها، چرخش‌ها، ایستگاه‌ها، مراکز و موانع که به توضیح هر کدام پرداخته می‌شود:

- ***اتصالات:*** اتصالات شبکه، چهارچوب و ساختار مدل شبکه را تشکیل و عوارض خطی مرتبط به هم را نمایش می‌دهند که در واقع مجاری برای حمل و نقل و ارتباطات می‌باشند. اتصالات شبکه برای نمایش ساختارهای جهان واقعی از قبیل بزرگراه‌ها، خطوط راه‌آهن و مسیرهای کشتیرانی یک شبکه حمل و نقل، خطوط انتقال نیرو و خطوط آبراهه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. (الماس‌پور، ۱۳۸۰: ۵۲)
- ***گره‌های شبکه:*** گره‌های شبکه، نقاط انتهایی اتصالات شبکه می‌باشند. اتصالات شبکه همیشه از طریق گره‌های شبکه به همدیگر وصل می‌شوند. گره‌های شبکه ممکن است که ارتباطات یک شبکه جاده‌ای، محل ارتباط آبراهه‌ها در یک شبکه هیدرولوژیکی و یا سوئیچ‌های موجود در یک شبکه برق را نمایش دهند. (همان)
- ***ایستگاه‌ها:*** به محل گره‌هایی در شبکه که در آنها منابع جمع‌آوری و یا تخلیه می‌شوند ایستگاه گفته می‌شود. (حسینی، ۱۳۷۸: ۳۳)
- ***مراکز:*** به گره‌هایی که در آنها تسهیلات و تأسیسات با ظرفیت مشخصی از اتصالهای شبکه وارد شده و یا از آنها به شبکه توزیع می‌شود مرکز (مراکز) گفته می‌شود. برای مثال می‌توان از مخازن که دارای حجم مشخصی آب برای توزیع هستند، نام برد.
- ***موانع:*** محل گره‌هایی که جریان منابع از آنها صورت نمی‌گیرد را موانع گویند. (همان)
- ***گردش‌ها:*** یک گردش، نمایش‌دهنده انتقال از یک اتصال شبکه به اتصال دیگر در یک گره می‌باشد برخلاف دیگر عناصر شبکه، گردشها نشان دهنده ارتباطات بین اتصالات شبکه می‌باشد با این حال گردش‌ها، به شدت می‌توانند نقل و انتقال را در شبکه واقعی تحت تأثیر قرار دهند. برای مثال، انجام یک گردش در مسیری که در آن حرکت می‌کنیم نسبت به حرکت مستقیم در یک جاده، زمان بیشتری طول می‌کشد، و در خیابانهای یک طرفه گردش امکان‌پذیر نیست (الماس‌پور، ۱۳۸۰: ۵۴)

۳- مشخصات عناصر شبکه

بیشتر عناصر شبکه دارای یک یا چند ویژگی هستند که جزء مهمی از شبکه می‌باشند، برای مثال در یک شبکه خیابان، هر خیابان دارای نام، عرض و سرعت مجاز می‌باشد و همچنین گردشها و ایستگاه‌ها یا توقف‌گاهها که دارای منابعی برای جمع‌آوری وتخلیه هستند مشخصه‌های عناصر شبکه محسوب می‌شوند. گردش‌ها نیز دارای مشخصه مقاومت می‌باشند. این مشخصه‌ها میزان اصطکاک به حرکت از یک خط به خط دیگر را از طریق یک گره نشان می‌دهد.

مقاومت: میزان اصطکاک و یا مقاومت از مشخصه‌های خطوط و گردش‌ها

می‌باشد. مقاومت خط به میزان اصطکاک لازم برای حرکت در امتداد یک خط از ابتدا تا انتهای خط گفته می‌شود. برای مثال طول خط، یک مقاومت می‌باشد. خط‌های بلندتر دارای مقاومت به حرکت بیشتری نسبت به خط‌های کوتاه‌تر هستند. مقدار مقاومت به حرکت، بیشتر به معنای تنش بیشتر برای انجام حرکت می‌باشد. مقدار مقاومت به حرکت به عوامل متعددی همچون ویژگی خط (مانند: نوع جاده یا مجرای حرکت)، نوع منابع جاری در شبکه، جهت حرکت منابع در شبکه، شرایط ویژه در یک خط و مانند اینها بستگی دارد.

گردشها هم دارای مشخصه مقاومت هستند. این مشخصه‌ها مقدار تنش به حرکت از یک خط به خط دیگر از طریق یک گره را اندازه‌گیری می‌کند. مقاومت به حرکت در گردش‌ها برحسب شرایط تقاطع ۲ خط (ایجادکننده آن) متغیر است. برای مثال مقاومت به حرکت ترافیک عبوری از طریق یک تابلو ایست بیشتر از حرکت ترافیک عبوری بدون تابلوی ایست می‌باشد.

تمامی مقاومت به حرکت‌های یک خط و یا گردش در یک شبکه باید همواره از یک واحد باشند. هدف از بکارگیری مقاومت به حرکت شبیه‌سازی شرایط متغیر در طول خط‌ها و گردش‌ها در جهان واقعی است. نتایج حاصل از تخصیص یا مسیریابی با توجه به مقدار مقاومت به حرکت مجموعه داده‌های شبکه متفاوت است. مسیر بهینه مسیری است که دارای کمترین مقدار تنش (مقاومت به حرکت) باشد. همواره خط یا گردشی که دارای کمترین مقدار مقاومت به حرکت باشد، اولین انتخاب است.

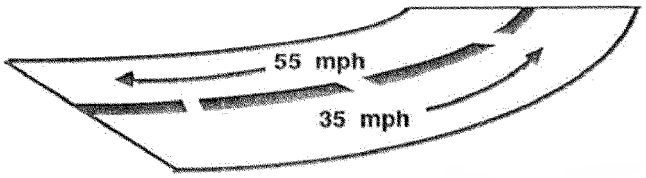
مقدار منفی مقاومت به حرکت در مسیریابی و تخصیص از حرکت در طول خط و گردش منابع ممانعت می‌کند. بعنوان مثال برای مشخص کردن گردش به چپ ممنوع در یک تقاطع مقدار منفی برای این گردش باید منظور شود. همچنین مقادیر منفی مقاومت به حرکت برای مشخص نمودن ممانعت از حرکت در جهت خاصی از یک خط کاربرد دارد. در خیابان یک طرفه مقدار منفی برای جهتی که حرکت در آن ممنوع است منظور می‌شود. (دستجردی، ۱۳۷۹:۱۶ - ۱۵)

تقاضا: تعداد یا مقدار منابع مربوط به هر پدیده، که می‌تواند برای هر خط و ایستگاه در شبکه داده شود، تقاضا برای منابع گفته می‌شود. تقاضا برای منابع می‌تواند مقدار آب حمل شده در هر خط شبکه توزیع، تعداد دانش آموزانی که در هر قطعه از خیابان زندگی می‌کنند، یا تعداد جعبه‌های حمل شده به یک ایستگاه باشد. (حسینی، ۱۳۷۸: ۳۶)

ظرفیت: ظرفیت منابع عبارت است از تعداد و یا مقدار کل منابعی که به یک مرکز عرضه شده و یا از آن برای تأمین درخواست متقاضیان در امتداد یک خط عرضه می‌شود. برای مثال ظرفیت یک مدرسه تعداد کل فضای موجود برای اتومبیل‌ها است و در یک مخزن آب مقدار کل آبی که توسط آن به شبکه عرضه می‌شود، ظرفیت می‌باشد. (همان)

خطوط و مشخصه‌های آنها

خطوط نشان دهنده اتصالهای حمل ونقل بوده و مشخصه‌های آنها بر حرکت منابع در شبکه تأثیر می‌گذارد. خطوط دارای مقاومت به حرکت از نظر جهت حرکت، و از نظر تقاضا برای منابع هستند. مقاومت به حرکت خطوط، مانند سرعت ترافیک، معمولاً با جهت حرکت منابع در طول آنها تغییر می‌کند. در اغلب موارد ممکن است مقاومت به حرکت در ۲ جهت یکسان باشد. برای مثال، جریان ترافیک در میان روز به داخل و خارج از مرکز شهر ممکن است با سرعت یکسانی صورت گیرد، اما در ساعت ۵:۰۰ بعد از ظهر حرکت ترافیک به خارج از مرکز شهر با سرعت کمتر انجام می‌شود. (ESRI، ۱۹۹۲: ۱۳۴) چنانچه در نگاره بعدی نشان داده شده است.



منبع: ESRI ۱۹۹۲: ۱۳۴

نگاره ۳: نمودار انواع مقاومت در شبکه

هر خط ممکن است دارای ۲ جهت حرکت باشد. یعنی حرکت از ***از - گره*** به طرف ***به - گره***، و حرکت از ***به - گره*** به طرف ***از - گره***. هر جهت حرکت می‌تواند دارای مقاومت به حرکت مخصوص به خود و با هر واحدی که می‌خواهید مانند پا، مایل، دقیقه و مانند آن باشد. (همان)

ایستگاهها و مشخصه‌های آنها: محل‌هایی در امتداد یک مسیر هستند که در آنها منابع جمع‌آوری و یا تخلیه می‌شوند در این محل‌ها، تقاضای منابع، مقدار مورد نیاز هر ایستگاه می‌باشد. مقدار مثبت بیانگر این است که منابع باید جمع آوری شوند.

مقاومت توقف‌گاه، خصیصه‌ای از توقفگاه می‌باشد که نشان دهنده هزینه و مقاومت مربوط به یک توقفگاه می‌باشد. برای مثال، میزان توقف یک اتوبوس برای سوار کردن مسافران در یک ایستگاه نشان دهنده مقاومت آن توقف‌گاه می‌باشد.

انتقال توقف‌گاه، خصیصه‌ای از توقف‌گاه می‌باشد که برای مدل‌سازی تخلیه و بارگیری کالاها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، در یک مسیر عرضه کالا، کامیون ممکن است که بسته‌ها را در توقف‌گاهها تخلیه و بارگیری کند. انتقال می‌تواند به صورت تغییر در وزن کامیون در هر توقف‌گاه نمایش داده شود. (الماس‌پور، ۱۳۸۰:۵۹ - ۵۸)

مراکز و مشخصات آنها

مراکز در محیط شبکه همواره در محلّ گره‌های شبکه قرار می‌گیرند. یک مرکز از طریق شبکه، تخصیص منابع را انجام داده و یا این که منابع لازم را دریافت می‌کند. ویژگیهای مربوط به مراکز عبارتنداز ظرفیت یا حداکثر مقاومت و عرضه. ظرفیت یک مرکز در تعیین خطوطی که به آن تخصیص می‌یابند مهم می‌باشد. عرضه مرکز، مقدار منابع موجود در هر مرکز جهت رفع تقاضای خطوط و گره‌ها می‌باشد. (همان: ۶۰ - ۵۹)

دیگر مفاهیم مربوط به شبکه

جریان شبکه: در یک شبکه یکی از دو مفهوم عملی، شبکه صنایع آب و برق و شبکه حمل و نقل گنجانده می‌شوند. در یک شبکه حمل و نقل، چیزهایی که در آن جریان می‌یابند(وسایل نقلیه)، «دارای اراده مخصوص به خودشان» می‌باشد. در یک شبکه صنایع آب و برق، چیزهایی که در آن جریان می‌یابند (آب، الکتریسیته، نفت) دارای اراده مخصوص به خودشان نمی‌باشد. (همان: ۶۰)

منابع و نقاط جذب: یک منبع، تقاطعی است که از آن جریان مواد سرچشمه می‌گیرد. از قبیل چشمه آب. یک نقطه جذب نیز تقاطعی است که در آن جریان مواد خاتمه می‌یابد، از قبیل کارخانه تصفیه فاضلاب. (همان: ۶۲)

عوارض غیرفعال: تمام عوارض موجود در شبکه دارای حالت فعال و غیرفعال می‌باشند. عوارضی که غیرفعال می‌باشند در جریان شبکه مشارکت نمی‌کنند. منابع ومخازن و حالت فعال و غیرفعال چگونگی جریان را در شبکه تحت تأثیر قرار می‌دهند. (همان: ۶۳)

جریان نامشخص: در مواقعی ممکن است که جهت جریان برای یک لبه مشخص نشده باشد که این امر زمانی اتفاق می‌افتد که منابع، مخازن و عوارض غیرفعال دارای اطلاعات کافی نباشند. زمانی که جهت جریان برای یک لبه یا اتصال مشخص نشده باشد، در این صورت گفته می‌شود که جریان، جریان نامشخص می‌باشد. (همان: ۶۴)

جریان منقطع: وقتی که یک سری از لبه‌ها و تقاطع‌ها، غیرفعال می‌شوند، جریان در بعضی از تقاطع‌ها یا لبه‌ها صورت نمی‌گیرد، این نوع جریان را جریان منقطع می‌گویند. (همان: ۶۵)

قوانین ارتباط: در اغلب شبکه‌ها، تمامی انواع لبه یا اتصال از لحاظ منطقی به تمامی انواع تقاطع وصل نمی‌باشند. همین طور، تمامی انواع لبه از لحاظ منطقی به تمامی انواع دیگر لبه از طریق تقاطع‌ها مرتبط نمی‌باشند. لذا دارای قوانین ارتباطی به صورت زیر می‌باشند.

- قانون لبه - تقاطع: قانون ارتباطی می‌باشد که در آن لبه از نوع A ممکن است به تقاطعی از نوع B وصل شود.

قانون لبه - لبه: قانون ارتباطی می‌باشد که در آن لبه از نوع A ممکن است از طریق تقاطع از نوع C به لبه از نوع B وصل شود. قوانین لبه - لبه همیشه دارای یک نوع تقاطع می‌باشند.

- نوع تقاطع پیش فرض: در نوع تقاطع ممکن است که با استفاده از چندین نوع تقاطع به همدیگر وصل شوند. می‌توان آن نوع تقاطع‌هایی را ایجاد کرد که برای وصل کردن دو نوع لبه، پیش‌فرض می‌باشند. این نوع تقاطع پیش فرض میباشد.

- اعتبار و یا اصل لبه - تقاطع: قانونی وجود دارد با این مضمون که به لبه از نوع A اجازه می‌دهد به یک تقاطع از نوع B وصل شوند. به صورت پیش فرض، هر تعدادی از لبه‌های نوع A می‌توانند به یک تقاطع منفرد از نوع B وصل شوند. می‌توان این را محدود هم کرد. کاربر می‌تواند مشخص کند که بین ۵ - ۲لبه از نوع A می‌توانند به یک تقاطع از نوع B وصل شوند، اما در صورتی که کمتر از ۲ لبه و یا بیشتر از ۵ لبه وجود داشته باشد، قانون ارتباط اعتبار نخواهد داشت. (همان: ۶۷ - ۶۶)

۴- کاربردهای شبکه در برنامه‌ریزی شهری

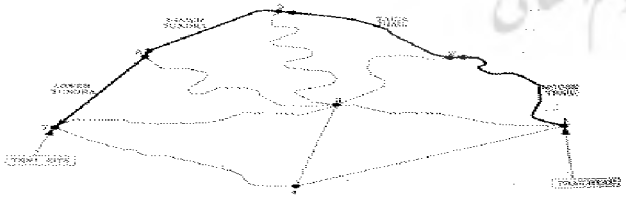
با استفاده از این برنامه می‌توان بسیاری از مسایل مرتبط با شبکه‌های ارتباطی و یا شهری نظیر خیابان‌ها، رودخانه‌ها، شبکه‌های آب، برق و گاز را تحلیل نمود. پیدا کردن مسیر بهینه جاده، یافتن مؤثرترین روند جابجایی، پیدا نمودن نزدیکترین ایستگاه مورد نظر، و یا تعریف سطوح سرویس‌دهی بر اساس زمان مسافرت از جمله مواردی هستند که با این برنامه قابل حل می‌باشند. (مطیعی، ۱۳۸۴: ۱۶) کاربردهای تحلیل شبکه در برنامه‌ریزی شهری به قرار زیر می‌باشد:

- یافتن مسیر بهینه (Find Best Route)
- یافتن نزدیکترین خدمات (Find Closest Facility)
- تخصیص منابع (Find Service Area)

که به توضیح هر کدام می‌پردازیم:

- یافتن مسیر بهینه (Find Best Route): بهترین مسیر در تحلیل شبکه، سریعترین مسیر، کوتاهترین مسیر و همچنین مسیری است که کمترین هزینه را دربرداشته باشد. این مسیر می‌تواند شامل یک مبدأ و یک مقصد باشد و همچنین مناطقی در مسیر عبور را دربرگیرد. برای این منظور باید مبداء و مقصد و محلهای عبور برای کاربر مشخص باشد. (قهرودی تالی، ۱۳۸۳: ۱۳۰) برنامه‌های کاربردی نمونه شامل تعیین سریع‌ترین مسیر برای رفتن از ایستگاه آتش‌نشانی به مکان آتش‌سوزی، تعیین کوتاه‌ترین راه برای انحراف خطوط آب که به یک اتصال بسته شده آب می‌رسانند، یا تعیین اقتصادی‌ترین مسیر تحویل در محل برای چندین مشتری (ال وربیلا، ۱۳۸۵: ۹۱)

فرض کنید شبکه مسیرهای راه‌پیمایی (قدم‌زنی) نمایش داده شده در نگاره ۴ را در اختیار داریم. هدف ما، یافتن سریع‌ترین راه برای شروع از گره ۱ (نقطه آغاز مسیر) تا گره ۷ (محل چادرها) است. زمان پیمایش هر مسیر، وابسته به شرایط آن مسیر خاص است. که نگاره ۴ سریع‌ترین مسیر را با خط پررنگ نشان داده است.

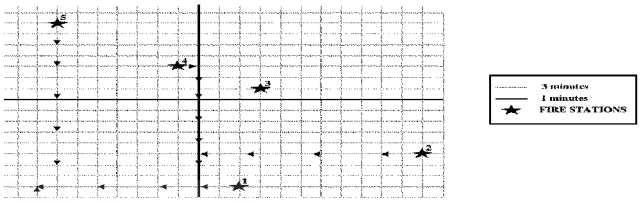


نگاره ۴: نمودار مسیر بهینه در شبکه (منبع: همان: ۱۰۱)

- یافتن نزدیکترین خدمات (Find Closest Facility): این تحلیل، یک نوع خاص از مسأله مسیر بهینه است که هدف آن یافتن نزدیکترین نقاط به مکان داده شده است. اصطلاحاً، به این نقاط امکانات (Facilities) و به مکان داده شده حادثه (event) گفته می‌شود. برنامه‌های کاربردی نمونه شامل تعیین این که کدام دو ایستگاه آتش‌نشانی امکان واکنش سریع‌تر به مکان حادثه روی داده را دارا هستند، و یا این که کدام ایستگاه اورژانس سریع‌تر می‌تواند اتومبیل امدادی خود را به مکان حادثه دیده برساند، یا

انتخاب ده خانه که به مرکز نگهداری‌های روزانه نزدیکتر باشند، از میان خانه‌هایی که برای فروش گذاشته شده‌اند. (ال وربیلا، ۱۳۸۵: ۹۱) و نیز اگر یک ایستگاه دیگر بخواهد ساخته شود چه اتفاقی می‌افتد؟ در کدام مسیر می‌توان ایستگاهی با کمترین میزان تأخیر اضافه کرد؟ چگونه باید یک مسیر انحرافی در ساختن جاده‌های معین ایجاد کرد؟ (حسینی، ۱۳۷۸: ۱۷)

در نگاره ۵ حادثه آتش‌سوزی گزارش شده است که از میان ایستگاه‌های آتش‌نشانی ایستگاه شماره ۱ نزدیکترین فاصله را دارد و سریعترین واکنش را می‌تواند نشان دهد.

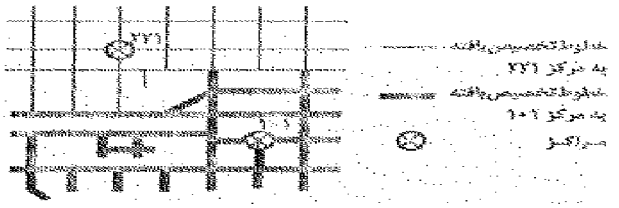


نگاره ۵: نمودار یافتن نزدیکترین خدمات در شبکه منبع (همان: ۱۰۴)

- تخصیص منابع (Find Service Area): اختصاص دادن منابع از مراکز تأمین آن به مشترکین در یک شبکه را تخصیص منابع می‌نامند. (همان: ۹۲) مثال یک مدرسه برای تعداد مشخصی از دانش‌آموزان ظرفیت دارد. یک مخزن آب آشامیدنی دارای ظرفیت (حجم) مشخصی است. منابع در امتداد پدیده‌های خطی و برحسب ملاکهای مختلف مانند فاصله و زمان از هر مرکز و ظرفیت کل آنها به هر مرکز تخصیص داده می‌شوند. (حسینی، ۱۳۷۸: ۱۷) اگر یک محل خدماتی مثل یک بیمارستان، فروشگاه یا دانشگاه در محلی تأسیس شود چه محدوده‌هایی از اطراف خود را می‌تواند سرویس دهد؟

فرض کنیم اگر برای رسیدن هر فردی به این مکان ۲۰ دقیقه یا ۱ کیلومتر فاصله در نظر گرفته شود، افراد از چه محدوده‌ای به این مکان مراجعه می‌کنند؟ (قهرودی تالی، ۱۳۸۳: ۱۳۴)

در نگاره ۶ دو مرکز وجود دارد که اگر این مراکز را مدرسه در نظر بگیریم و فاصله رسیدن به مدرسه را ۵ دقیقه یا ۲ کیلومتر فرض کنیم خطوط اختصاص یافته به مرکز ۱۰۱ خطوط پررنگ می‌باشد.



نگاره ۶: نمودار تخصیص منابع در شبکه منبع (حسینی، ۱۳۷۸: ۱۶)

۵- نتیجه گیری

همان طور که دیدیم شبکه یک مجموعه‌ای از نقاط و خطوط می‌باشد که در ارتباط با هم شبکه را تشکیل می‌دهند. برنامه تحلیل شبکه از برنامه‌های جانبی مفید و سودمند GIS می‌باشد که در مدیریت شهری می‌توان به نحو سودمندی از آن استفاده کرد. به عنوان مثال، در مسأله امنیت شهری با استفاده از کاربرد یافتن نزدیکترین خدمات می‌توان با واکنش سریع اقدام به پیشگیری و برخورد با مجرمین کرد. در حوزه یافتن بهترین مسیر، بخش خصوصی در شهرها مثل اغذیه‌فروشی‌ها می‌توانند با استفاده از آن در سریعترین زمان ممکن اقدام به ارائه خدمات نمایند. و نیز از طریق تخصیص منابع می‌توان اقدام به تخصیص صحیح و عاقلانه امکانات به شهروندان کرد و در جهت توزیع مناسب خدمات که از مؤلفه‌های اساسی عدالت اجتماعی در شهر است قدم برداشت.

منابع و مآخذ

۱- الماس پور، فرهاد، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل شبکه در مکانیابی داروخانه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.

۲- ال وربیلا، دیوید، تحلیل های کاربردی GIS، ترجمه سید مهدی معینی، شهرام شهابیان، انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۳۸۵.

۳- حسینی، علیرضا، آشنایی با محیط های تحلیل شبکه و هم‌پوشی در نرم‌افزار ARC/INFO(روایت ۳/۴D)، انتشارات سازمان برنامه و بودجه استان فارس، ۱۳۷۸.

۴- رسولی، علی اکبر، تحلیلی بر فناوری سیستم های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۸۴.

۵- شکوئی، حسین، فلسفه های محیطی و مکتب های جغرافیایی، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۸۲.

۶- قهرودی تالی، منیژه، کاربرد Arc View در ژئومورفولوژی، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد تربیت معلم، ۱۳۸۳.

۷- مطیعی، همایون، آشنایی با Arc View GIS، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباس پور)، ۱۳۸۴.

۸- دستجردی، غلامرضا، مکانیابی مراکز خدمات رسان در سطوح شهری با استفاده از مدل های GIS، مطالعه موردی: مدارس متوسطه پسرانه شهر تفت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.

منابع لاتین

9- ESRI, ARC/INFO Net work kit; users quide; version 3/4D; copy right; 1992 by environmental systems research institute; Inc. printed in the united of America.

10- Yeung, ALBERT K.W. prentice Hall of India private limited New Delhi - 2005.