تحلیل درباره لزوم به کارگیری پردازش تصاویرآن ـ لاین در طرحهای برنامه‌ریزی شهری کلانشهر تهران

اکبر کیانی[1]، اکبر پرهیزکار[2*]، حسین شکوئی[3]، محمدحسن قاسمیان یزدی[4]

۱- دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
۲ـ استادیار گروه برنامه‌ریزی شهری،دانشگاه تربیت مدرس
۳- استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس
٤- استاد گروه مخابرات، دانشگاه تربیت مدرس

دریافت: ۸۲/۱۲/۱۸ پذیرش: ۸۳/۳/۱۹

چکیده

رویکرد اصل مشاهده در علوم جغرافیایی به واسطه پیشرفتهای فنی تغییر کرده است؛ به نحوی که در سالهای اخیر به‌کارگیری از تکنیکهای مختلف در این زمینه مشاهده شده است. اهمیت این مسأله به اندازه‌ای است که بزرگترین کامپیوترهای جهان به نام «شبیه‌سازی زمین»[1] در ژاپن و طوفان آبی در آمریکا مرتبط با علوم محیطی و جغرافیایی هستند. جغرافیای سلولی، آتوماتای سلولی در جغرافیا، فازی، شبکه‌های عصبی، الگوریتمهای ژنتیک، نظریه آشوب و جغرافیای فرکتال[2] نیز در جغرافیا محصول رویکردهای مذکور بوده است. این موارد در سطح خرد و کلان، برنامه‌ریزان علوم جغرافیایی و بویژه جغرافیای شهری را بیشتر متوجه مسأله می‌کند. مقاله حاضر بخشی از یک سیستم خودکار و هوشمند برنامه‌ریزی شهری است که برای تحلیل نیاز به ورودیهای آن ـ لاین دارد.

هم اکنون در بیشتر شهرهای مهم دنیا و به‌خصوص در کلانشهرها، دوربینها اطلاعات تصویری پیوسته و آن ـ لاین را تهیه و تولید می‌کنند (مثل دوربینهای شهر شیکاگو، دوربینهای سازمان ترافیک شهر تهران و ...). در سطح شهر تهران و به تبع آن در کلانشهرهای دیگر ایران به نصب دوربینها توجه زیادی شده است. با این وصف اطلاعات ارزشمند به دست آمده هنوز چندان مورد توجه برنامه‌ریزان شهری (به صورت علمی) واقع نشده است. به عبارت دیگر برنامه‌ریزان شهری نتوانسته‌اند از این حجم عظیم و ارزشمند داده‌ها و اطلاعات علمی استفاده کنند. مسأله قابل توجه این است که داده‌ها و اطلاعات تصویری زیادی تولید می‌شوند. این اطلاعات و داده‌ها می‌توانند به ارزش میلیونها تومان به سیستم برنامه‌ریزی شهرها فایده و سود

---

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: E-mail: Parhizgar@yahoo.com

1. earth simulation
2. cellular geography, cellular automata in geography, fuzzy, neural network, genetic algorithm, chaos, Fractal geography

رسانند؛ امّا در ایران این داده‌ها و اطلاعات بسیار ارزشمند هنوز برای متخصصان ذیربط و به‌خصوص برنامه‌ریزان شهری تبیین نشده‌اند.

در این مقاله تلاش بر این است که به کمک داده‌ها و اطلاعات تصویری ابرنقشه الکترونیکی شهر[1] پشتیبانی شود تا سیستم برنامه‌ریزی آن - لاین شهری پویاتر و هوشمندتر گردد. بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که چگونه[2] می‌توان از این داده‌ها و اطلاعات تصویری استفاده کرد؟ و به دنبال آن می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که چگونه با استفاده از روشهای تشخیص الگو، ارتباط بین دنیای واقعی و ابرنقشه الکترونیکی شهر را می‌توان برقرار کرد. با توجه به مطالعه موردی، تصاویر ورودی را می‌توان در دو بُعد کلی تقسیم بندی کرد:

۱- بُعد افقی که معمولاً شامل عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های راداری است.

۲- بُعد عمودی و مایل داخل شهرها می‌باشد که شامل خروجی دوربینها و سنسورهای مختلف در سطح شهر است.

برای آزمون و اثبات این فرضیه، داده‌های بُعد عمودی و مایل به صورت دوربین ثابت و آن - لاین مستقر در یک سلول شهری (منطقه ۵ تهران) که متصل به ابرنقشه الکترونیکی شهر است، انتخاب شدند. روش کار به صورت یک الگوریتم خودکار تهیه شد. نتایج پس از بررسیها و آزمایشهای مختلف در طول روز نشان داد که با احتمال ۸۵ درصد تا ۹۲درصد دقت (در شرایط محیطی مختلف)، در آن- لاین کردن اهداف موفقیت حاصل شده است.

با توجه به نتایج مذکور، فواید و کاربردهای بسیار فراوان موضوع در علوم محیطی، جغرافیایی و بویژه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، در آینده شاهد افزایش دقت سیستم مذکور با روشهای مختلف و روند به‌کارگیری آن در شهرها خواهیم بود.

کلید واژه‌ها: اصل مشاهده، علوم جغرافیایی، پردازش تصاویر آن - لاین، ابرنقشه الکترونیکی شهر، برنامه‌ریزی شهری، تهران.

۱- مقدمه

زمین موجودی زنده است (نظریه گایا، جیمز لاولاک). شهرها نیز موجودی زنده هستند؛ زیرا بر اساس نقش و عملکردشان متابولیسم و تحرک پیوسته‌ای دارند. بنابراین حیات شهرها دارای نبض و پیوستگی خاص است. مسائل و مشکلات شهرها نیز پیوسته هستند و راه حل پیوسته، انعطاف‌پذیر و متناسبی را نیز می‌طلبند.

---

1. urban electronically hyper map

۲. با توجه به اینکه نقشه‌های شهری در سطح پیشرفته‌تر به سنسورهای هوشمند متصل می‌شوند؛ بنابراین این اصطلاح به‌وسیله نگارندگان مطرح شد.

طرحهای کنونی شهرهای ایران به صورت ایستا هستند[۱]. این طرحها در عمل نیز از درصد اجرایی خوب و استانداردی برخوردار نیستند، زیرا تحرک و پیوستگی نظام شهری درون این طرحها در نظر گرفته نشده است و علاوه بر آن طرحها در یک دورهٔ زمانی خاص تهیه می‌شوند: این طرح بعدها نیز به صورت استاتیک جهت برطرف کردن مشکلات جاری (پویای) شهرها اعمال شدند که جواب قابل قبولی نیز ارائه ندادند.

از مهمترین علّتهای مرتبط با موضوع می‌توان موارد زیر را نام برد:

الف) طرحهای مذکور دینامیک (پویا) نیستند.

ب) از داده‌ها و اطلاعات به روز و آن ـ لاین استفاده نمی‌کنند.

ج) قابلیت انعطاف‌پذیری برای آن طرحها تعریف نشده است.

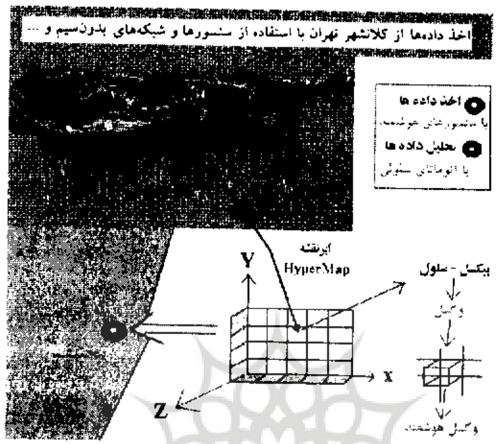
د) واکنششان به سیستم منفعل و عقیم است.

می‌توان گفت که علوم پردازش تصویر با توجه به تولید گسترده تصاویر (تصاویر ماهواره‌ای در باندهای طیفی مختلف، تصاویر دوربینها (وبکم‌ها و سنسورها) به صورت آن ـ لاین و هوشمند می‌توانند بسیاری از مشکلات شهرهای ایران را حل کنند. بویژه اینکه موضوع مذکور در علوم جغرافیایی، جایگاه خاصی در روش تحقیق و به‌کارگیری تکنیکها دارد [۲].

بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که چگونه می‌توان از این داده‌ها و اطلاعات تصویری استفاده کرد؟ و به دنبال آن این فرضیه را مطرح کرد که چگونه با استفاده از روشهای تشخیص الگو می‌توان ارتباط بین دنیای واقعی و ابرنقشه الکترونیکی شهر را برقرار کرد. با توجه به مطالعه موردی، تصاویر ورودی را می‌توان در دو بُعد کلی تقسیم بندی کرد؛ یک بُعد افقی که معمولاً شامل عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های راداری است و دوّم بُعد عمودی و مایل داخل شهرها می‌باشد که شامل خروجی دوربینها و سنسورهای مختلف در سطح شهر است. برای آزمون و اثبات فرضیه، داده‌های بُعد عمودی و مایل به صورت دوربین ثابت و آن ـ لاین مستقر در یک سلول شهری (منطقه ٥ تهران) که متصل به ابرنقشه الکترونیکی شهر می‌شوند، انتخاب شدند. آنگاه روش کار به صورت یک الگوریتم خودکار درآمد.

از آنجایی‌که تحقیق مذکور بخشی از یک سیستم خودکار و هوشمند ابرنقشه الکترونیکی شهر است، برای تحلیل نیاز به ورودیهای آن ـ لاین دارد (شکل ۱)، بنابراین عملیات شبیه‌سازی مبتنی بر ورودی داده‌های آن ـ لاین، آف ـ لاین و سنسوری می‌باشد که عملیات و وزن اصلی کار نیز بر اساس قوانین فیزیکی تعریف شده در برنامه‌ریزی شهری بوده است. شایان ذکر است که این قوانین شهری به صورت برنامه‌های کامپیوتری به وسیله نگارندگان نوشته شده است. تحلیلها نیز به طور

هوشمندانه با استفاده از مدل آتوماتای سلولی[1] انجام شده است. با این حال نتایج این مقاله تأثیر بسیار مهمی بر اجرای عملیات کار اصلی داشته است و برای ورود پدیده‌های مختلف جغرافیایی رویکرد نوینی را پیش‌روی جغرافیدانان و محققان مرتبط با مسائل جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری قرار می‌دهد.

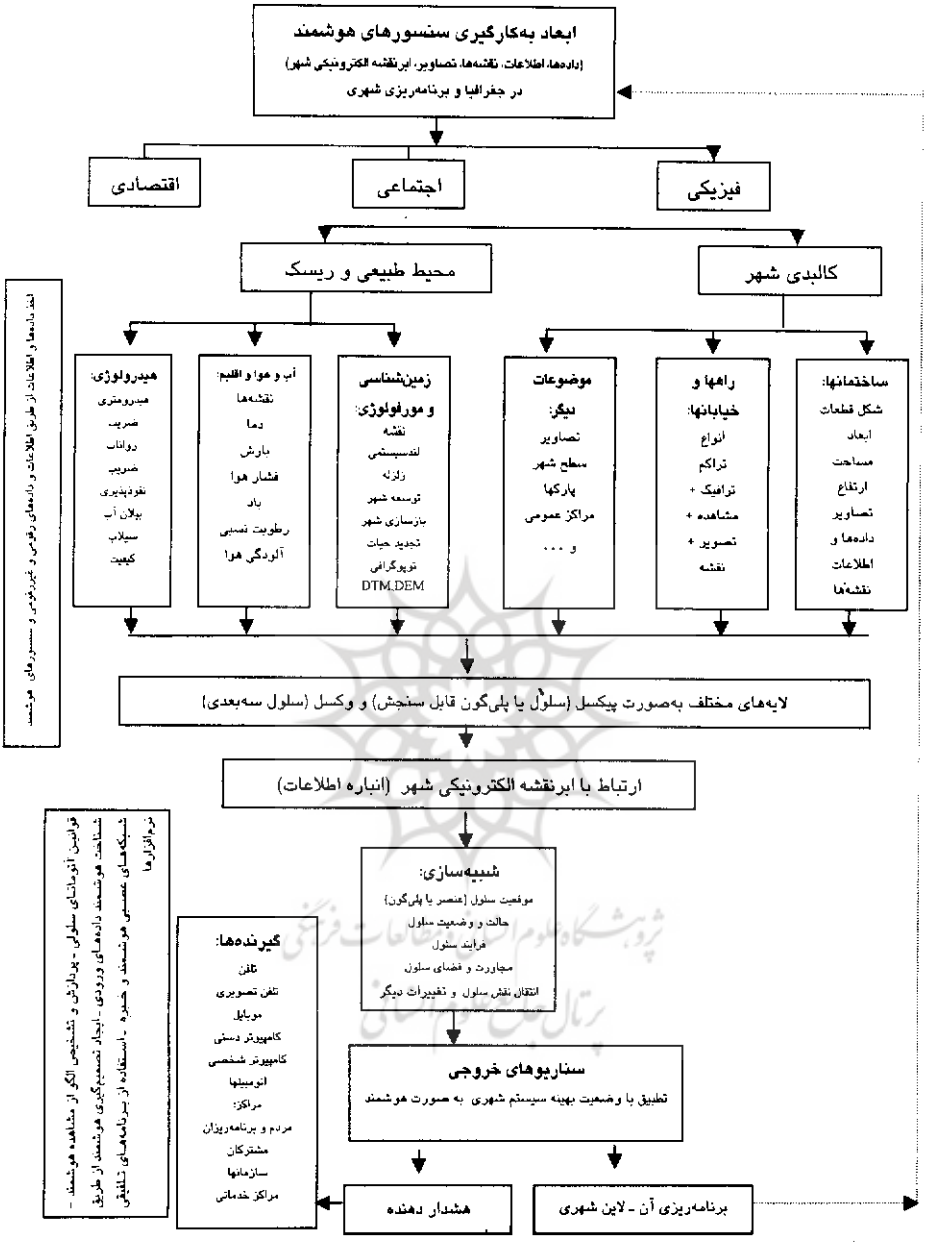


شکل ۱ شمایی کلی از مفهوم ابرنقشه الکترونیکی ابداعی

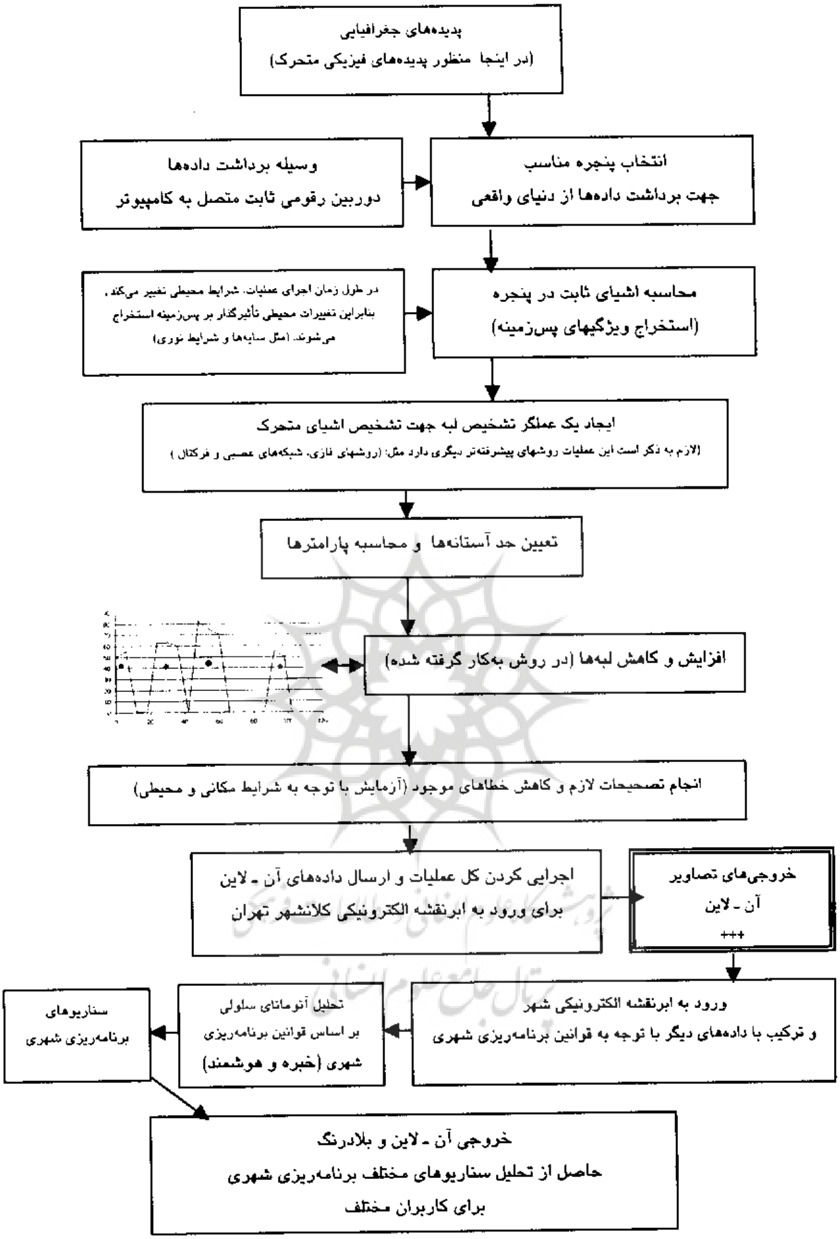
الگوریتم خودکاری شکل ٤ نیز که در این تحقیق آمده است، الگوریتم اصلی در شکل ۲ را پشتیبانی و تأمین می‌کند. به عبارت دیگر ورود داده‌ها و اطلاعات تصویری آن ـ لاین کار اصلی این الگوریتم است و عملیات موازی دیگر از داده‌ها، اطلاعات و نقشه‌های آن ـ لاین و آف ـ لاین است که در قلمرو تحقیق مذکور نیستند؛ ولی در قلمرو کار اصلی بوده‌اند(شکل۲).

بنابراین برای شفاف بودن بیشتر موضوع در اینجا می‌توان گفت که الگوریتم حاصل در شکل۳ هدف اصلی این مقاله است که خروجی آن طی انجام فرایندهایی به صورت خودکار و آن ـ لاین به قسمت مرکزی و تحلیلی ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران منتقل می‌شود و نیاز اصلی سیستم ابرنقشه الکترونیکی شهر را نسبت به این نوع ورودیها برطرف می‌سازد.

1. cellular automata



شکل۲ نمایی مفهومی از شبیه‌سازی و کارایی داده‌ها، اطلاعات، سنسورهای هوشمند و تصاویر آن ـ لاین در ابر نقشه الکترونیکی شهر



شکل ۳ الگوریتم مراحل اجرای عملیات پردازش تصاویر آن ـ لاین جغرافیایی

برای ورود به ابر نقشه الکترونیکی شهر با خروجی آن ـ لاین

۲- ادبیات مسأله

در سالهای اخیر، پیشرفتهای به دست آمده در زمینه علوم کامپیوتری، پردازش تصاویر و همچنین رویکردهای جدیدی که برای استفاده از مزایای به‌کارگیری تصاویر آن ـ لاین مطرح بوده است، کاربردهای به‌کارگیری تصاویر آن ـ لاین را در برخی از زمینه‌ها بیشتر مشخص کرده است. همچنین پیشرفتهای اینترنت و به دنبال آن سیستمهای کنترل از راه دور (کار از راه دور، پزشکی، صنعت، باغبانی از راه دور، و ...)[1] توجه رشته‌های مختلف را (با توجه به ملزومات ایجاب‌شده) به خود جلب کرده است. علاوه بر این شرکتهای مختلف نیز در این راستا دست به کار شده‌اند؛ به طوری که برخی از آنها در زمینه مذکور، شاهد پیشرفتهای کارا و قابل استفاده‌ای شده‌اند[2].

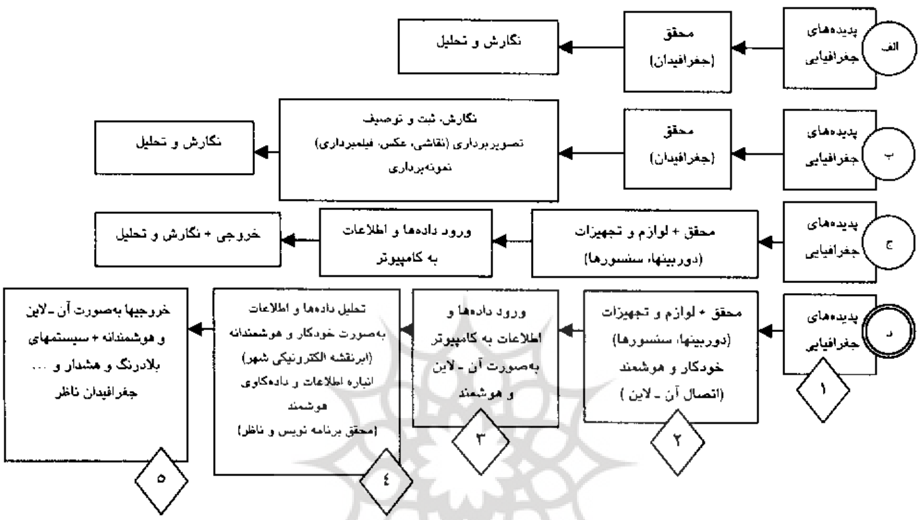
امّا با وجود افزایش تصاعدی فعالیتهای علمی و اجرایی در زمینه‌های مختلف به‌کارگیری از پردازش تصاویر آن ـ لاین، ملاحظه می‌شود که در زمینه مسائل علوم جغرافیایی، محیطی و بویژه برنامه‌ریزی شهری فعالیت جامعی انجام نگرفته است. اگرچه در زمینه تئوریکی در علوم جغرافیایی، اصل مشاهده و برنامه‌ریزی شهری در ایران فعالیتهایی مقدماتی انجام شده است؛ اما واضح است که تکنیکهای بسیار پیشرفته و هوشمندی در این زمینه وجود دارد که می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند[۲]. تبیین این مسأله در علوم جغرافیایی و بویژه در برنامه‌ریزی شهری به عنوان یک سیستم جامع نیاز به فعالیتهای مقدماتی دارد که این مقاله با اجرای الگوریتم عملی و با توجه به پشتوانه‌های تئوریکی با رویکردی ترکیبی این موضوع را تحقق بخشیده است.

تاکنون تحقیق جامعی که بتواند با توجه به زیرساختها و ابعاد مختلف برنامه‌ریزی شهری از داده‌ها و اطلاعات آن ـ لاین به صورت خودکار در ابرنقشه الکترونیکی شهر استفاده کند، انجام نشده است. روند پیشرفت مشاهدات در علوم جغرافیایی برای نشان دادن رویکرد مطرح شده در تحقیق مذکور، در شکل ٤ نیز ارائه شده است. جایگاه تحقیق حاضر، در مرحله (د) از شماره (۱) تا شماره (٤) است.

---

۱. بسیاری از کاربردهای تصاویر آن ـ لاین را می‌توان بوضوح در مقاله‌های ارائه شده به‌وسیله کنفرانسهای داخل ایران ملاحظه کرد. مانند: مجموعه مقاله‌های اولین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران، دانشگاه بیرجند، ۱۷-۱۹ اسفند ۱۳۷۹؛ مجموعه مقاله‌های دوّمین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۲٤-۲٦ بهمن ۱۳۸۱، جلد اول و جلد دوّم؛ مجموعه مقاله‌های شهرهای الکترونیکی و اینترنتی، جزیره کیش ۱۱ تا ۱۳ اردیبهشت ۱۳۸۰؛ مجموعه مقاله‌های همایش کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در روستا، پژوهشکده الکترونیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۵ و ٦ اسفند ۱۳۸۲؛ نهمین کنفرانس سالیانه انجمن کامپیوتر ایران، دانشگاه صنعتی شریف، بهمن ۱۳۸۲.

2. www.axis.com



شکل ۴ نمودار روند پیشرفت مشاهدات در علوم جغرافیایی مرحلهٔ (د) طرح اجرایی نگارندگان است که از شماره‌های ۱ تا ٤ مربوط به داده‌ها و اطلاعات آن ـ لاین تصاویر متحرک در این مقاله می‌باشد.

پدیده‌های جغرافیایی در شکل ٤ شامل تمام پدیده‌های جغرافیایی است که قابلیت ورود به ابرنقشه الکترونیکی شهر را داشته باشند. بنابراین این پدیده‌ها می‌توانند در قلمرو علوم مختلف جغرافیایی قرار گیرند. برای اینکه بتوان توان کار را به شکل بهتر نشان داد از تصاویر متحرک استفاده شده است. لازم به ذکر است که تحقیقات قبلی جامعیت تحقیق مذکور را نداشته‌اند؛ هر چند که از الگوریتمهای آن ـ لاین استفاده کرده باشند [۳، صص ۱۷۵-۱۸۰؛ ٤، صص ۱۸۱-۱۸۸؛ ٥، صص ۲۲۹-۲۳۷؛٦ و ۷]. منظور از جامعیت هم یک سیستم کامل شهری است که در ابرنقشه الکترونیکی شهر و قوانین تعریف شده شهری به صورت پویا متبلور می‌شود. به همین سبب جهت مقایسه با فعالیتهای سابق، تحقیق مشابهی

وجود ندارد. با این حال نمی‌توان نقش تحقیقات و امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری جانبی را که هر کدام به‌صورت جداگانه انجام شده‌اند و می‌توانند سیستم مذکور را پشتیبانی و حمایت کنند، نادیده گرفت. البته تحقیقاتی مرتبط با مقاله حاضر (نه کل سیستم کار به شکلهای مختلف انجام شده است که نتایج آنها به‌صورت مقاله‌های مختلف چاپ شده است[۲، ۸،صص ۸۵-۹۲؛ ۹،صص ۲۸ ـ ۳۵ و ۱۰]،(شکل ۲). بر این اساس می‌توان گفت که تحقیق مذکور به رویکرد ترکیبی نو در جغرافیا بیشتر توجه کرده است.

۳- مواد و روشها

روش تحقیق مقاله حاضر، مدل تجربی با استفاده از شیوه آزمایشی است. بر این اساس الگوریتمی طرح و اجرا شد که بتواند داده‌های آن ـ لاین مورد نیاز را با استفاده از دوربین رقومی (از منطقه مطالعه شده، یعنی منطقه ۵ تهران) به‌صورت آن ـ لاین جمع‌آوری کند. دوربین مذکور به کامپیوتر وصل شد تا با توجه به الگوریتم طرح‌شده بتواند خروجیها را به‌صورت آن ـ لاین مشخص کند. فعالیتهای میدانی، نحوه کار و نتایج این خروجیها به گونه‌ای بیان شده بود که ضمن ارزیابی حاصل کار، نقش موضوع را در علوم جغرافیایی بخوبی در نتیجه‌گیری نمایان سازد.

الگوریتم به کار گرفته شده در این مقاله بخشی از الگوریتم اصلی ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران است. برای اجرای الگوریتم اصلی، نیاز به الگوریتم اخذ و پردازش تصاویر آن ـ لاین متحرک که در این مقاله، الگوریتم اخذ و پردازش تصاویر آن ـ لاین متحرک ارائه شد(شکل ۳). جهت آزمایش الگوریتم مذکور نیز، با روش تجربی به نصب دوربین و تحلیل تصاویر آن ـ لاین پرداخته شد. منطقه مطالعه شده، منطقه ۵ کلانشهر تهران است. علّت انتخاب منطقه مذکور نیز هماهنگی داده‌های به دست آمده با داده‌های دیگر جهت ورود و تحلیل خودکار و هوشمندانه ابرنقشه الکترونیکی شهر می‌باشد. محل نصب دوربینها نیز در منطقه مذکور (شرق پارک ارم) بوده است. این دوربینها در چند مرحله زمانی با شرایط مکانی و محیطی متفاوت نصب شدند و الگوریتم حاصل روی تصاویر اخذ شده به‌صورت آن ـ لاین اجرا شد. لازم به ذکر است که بسط مطالعه موردی نیز در دیگر نواحی شهر و به منظورهای خاص دیگر نیز امکانپذیر است. همچنین نرم‌افزارهای مطرح در علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی شهری در راستای جامعیت مسأله مورد توجه و تحلیل قرار گرفتند. از بین نرم‌افزارهای موجود نرم‌افزار MATLAB ٦/٥ قابلیت و توانایی بیشتری داشته است. بسیاری از مطالب ارائه شده و جدید موضوع در این نرم‌افزار به‌صورت ساده و گویا با برنامه‌های آماده قابل استفاده است؛ بویژه در زمینه نقشه‌های دارای مختصات جغرافیایی و انواع سیستمهای تصویر نقشه‌ای و تحلیل ماتریسی بسیار کارا می‌باشد.

الگوریتم مورد استفاده شکل ۳ بوده است و مواد جمع‌آوری شده، تصاویر حاصل از پنجره انتخابی بـا استفاده از دوربین رقومی با روش آن ـ لاین بوده‌اند که در دو مکان و موقعیت متفاوت از منطقه ۵ کلانشهر در شرایط محیطی متفاوت آزمایش شده‌اند.

به علّت اینکه این مقاله بخشی از یک سیستم یکپارچه است که در قالب ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران شبیه‌سازی شده است بنابراین در این قسمت برای شفاف بودن موضوع و ارائه روش کار ابتدا اشـاره‌ای کـلی بـه پیـش‌زمینه موضوع عنوان می‌شود؛ سپس ویژگی عمده کار به‌صورت کلی مطرح می‌شود و اصل کار تشریح می‌شود.

۳-۱- پیش‌زمینه انجام و اجرای عملیات

انجـام و اجرای تحقیق مدل تجربی عملیات حاضر با هدف تکمیل، پشتیبانی و تأمین داده‌ها و اطلاعات مـورد نیـاز ابرنقشـه الکـترونیکی کلانشـهر تهـران بوده که ضمن آن ارائه نتایج کار برای تبیین لزوم به‌کارگیری از اینگونه تحقیقات در برنامه‌ریزی شهری مطرح شده است.

ابرنقشـه الکـترونیکی کلانشـهر تهران، فعالیت جامعی می‌باشد که با توجه به تئوریها و پشتوانه‌های بسـیار قـوی عـلوم جغـرافیایی و بـرنامه‌ریـزی شـهری طـرح و اجـرا شـده است و همزمان با آن از پیشـرفتهای علوم مرتبط نیز جهت تقویت بدنه اصلی کار استفاده شده است. در این زمینه نیز از لحاظ مـبانی تـئوریکی و اجـرایی، بررسـیهای گسـترده‌ای بـه وسیله مؤلفان انجام شده است. ویژگی عمده ابرنقشـه الکترونیکی (به طور خلاصه) به این صورت است که داده‌ها، اطلاعات و نقشه‌های مختلف به صـورتهای مـتفاوت، ابرنقشه الکترونیکی (انباره اطلاعات)[1] آن را تأمین و پشتیبانی می‌کنند. برخی از ایـن داده‌هـا، اطلاعـات و نقشـه‌هـا بـه‌صورت آف ـ لاین و برخی دیگر به‌صورت آن ـ لاین می‌باشند. داده‌هـای آن ـ لایـن شـامل داده‌هـای مختـلف مانـند: داده‌هـای ایستگاههای چند منظوره هواشناسی، زلزلـه‌سنجها، هیدرومترها و ... تصاویر آن ـ لاین هستند. از میان داده‌های مذکور داده‌های آن ـ لاین تصویری برای آزمایش در این مقاله ارائه شده‌اند. شکل ۱ شمایی کلی را از مفهوم ابرنقشه الکترونیکی شـهر نشـان می‌دهد. شکل ۲ نیز نمایی از کُل عملیات شبیه‌سازی است. و شکل ۳ نیز الگوریتم تجربی مقاله حاضر را نشان می‌دهد.

شکل ۲ نمایی مفهومی را از شبیه‌سازی و کارایی داده‌ها، اطلاعات، سنسورهای هوشمند و تصاویر آن ـ لایـن در ابرنقشـه الکـترونیکی شـهر نشان می‌دهد. در شهرهای پیشرفته دنیا سیستمهای مذکور بیشـتر در جهـت بعـد فیـزیکی و طبیعی می‌توانند مطرح شوند؛ با وجود این در دیگر ابعاد اجتماعی و

1. data warehouse

اقتصادی نیز تا حد زیادی باعث حل مسائل شهری می‌شوند؛ زیرا دوربینهایی که به منظور اهداف فیزیکی نصب شده‌اند به نوعی دیگر سبب افزایش رفاه اجتماعی، امنیت و افزایش بارهای مثبت اقتصادی می‌شوند. به گونه‌ای که عکس‌العملهای به دست آمده، نوعی هارمونی در برنامه‌ریزی سیستمهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی شهرها ایجاد می‌کند.

۳-۲- نحوه محاسبه پارامتر تعداد اشیای متحرک (خودروها)

در منطقه مطالعه شده، یک دوربین رقومی آن ـ لاین نصب شده است؛ سپس دوربین را متناسب با پنجره‌ای که مورد نظر بوده، تعریف کرده‌اند و تصاویر پس‌زمینه را از آن استخراج نموده‌اند. تا زمانی که پنجره ثابت است، لبه‌ای تولید نمی‌شود؛ امّا با ورود و یا حرکت اشیای متحرک مثل خودروها، تعدادی لبه تولید می‌شود و تعداد لبه‌ها در هنگام حرکت اشیای متحرک (خودروها) از پنجره سیر صعودی پیدا می‌کند و به حداکثر مقدار می‌رسد.

بنابراین با استفاده از الگوی افزایش و کاهش تعداد لبه‌ها در حین عبور خودرو از پنجره و با تحلیل نمودار تعداد لبه‌ها در هر فریم، عمل شمارش اتومبیلها انجام شد.

$$P_{Export} = P_{Total} - P_{Background} \qquad (۱)$$

P_{Export} تصویر خروجی محتوی لبه‌ها است که مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. P_{Total} نیز کل تصویر است که $P_{Background}$ (تصویر پس‌زمینه) از آن کم می‌شود.

با توجه به روش کاری که در الگوریتم شکل ۳ آمده است، برای اندازه‌گیری تعداد خودروهای ارائه شده، پنجره‌ای برای آزمایش این الگوریتم در عرض باند خیابان تعریف شده است. پس از محاسبه تفاضل پیکسلهای پنجره با پیکسلهای تصویر پس‌زمینه، یک الگوریتم تشخیص لبه به پیکسلهای پنجره اعمال و تعداد لبه‌های ایجاد شده ذخیره شدند. بعد از یک دوره زمانی مشخص، نمودارهای لبه‌های تولید شده در فریمها به منظور استخراج تعداد خودروها تحلیل شدند و با انجام چند بار تکرار این عملیات و اعمال تصحیحات لازم روی آن و کاهش خطاهای موجود در آن، سیستم مذکور آن ـ لاین تبدیل شد. عملیات فوق با استفاده از نرم‌افزار MATLAB ٦/٥ انجام شد. لازم به ذکر است نرم‌افزار مذکور جهت انجام عملیات پیشرفته‌تر با فازی، شبکه‌های عصبی و فرکتال نیز امکانات و قابلیتهایی دارد که به آسانی می‌توان کار را بسط داد. بنابراین می‌توان گفت که در این حد و با توجه به امکانات موجود، جواب حاصل شد و سپس به ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران وصل گردید.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در راستای پاسخ به سؤال تحقیق که چگونه می‌توان از داده‌ها و اطلاعات تصویری آن ـ لاین در طرحهای برنامه‌ریزی شهری استفاده کرد؟ الگوریتمی طرح شد که بر مبنای مراحل کار الگوریتم مذکور، داده‌ها و اطلاعات تصویری آن ـ لاین نتایج مثبتی را جهت اثبات، ادامه کار و ورود اطلاعات به مراحل بعدی ارائه دادند. بین دنیای واقعی و ابرنقشه الکترونیکی شهر با استفاده از روش تشخیص اشیای متحرک مطابق الگوریتم ارائه شده (که از تفاضل تصاویر پس‌زمینه و آن ـ لاین استخراج شده‌اند) نتایج قابل قبولی به دست آمد. برای اجرای الگوریتم مذکور، روشهای مختلفی در زمینه بینایی‌سنجی و پردازش تصاویر آن ـ لاین وجود دارد؛ امّا مهمترین حسن و ویژگی روش ارائه شده در این مقاله سادگی آن (هم از جهت درک و هم از جهت محاسبه)، توانایی محاسبه پارامترهای پیچیده و انعطاف‌پذیری است که در زمینه پدیده‌های طبیعی و انسانی محیط جغرافیایی برای جغرافیدانان حایز اهمیت است؛ زیرا با توجه به ملزومات زمان کنونی از این به بعد جغرافیدانان ناچارند بسیاری از رفتارها و مکانیزمهای محیطی را با استفاده از روشهای مذکور و مشابه با آن جهت تشخیص الگو، شناسایی و تحلیل پدیده‌ها به کار ببرند. لازم به ذکر است که شناسایی و تحلیل نیز طی فرایندهایی انجام می‌شود که می‌توان آن را به‌صورت یک الگوریتم با توجه به هدف ارائه داد و نتایج تحلیلی را نیز در قالب سیستمهای خودکار و هوشمند طراحی کرد. شایان ذکر است که با توجه به شرایط مکانی – فضایی پدیده‌های مستقر در پنجره ورودی داده‌ها و اطلاعات تصویری آن ـ لاین، نتایج متفاوت هستند.

با استفاده از قابلیتهای نرم‌افزار MATLAB۶/۵ مراحل کار اجرا و نتایج آن تحلیل شدند. پس از آن نتایج نهایی که قادر هستند بخوبی و روشنی وضعیت کار را نشان دهند، به‌صورت زیر دسته‌بندی شدند.

نتایج به دست آمده در جدولهای ۱ و ۲ بر اساس چند بار تکرار و آزمایش حاصل شده‌اند و ضمن آن دقتها با همدیگر تحت شرایط مختلف محیطی مقایسه شده است. به طورکُلی زمان اندازه‌گیری ۶ دقیقه برای هر آزمایش بوده است.

جدول ۱ نتایج شمارش خودروها (تقاطع بلوار فردوس و بلوار شقایق)

شرایط محیطی	دقت	خطای عدم شمارش	خطای شمارش اضافه
شرایط نوری مناسب	٪۹۰	٪۹/۱	٪ ۸/۳
شرایط نوری ناکافی و پرسایه	٪۸۵	٪۱۲/٤	٪٤/۷

البته دقتها و خطای شمارشی حالت افزایش و کاهش داشته‌اند؛ امّا اختلافات دامنه چشمگیری نداشته است، به طوری که می‌توان گفت خطای شمارشی برای ۸ بار تکرار در جدول یک ۹ درصد است و خطای شمارشی نیز دارای دامنه‌ای ۲۷ درصد می‌باشد.

جدول ۲ نتایج شمارش خودروها (تقاطع بلوار فردوس و بلوار آسیا)

شرایط محیطی	دقت	خطای عدم شمارش	خطای شمارش اضافه
شرایط نوری مناسب	٪۹۲	٪ ۸/۳	٪۵/۵
شرایط نوری ناکافی و پرسایه	٪۸۷	٪۱۵	٪۶/۲

به علّت اینکه پنجره پس‌زمینه بلوار فردوس و بلوار شقایق انباشته‌تر بوده (به دلیل وجود درختان، وجود شلوغی و سایه)؛ بنابراین نسبت به تقاطع بلوار فردوس و بلوار آسیا که خلوت‌تر بوده‌اند، در نتیجه از دقت کمتری برخوردار است.

لازم به ذکر است که اندازه‌گیریها در طول روز انجام شده و برای مواقع بارش (باران و برف) و همچنین طول شب، روشهای دیگری به کار گرفته شده است. امّا همچنانکه مطرح شد هدف، نشان دادن اهمیت داده‌های آن ـ لاین متحرک جهت ورود به ابر نقشه الکترونیکی کلانشهر تهران بوده است. علاوه بر این، روشهای دیگری در رشته‌های مختلف و بویژه علوم فنی و مهندسی (کامپیوتر، برق و الکترونیک، مخابرات، فتوگرامتری، بینایی‌سنجی و پردازش تصویر) وجود دارد که می‌توانند ضعفهای موجود را نیز برطرف کنند. استفاده از روشهایی که از تکنیکهای فازی، شبکه‌های عصبی هوشمند و فرکتال استفاده می‌کنند و همچنین انتخاب نوع دوربین و اخذ نوع امواج برای بهبود و ارتقای سطح نتایج در محیطهای جغرافیایی مختلف با شرایط متفاوت نیز مؤثر است. در اینجا نکته اساسی این است که داده‌های خروجی حاصل از عملیات قادر هستند که به عنوان ورودی آن ـ لاین، اهداف ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران را پوشش دهند و بعد از آن می‌توانند به‌صورت خودکار تحلیل شوند. نتیجه عمده این است که این عمل بتواند تحول عمده‌ای در نگرش به اصل مشاهده برای جغرافیدانان و بویژه متخصصان برنامه‌ریزی شهری ایجاد کند.

بنابراین با توجه به سؤال و فرضیه تحقیق، نتایج آزمون فرضیه را می‌توان به این صورت بیان کرد: با در نظر گرفتن آزمایشهای مختلف تحت شرایط مکانی و محیطی منطقه مطالعه شده در طول روز، با احتمال ۸۵ درصد تا ۹۲ درصد دقت در شرایط محیطی متفاوت، موفقیت دستیابی به آن ـ لاین کردن سیستم انجام و حاصل شده است.

۵- نتیجه‌گیری

نتیجه تحقیق مذکور و بویژه مطالعه موردی حاصل از تحقیق که با آزمایشهای مختلف و تکرار آن در شرایط محیطی متفاوت انجام گرفته است، نشان می‌دهد که با استفاده از داده‌های دوربین رقومی ساده‌ای که در یک موقعیت ثابت در سطح شهر نصب می‌شود می‌توان تغییرات اشیای متحرک را به‌صورت آن ـ لاین ثبت، محاسبه و تحلیل کرد؛ سپس برای اینکه بتوان به‌صورت عینی‌تر منظور از اشیا و پدیده‌های متحرک جغرافیایی را نشان داد، از تحرک خودروها و شمارش آنها آزمایشهایی انجام شده است. با این حال می‌توان پدیده‌های جغرافیایی دیگر را نیز (بویژه در بُعد فیزیکی) وارد سیستم کرد. برای این منظور یک دوربین ثابت با ابعاد پنجره خاص در موقعیت مناسب نصب شد؛ سپس تصویر پس‌زمینه موجود در پنجره دوربین مذکور به دست آمد و نتایج حاصل از ماتریس عددی آن ثبت شد (دوربین مذکور متصل به کامپیوتر شد که کار مراحل اجرای آن در نرم‌افزار MATLAB۶/۵ مطابق الگوریتم پیش می‌رفت). هنگامی‌که اشیای متحرک (خودروها) از مقابل پنجره دوربین عبور می‌کردند، تغییراتی در تصاویر آن ـ لاین ارسالی ایجاد می‌شد. این تغییرات با روشی که در الگوریتم بیان شد، استخراج شدند؛ سپس این عملیات چند بار تکرار شد و تصحیحات لازم در آن انجام شد. در نهایت با اجرای آن ـ لاین ، کُل الگوریتم که به‌صورت خودکار نتایج را ثبت کرده بود، ارزیابی شد. نتیجه آزمایشها و ارزیابیها این بود که موفقیت آن ـ لاین کردن سیستم اخذ اشیای متحرک (خودروها) را با احتمال ۸۵ درصد تا ۹۲ درصد دقت در شرایط محیطی مختلف نشان می‌داد. نتیجه مذکور بر اساس آزمایشهای مختلف در طول روز به دست آمده است.

بنابراین ضمن در نظر گرفتن رویکردهای مورد نظر، قدرت تشخیص، ارزیابی و تحلیل ابرنقشه شهری نیز افزایش پیدا می‌کند و بسیاری از داده‌ها و اطلاعات در راستای اهداف موضوعی خاص با توجه به نیازهای برنامه‌ریزی شهری به خصوص در بعد مسائل آن ـ لاین شهری تأمین می‌شوند. بنابراین لزوم به‌کارگیری داده‌ها و اطلاعات تصویری توجیه علمی می‌شود. همچنین در جهت عملی‌شدن موضوع با تصویب موارد استفاده از داده‌ها و اطلاعات تصویری در طرحهای برنامه‌ریزی شهری و همکاری متخصصان، علوم پردازش تصویر و علوم برنامه‌ریزی شهری عملی‌تر و عینی‌تر می‌شود.

نتایج به دست آمده مدخلی از فناوریهای نوین دنیای امروز است که با زیرساختهای موجود و بسط آنها می‌توان تحولی جدید در اصل مشاهده علوم جغرافیایی ایجاد کرد. اگرچه در این تحقیق از یک نوع دوربین رقومی ساده برای اثبات آن ـ لاین در مشاهدات جغرافیایی استفاده شد؛ امّا می‌توان گفت با

وجود امکانات، زیرساختها و فنون در حال تحول، رویکرد جدیدی پیش‌روی جغرافیدانان قرار می‌گیرد. تصور کنید با پیشرفت اینترنت و IP هر منزل شخصی و بسیاری از وسایل مورد استفاده در آن بتواند به‌صورت آن ـ لاین به شبکه اینترنت و شبکه‌های خاص محلی وصل شوند، در نتیجه داده‌های حاصل از این اتصالات چگونه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در اینجا می‌توان فواید و معایب سیستم مذکور را بیان کرد. معایب آن کمتر از فواید آن است و بیشتر متوجه مسائل امنیتی می‌شود. با این حال، اصل موضوع به فواید آن بر می‌گردد که برخی از مهمترین فواید و ویژگیهای آن عبارتند از:

ـ تحول در «اصل مشاهده» و به دنبال آن ایجاد رویکردها و روشهای جدید در علوم جغرافیایی؛ (دوربینها می‌توانند برخی از فعالیتها را به جای انسانها انجام دهند، برای مثال: انسان نمی‌تواند به طور پیوسته در یک پنجره به مدت طولانی تمرکز کرده و داده‌های آن را که به‌صورت تکراری مورد نیاز است، استخراج کند؛ همچنین انسان نمی‌تواند تمام امواج مربوط به تصاویر را استخراج کند؛ زیرا در طول شب یا در تاریکی مشکلاتی وجود دارد. نکته آخر اینکه انسان قادر نیست در هر مکانی به مدت طولانی مستقر شود).

- تأمین‌کننده داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز به‌صورت آن ـ لاین و علمی برای شهرها در حال حاضر و آینده؛

- پشتیبانی کننده سیستم ابرنقشه شهری و به تبع آن سیستمهای حمل و نقل هوشمند[1] (ITS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی پویا[2]؛

- تقویت‌کننده و گسترش‌دهنده بیشتر فناوری اطلاعات در شهرها؛

- با صرفه و علمی بودن استخراج داده‌ها؛

- تقویت‌کننده سیستمهای اطلاع‌رسانی در شهرها؛

- دگرگون‌کننده شیوه اداره و چگونگی مشارکت شهروندان؛

- تولید اطلاعات و داده‌های علمی به طور پیوسته؛

- ارزانتر بودن نسبت به جمع‌آوری داده‌های زمینی (استاتیک)؛

- صرفه‌جویی در زمان (درک اهمیت روند زمان و برگشت ناپذیر بودن آن)؛

- دسترسی آسانتر؛

- ایجاد توسعه پایدار؛

- (از مصرف کاغذ و... صرفه جویی می‌کند و دید واقعی‌تری از سیستمهای محیطی ارائه می‌دهد و...)؛

1. intellisent transportation systems /other information: http://www.tehrantraffic.com/persian/default.asp
2. Dynamic GIS: dynamic geographic information systems

– بایگانی، بازیابی داده‌ها و اطلاعات با توجه به حجم اطلاعات، تنوع موضوعات و تخصصها آسان است و محققان و کاربران در دنیای عظیم و حجیم اطلاعات محبوس نمی‌شوند؛

– مهمتر از همه اینکه آن ـ لاین است. هر لحظه نیز می‌توان وضعیت محیط مورد نظر را به طور مستقیم ملاحظه کرد و داده‌ها و اطلاعات را ذخیره کرد؛

– به روز بودن؛

– چند منظور است؛

– تأمین‌کننده داده‌های خام مورد نیاز دانشگاهها، مرکز علمی، سازمانها، محققان و حتی دیگر افراد جامعه (در جهت رفاه اجتماعی) است و در این جهت روند توسعه و افزایش کیفیت علمی را در کشور سرعت می‌بخشد؛

– سیستم مذکور بیشتر در جهت بُعد فیزیکی و طبیعی مطرح شده است. با این حال، باعث حل مسائل سیستم شهری در ابعاد اجتماعی و اقتصادی نیز می‌شود؛ زیرا دوربینهایی که به منظور اهداف فیزیکی نصب شده‌اند به نوعی دیگر سبب افزایش رفاه اجتماعی، امنیت و افزایش بارهای مثبت اقتصادی می‌شوند؛ به گونه‌ای که عکس‌العملهای حاصل از آن نوعی هارمونی در برنامه‌ریزی سیستمهای فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی شهرها ایجاد می‌کند.

– نشاندهنده قدرت علمی کشور است؛ زیرا گفته شده است فناوری اطلاعات (IT) به منزله قدرت است. بنابراین تأمین کننده نیاز حال و آینده اطلاعات شهری است که یک مسأله ضروری می‌باشد.

– سیستم مذکور با مفاهیمی چون: دانش‌پایه، موبایل‌پایه، شبکه‌های بدون‌سیم، انعطاف‌پذیری، هوشمندی و مشتری‌مداری، سازگار و هماهنگ است.

– کاربردهای مختلف آن در زمینه‌هایی مانند : مدیریتی، بحرانی (بلایای طبیعی و سوانح انسانی) ...، ابعاد فیزیکی – طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی که بسیار متنوع و زیاد است.

– رشته‌های جدیدی در سالهای اخیر تأسیس شده است. فناوری اطلاعات، معماری اطلاعات و در علوم جغرافیایی و علوم زمین محاسبات زمین داده‌ای[1] را می‌توان نام برد. لازم به ذکر است در GC پژوهشهای عینی‌تری توأم با پارادایمهای قوی و جدید در برنامه‌ریزی شهری انجام می‌گیرد. برای مثال پردازش تصویر مبتنی بر شبکه‌های عصبی و الگوریتمهای ژنتیک، یکی از ارکان آن است [۱۲،۱۱].

ضمن توجه به فواید و محاسن سیستم ارائه شده ملاحظه می‌شود که فعالیتهای سابق هر کدام بتنهایی می‌توانند بخشی از روند اجرای تحقیق مذکور را پشتیبانی و حمایت کنند؛ به همین منظور می‌توان ادعا کرد که تحقیق مذکور درصدد بوده است شکافها و مسائلی را که در این زمینه باعث عدم

1. GC: Geocomputation

یکپارچگی شده‌اند، حل کند و به عبارت دیگر خروجیها را به‌صورت یک سیستم یکپارچه، آن ـ لاین و بلادرنگ در قالب ابرنقشه الکترونیکی کلانشهر تهران طرح، شبیه‌سازی و ارائه نماید.

با توجه به کارایی سیستم مذکور، توجه بیشتر به مسأله در کلانشهر تهران ضروری به نظر می‌رسد؛ زیرا زیرساختارهای لازم نیز با توجه به قابلیتهای موجود، حداقل در ابعاد فیزیکی ـ طبیعی شهر فراهم است. اصول، معیارها و استانداردهای برنامه‌ریزی شهری نیازمند بازنگری هستند[۱۳و۱٤] و ارتباطات جهانی شهرها به‌خصوص در قلمرو علوم جغرافیایی [۱۵] و بویژه محاسبات زمین داده‌ای [۱٦،ص ٤۱۳]، نگرش و رویکرد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری را متحول می‌سازند و در تقویت انباره اطلاعات، داده‌کاوی، ابر نقشه الکترونیکی شهر و ارائه واقعیت‌گرایی از مسائل پویای شهری، بسیار مؤثر و کارا هستند.

برخی از نکات مهمی که در اینجا می‌توان به عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آینده ارائه داد، با توجه به تحقیقاتی که در جهت گسترش به‌کارگیری تصاویر آن ـ لاین انجام شده است (هم در صنعت وماشینهای بینایی‌سنجی و هم در اینترنت) و بویژه با توجه به مباحث نظری که نگارندگان با آن مواجه بوده‌اند عبارتند از: کاهش حجم تصویر، استخراج پارامترهای بیشتر، مختصات‌پذیری، محاسبه فاصله و حجم، استخراج وکتورها و اجسام سه‌بُعدی، هوشمندکردن و بلادرنگ نمودن سیستمهای مرتبط با تصاویر.

توجه به نحوه ورود تصاویر با مختصات به سیستم برنامه‌ریزی هوشمند شهری می‌تواند پایگاه داده‌ای ابرنقشه الکترونیکی شهر را به‌صورت واقعی و کارا در آورد. البته با توجه به فعالیتهای انجام‌شده در زمینه توسعه پایگاه داده‌های ابرنقشه به خصوص برای پشتیبانی از سیستمهای حمل و نقل هوشمند [1] و سیستم اطلاعات جغرافیایی پویا [2] می‌توان قابلیتهای مذکور را در تمام زمینه‌های اطلاعات جغرافیایی پویا به کار برد[۱۷،صص ٤۵-٦۰]. پیشرفتهای انجام شده در خصوص انباره اطلاعات و داده‌کاوی [3] در تصمیم‌گیری هوشمند و تحلیل خودکار مسائل شهری مرتبط با موضوع تحقق هر روز از کارایی بیشتری برخوردار می‌شوند.

در دنیای کنونی، جغرافیدانان استفاده از ماشین حساب و کامپیوتر را پذیرفته‌اند؛ ضمن آن از درصد خطاهای ناشی از محاسبات انسان و دستگاههای محاسباتی، اطلاعات عمده‌ای به دست آورده‌اند؛ به‌طوری که بزرگترین کامپیوترهای دنیا در زمینه‌های مرتبط با علوم زمین و علوم جغرافیایی فعالیت می‌کنند. بنابراین در اصل مشاهده و بویژه مشاهده آن ـ لاین اشیای متحرک رویکردهای جدید را

1.ITS
2.dynamic GIS
3.data mining

می‌توان با تحلیل خطاهای ناشی از انسان و دستگاهها بهتر شناخت. مقاله مذکور این رویکرد را به طور عمیقتر در قالب یک سیستم یکپارچه ارائه داده است.

در نهایت بنا به ضرورت و اهمیت به کارگیری تصاویر آن ـ لاین و متحرک در طرحهای برنامه‌ریزی شهری پیشنهاد می‌شود «مجموعه سرفصلها و قوانینی» در این جهت، هم برای تهیه‌کنندگان طرحهای مذکور و هم برای دستگاهها و ارگانهای مسئول و اجرایی، تدوین و تبیین شود؛ زیرا هنوز در ایران اقدام اساسی صورت نگرفته است [۱۸، ۱۹]. بر این اساس با توجه به رویکردهای فوق و امکانات به وجود آمده در جهت به کارگیری داده‌ها، اطلاعات بیشتر، فشردگی زمان، به کارگیری حجم زیادی از داده‌ها و اطلاعات در گسترهٔ مکانی و فضایی می‌توان اقدام به بازنگری در طرحهای برنامه‌ریزی شهری کرد؛ به نحوی که ارتباط متخصصان و علوم مرتبط بیشتر شود. باید از پرت داده‌ها و اطلاعات نیز جلوگیری کرد و به معنای خط روند زمان و برگشت‌ناپذیری آن بیشتر توجه نشان داد، زیرا شهرها محل تبلور اندیشه‌ها و خواسته‌های انسان هستند و هنوز در ایران رویکردهای مذکور (در سطح تئوری و تجربی) مطرح نشده‌اند.

با توجه به مباحثی که برای نقد و بررسی سیستم ارائه‌شده، طرح شده است و با توجه به ملزومات دنیای کنونی از این به بعد جغرافیدانان ناچارند بسیاری از رفتارها و مکانیزمهای محیطی را از این طریق شناسایی و تحلیل کنند. نکته مهم این است که با پیشرفت سیستمهای مذکور نقش جغرافیدانان به‌صورت ناظر است؛ حتّی شناسایی و تحلیلها نیز طی فرایندهایی انجام می‌گیرد. بعد از آن نیز سیستمهای خودکار و هوشمند طراحی می‌شوند که خوشبختانه این وضعیت در جغرافیای ایران در حال انجام شدن است؛ امّا حرکت آن بطئی است. دستاورد این تحقیق هم در بُعد فنی و هم در بُعد رویکردهای جدید جغرافیایی حایز اهمیت است؛ زیرا در بُعد فنی توجه جغرافیدانان را بیشتر متوجه مشاهدات آن ـ لاین و هوشمند از دنیای واقعی می‌کند و در بُعد دیگر نقش جغرافیدانان را به عنوان یک ناظر فعال واقعی نشان می‌دهد.

۶- منابع

[۱] مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، وزارت کشور، مهندسین مشاور شارمند؛ شیوه‌های تحقیق طرحهای توسعه شهری، (۳ جلد)، جلد ۱: بررسی تجارب تهیه و اجرای طرحهای توسعه شهری در جهان، جلد ۲: بررسی تجارب تهیه و اجرای طرحهای توسعه شهری در ایران، جلد ۳: تدوین شیوه مناسب تهیه طرحهای شهری در ایران، تهران: انتشارات سازمان شهرداریهای کشور، چ ۱، نشر آیندگان، ۱۳۷۸.

[۲] کیانی، اکبر؛ «بازنگری در اصل مشاهده با تأکید بر تحلیل شناختی از موضوعات علوم جغرافیایی»، *دوّمین کنفرانس بین‌المللی علوم شناختی (Cognitive)*؛ تهران: مؤسسه مطالعات علوم شناختی، ۵ تا ۷ اسفند ۱۳۸۱.

[۳] حسینی‌نژاد، مجتبی و همکاران؛ «طراحی و ساخت سیستم سخت‌افزاری مبتنی بر MS320C6201 برای ردیابی بی‌درنگ اشیای متحرک»، مجموعه *مقالات دوّمین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران*؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ج۱، ۲٤-۲٦ بهمن ۱۳۸۱.

[٤] طبائی بفرویی، میترا و منصور جمزاد، «یک روش مبتنی بر پردازش تصویر برای اندازه‌گیری پارامتر ترافیکی تعداد خودروها»، مجموعه *مقالات دوّمین کنفرانس ماشین‌بینایی وپردازش تصویر ایران*؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ج ۱، ۲٤-۲٦ بهمن ۱۳۸۱.

[۵] فتحی، محمود و همکاران؛ «پیاده‌سازی یک سیستم نظارت تصویری ترافیکی اتوماتیک با استفاده از دوربینهای متحرک»، مجموعه *مقالات دوّمین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران*؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ج ۱، ۲٤-۲٦ بهمن ۱۳۸۱.

[٦] باباپور، هادی؛ «بررسی روشهای فتوگرامتری در ماشین‌بینایی و کاربرد آن در صنعت»، *همایش ژئوماتیک ۱۳۸۳*. سازمان نقشه‌برداری کشور، اردیبهشت ۱۳۸۳.

[۷] صمدزادگان، فرهاد؛ «تشخیص اتوماتیک اشیای سه بعدی بر مبنای به کارگیری همزمان داده‌های طیفی و ارتفاعی LIDAR» *همایش ژئوماتیک۱۳۸۳*. سازمان نقشه‌برداری کشور، اردیبهشت ۱۳۸۳.

[۸] قاسمیان، محمدحسن؛ «یک الگوریتم نمونه‌برداری تصویری با مقیاس ثابت در $LP\infty$»، مجموعه *مقالات اوّلین کنفرانس ماشین‌بینایی و پردازش تصویر ایران*، دانشگاه بیرجند، ۱۷-۱۹ اسفند ۱۳۷۹.

[۹] قاسمیان، محمدحسن و حمید دهقانی؛ «طبقه‌بندی داده‌هایی با ابعاد زیاد سنجش از دوری با تعداد نمونه آموزشی محدود»، مجموعه *مقالات دوّمین کنفرانس ماشین‌بینایی وپردازش تصویر ایران*؛ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی،ج ۱، ۲٤-۲٦ بهمن ۱۳۸۱.

[۱۰] کیانی، اکبر؛ «طراحی و اجرای سیستم ثبت و هشدار داده‌های محیطی و بلایای طبیعی (پیشرفته و هوشمند)»، *دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا، رشته جغرافیا وبرنامه‌ریزی شهری*، حایز رتبه منتخب و دیپلم افتخار از نخستین جشنوارهٔ سراسری ایده‌های نو، ایران: تهران، ۱۳۸۰.

[۱۱] کرمی، جلال؛ «طبقه‌بندی شیء – پایه تصاویر لندست +ETM منطقه ملایر بر مبنای شکل و اندازه در شبکه‌های عصبی مصنوعی»، *دانشگاه تربیت مدرس، بخش علوم جغرافیایی و سنجش از دور، گروه سنجش از دور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، ۱۳۸۱.

[12] Mitchell, M; "An introduction to genetic algorithms, MIT Press, Cambridge: MA, 1996.

[۱۳] عقیلی، جمالدین؛ «برنامه‌ریزی و ساختارهای شهری»، انتشارات سیمای دانش، چ ۱، ۱۳۸۰.

[۱٤] وزین، سید غلامرضا؛ ساماندهی شهری «تکنیک شهرسازی»؛ نشر درخشش، چ ۱، ۱۳۷۸.

[15] "Computers environment and urban systems", *An international journal*, telegeoprocessing and telegeomonitoring, Vol. 25, No.3, Pergamon Press, www.elsevier.nl/locate/contentsdirect, 2001.

[16] Openshaw, Stan & Abrahart J. Robert; Geo computation, New York: Taylor & Francis, 2000.

[17] Kim, Yong-I1 Kim & et.al; Development of hypermap database for ITS and GIS, computers, environment and urban systems, pergamon, 24(2000).

[۱۸] احسن، مجید؛ «مجموعه قوانین و مقررات شهرسازی»، (جلد اوّل از آغاز تا پایان سال ۱۳۷۸)، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت شهرسازی و معماری، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۸۲.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی