نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۳، پاییز۱۳۹٤

صفحات ۱٤-۱

تحلیل فضایی

بهلول علیجانی[1]، استاد آب و هواشناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی.

دریافت مقاله: ۹۴/۰۲/۱۲ پذیرش نهایی: ۹۴/۶/۱۵

چکیده

هدف این مقاله تعریف تحلیل فضایی و شرح مختصر مراحل تکوین آن در جغرافیاست. برای این منظور، از سال‌های قبل از جنگ جهانی دوم تاکنون، تطور تحلیل فضایی (پیدایش و عوامل مؤثر بر گسترش آن) بررسی شد. بر اساس منابع بررسی شده، تحلیل فضایی در پی انقلاب کمی و برای کشف نظریه‌ها و قوانین فضایی پراکندگی‌ها نضج گرفته است. از نظر طرفداران این نگرش جغرافیای قدیم (ناحیه‌ای) درصدد کشف نظریه‌های جهانی نیست و، بنابراین، نمی‌تواند دانش علمی تولید کند. در نتیجه‌ی چنین ضعفی، این دانش قادر به حل مسائل و مشکلات جامعه نیست. هدف تحلیل فضایی تحلیل پراکندگی‌ها یعنی توصیف ساختار فضایی و استدلال این ساختارها از طریق روابط فضایی و سرانجام برنامه‌ریزی فضایی فعالیت‌های انسان است. پس از ورود کامپیوتر و ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل فضایی رویکرد اصلی جغرافیا شد و اکنون نیز سیطره‌ی این نگرش ادامه دارد. از نظر فلسفه‌ی علم، تحلیل فضایی با پراکندگی‌ها به منزله‌ی هستی های مستقل سروکار دارد. دانشِ حاصل به صورت نظریه‌های مستقل و جهانی بیان می‌شود. روش‌شناسی کمی و تجربی در قالب علم مهم زمین‌آمار همه‌ی پردازش‌های آماری مانند درون‌یابی، شناسایی ساختار فضایی، تغییرات فضایی و سرانجام برنامه‌ریزی فضایی را اجرا می‌کند.

واژگان کلیدی: تحلیل فضایی، نظریه‌های فضایی، پراکندگی،زمین‌آمار، جغرافیای کمی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. نویسنده مسئول: Email: bralijani@gmail.com

مقدمه

تحلیل فضایی، به صورت دیدگاه اصلی، از دیگر نگرش‌های جغرافیا مانند نگرش انسان و محیط یا نگرش ناحیه‌ای (pattison, ۱۹۶۳) رایج تر و بنیادی‌تر است، چنان‌که از دهه‌ی ۱۹۶۰ به این سو پارادایم غالب جغرافیا شده است. در دهه‌ی ۱۹۸۰، ظهور سیستم اطلاعات جغرافیایی بر تقویت این نگرش و استمرار آن کمک شایانی کرد. جایگاه عملی نگرش تحلیل فضایی محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است. به عبارت دیگر، اگر قبل از جنگ جهانی دوم آزمایشگاه جغرافیا را روی زمین می‌دانستند، اکنون میدان آزمایش و فعالیت عملی جغرافیا کامپیوتر و نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است. تأکید فراوان به مسئله‌ی فضا و پراکندگی متغیرها بر روی آن سبب برتری یافتن و رجحان دادن نگرشِ تحلیل فضایی از سایر نگرش‌ها شده است: رابطه‌ی انسان و محیط به مثابه‌ی رابطه‌ی فضایی پراکندگی انسان با پراکندگی منابع طبیعی یا محیطی تعریف می‌شود. در نگرش ناحیه‌ای نیز ناحیه‌ها بر اساس پراکندگی متغیرهای فضایی و میزان تجانس و شباهت آن‌ها تعریف می‌شود. پس اساس همه‌ی نگرش‌های دیگر هم پراکندگی‌ها و چگونگی عملکرد آن‌ها بر روی زمین است. تحلیل فضایی بعد از انقلاب کمی رایج شد و عمدتاً شامل استفاده از روش‌ها و فرایندهای کمی در تحلیل آرایش فضایی پدیده‌ها یا پراکندگی‌ها (Berry and Marbel, ۱۹۶۸; Johnston, ۱۹۹۴; Haining, ۲۰۰۳) است. هجستراند (Hagestrand, ۱۹۷۳: ۶۹) در تعریفی ساده و جامع تحلیل فضایی را کاربرد روش‌های کمی در مطالعه‌ی دقیق و عمیق الگوهای نقطه‌ای، خطی و مساحتی بر روی نقشه بیان کرد. بعدها روش‌های مدل‌سازی و ریاضیات هم به پردازش داده‌های جغرافیایی اضافه شد (Wilson and Bennet, ۱۹۸۵). تحلیل فضایی داده‌ها می‌کوشد دانش نهفته در پراکندگی داده‌های جغرافیایی یعنی قوانین، نظام و الگوهای فضایی را کشف کند. گودچایلد (Goodchild, ۱۹۸۸) در تعریفی جامع‌تر تحلیل فضایی را مجموعه مهارت‌های کارتوگرافی و روش‌های ریاضی و آماری معرفی می‌کند که برای پردازش و تحلیل داده‌های فضایی به کار می‌روند. به عبارتی ساده‌تر تحلیل فضایی با استفاده از مهارت‌ها و روش های گوناگون کمی می‌کوشد الگوهای فضایی پراکندگی‌ها را شرح دهد و استدلال کند. مهم‌ترین ویژگی تحلیل فضایی تأکید بر بعد فضایی داده‌هاست، یعنی در بررسی داده‌های تگرگ، علاوه بر شدت و مدت و اندازه‌ی آن‌ها، به مکان وقوع آن نیز تأکید می‌کند؛ از رهگذر شناخت مکان و تحلیل مکانی داده‌ها می‌توان نقاط مخاطره‌آمیز تگرگ را شناسایی و برای آن چاره‌جویی کرد. بدین ترتیب نه تنها جغرافیا بلکه بسیاری از رشته‌های دیگر با روش‌های تحلیل فضایی مرتبط هستند، بیشترِ داده‌های چنین رشته‌هایی فضایی است و با سه مؤلفه‌ی طول و عرض و ارتفاع شناسایی می‌شود.

کلمه‌ی تحلیل (Analysis) در زبان فارسی معمولاً همراه با کلمه‌ی تجزیه برای تجزیه‌ی یک ماده یا مفهوم به ساده‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده‌ی به منظور درک آسان آن به کار می‌رود. موارد کاربرد آن در علم شیمی بسیار رایج‌تر و فهم‌پذیرتر است. در عین حال، در جغرافیا نیز تقریباً چنین معنایی مُراد است، این‌که ما پراکندگی‌ها را به ساده‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها یعنی قوانین و نظام فضایی تجزیه (Barnes, ۲۰۱۱) و از قِبل آن امکان شناخت پیدا کنیم. بدیهی است که این کار جایگاه علمی جغرافیا را محکم‌تر می‌کند، زیرا نشان می‌دهد که علم کلیات نیست و در هر موضوعی می‌کوشد عناصر اولیه‌ی را کشف و بر اساس آن نظریه‌ها و قوانین خود را درباره‌ی ساختار و علت بیان کند. بر این اساس، در این مقاله (همانند موارد دیگر) مفهوم تحلیل به معنای فرایند توصیف و استدلال پراکندگی‌ها به کار می‌رود. در واقع، مُراد از مفهوم تحلیل فضایی نخست توصیف پراکندگی‌ها از نظر ساختار فضایی است. سپس، بر اساس رابطه‌ی فضایی آن‌ها با پراکندگی‌هایِ دیگر استدلال برای دلیل وجودی آن‌ها صورت می‌گیرد. پراکندگی پدیده‌ها یا ویژگی‌ها در طبیعت درست مانند منبت‌کاری گنبد مسجد یا نقش و نگار قالی است که نقاش ازل

آن را به تصویر در آورده است. علاقه‌مند به هنر فرش اگر کمی دقت کند درمی‌یابد که چنین آرایش به ظاهر پیچیده‌ای از تکرار یک گل یا خط منحنی‌ای تشکیل شده است. در پراکندگی‌ها نیز چنین قراردادی حاکم است. از نظر طرفداران تحلیل فضایی الگوهای پیچیده‌ی پراکندگی‌ها از یک سری اصول یا نظم‌های ساده‌ی اولیه‌ی تشکیل شده است که ما می‌توانیم آن‌ها را کشف کنیم و به ساختار یا علت تشکیل آن‌ها پی ببریم. مثلاً، به هنگام بررسی پراکندگی بارش ایران متوجه می‌شویم که بارش حرکت ساده‌ی افزایشی (از جنوب به شمال) دارد. یا این‌که در مطالعه‌ی قیمت زمین در تهران متوجه می‌شویم قیمت زمین از جنوب به شمال روند افزایشی دارد و چنین روندی را می‌توان با مدل ساده‌ی رگرسیون فضایی نشان داد. بنابراین منظور از تحلیل فضایی این است که ما پراکندگی‌ها را به عناصر حرکتی فضایی تجزیه کنیم و ساختار آن را به صورت کمی و با زبان هندسی یا ریاضی شرح دهیم. سپس، با استفاده از همین ساز و کار دلیل چنین آرایشی را استدلال کنیم. بدین ترتیب است که، از دیدگاه جغرافیای کمی، زبان جغرافیا ریاضی و هندسه است (Bunge, ۱۹۶۶). بانگه با نوشتن کتاب *جغرافیای نظری* (Bunge, ۱۹۶۲, ۱۹۶۶) بنیان‌های فلسفی رویکرد کمی و فضایی را محکم و مستند کرد. از نظر او اصلی‌ترین دیدگاه جغرافیا دیدگاه فضایی است و محققین جغرافیا با استفاده از مدل های آماری و ریاضی می‌توانند قوانین حاکم بر پراکندگی‌ها را کشف کنند. بانگه استدلال‌های ریاضی را بر استدلال‌های سنتی جغرافیا ترجیح می‌دهد و می‌گوید برای این‌که جغرافیا بتواند به طرف قوانین جهانی برود و به دانش دقیق و آشکار علمی برسد باید از روش‌های کمی و فضایی استفاده کند. بانگه طرفدار سرسخت تحلیل فضایی و استفاده از زبان ریاضی و هندسه است و می‌گوید جغرافی‌دانان باید به جای زبان نقشه از زبان ریاضی یعنی مدل‌های فضایی استفاده کنند، آرزویی که امروزه برآورد شده و با گسترش علم زمین‌آمار همه‌ی بحث‌های فضایی به صورت مدل‌های پیچیده‌ی ریاضی در آمده است. قوانین و نظام موجود (حاکم بر) پراکندگی‌ها پس از تأیید به صورت نظریه‌های جهانی بیان می‌شوند. از نظر محققانی چون بانگه علمی مفید است که از قالب زمان و مکان خارج شود و به صورت قوانین جهان‌شمول (همه‌جایی و همه‌زمانی) در آید. اگر قانون جاذبه و قوانین ترمودینامیک فقط به یک زمان یا نقطه‌ای اختصاص داشتند، چنین شناخته نمی‌شدند و، بالتبع، چنین کاربردی برای حل مسائل نداشتند.

تحلیل فضایی در پی ناکارآمدی دیدگاه ناحیه‌ای در حل مسائل انسانی شکل گرفت تا بتواند با تعریف قوانین و نظریه‌های جهانی در حل مسائل انسان مؤثر باشد. تحلیل فضایی جغرافیا را از علم معلومات عمومی به علم کاربردی و دانش‌افزایی تبدیل می کند. با توجه به این‌که تحلیل فضایی عمدتاً نتیجه‌ی گسترش روش‌های کمی در جغرافیاست، در ادامه نخست شرحی درباره‌ی جغرافیای کمی یا روش‌های کمی داده و، سپس، به تحلیل فضایی پرداخته می‌شود.

جغرافیای کمی

نگاهی مختصر به آثار جغرافی‌دانان نشان می‌دهد که نگرش ناحیه‌ای نگرش مسلط در دوره‌ی قبل از جنگ جهانی دوم بود. جغرافی‌دانان در جست‌وجوی کشف قوانین جهانی و کلی نبودند. آنان اگر در پی رابطه‌ی انسان و محیط نیز بودند، مطالعه‌شان در قالب ناحیه‌ای مشخص می‌گنجید. بدیهی است، در چنین شرایطی رابطه‌ی انسان با محیط نیز از ناحیه‌ای به ناحیه‌ی دیگر متفاوت بود. برای مثال، از نظر هارتشورن (Hartshorn, ۱۹۳۴) هر ناحیه و مکان ویژه است و جغرافیا به توصیف این ناحیه یا مکان‌های متمایز می‌پردازد. به نظر هارتشورن، جغرافیا هر ناحیه را به صورت مستقل مطالعه می‌کند و می‌کوشد آن را از نظر ساختار و روابط بین پدیده‌ها به دقت بشناسد. در این حالت، پژوهنده اگر به هر نظم و قانونی هم برسد، در مقیاس محلی و ناحیه‌ای است و

نمی‌تواند به همه‌ی جای دنیا تعمیم دهد. از نظر او جغرافیا در پی روش‌های تحلیلی (Analytic) و کشف قانون نیست. جغرافی‌دان فقط درباره‌ی تفاوت‌های ناحیه‌ای مطالعه می‌کند که از طریق ترکیب (Synthetic) ویژگی‌های نقاط مختلف زمین و شناسایی ناحیه‌های متفاوت، وجه تمایزشان، حاصل می‌شود. هارتشورن فضا (space) را به مکان (place) تقلیل می‌دهد و مشخصات مکان‌ها (نقطه‌ها) را مطالعه می‌کند و آن‌ها را بر اساس وجوه مشترکشان گروه‌بندی و ناحیه را تعریف و تحدید می‌کند. اما در پی گسترش شاخه‌های دیگر علم در زمینه‌ی پدید آمدن و گسترش نظریه‌های علمی و گرایش جغرافی‌دانان برای پیوستن به کاروان علمی زمان، انتقادها بر فلسفه و دیدگاه هارتشورن شروع شد. شیفر با نگارش مقاله‌ی معروف خود (Scheafer, ۱۹۵۳) به استثناگرایی جغرافیا و دیدگاه هارتشورن انتقاد کرد. از نظر شیفر جغرافیا نیز همانند سایر علوم باید در جست‌وجوی کشف قوانین و نظریه‌های جهانی باشد. به نظر او، اگرچه ویژگی‌های نقاط، مانند شاخص دما، با هم فرق دارد، اگر تغییرات دما را در یک فضا در نظر بگیریم متوجه می‌شویم که شباهت‌هایی در بین نقاط مختلف وجود دارد که نظم یا قانون پراکندگی فضایی را مشخص یا کنترل می‌کند. جغرافی‌دان در پی این شباهت‌ها (یک‌دستی‌ها) و نظم می‌گردد. این وضعیت از یک نقطه یا تجمع حسابی چند نقطه حاصل نمی‌شود، بلکه پراکندگی نقاط را باید به صورت الگوی فضایی منسجم و پیوسته دید تا به این نظم و قانون رسید. این الگوی منسجم و پیوسته همان فضا را شکل می‌دهد. بر این اساس نباید تصور کرد که فضا فقط محصول انسان در طبیعت است؛ فضا هم در محیط طبیعی هم در محیط انسانی وجود دارد. ویژگی اصلی و شاخصه‌ی مهم آن همان انسجام و هماهنگی پراکندگی‌های یک منطقه است. بدین جهت می‌توان گفت که سطح اولیه‌ی مطالعه‌ی جغرافیا فضاست و هر فضایی یک نوع یا الگوی پراکندگی دارد. مثلاً، اگر می‌خواهیم رابطه‌ی انسان با محیط را بررسی کنیم، منظور رابطه‌ی یک انسان با محیط نیست، بلکه رابطه‌ی پراکندگی انسان‌ها با پراکندگی منابع محیطی است. این پراکندگی منسجمِ فضایی است که جغرافیا را از اکولوژی متمایز می‌کند. در اکولوژی رابطه‌ی یک فرد با محیط بررسی می‌شود، در صورتی که در جغرافیا رابطه‌ی بین پراکندگی جمعیت با پراکندگی آب بررسی می‌شود. جغرافیا نیز در پی کشف قوانین و نظریه‌هایی است که در این فضا یا پراکندگی وجود دارد.

نیروی محرکه‌ی اولیه‌ی جغرافیا برای انقلاب کمی ـ فضایی کشف قوانین و نظریه بود ــ کشف قوانین غیر فضایی هر کدام از پدیده‌ها در حیطه‌ی علوم تخصصی مانند فیزیک و شیمی و زیست‌شناسی و غیره است؛ قوانین حرکت را فیزیک، قوانین و فعل و انفعالات شیمیایی را شیمی و قوانین رشد و تکامل حیات را زیست‌شناسی مطالعه می‌کند. از نظر بانگه نیز، جغرافیای ناحیه‌ای باید به حاشیه برود و تحلیل فضایی توسعه یابد و این تحلیل قوانین و نظریه‌های جهانیِ جغرافیا را کشف و عرضه کند. در ادامه‌ی تفکر شیفر و همتایان او در دهه‌ی ۱۹۵۰ عده‌ی زیادی از جغرافی‌دانان معروف (از جمله اولمن و گاریسون در دانشگاه واشینگتن) متوجه شدند که جغرافیای قدیم نمی‌تواند مسائل و مشکلات موجود را پاسخگو باشد. آنان به این نتیجه رسیدند که نگرش موجود باید عوض شود و دیدگاه جغرافیا باید همانند سایر علوم طبیعی (مانند فیزیک) باشد. آنان مطرح کردند که برای فهمیدن ماهیت فعالیت انسان بر روی زمین باید موقعیت پدیده‌ها مطالعه شود (Gethis, ۲۰۰۸). جغرافی‌دانان مذکور برای مطالعه‌ی موقعیت پدیده‌ها بر روی زمین (به عبارتی پراکندگی پدیده‌ها) از روابط ریاضی استفاده کردند. بدین ترتیب، بذر اولیه‌ی انقلاب کمی در جغرافیا پاشیده شد و راه برای دیدگاه تحلیل فضایی هموار گردید.

انقلاب کمی سه ویژگی مهم دارد: **۱**- توصیف باید کمی و قابل تکرار و دقیق باشد. اولین کتاب درباره‌ی تحلیل‌های کمی و آماری را آب و هواشناس انگلیسی گریگوری (Gregory, ۱۹۶۳) نوشت؛ **۲**- باید نظم مکانی پراکندگی پدیده‌ها اعم از طبیعی و انسانی شناسایی شود. در دانشگاه واشنگتن، ادوارد اولمن و همکارانش مطالعاتی درباره‌ی نظم مکانی فعالیت‌های شهری انجام

دادند. در انگلستان (دانشگاه کمبریج) هم چورلی با ادامه‌ی روش فرضیه‌ای قیاسی با تحلیل‌های فضایی پدیده‌ها را مطالعه کرد. پیتر هگت (Haggett, ۱۹۶۵) کتاب *تحلیل مکانی در جغرافیای انسانی* را نوشت. نظریه‌ی مکان مرکزی وان تونن و نظریه‌ی انتشار هجستراند هم کمک فراوانی به مطالعه‌ی نظم مکانی کرد؛ **۳**- روش تحقیق جغرافیا روش علمی یعنی روش فرضیه‌ای قیاسی گردید. اولین کتاب در این زمینه *تبیین در جغرافیای* هاروی (Harvey, ۱۹۶۹) بود. این کتاب استدلال ریاضی و تحلیل آماری را وارد جغرافیا کرد و جغرافیای انسانی را به منزله‌ی علم فضایی شناساند. به این ترتیب، روش‌ها و ابزار مطالعه‌ی فضایی از نظر روش‌های آماری فضایی و خود همبستگی‌های فضایی و آمارهای محلی و غیره گسترش یافت (Anselin, et al., ۲۰۰۴). با ورود کامپیوتر تکنیک بسیار پیچیده‌ی سیستم اطلاعات جغرافیایی رونق یافت که بعدها مهم‌ترین ابزار توسعه‌ی تحلیل فضایی گردید. از نظر تئوریکی هم جغرافیای رفتاری به منظور بررسی رفتار فضایی انسان پدید آمد. مطالعات بسیار گسترده‌ای درباره‌ی رفتار فضایی انجام شد. تحلیل الگوها و تحلیل فاصله و اقتصاد فضایی (Spatial Economy) همه در دوره‌ی شکوفاییِ جغرافیای کمی و تحلیل فضایی صورت گرفت.

هدف انقلاب کمی تبدیل توصیف کلامی پراکندگی‌ها به توصیف کمی بود. آنان به جای استفاده از عبارت «جنگل‌های شمال بسیار انبوه است» از عبارت «تراکم درختان در جنگل‌های شمال بسیار بالاست و حدود ۲۰۰ درخت در هر هکتار است». استفاده می‌کنند. توصیف کمی به محقق و کاربر اطلاعات دقیق می‌دهد که اگر خواست بتواند میزان بهره‌برداری خود را تعیین و استفاده کند. روش‌های کمی و آماریِ انقلاب کمی ابتدا ساده بود و اکثر جغرافی‌دانان از روش‌های معمولی مانند رگرسیون استفاده می‌کردند. اما بعد روش‌های کامل‌تر و پیچیده‌ای مانند تحلیل عاملی و تحلیل الگوهای نقطه‌ای از تخصص های دیگر گرفته شده و استفاده گردید و روش‌های کمی جغرافیا کامل‌تر و پیچیده‌تر شد. در زمینه‌ی چنین روند تکاملی، روش‌های غیر فضایی به روش‌های فضایی تبدیل شد. تعریف شاخص خودهمبستگی فضاییِ تابلر (Tobler, ۱۹۷۰) زبانزد این تغییر بود. او سری های زمانی را در تغییرات مکانی به کار برد و سری‌های فضایی را تعریف کرد. همچنین او میانگین متحرک و واریانس فضایی را ابداع کرد. رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (Fotheringham, et.al., ۲۰۰۴) نمونه‌ی دیگری از این فعالیت‌هاست، زیرا در این باره فضا در جاهای مختلف فرق دارد و باید در هر رگرسیون یا مدلی نقاط مختلف وزن متفاوت و مناسب خودش را داشته باشد. به اصطلاح امروزی زمین‌آمار (Geostatistics) شکل گرفت. دقت روش‌های کمی و کشف قانون سبب شد که نگرش تحلیل فضایی بسیار سریع گسترش یابد. روش‌های کمی به دلایل زیادی (Fotheringham, et.al., ۲۰۰۰) رواج یافت:

۱- داده‌های جغرافیایی روز به روز زیادتر و زیادتر می‌شد، به طوری که پردازش و خلاصه‌سازی آن‌ها با مغز انسانی عملاً ناممکن می‌شد؛

۲- نهضت استفاده‌ی کاربردی و دقیق از یافته‌های جغرافیایی سبب شد که از روش‌های آماری دقیقی برای این محاسبات استفاده شود. مثلاً تعیین مرز دقیق نواحی و درون‌یابی دقیق داده‌های مکانی به روش‌های بسیار دقیق آماری و ریاضی نیاز داشت؛

۳- شرط اول استفاده از کامپیوتر در پردازش‌های جغرافیایی تهیه‌ی داده‌های دقیق و قابل استفاده در کامپیوتر بود؛

۴- مهم‌تر از همه، مشاهده‌های میدانی جغرافیایی قدیم به مطالعه‌ی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای تبدیل شد که استخراج داده از این تصاویر به روش‌های آماری دقیق و پیچیده‌ای نیاز داشت؛

۵- بالاتر از همه، زبان علم ریاضی است و جغرافی‌دانان برای عرضه‌ی یافته‌ها و نظریه‌های خود به متخصصین دیگر باید آن‌ها را به صورت مدل‌های ریاضی تعریف می‌کردند.

یکی از مهم‌ترین دستاورد های انقلاب کمی توجه جغرافی‌دانان به ساختن و آزمون نظریه و، به تبع آن، پذیرش روش علمی است. بر این اساس، آنان در فرایند استقرا و در طول پژوهش اکتشافی نظم مکانی پراکندگی‌ها را مشاهده می‌کنند و بر اساس آن نظریه می‌سازند (Berry and Marbel, ۱۹۶۸). در فرایند قیاس هم نظریه‌های موجود را در موارد خاص و محلی تعمیم می‌دهند و آزمون می‌کنند تا بتوانند نظریه‌ی موجود را تکامل، اصلاح یا جایگزین کنند. این فرایند ساختن و آزمون نظریه از طریق مقایسه‌ی آن با حقیقت سنگ پایه‌ی اصلی روش علمی است. روش‌های کمی ابزار مناسبی برای تنظیم و آزمون نظریه‌ها فراهم کردند. در واقع جغرافیا را ریاضیاتی و قانونمند کردند. آنان پذیرفتند که تنها راه رسیدن به دانش علمی معتبر همانا ساختن و آزمون نظریه است. علاوه بر مدل‌های قیاسی، مانند نقشه، مدل‌های ریاضی هم برای نمایش عینی نظریه‌ها استفاده شد. فرایند مدل‌سازی بر علمی بودن جغرافیا و خویشاوندی آن با سایر شاخه‌های علم کمک کرد. همه‌ی این مدل‌ها فضایی بودند، یعنی از عناصر فضایی (نقطه، فاصله، جهت) تشکیل شده‌اند. بدین ترتیب توسعه‌ی انقلاب کمی سبب توسعه‌ی تحلیل فضایی گردید. در نتیجه، در پی انقلاب کمی و با اتکا به فلسفه‌ی اثبات‌گرایی، تحلیل فضایی به مثابه‌ی مسیر اصلی جغرافیا در آمد. نگرش تحلیل فضایی ابتدا در جغرافیای انسانی رایج شد و سپس به جغرافیای طبیعی هم راه پیدا کرد. شاخه‌ی آب و هواشناسی و جغرافیای زیستی کاملاً ماهیت فضایی دارند. در شاخه‌ی ژئومورفولوژی هم به تدریج دیدگاه دیویسی به روش‌های تحلیل فضایی تغییر یافت و اندازه‌گیری‌های کمی در حوضه‌های آبریز (مانند فیزیوگرافی حوضه و حرکات دامنه‌ای) شروع شد. در این باره، بانگه اظهار کرد بعد از روی آوردن به تحلیل فضایی متوجه شدیم چرا رودخانه‌ها ماندر دارند. براین بری در زمینه موضوعات شهری کار کرد. در انگلستان هم چورلی و هگت و استرالر روش های کمی را رونق دادند. هگت کتاب *تحلیل مکانی* را نوشت و روش‌های کمی را در دانشگاه کمبریج تدریس کرد. این افراد در امریکا و انگلستان جغرافیای سنتی را عوض و جغرافی نو را مبنی بر روش‌های کمی و ریاضیات و آمار پایه‌گذاری کردند. کتاب *سازمان فضایی* آبلر و همکاران (Abler, et al., ۱۹۷۱) و کتاب *سازمان فضایی جامعه* موریل (Morril, ۱۹۷۰) تغییرات بنیادی ایجاد کرد و جغرافیای جدید آغاز شد (Johnston, ۲۰۰۸) و نظریه‌هایی مانند نظریه‌ی نزدیک‌ترین فاصله، مدل جاذبه و نظریه‌ی سطوح روند استفاده گردید. هم‌زمان با کارهای نظری، کارهای روش‌شناسی جدید نیز مطرح شد. در دهه‌ی ۱۹۶۰، که اوج رشد روش‌های کمی و تحلیل فضایی بود، کتاب‌های مهمی در این زمینه نوشته شد، مانند *تحلیل مکانی* هگت (Haggett, ۱۹۶۶)، *مدل‌ها در جغرافیا* (Chorley and Haggett, ۱۹۶۷) و *تحلیل آماری در جغرافیا* (King, ۱۹۶۹). در دهه‌ی ۱۹۷۰ نظریه‌ی مکان مرکزیِ ساده به نظریه‌ی کامل و پیچیده‌ی مکان‌یابی تبدیل شد. شباهت‌های فضایی بانگه به مفاهیم پیچیده‌ای چون خودهمبستگی فضایی و آمار فضایی و زمین‌آمار تبدیل گردید. یعنی تحلیل فضایی خیلی گسترده‌تر و پیچیده‌تر شد.

تحلیل فضایی

منشأ تحلیل فضایی پیشینه‌ای طولانی دارد و به زمان بطلمیوس (Ptolemy) (۱۶۸ تا ۹۰ پیش از میلاد)، جغرافی‌دان مصری، بر می‌گردد که می‌گفت برای درک پدیده‌های زمین باید آن‌ها را تجزیه کرد. زیرا از طریق تجزیه الگوها به روابط و عناصر ساده و اولیه می‌توان ساختار و عوامل آن‌ها را به دقت فهمید (Curry, ۲۰۰۵). در سده‌ی هفدهم وارنیوس، جغرافی‌دان آلمانی، کتاب *جغرافیای*

عمومی را بر اساس آرای بطلمیوس نوشت. در اواخر قرن هفدهم و اوایل قرن هجدهم، نیوتون کتاب وارنیوس را در کمبریج تدریس کرد. در اواسط قرن نوزدهم تحلیل فضایی در فرم کارتوگرافی و ژئودزی و جغرافیای ریاضی به صورت دروس اصلی تدریس جغرافیای دانشگاهی در آمد. ورود کامپیوتر به جهان علم سبب تحول و بسط هر چه بیشتر تحلیل فضایی شد. تحلیل فضایی به مرتبه‌ای فراتر از پارادایم رسید، یعنی به جای افول احتمالی در آینده ویژگی ذاتی جغرافیا شد و با اتکا به سه رکن اصلی یعنی فلسفه‌ی اثبات‌گرایی، انقلاب کمی و پردازش‌های کامپیوتری به صورت مسیر و چهارچوب اصلی تحقیقات جغرافیایی در آمد. این تحول سبب شد دانشگاه هاروارد که دپارتمان جغرافیای خود را در ۱۹۴۸ به دلیل عدم شایستگی آن در جایگاه رشته‌ی دانشگاهی بسته بود (Smith, ۱۹۸۷) دوباره در سال ۲۰۰۵ با نام جدید مرکز تحلیل های جغرافیایی بازگشایی کند (Richardson, ۲۰۰۵). بهترین و واضح‌ترین آغاز تحلیل فضایی نگارش کتاب معروف بری و ماربل در زمینه‌ی تحلیل فضایی (Berry and Marble, ۱۹۶۸) بود.

جغرافیای طبیعی تا اواسط دهه‌ی ۱۹۵۰ به صورت توصیف کلامی درباره‌ی دیدگاه دیویس بود و خیلی تغییر نداشت. اما چورلی در دانشگاه کمبریج تحلیل فضایی را در ژئومورفولوژی تبیین نمود. تابلر هم کارتوگرافی را تغییر داد و تحلیل فضایی را در آن مطرح کرد. او با ترکیب کارتوگرافی و ریاضیاتْ جغرافیای تحلیلی را پایه‌گذاری کرد. دیوید هاروی با نوشتن کتاب *تبیین در جغرافیا* تحلیل فضایی را از نظر فلسفی محکم کرد. بک (Beck, ۱۹۶۷)، که جغرافی‌دان نبود، پس از بررسی تحقیقات دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به این نتیجه رسید که جغرافی‌دانان عمدتاً به صورت فضایی فکر می‌کنند و می‌خواهند بدانند که الگوهای فضایی چیست و چرا اتفاق می‌افتد و چه نظم مکانی وجود دارد. از نظر گودچایلد و انسلین (Goodchild and Anselin, ۲۰۰۰) جغرافیا می‌کوشد رابطه‌ی بین انسان و محیط را در روی مکان به تصویر در آورد و، در این باره، می‌کوشد نظریه‌ی فضایی را بسط دهد. او می‌کوشد با استفاده از ابزار تحلیل فضایی ویژگی فضایی داده‌های فضایی را درک و استدلال کند. استدلال آن‌ها عمدتاً فضایی است. موجزتر این‌که جغرافی‌دانان فضایی فکر می‌کنند و هر بحث یا موضوعی را در قالب اصول و معیار های فضایی بررسی می‌کنند.

مفاهیم اولیه‌ی جغرافیا عمدتاً منشأ فضایی دارد. از مفاهیم اولیه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: هویت مکانی، مکان، مرز، فاصله. مفاهیم کلان از ترکیب این مفاهیم ساخته می‌شوند، مانند پراکندگی از ترکیب چندین مکان، ناحیه از ترکیب چندین پدیده‌ی مکانی و جهت و جهت گیری، سلسله‌مراتب و حاکمیت مکانی از ترکیب بزرگی و مکان. همچنین، در پی این‌ها مفاهیم پیچیده‌ی کلان‌تر مانند الگو، پخش، تراکم مکانی، هماهنگی مکانی، خوشه‌بندی، تداخل مکانی، شبکه‌ی مرجع، هماهنگی جغرافیایی، ناحیه، مقیاس و نمایش جغرافیایی پدید می‌آید. بر این اساس عمده‌ی دانش جغرافیایی ماهیت فضایی دارد (Golledge, ۲۰۰۲). چنین مواردی توانایی و ابزار مکانی یا فضایی را تشکیل می‌دهد. پس، جغرافی‌دان باید توانایی فضایی داشته باشد و به ابزار فضایی مسلط باشد تا بتواند به دانش جغرافیایی دسترسی پیدا کند. همه‌ی این بحث‌ها در نگرش تحلیل فضایی شکل گرفته‌اند. گولج، در تحلیلِ نهایی، نتیجه می‌گیرد که جغرافیا برای زنده ماندن و استقلال خود باید ماهیت فضایی داشته باشد و بر مفاهیم و ابزار فضایی مسلط شود. در چهارچوب تحلیل فضایی نظریه‌های مهم جغرافیایی مانند وابستگی فضایی، ناهمگنی فضایی، تداخل فضایی، ساختار فضایی و سازمان فضایی ارائه می‌شود (Miller, ۲۰۰۸). این نظریه‌ها سنگ پایه‌ی تحقیقات امروزی و موارد کاربردی علم جغرافیا را تشکیل می‌دهد. وابستگی یا خودهمبستگی فضایی در کنار ساختار منطقه‌ای محور اصلی درون‌یابی جغرافیایی و علم زمین‌آمار است. ناهمگنی فضایی تحقیقات ناحیه‌بندی را پایه‌گذاری کرده است. نظریه‌ی تداخل فضایی اساس

همه‌ی حرکت‌های فضایی مانند مهاجرت و انتشار فرهنگ‌ها را تشکیل می‌دهد. سازمان فضایی منطق فضایی را ایجاد می‌کند و فرایندهای فضایی بر اساس سازمان فضایی انجام می‌شود.

در دهه‌ی ۱۹۹۰ جغرافیای انسانی به طرف چندنگرشی سوق داده شد و، به اصطلاح، دوره‌ی فرهنگی آغاز شد. از همین رو، تحلیل فضایی تا حدودی محدود و ضعیف شد. اما مجدد در قرن بیست و یکم جغرافیای انسانیْ غیر مستقیم دو روش کمی و کیفی را در تحقیقات خود پیش گرفت. تحقیقات کمی به طرف تحلیل فضایی و روش‌های کمی رفت و تغییر دوره‌ی فرهنگی و ورود نظریه‌های اجتماعی و مارکسیسم به رواج روش‌های کیفی انجامید. اکنون، دو روش کمی و کیفی رایج هستند (Johnston, ۲۰۰۸) که بعضی افراد از هر دو روش یک‌جا (روش آمیخته) استفاده می‌کنند. تحلیل فضایی دو کار اصلی یعنی توصیف و استدلال را درباره‌ی الگوهای پراکندگی مکان انجام می‌دهد. حتی پیش‌بینی نیز می‌کند و آثار تغییرات رفتار فضایی انسان را در چشم‌اندازهای طبیعی مطالعه می‌کند. در این زمینه، از روش‌های آماری و ریاضیات بهره می‌برد. در هر صورت، به تدریج روش‌های آماری در جغرافیای انسانی گسترش یافت و تحلیل فضایی به صورت نگرش عمیق و پایه‌ای در مطالعات جغرافیا در آمد. امروزه، به استثنای بعضی موارد مطالعات کیفی، در اکثر مطالعات کل جغرافیا روش‌های کمی و ریاضی رایج شده است. هیچ جغرافی‌دانی نمی‌تواند بدون استفاده از روش‌های آماری چه در زمینه‌ی توصیف پراکندگی‌ها و چه در زمینه‌ی آزمون فرضیه‌ها تحقیق علمی اساسی انجام دهد.

گودچایلد و ژانل (Goodchild and Janelle, ۲۰۰۴) ویژگی‌های مهم تحلیل فضایی را به شرح زیر بیان می‌کنند:

۱- در رویکرد فضایی داده‌ها از همه‌ی منابع با همدیگر یکپارچه می‌شوند، زیرا فضا تنها ظرفی است که می‌توان همه‌ی داده‌ها را در آن قرار داد؛
۲- الگوهای فضایی ما را به عوامل و فرایندهای کنترل‌کننده‌ی آن‌ها هدایت می‌کند؛
۳- نظریه‌های فضایی بر اساس عناصر اولیه‌ای مانند فاصله، مکان و جهت ساخته می‌شوند، برای نمونه رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (Fotheringham, et. al., ۲۰۰۴) با عنایت به شرایط ویژه‌ی مکان‌های گوناگون وزن‌های متفاوتی می‌گیرد.
۴- پیش‌بینی، طراحی، سیاست‌گذاری و سرانجام برنامه‌ریزی فضایی در رویکرد فضایی عملی‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود.

افرادی چون هاگت (Hagget, ۲۰۰۱)) تحلیل فضایی الگوهای فضایی و روابط فضایی و متیو و هربرت (Mathews and Herbert, ۲۰۰۴) تغییرات فضایی، پراکندگی‌های فضایی، روابط فضایی و سازمان‌های فضایی را بررسی کرده‌اند. بررسی دقیق چهار پرسش جغرافیا (نخستین پرسش‌ها) نیز تحلیل فضایی را تداعی و تفسیر می‌کند. دو سؤال چه چیز و کجا موضوع جغرافیا یعنی پراکندگی پدیده‌ها در روی زمین و دو سؤال چگونه و چرا هدف جغرافیا یعنی توصیف و استدلال پراکندگی‌هاست. بعضی‌ها نیز تحلیل فضایی را علوم فضایی می‌نامند و بر آن هستند که این تحلیل درباره‌ی الگوها و فرایندهای فضایی صحبت می‌کند (Hagget, ۱۹۹۰; Law, ۲۰۰۴). بنابراین بر اساس همه‌ی منابع و شواهد تحلیل فضایی دیدگاه اصلی و کاربردی جغرافیا است.

تحلیل فضایی از دیدگاه فلسفه علم

با توجه به مطالب پیشین، فرایند تحلیل فضایی توصیف چگونگی و استدلال چرایی پراکندگی‌ها را شامل می‌شود. نتیجه‌ی این فرایند تولید دانش علمی مستند و، نهایتاً، تبیین پراکندگی‌ها (Harvey, ۱۹۶۹) است. اگر تبیین را روشن کردن و آگاه کردن فرد درباره‌ی پدیده یا فرایند تعریف کنیم، نتیجه‌ی هر دو فرایندِ توصیف و استدلالْ تبیین است. در فرایند توصیف نظریه‌ها ساخته می‌شوند و در فرایند استدلال نظریه‌های موجود برای پاسخ‌گویی به سؤال و تعمیم نظریه در موارد بیشتر آزمون می‌شوند. از نظر هستی‌شناسی تأکید جغرافیا بر پراکندگی‌هاست. یعنی پراکندگی پدیده‌هایِ عینی یا ذهنی را مطالعه می‌کند. موضوعی خارج از محدوده‌ی پراکندگی نمی‌تواند موضوع جغرافیایی باشد. البته بحث‌ها و تحقیقاتی هم در زمینه‌ی مسائل عمومی و سیستماتیک انجام می‌شود که مقدمه و اصول لازم را برای تبیین پراکندگی‌ها فراهم می‌آورد. مثلاً توصیف مفاهیم عمومی مانند برنامه‌ریزی یا مهاجرت در چهارچوب موضوعات جغرافیایی مطالعه می‌شود. تعریف و تحدید مفاهیم جغرافیای طبیعی (تپه‌ی ماسه‌ای، بارش، درخت و غیره) مفاهیم مستقل و واقعی هستند و با تفکر انسان تغییر نمی‌کنند. اما مفاهیمی چون خطر، بحران، بارش شدید و مدیریت خوب مفاهیم ساخته‌ی ذهن انسان است و از فردی به فرد دیگر فرق می‌کند. با وجود این مطالعه‌ی آن‌ها برای جغرافیا تفاوتی ندارد، زیرا جغرافیا همه‌ی این هستی‌های عینی و ذهنی را در چهارچوب پراکندگی مطالعه می‌کند. مثلاً پراکندگی بارش‌های شدید و پراکندگی آسیب‌پذیری یا پراکندگی بارش سالیانه، همه، در زمین مطالعه می‌شود. در هر دوِ این هستی‌ها ویژگی فضایی آن‌ها هستی مستقل و عینی است، یعنی این‌که مکان بارش شدید و سیل خسارت‌بار وجود دارد و مستقل و عینی است. جغرافی‌دان در مطالعه‌ی پراکندگی‌ها آن‌ها را نمی‌سازد، بلکه کشف می‌کند. گستردگی و شدت مکانی پراکندگی هیچ ارتباطی به تفکر جغرافی‌دان ندارد و جغرافی‌دان در تحقیق مشارکت ندارد، یعنی در نتایج تحقیق اثر ندارد و نتایج مستقل از آرای او استخراج می‌شود. دانش پراکندگی‌ها دانش مستقل و عینی است و ساخته و یا ذهنی نیست. پس، موضوعات جغرافیایی آن‌جایی که به زمین مربوط می‌شوند مستقل هستند و فقط خود متغیر می‌تواند عینی یا ذهنی باشد. بر این اساس موضوعات مورد مطالعه‌ی تحلیل فضایی از نظر مکان زمینی و عینی هستند.

روش‌شناسی جغرافیا در حیطه‌ی پراکندگی‌ها روش‌شناسی کمی و تجربی یا عینی‌گراست. یعنی محقق باید پراکندگی پدیده‌های طبیعی مانند تپه‌های ماسه‌ای یا فراوانی شهرها و زمین‌های کشاورزی را مطالعه و به صورت نقشه ترسیم کند. این نوع روش‌شناسی کاملاً روش‌شناسی کمی و تجربی است. مفاهیم جغرافیای طبیعی در کل با روش تجربی مطالعه می‌شوند. در جغرافیای انسانی ممکن است اندازه‌ی یک ویژگی معینی مانند مطلوبیت آب و هوای مکان به صورت ذهنی تعیین شود و از انسانی به انسان دیگر فرق داشته باشد. در این‌جا نیز نقشه‌ی پراکندگی از طریق تجربی و کمی حاصل می‌شود. تفاوت اصلی در ساختن مفاهیم انسانی است که به صورت ذهنی ساخته می‌شود. اما ترسیم نقشه و تحلیل متن نقشه از طریق تجربی انجام می‌شود. از نظر معرفت‌شناسی دانش نهاییِ تحلیل فضایی باید نظریه‌هایِ مستند به دست دهد. یعنی از این نظر تحلیل فضایی در پارادایم اثبات‌گرایی قرار می‌گیرد. طبق این فلسفه، دانش علمی همان قوانین و نظام پراکندگی‌هاست که به صورت فرضیه آزمون و در قالب نظریه بیان می‌شود. روش کسب این دانش هم تا جایی که به روش‌های تحلیل فضایی مربوط می‌شود تجربی و کمی است. امروز خیلی از جغرافی‌دانان حتی در جغرافیای انسانی هم برای رسیدن به دانش مستند و آزمون فرضیه‌های خود از اثبات‌گرایی انتقادی استفاده می‌کنند. از نظر اصول منطق هم باید این طور باشد، زیرا در هر دو شاخه‌ی جغرافیا نظریه از طریق روش استقرا حاصل می‌شود. در روش استقرا به یافته‌ای محرز نمی‌رسیم. از این روست که فرضیه تأیید شده نظریه نامیده می‌شود نه قانون. در دیدگاه

تحلیل فضایی جغرافی‌دانان بر اساس این نظریه‌ها توزیع جمعیت انسانی در زمین و بهره‌برداری از منابع را برنامه‌ریزی و پیش‌بینی می‌کنند.

درباره‌ی اثبات‌گرایی، گفتنی است تلقی منفی از آن را جامعه‌شناسان برای کسانی بیان کردند که درصدد بودند مسائل جامعه را بر اساس قوانین طبیعی مدیریت کنند. از نظر جامعه‌شناسان منتقد قوانین سخت طبیعت در جامعه‌ی انسانی وجود ندارد. تردید کمی می‌توان درباره‌ی چنین گزاره‌ای کرد؛ صحت مسائل اجتماعی از قوانین محکمی مانند طبیعت تبعیت نمی‌کنند. اما پراکندگی‌ها جزو مسائل جامعه نیستند. پراکندگی قیمت زمین و درآمد خانواده و دین و اخلاق مردم و جامعه فی‌نفسه از قوانین و نظریه‌های محکم تبعیت می‌کند. از این رو، جغرافی‌دانانی که فلسفه‌ی اثبات‌گرایی را ــ به هر شکلی که باشد ــ ملامت می‌کنند شاید از واقعیت و ماهیت مطالعه‌ی جغرافیا آگاه نیستند. جغرافیا با مسائل جامعه سر و کار ندارد. جغرافیا در پی تصمیم‌گیری‌های غیر فضایی انسان و تغییر اخلاق و رفتار او نیست، بلکه جغرافیا پراکندگی‌های حاصل از رفتار انسان را مطالعه می‌کند. از این نظر، کاملاً در چهارچوب فلسفه‌ی اثبات‌گرایی حرکت می‌کند. بدین دلیل است که نگارنده تحلیل فضایی را در هر دو شاخه‌ی جغرافیا در حیطه‌ی فلسفه‌ی اثبات‌گرایی می‌داند که باید به نظریه‌های فضایی ختم شود. زمینه‌ها یا موضوعات مهم مطالعه‌ی تحلیل فضایی به شرح زیر خلاصه شده‌اند:

توصیف چگونگی پراکندگی‌ها. اولین کار مطالعه‌ی جغرافیایی یا تحلیل فضایی شرح ساختار پراکندگی‌هاست. منظور از ساختار وجود هر نوع رفتار فضایی به غیر از حالت تصادفی است. پراکندگی داده‌های جغرافیایی تصادفی نیست. هر نوع پراکندگی یک الگو نامیده می‌شود و یک رفتار فضایی خاصی دارد که بر اثر دلیل خاصی ایجاد شده است. مثلاً پراکندگی و کاهش تراکم درختان در دامنه‌ی شمالی البرز به دلیل تغییرات میزان بارندگی و رطوبت خاک است. برای شناخت ساختار غیر تصادفی پراکندگی‌ها از شاخص‌های آماری متعددی استفاده می‌شود. پس از شناسایی ساختار پراکندگی، ویژگی‌های کلی آن مانند میانگین و واریانس فضایی بررسی می‌شود. اولین قدم در شناخت ساختار پراکندگی‌ها مطالعه‌ی اکتشافی آن‌هاست که با مشاهده و اندازه‌گیری‌های کمی ساختار کلی به دست می‌آید. مثلاً، درباره‌ی فراوانی سرماهای خسارت‌بار در ایران متوجه می‌شویم که در مناطق کوهستانی بیشتر از مناطق جلگه‌ای است. در مرحله‌ی تحقیق توصیفی، جغرافی‌دان برای تبدیل یافته‌های اکتشافی به دانش علمی در پی نظریه‌سازی است و این نظریه را به صورت فرضیه در می‌آورد و آزمون می‌کند. در صورت تأیید آن ساختار غیر تصادفی پراکندگی شناخته می‌شود. ناهمگنی فضایی پراکندگی با استفاده از شاخص واریانس فضایی اندازه‌گیری می‌شود. از روی این شاخص نواحی جغرافیایی شناسایی می شود. ساختار فضایی یا رفتار غیر تصادفی به دو صورت مشاهده می شود. ساختار منطقه ای تغییر منظم پراکندگی را در کل منطقه نشان می دهد و بر اساس مدل های زمین‌آمار مانند رگرسیون و یا سطوح روند مطالعه می‌شود. ساختار محلی(Tobler, ۱۹۷۰)، در هر نقطه ای تا شعاع معینی مشاهده می شود و با استفاده از شاخص‌هایی مانند واریوگرام شناسایی می‌شود.

ساختار فضایی همان نظم مکانی است که جغرافیدان در مطالعه پراکندگی ها بدست می آورد. اگر این نظم مکانی در نقاط متعدد جهان مشاهده شود به صورت قانون فضایی مطرح می شود. مثلا اگر دما در اکثر نقاط جهان با ارتفاع کاهش یابد به صورت قانون " کاهش دما با ارتفاع" بیان می گردد. بنابراین نتیجه‌ی نهایی توصیف چگونگی پراکندگی‌ها ساختن نظریه‌هاست. با عنایت به اینکه روش اصلی مطالعه در توصیف پراکندگی‌ها استقراست و یافته استقرایی هم صد در صد نیست، یافته حاصل نمی تواند قانون تلقی شود. در نتیجه تئوری یا قانون تجربی گفته می شود. این تئوری یا نظریه ممکن است بعداً اصلاح یا تغییر یابد.

شناسایی تغییرات در امتداد مؤلفه‌های مکان یعنی عرض و طول و ارتفاع نیز توصیف است و نه استدلال. شناسایی رابطه‌ی فضایی بین دو پراکندگی هم مانند رابطه‌ی بین رطوبت خاک و تراکم پوشش گیاهی برای اولین‌بار توصیف نامیده می‌شود. در واقع نگرش انسان و محیط در این چهارچوب قرار می‌گیرد یعنی جغرافی‌دان می‌کوشد رابطه‌ی فضایی بین پراکندگی انسان و منابع طبیعی را (مانند آب و خاک و پوشش گیاهی) مطالعه کند. پس معلوم می‌شود که نگرش تحلیل فضایی عمیق‌تر و گسترده‌تر از دیگر نگرش‌هاست و همه آنها را در بر می گیرد. دستاورد نهایی تحقیق توصیفی موارد زیر است:

- شرح ویژگی‌های عمومی پراکندگی مانند میانگین و واریانس و کوواریانس و ضریب تغییرپذیری و بیضی استاندارد؛
- شناخت ساختار پراکندگی؛
- شناسایی روند تغییرات منطقه‌ای در راستای مؤلفه‌های مکان و هر امتداد دیگری؛
- شناسایی ناحیه‌های ممکن بر اساس یک یا چند متغیر؛
- شناسایی رابطه‌ی فضایی بین دو یا چند متغیر؛ رابطه انسان و محیط در این دستاورد قرار دارد.

استدلال پراکندگی‌ها. جغرافیا نیز مانند همه‌ی علوم دیگر در پی علت و دلایل پراکندگی‌هاست. بدین جهت بعد از انقلاب کمی استدلال یا تحقیق استدلالی جزو مطالعات جغرافیا قرار گرفت که بسیاری آن را جغرافیای علمی نامیدند. البته به کار بردن مفهوم علمی فقط به مطالعات استدلالی درست نیست، زیرا هر دو فرایندِ توصیف و استدلال تلاش علمی هستند و منجر به نظریه یا دانش علمی می‌شوند. استدلال جغرافیایی استدلال فضایی است یعنی این‌که در توجیه پراکندگی‌ها از رابطه‌ی فضایی بین آن‌ها با پراکندگی (های) دیگر استفاده می‌کند. برای استدلال فراوانی سیلاب در شهر تهران به پراکندگی‌های دیگری مانند شدت بارش و شیب زمین و پوشش گیاهی توجه می‌شود. افزایش شدت بارندگی به مقادیر بالای ظرفیت نفوذپذیری خاک، افزایش شیب زمین و کاهش تراکم پوشش گیاهی سبب فراوانی سیل می‌شود. بدین جهت محقق جغرافیا باید بر اساس معلومات خود و با استناد به نظریه‌های جهانی، پراکندگی‌های مؤثر را با اطمینان بالاتری شناسایی کند و رابطه‌ی بین آن‌ها و پراکندگی مورد نظر را محاسبه و آزمون کند تا عوامل یا پراکندگی (های) مؤثر شناخته شود. پردازش و انجام چنین رابطه‌ای به اندازه‌گیری و محاسبات ریاضی و آماری نیاز دارد، یعنی فرایند تحلیل فضایی. استدلال‌های روش کمی معمولاً با آستانه‌ی اطمینان معینی انجام می‌شود. در موارد معمولی این آستانه حدود ۹۵ درصد و یا بیشتر است. توجیه پراکندگی رگبارهای آذربایجان با صرف محاسبه‌ی رابطه‌ی همبستگی آماری آن با میزان رطوبت توده‌های هوا کافی نیست، بلکه باید این همبستگی از طریق پردازش‌های آماری در حداقل اطمینان ۹۵ درصد آزمون و تأیید شود. محقق برای آزمون و تایید ادعای خود طبق پارادایم اثبات‌گرایی انتقادی فرضیه‌ی نفی می سازد و می‌کوشد آن را رد کند. در صورت رد شدن فرضیه نفی، ادعای محقق فعلاً تأیید می‌شود، البته با اطمینان ۹۵ تا صد در صد. تأیید فرضیه‌ی تحقیق نظریه‌ی جهانی را توسعه و گسترش می‌دهد. در صورت رد شدن فرضیه‌ی تحقیق باید در جست‌وجوی اصلاح و یا جایگزینی نظریه‌ی جهانی بود.

درون‌یابی: یکی از مهم‌ترین اهداف تحلیل فضایی استخراج داده برای نقاط بدون داده است. برای نمونه در همه جای ایران ایستگاه هواشناسی وجود ندارد. اما کاربران مانند کشاورزان دوست دارند در همه‌ی جای ایران کشاورزی کنند و برای این منظور به داده‌های هواشناسی نیاز دارند. برای این منظور باید بر اساس داده‌های موجود اطراف برای نقطه مورد نظر داده تهیه کرد. این فرایند به درون‌یابی موسوم است. روش‌های اولیه و ساده‌ی این کار میانگین و یا مثلث‌بندی و غیره است، که هیچ‌کدام دقیق نیستند. از نظر متخصصان زمین‌آمار درونیابی باید بر اساس ساختار پراکندگی یعنی هر دو رفتار منطقه‌ای و محلی انجام شود. این

روش درون‌یابی در کل کریجینگ (Krige, ۱۹۶۶) نامیده می‌شود که در شرایط فعلی دقت آن از سایر روش‌ها بیشتر است. فرایند درون‌یابی از مهم‌ترین فرایندهای تحلیل فضایی است و جغرافی‌دانان چون خود را متولی پراکندگی‌ها و داده‌های زمین می‌دانند باید بتوانند داده‌های دقیق و درست برای کاربران ایجاد کنند. همه‌ی کاربران داده‌های زمینی به این روش نیازمند هستند و جغرافی‌دان موظف است در همه‌ی جای زمین داده‌ی نسبتاً دقیق (با اطمینان حداقل ۹۵ درصد) در اختیار کاربران قرار دهد.

برنامه‌ریزی فضایی: پس از توصیف و استدلال منطقی و درست پراکندگی‌ها و استخراج داده برای نقاط بدون داده، نوبت به کاربرد این دانش در سطح جامعه می‌رسد. به عبارت دیگر، همه‌ی مراحل توصیف و استدلال به منزله‌ی تبیین کامل تحلیل فضایی به معرفت یا دانش علمی پراکندگی‌ها می‌انجامد و زمینه‌ی کاربرد این دانش علمی را فراهم می‌کند. اکنون جغرافی‌دان باید بتواند دانش خود را در حل مسائل به کار ببرد. این مرحله‌ی کاربردی دانش فضایی در چهارچوب برنامه‌ریزی فضایی صورت می‌گیرد. جغرافی‌دان می‌تواند بر اساس دانش فضایی داشته‌ها و نداشته‌ها مناطق پرمخاطره را شناسایی کند و عوامل خطر را تشخیص دهد. بر این اساس می‌توان اولاً جمعیت انسانی را از مناطق پر خطر دور کرد و ثانیاً می‌توان در توزیع جمعیت یا بهره‌برداری از منابع طبیعت برنامه‌ی منطقی و مطابق با شرایط محیط ارائه داد. برنامه‌ریزی فضایی مهم‌ترین و بنیادی‌ترین زیرساخت توسعه و تعالی هر ناحیه است. در صورت اجرای درست آن، همه‌ی مخاطرات محیطی مانند گرمایش هوا و خشک‌سالی و قحطی و کم‌آبی از بین می‌رود، زیرا همه‌ی انسان‌ها با توجه به توانمندی‌های محیط توزیع شده و فعالیت می‌کنند. در هیچ‌جایی به محیط صدمه وارد نمی‌شود. همه‌جا زندگی در حال تعادل است، در این صورت است که شعارهای کنفرانس ریو + ۲۰ عملی می‌شود و جهان به مدینه‌ی فاضله می‌رسد.

نتیجه‌گیری

تحلیل فضایی نگرش اصلی جغرافیاست که بعد از جنگ جهانی دوم در پی تمایل جغرافی‌دانان به استخراج و کشف نظریه‌ها و قوانین جهانی به همراه جغرافیای کمی ایجاد شد. ابتدا در جغرافیای انسانی استفاده گردید و سپس به جغرافیای طبیعی هم گسترش یافت. هدف تحلیل فضایی توصیف و استدلال پراکندگی‌ها به منظور تولید و آزمون نظریه‌های پراکندگی‌هاست. از دیدگاه فلسفه‌ی علم، هستی‌شناسیِ اصلی آن هستی‌شناسی مستقل و معرفت‌شناسی آن عینی است، زیرا ویژگی‌های پراکندگی‌ها چه درباره‌ی متغیرهای انسانی و چه درباره‌ی متغیرهای طبیعی مستقل است و هیچ ارتباطی به تفکر انسان ندارد. دانش نهایی آن دانش علمی است که مطابق با طبیعت و از طریق روش منطقی حاصل می‌شود و عینی و مستقل است. به عبارت دیگر، انسان این ویژگی‌ها یا نظریه‌های پراکندگی‌ها را نمی‌سازد، بلکه آن‌ها را کشف می‌کند. در این باره، انسان فقط مفاهیم مربوط به حیطه‌ی انسانی را مانند آسایش آب و هوایی و مدیریت مناسب شهری تعریف می‌کند. روش‌شناسی اصلی تحلیل فضایی روش‌شناسی کمی است، زیرا بدون استفاده از روش‌های کمی و زبان ریاضی نمی‌توان داده‌های فراوان را خلاصه کرد و به دانش علمی و قابل استفاده تبدیل کرد. تحلیل فضایی در فرایند رسیدن به نظریه و آزمون آن از فلسفه‌ی اثبات‌گرایی انتقادی پوپر و رویکرد قیاسی ـ فرضیه‌ای یعنی همان روش علمی استفاده می‌کند. در پی ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی در دهه‌ی ۱۹۸۰ تحول و بسط تحلیل فضایی چند برابر شد و سیستم اطلاعات جغرافیایی محیط عملیاتی و اجرایی تحلیل فضایی را فراهم آورد. اگرچه جغرافیای انسانی در دهه‌های ۱۹۷۰ به دلیل کمی بودن از این نگرش فاصله گرفت، اکنون همه‌ی رشته‌های جغرافیا به نوعی با این دیدگاه به‌ویژه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی کار می‌کنند. چنین روندی به تدریج به استفاده‌ی هم‌زمان روش‌های کمی و کیفی در جغرافیا

انجامید که به اصطلاح به آن روش آمیخته گفته می‌شود. تحلیل فضاییْ جغرافیا را از یک علم معلومات عمومی به علم استخراج دانش علمی و کاربردی تبدیل کرد. اکنون بیشتر مسائل فضایی انسان را تحلیل فضایی پاسخ‌گوست. در این زمینه، ساختار پراکندگی‌ها شناسایی می‌شود و علت آن‌ها با استفاده از روابط فضایی استدلال می‌شود. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری محدود برای همه‌ی نقاط زمین، از طریق فرایند درون‌یابی، داده مورد اطمینان و قابل استفاده به دست می‌آید. مهم‌ترین کاربرد چنین نگرشی در برنامه‌ریزی فضایی یا آمایش سرزمین است که کلید اصلی همه‌ی فعالیت‌های انسان بر روی زمین و استفاده از پراکندگی‌ها یعنی توان زمین است. فقط با استفاده از این توان تحلیل فضایی می‌توان رابطه‌ی منطقی بین پراکندگی جمعیت انسانی و منابع محیط برقرار کرد. تنها راه تعدیل مخاطرات محیطی و اصلاح زمین بیمار به کارگیری درست برنامه‌ریزی فضایی است. در این صورت است که در هر منطقه انسان با توجه به توان واقعی منطقه فعالیت می‌کند و مخاطره‌ا ایجاد نمی‌شود.

منابع

Abler, R. F., Adams, J. S. and Gould, P. R. ۱۹۷۱: Spatial organization: the geographer s view of the world. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Anselin, L. ۱۹۹۳. Exploratory spatial data analysis and Geographic information systems. Research paper ۹۳۲۹. Regional Research Institute, West Virginia University, Morgantown, USA.

Anselin, L., Florax, R. J. G. M. and Rey, S. J., (eds). ۲۰۰۴. *Advances in spatial econometrics: methodology, tools and applications.* Berlin: Springer.

Barnes, T.J. ۲۰۱۱. Spatial Analysis. In: Agnew, J.A. and D. N. Livingstone (eds.). ۲۰۱۱. *The SAGE Hand book of geographic knowledge*. SAGE Publications, London.

Beck, R.۱۹۶۷. Spatial meaning and the properties of the environment. In Environmental Perception and Behavior. Research Paper No. ۱۰۹, ed. D. Lowenthal, ۱۸˚ ۲۹. Chicago: Department of Geography, University of Chicago.

Berry, B.J.L. and D. F. Marble, (Eds.). ۱۹۶۸. *Spatial Analysis: A reader in geography*. Prentice- Hall Incorporations, Englewood Cliffs, New Jersey.

Bunge, W., . *Theoretical Geography*. Second Edition. Lund Studies in Geography.
Series C: General and Mathematical Geography, No. . Lund, Sweden: Gleerup.

Chorley, R.J. and P. Haggett, (eds). ۱۹۶۷. Models in Geography. London: Methuen.

Curry, M.R.۲۰۰۵. Toward a geography of a world without maps: Lessons from Ptolemy and postal codes. *Annals of the Association of American Geographers*, **۹۵**: ۶۸۰˚۶۹۱.

Fotheringham,A.S., C. Brunsdon, and M. Charlton. ۲۰۰۰. *Quantitative geography: Perspectives on data analysis*. Sage publications, London.

Fotheringham, A.S., C. Brunsdon, and M. Charlton, ۲۰۰۴. Geographically Weighted Regression. Hoboken, NJ: Wiley.

Gethis, A. ۲۰۰۸. A History of the Concept of Spatial Autocorrelation: A Geographer s Perspective. *Geographical Analysis*, **۴۰**:۲۹۷˚۳۰۹.

Golledge, R. G. ۲۰۰۲. The Nature of Geographic Knowledge. Annals of the Association of American Geographers, **۹۲(۱):** ۱˚۱۴.

Goodchild, M. F., and L. Anselin. ۲۰۰۰. Spatially integrated social science: Building the research infrastructure. Paper presented in honor of Reginald Golledge at the Association of American Geographers, Pittsburgh, PA.

Goodchild, M.F. ۱۹۸۸. A spatial geographical perspective on GIS. *International Journal of Geographical Information System*, **۱**: ۳۲۷-۳۳۴.

Goodchild, M.F. and D.G. Janelle, ۲۰۰۴. Thinking spatially in the social sciences. In

M.F. Goodchild and D.G. Janelle, editors, Spatially Integrated Social Science. New

York: Oxford University Press, pp. ۳-۲۲. Gregory, S. ۱۹۶۳. *Statistical methods and the geographer*. London: Longman.

Haggett, P. (۲۰۰۱): *Geography: A Global Synthesis*. Prentice Hall, Harlow, ۸۳۳ pp.

Haggett, P. ۱۹۶۵. *Locational analysis in human geography*. London: Edward Arnold.

Haggett, P. ۱۹۹۰: *The geographer's art*. Oxford: Balckwell.

Hartshorne, R. ۱۹۳۹. *The Nature of Geography: A Critical Survey of Current Thought in the Light of the Past.* Association of American Geographers, Lancaster, PN. USA.

Harvey, D. . *Explanation in Geography*. Arnold, London.

Johnston, R. ۲۰۰۸. Sixty Years of Change in Human Geography. In: *Proceedings of the History of Postwar Social Science Seminars*, London School of Economics, ۲۵ April ۲۰۰۶, edited by Backhouse and Fontaine.

Johnston, R. J. ۱۹۹۴. Spatial Analysis. in R.J. Johnston, D. Gregory and D. M. Smith (eds), The *Dictionary of Human Geography*. Blackwell, Oxford.

King, L.J., ۱۹۶۹. Statistical Analysis in Geography. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Krige, D.G. ۱۹۶۶. Two dimensional weighted moving average trend surfaces for ore-evaluation. *Journal of the South Africa Institute of Mining and Mtallurgy*, ۶۶:۱۳-۳۸.

Law, J. ۲۰۰۴: After method: mess in social science research. London: Routledge.

Mathews, J.A. and Herbert, D.T.(eds). ۲۰۰٤. *Unifying geography: Common heritage, shared future*. Routledge, London.

Miller, H.J. ۲۰۰۸. Geographic theory and geospatial knowledge discovery. IEEE International Conference on Data Mining. Pisa, Italy ° ۱۸ December ۲۰۰۸.

Morrill, R. L. (۱۹۷۴): The Spatial Organization of Society. Duxbury Press, North Scituate, ۲۶۷ pp.

Morrill, R. L. ۱۹۷۰: The spatial organization of society. Belmont CA: Wadworth.

National Science Foundation (NSF). ۲۰۱۱. Geography and spatial sciences (GSS) Program and strategic plan, ۲۰۱۱-۲۰۱۵

Pattison, W.D. . The Four Traditions of Geography. Journal of Geography, ٦۳: - .

Schaefer, F.K. ۱۹۵۳. Exceptionalism in geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*, **٤۳ (۳):** ۲۲٦-۹٤۹.

Richardson, D. ۲۰۰۵. Bringing Geography Back to Harvard. AAG Newsletter of the Association of American Geographers. December ۲۰۰۵.

Smith, N. . Academic War over the Field of Geography: The Elimination of Geography at Harvard, ° . *Annals of the Association of American Geographers,*۷۷*:* - .

Doi: . /j. - . .tb .x

Tobler, W. R. ۱۹۷۰. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, **٤٦:**۲۳٤° ۴۰.

Wilson, A.G. and R.J. Bennet. ۱۹۸۵. *Mathematical methods in human geography and planning*. Wiley, London.