

کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن

دکتر حسین نگارش

استادیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان

چکیده

اصولاً استقرار و پیدایش یک شهر بیش از هر چیز تابع شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی است، زیرا عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، پراکندگی، حوزه نفوذ، توسعه فیزیکی، مورفولوژی شهری و امثال آن اثر قاطعی دارند و گاه به عنوان یک عامل مثبت و زمانی به صورت یک عامل منفی و بازدارنده عمل می‌کنند. در هنگام احداث شهرها باید به دینامیسم محیط طبیعی مثل سیل، زلزله، باد، گسل ... توجه کافی مبذول داشت و گرنه شهر در آینده دچار مشکل خواهد شد. لذا شایسته است قبل از وقوع حوادث تلخ، دردناک و پرهزینه، مسوولان در هنگام احداث شهرها نسبت به پیش‌بینی وقوع وقایع اتفاقیه دغدغه لازم را داشته باشند و احساس مسوولیت کنند و علاوه بر اهمیت دادن به مطالعات ژئومورفولوژی، کار را به متخصصان امر بسپارند. البته ناگفته نماند که علاوه بر مطالعات ژئومورفولوژی، سایر مطالعات جغرافیایی نیز در مکان‌گزینی شهرها و برنامه‌ریزی شهری اهمیت فوق‌العاده‌ای دارند و بی‌توجهی به آن‌ها خسارات جبران‌ناپذیری را در آینده به وجود خواهد آورد. در این تحقیق سعی بر این خواهد بود که پدیده‌ها و فرآیندهای ژئومورفیکی که بر مکان‌گزینی شهرها مؤثرند، به‌طور مختصر تحلیل و پیامدهای عدم توجه به آن‌ها به برنامه‌ریزان شهری یادآوری شود.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، برنامه‌ریزی شهری، اراضی شهری، مکان‌گزینی شهر، حرکات دامنه‌ای

مقدمه

نیاکان ما در گذشته در مکان‌گزینی شهرها، بیشتر به تجربه تکیه داشتند که در بسیاری از مواقع با علم روز هماهنگ نبود، ولی امروزه زندگی ساده آن زمان به زندگی پیچیده شهری تبدیل شده است و مردم شهرهای پیشرفته و صنعتی با سیستم فاضلاب، مترو و آسمانخراش و... مانوس شده‌اند. در زمان‌های قدیم اگر مکانی دور از

دسترس سیل بود یا موقعیت پناهگاهی و یا سوق الجیشی می‌داشت، سایر عوامل مؤثر در مکان‌گزینی شهر را تحت‌الشعاع قرار می‌داد و یا مورد بی‌توجهی قرار می‌گرفت؛ اما در عصر جدید، ژئومورفولوژی شهری برای مسوولان و مردم اهمیت زیادی دارد و در صورت غفلت و بی‌توجهی به آن خسارات جبران‌ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. اهمیت ژئومورفولوژی شهری وقتی آشکار می‌شود که خسارات وارده زیاد و خارج از تحمل انسان باشد. سیل اگر در گذشته خانه‌ای ساده و کپری را خراب می‌نمود، اثاث بسیار مختصر و ساده زندگی انسان‌ها را خراب می‌کرد و با خود می‌برد، اما امروزه به لحاظ گستردگی شهرها و پیچیدگی زندگی مدرن و توسعه تأسیسات شهری... خسارات زیاد و کمرشکن خواهد بود (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۰۱). امروزه ساختمان‌ها ابعاد وسیعی به خود گرفته‌اند؛ شهرها وسعت قابل توجهی پیدا کرده‌اند و در حاشیه اکثر شهرها تأسیسات صنعتی توسعه یافته‌اند. بنابراین کوچکترین مسامحه و اشتباه در شرایط کنونی ممکن است خسارات جبران‌ناپذیری را به بار آورد؛ از این رو باید قبل از ایجاد ساختمان‌های مطمئن و مقاوم، در مکان‌گزینی شهرها و انتخاب محل مناسب برای توسعه ساختمان‌ها مطالعات و پژوهش‌های دقیقی صورت گیرد (نادرصف، ۱۳۷۹: ۱۹۱). مطالعه فضای فیزیکی از مهم‌ترین وظایف برنامه‌ریزان شهری است و باید قبل از هر مطالعه دیگری صورت گیرد زیرا برنامه‌ریزی‌های بعدی بر مبنای این مطالعه انجام می‌شود. در مطالعه فیزیکی شهرها باید شرایط ژئومورفولوژیکی، آب و هوایی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و... مطالعه گردد و ارتباط و تأثیر متقابل این پدیده‌ها بر یکدیگر بررسی شود (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۷۶). البته لازم به ذکر است که برخی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی نه تنها همیشه به عنوان عوامل مخرب و بازدارنده در استقرار و توسعه شهرها محسوب نمی‌شوند، بلکه اگر برنامه‌ریزان شهری آگاهی کامل از نوع و کاربرد همه‌جانبه ژئومورفولوژیکی این پدیده‌ها داشته باشند، آن‌ها را به عاملی مثبت در استقرار و توسعه شهرها تبدیل خواهند ساخت و استفاده‌ای بهینه و معقول از آن‌ها به عمل خواهند آورد.

مواد و روش‌ها

با توجه به چند سال سابقه تدریس در این زمینه و مشاهدات میدانی متعدد در داخل و خارج از کشور و همچنین مشاهده مکرر بی‌توجهی برنامه‌ریزان و طراحان شهری به مسائل ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی، ضرورت پرداختن به این موضوع احساس شد، از این رو ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و سپس جهت روشن ساختن نقش و کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها، بحث حول دو موضوع

«پدیده‌های ژئومورفیک مؤثر در شکل‌گیری شهرها» و «فرآیندهای ژئومورفیک مؤثر بر اراضی شهری» تقسیم و به شرح هر یک از آنها پرداخته شد.

۱- پدیده‌های ژئومورفیک مؤثر در شکل‌گیری شهرها

پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بسته به موقعیت‌شان تأثیرات متفاوتی در شکل‌گیری و توسعه شهرها در پی خواهند داشت که با توجه به تنوع زیاد آنها، فقط به چند نمونه مهم اشاره خواهد شد:

۱-۱- ارتفاعات و تپه‌ها

اصولاً شهرها در آغاز تشکیل، منطقه کوچکی از زمین‌ها را به خود اختصاص می‌دهند و هر قدر توسعه بیشتر پیدا کنند، احتمالاً با واحدهای توپوگرافی و ژئومورفولوژی بیشتری برخورد می‌نمایند. شهرها در بستر مکان شکل می‌گیرند و از مورفولوژی مکان تبعیت می‌کنند و چون توپوگرافی مکان‌ها با هم متفاوت است، بنابراین سیمای متفاوتی از خود بروز می‌دهند. در ابتدا، ارتفاعات و تپه‌ها در حاشیه شهرها قرار دارند، اما به مرور زمان که شهرها توسعه فیزیکی بیشتری پیدا می‌کنند، و بتدریج تا جایی که شیب دامنه‌ها اجازه دهد، به زیرساخت و ساز شهری می‌روند و به اشغال شهرها درمی‌آیند و چنانچه اشغال این اراضی بدون مطالعه و برنامه قبلی باشد، مشکلات زیادی را برای ساکنان و همچنین دولت ایجاد خواهد کرد.

معمولاً بعضی از واحدهای توپوگرافی به خاطر انگیزه‌های خاصی برای احداث شهر انتخاب می‌شوند. مثلاً برخی از اشکال ژئومورفیک به دلیل دارا بودن نقش امنیتی، دفاعی و نظامی ویژه‌ای مورد توجه و گزینش قرار می‌گیرند، به عنوان مثال چاله‌ها و فرورفتگی‌های بسته و محصور (نمونه شهرهای شیراز، آنکارا، گوموش‌خانه^۱ ...) دره‌های باریک با جدارهای پرشیب (نمونه ماکو، کلات نادر...) تپه‌ها و برجستگی‌های نسبتاً مرتفع (نمونه آکروپولیس در شهر آتن در کشور یونان^۲ ...) و یا نقاط کوهستانی و صعب‌العبور (نمونه شهر یا قلعه‌الموت مربوط به حسن صباح...) که دشمن نمی‌توانسته براحتی در آن نفوذ کند، با این هدف انتخاب شده‌اند (زمردیان، ۱۳۷۸: ۲۳).

اصولاً ارتفاعات و اراضی تپه ماهوری با وجود داشتن محاسن متعدد، به دلیل وجود شیب زیاد معابر، زمین‌های صخره‌ای و سنگلاخی، ناهموار و صعب‌العبور بودن،

۱- مشاهدات عینی نگارنده در گردش علمی اساتید و دانشجویان کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و آشناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان در تابستان ۱۳۷۹ به کشورهای ترکیه، سوریه و لبنان.

۲- مشاهدات عینی نگارنده در گردش علمی اساتید و دانشجویان کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و آشناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان در تابستان ۱۳۸۰ به کشورهای ترکیه، یونان، ایتالیا و واتیکان.

محدودیت فضا و زمین، فقدان خاک مناسب، شرایط نسبتاً سخت اقلیمی، محدود بودن حوزه نفوذ شهری، مشکلات حمل و نقل شهری و مترو، مشکل دفع آب های سطحی و شبکه فاضلاب... برای استقرار شهرها و سایر سکونتگاه های انسانی خیلی مناسب نیستند و در هنگام مکان گزینی شهرها باید این مسأله را همواره مدنظر داشت.

۱-۲- دامنه ها

دامنه ها، عموماً در مواقعی که شهر برای توسعه فیزیکی با محدودیت اراضی مواجه می شود، مورد اشغال قرار می گیرند و این امر اصولاً بیشتر در مناطق کوهستانی که با محدودیت فضایی مواجه اند، اتفاق می افتد. خیابانهای شیب دار، کوچه ها و گذرگاه های تنگ و باریک، بناهای پلکانی، مشکل دفع آب های سطحی و فاضلاب خانگی، رشد نامنظم و بی قواره شهر به دلیل محدودیت زمین و فضا، بافت شهری مغشوش و ناهمگن، مشکلات خدمات رسانی به این مناطق... از جمله خصوصیات این مناطق است. اکثر دامنه ها از استحکام و پیوستگی مناسبی برخوردار نیست و مواد دامنه ای در اثر فعالیت های دینامیکی، فرآیندهای هوازگی، نیروی ثقل و شیب دامنه تحت تأثیر قرار گرفته و به سمت پایین حرکت می کنند و چون اکثر شهرها و آبادی ها در پای کوه ها واقع شده اند، بر اثر فعالیت این فرآیندها با آسیب های جدی روبرو هستند و گاهی خسارات وارده به وسیله آن ها کمتر از زلزله نیست (نادرصفت، ۱۳۷۹: ۶۲). گرچه برخی اوقات حرکت مواد بر روی دامنه آرام و بتدریج صورت می گیرد؛ ولی در اثر وقوع بارندگی شدید یا فعالیت های تکتونیکی، یکباره خطرناک می شوند و خساراتی را به بار می آورند، لذا در مکان گزینی شهرها باید این مسأله مورد توجه جدی قرار گیرد تا شهر در آینده با مشکل مواجه نشود.

۱-۳- مخروط افکنه ها

معمولاً مخروط افکنه ها حاصل سیلاب و طغیان های عظیم رودخانه ها در طول دوره های بارانی و یا رگبارهای شدید مناطق خشک و نیمه خشک هستند و چون از ذرات شن و ماسه و قلوه سنگ تشکیل شده اند، از نفوذ پذیری نسبتاً خوبی برخوردارند؛ از این رو در برابر وزن زیاد سازه های بزرگ، آسیب پذیر و در مقابل زلزله نیز دارای مقاومت بسیار کمی هستند.

اصولاً سطح آب های زیرزمینی در مخروط افکنه ها بالا است و بر روی ساختمان ها و مناطق مسکونی اثر منفی دارد. آب بارندگی، فاضلاب خانگی و صنعتی که در رأس مخروط افکنه نفوذ می کند، مجدداً در پایین دست آن بالا می آید و مسایلی نظیر

آب‌گرفتگی، نم‌کشیدگی و تخریب تدریجی بناهای پایین‌دست و همچنین آلودگی محیط زیست و بیماری‌هایی نظیر روماتیسم را به دنبال خواهد داشت (زمردیان، ۱۳۷۸: ۱۶). چون مخروط‌افکنه‌ها در محل خروج رود از کوهستان تشکیل می‌شوند، بنابراین در فصول بارانی و طغیانی و یا ریزش رگبارهای شدید، سیلاب‌های عظیم و مخربی جاری می‌گردد که باعث ایجاد خسارات عدیده‌ای به شهرها و ساکنین آن‌ها می‌شود و شایسته است که برنامه‌ریزان شهری علاوه بر توجه به محاسن مخروط‌افکنه‌ها، معایب آن‌ها را نیز همواره مدنظر داشته باشند.

سابقاً بسیاری از شهرهای بزرگ و کوچک با توجه به مصالح یا عواملی بر روی مخروط‌افکنه‌ها به وجود آمده‌اند، که البته اغلب از مناظر و چشم‌انداز خوبی نیز برخوردارند، ولی این مناطق از امنیت کافی برخوردار نیستند؛ چون همیشه در مسیر سیلاب‌ها قرار دارند (مانند حادثه سیل مهیب در تابستان ۱۳۶۶ شمیرانات که به دنبال یک رگبار شدید در مخروط‌افکنه تهران به وقوع پیوست) (نادرصفت، ۱۳۷۹: ۲۰۰).

۱-۴- مسیل‌ها

مسیل‌ها در واقع مجرای عبور جریان‌های آب موقتی هستند که در طول سال معمولاً چند ساعت یا چند روز بیشتر آب ندارند و ناشی از رگبارهای شدید و یا ذوب برف در نواحی مجاور است. این اراضی نسبتاً ارزان‌قیمت و وسوسه‌انگیز، برای بورس بازان و دلالتان زمین شهری دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که اگر بدون مطالعه به انجام ساخت و سازهای گوناگون در آن‌ها اقدام شود، خسارات جانی و مالی فراوانی در پی خواهد داشت. از خصوصیات بارز این اراضی می‌توان به بافت سست، غیرمتراکم و دانه درشت که دارای نفوذپذیری زیاد و مقاومت کم هستند و باعث نشست و شکست دیوارها و سازه‌ها می‌گردند، اشاره نمود. اصولاً این اراضی نسبت به زمین‌های اطراف پست‌تر و در مواقع سیل، اولین مکان‌هایی هستند که در معرض سیل قرار می‌گیرند. متأسفانه بیشتر مهاجرین تازه‌وارد به شهرها و همچنین کولی‌ها... در مسیل‌ها اسکان پیدا می‌کنند و خسارت می‌بینند (مثل سیل خرداد ۱۳۷۱ در کوی آب و برق مشهد) (زمردیان، ۱۳۷۸: ۶۴).

۱-۵- بستر رودخانه‌ها

تحقیقات نشان داده است که شهرها و تمدن‌های نخستین در کنار رودها شکل گرفته‌اند. رودخانه‌ها ضمن این که چشم‌انداز بسیار زیبایی برای شهرها ایجاد می‌کنند، اگر حریم آن‌ها رعایت نگردد، در هنگام طغیان برای ساکنین شهر، خطرآفرین خواهند

بود. اگر ساخت و ساز اماکن و استقرار تأسیسات و سازه‌های ثابت در کنار رودها با حفظ حریم و آگاهی از دوره‌های طغیان و میزان آن نباشد، تمام این سازه‌ها دائماً مورد تهدید رودخانه قرار خواهند گرفت.

۲- فرآیندهای ژئومورفیک درونی

اصولاً فرآیندهای ژئومورفیک به دو دسته فرآیندهای درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند که ذیلاً به اختصار به آن‌ها اشاره می‌شود:

الف- فرآیندهای ژئومورفیک درونی

معمولاً فرآیندهای درونی در مقایسه با فرآیندهای بیرونی زمین خیلی کند عمل می‌کنند و شاید میلیون‌ها سال طول بکشد تا اثرات آن‌ها هویدا گردد؛ و برخی از آن‌ها نیز مثل آتشفشان، زلزله... ممکن است به‌طور سریع و آنی عمل کنند و این مسأله باید مدنظر برنامه‌ریزان شهری باشد. فرآیندهای ژئومورفیک درونی متعددی هستند که مهمترین آن‌ها به قرار زیر است:

۱- حرکات زمین

عمده‌ترین شواهد ژئومورفولوژیکی این حرکات، فرونشینی،^۱ بالاآمدگی،^۲ چین‌خوردگی، گسل... است که به لحاظ اهمیت گسل‌ها در برنامه‌ریزی شهری، در این نوشتار بیشتر به گسل‌ها خواهیم پرداخت.

گسل‌ها یکی از پدیده‌های مهم ژئومورفولوژیکی هستند که از حرکات تکتونیکی ناشی می‌شوند. گسل‌ها با فعالیت و حرکات خود علاوه بر این که می‌توانند ایجاد زلزله کنند، باعث جابجایی عمودی یا افقی در منطقه نیز می‌شوند و اثرات تخریبی زیادی بر روی ساختمان‌ها و سایر مستحذات دارند. به‌طور کلی انسان قادر به پیش‌بینی دقیق حرکات تکتونیکی نیست و نمی‌تواند این حرکات را خفیف یا از وقوع آن‌ها پیشگیری نماید؛ ولی می‌تواند در مکان‌گزینی شهرها، مناطق گسل‌خیز را شناسایی نماید و در اجرای پروژه‌های شهری به شدت، تعداد، ابعاد، سن و منشاء این فرآیندها دقت کامل داشته باشد و نکات فنی و ایمنی را در ساخت سازه‌ها و تأسیسات مد نظر قرار دهد.

متأسفانه در خیلی از مناطق کشور، شهرها و آبادی‌ها بر روی خطوط گسلی و نوار زلزله ایجاد شده‌اند (مثل تهران، تبریز، سفیدابه، اردبیل، طبس، رودبار و منجیل،

1 Subsidence

2 Uplifting

گلباف...؛ چون کشور ما از چند طرف تحت فشارهای افقی نیروهای تکتونیک صفحه‌ای است، بنابراین گسل‌های ایران اکثراً فعالند و ایران از لحاظ تکتونیک، فعال است. ایران بر روی کمربند زلزله آلپ - هیمالایا واقع شده و با وجود گسل‌های متعدد، پتانسیل زلزله در کشور بسیار بالا است. مطالعات انجام شده در تهران نشان می‌دهد، چنانچه گسلی فعال شود و زلزله‌ای رخ دهد، ابعاد خرابی‌ها و فاجعه انسانی که روی خواهد داد، در تاریخ بشریت کم‌نظیر خواهد بود (اطلاعات، ۱۳۸۰: ۵). گسل‌هایی که در اطراف شهر تهران وجود دارد، دارای توان لرزه‌ای نهفته‌ای هستند و لرزه‌زا می‌باشند، بنابراین تهران به عنوان بزرگ‌ترین شهر ایران احتمال دارد بر اثر وقوع زلزله ناشی از گسل‌های شمال شهر، شهرری و گسل مشافشم مورد تهدید قرار بگیرد (کیهان، ۱۳۷۹: ۵). در اطراف تهران گسل‌های متعددی وجود دارد، اما خیلی از این‌ها در مقایسه با گسل‌های مهم ایران اهمیت چندانی ندارند، لیکن به خاطر نزدیکی به تهران مطالعات زیادی در مورد آن‌ها انجام شده است، زیرا که در اجرای طرح‌های عمرانی مانند مترو، ساختمان‌های عظیم... لزوم مطالعه آن‌ها احساس می‌شد (ساعدی‌بناب، ۱۳۷۸: ۱۳۲).

شهر ماکو در استان آذربایجان غربی در یک دره گسلی واقع شده است و حرکت‌های گسلی همراه با زلزله‌های خفیف باعث سقوط سنگ‌ها و تهدید شهر می‌شوند؛ از این رو ساخت شهر ماکو در دره گسلی ماکو با هیچ یک از اصول ژئومورفولوژیکی مطابقت ندارد (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۶۱).

۲- زمین‌لرزه‌ها

زلزله یکی دیگر از فرآیندهای ژئومورفیک درونی است که آثار تخریبی زیادی دارد و برخی از شهرهای کشور ما را نیز تهدید می‌کند و بی‌توجهی به آن در مکان‌گزینی شهرها، و عدم رعایت نکات فنی و ایمنی در ساخت تأسیسات و ساختمان‌ها می‌تواند اثرات زیان‌باری را به دنبال داشته باشد.

کشور ما به دلایل گوناگون متأسفانه یکی از کشورهای حادثه‌خیز طبیعی جهان محسوب می‌شود که تقریباً تمامی انواع سوانح و حوادث طبیعی، در آن روی می‌دهد. از این رو برنامه‌های فراگیری باید به اجرا درآید تا از آثار و عوارض حوادث طبیعی، به میزان قابل توجهی کاسته شود. ایران جزو ۱۰ کشور ردیف اول حادثه‌خیز جهان است و حدود ۷۰ درصد سرزمین ایران در معرض خطر زلزله و ۵۰ درصد در معرض خطر سیل قرار دارد (کیهان، ۱۳۷۹: ۵). بنابراین جا دارد برنامه‌ریزان شهری کشور ما قبل از احداث هر سکونتگاهی، این مهم را مد نظر داشته باشند تا از خسارات جانی و مالی جلوگیری شود.

نگاهی گذرا به آمار و سوانح طبیعی نشان می‌دهد که زلزله پدیده‌ای شناخته شده در ایران است و همه‌ساله جان صدها تن را می‌گیرد. ایران روی یکی از چهار کمربند زلزله دنیا قرار دارد و زلزله‌های ۱۳۴۱، بوئین زهرا با ۱۲۰۰۰ کشته، زلزله ۱۳۴۷ دشت بیاض با ۱۲۰۰۰ کشته، زلزله ۱۳۵۷ طبس با ۲۵۰۰۰ کشته، زلزله ۱۳۳۶ گیلان و مازندران با صدها کشته، زلزله ۱۳۶۹ رودبار و منجیل با هزاران نفر کشته و... (اطلاعات، ۱۳۶۹: ۱۳). همه حکایت از این امر دارند که عدم توجه به زلزله‌خیز بودن ایران در برنامه‌ریزی شهری خسارات جبران‌ناپذیری را به بار خواهد آورد.

زلزله نیز هر چند سال یکبار منطقه‌ای از کشور را ویران می‌کند؛ هزاران نفر را به کام مرگ می‌کشاند؛ خانه‌های بسیاری را به آوار تبدیل می‌کند و گروه بی‌شماری را بی‌خانمان و آواره می‌سازد. مثلاً بیشتر ساختمان‌ها در تهران بدون رعایت استانداردهای فنی و مهندسی احداث شده‌اند، به گونه‌ای که در صورت وقوع زلزله نسبتاً شدید، ۹۰ درصد آن‌ها فرو می‌ریزند. تمرکز روزافزون جمعیت و عدم رعایت اصول شهرسازی در تهران، این شهر را در حال حاضر ۱۰ برابر آسیب‌پذیرتر از تهران ۲۵ سال پیش نموده است (کیهان، ۱۳۷۱: ۵).

اصولاً زلزله‌ها در سطح زمین آثار ژئومورفولوژیکی فراوانی نظیر ایجاد گسل‌ها، جابجایی افقی و عمودی، ایجاد شکاف‌هایی به ابعاد مختلف، تحریک و تشدید حرکت مواد بر روی دامنه، انسداد و تغییر مسیر رودها، باز و بسته شدن چشمه‌ها، وقوع تسونامی، ... به وجود می‌آورند. بنابراین زلزله به‌طور مستقیم و غیرمستقیم موجب ناپایداری محیط می‌شود که در مکان‌گزینی شهرها باید به آن توجه فراوان کرد (زمردیان، ۱۳۷۸، صص ۴۲-۳۹).

۳- آتشفشان

آتشفشان‌ها نیز از دیگر فرآیندهای درونی هستند که همواره زندگی بشر را مورد تهدید جدی قرار می‌دهند. به عنوان مثال آتشفشان «وزوو» در سال ۷۹ میلادی پس از یک دوره آرامش با فوران بسیار شدید شروع به فعالیت کرد و سه شهر پمپئی، هرکولانوم و استابیس را در زیربارانی از آتش و خاکستر مدفون و از صحنه گیتی محو نمود.

به‌طور کلی آتشفشان‌ها به‌طور مستقیم توسط مواد پرتابی، جریان‌های گدازه، ابرهای سوزان، باران‌های خاکستر ... و به‌طور غیرمستقیم ایجاد زلزله، امواج تسونامی، ذوب شدن یخچال‌ها (در صورتی که آتشفشان در زیر یخ‌ها باشد)، حرکت لاهار، بستن

مسیر رودها و تشکیل سد طبیعی و... مناطق مسکونی به‌ویژه شهرها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آتشفشان‌ها دارای اثرات مثبت (خاک غنی، جذب گردشگر، آب‌های معدنی، چشمه‌های ژئوترمال...) و اثرات منفی زیادی هستند که در برنامه‌ریزی شهری باید به آن‌ها توجه کافی مبذول داشت که مطمئناً علاج واقعه قبل از وقوع کم‌هزینه‌تر و منطقی‌تر است.

ب- فرآیندهای ژئومورفیک بیرونی

اصولاً فرآیندهای بیرونی در زمان‌های کوتاه‌تر و با تناوب بیشتری نسبت به فرآیندهای درونی اتفاق می‌افتند و انسان و فعالیت‌های وی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در زندگی روزمره انسان ملموس‌تر و با اهمیت‌تر هستند. این عوامل در واقع هم سمت و سوی توسعه شهر را تعیین می‌کنند و هم گاهی به عنوان یک عامل بازدارنده در برنامه‌ریزی و طراحی شهری عمل می‌نمایند و اغلب به صورت عوامل مخرب و مخاطره‌آمیز ایفای نقش می‌کنند و عمدتاً از نیروهای درونی هم متأثر هستند که ذیلاً به نقش برخی از آن‌ها در مکان‌گزینی شهرها اشاره می‌شود:

۱- لنداسلاید^۱

لنداسلاید یکی از شایع‌ترین و پرخطرترین انواع حرکت توده‌ای مواد بر روی دامنه‌های شیب‌دار است. این پدیده که بیشتر در رسوبات متوسط تا دانه‌درشت اتفاق می‌افتد، به علت جذب رطوبت و نیروی ثقل مواد به همراه مساکن، باغ‌ها و سایر تأسیسات به طور یکجا و سریع بر روی دامنه حرکت می‌کند و ساختمان‌ها، درختان، تأسیسات... را مورد تهدید قرار می‌دهد و موجب بسته شدن جاده‌ها و رودخانه‌ها و خسارات مالی و تلفات جانی می‌شود (مثل لنداسلایدهای سال‌های اخیر در استان چهارمحال و بختیاری و تلفات جانی وارد شده...). با توجه به این که آب یکی از عوامل اصلی ایجاد لنداسلاید است، لذا باید دانست که احداث نهرهای آب، ساختمان‌های بلند، آبیاری مزارع و درختان در روی دامنه‌ها و همچنین نیروهای تکتونیکی و زلزله از عوامل تحریک‌کننده آن‌ها محسوب می‌شوند و گاهی اوقات ابعاد لنداسلایدها به قدری زیاد است که علاوه بر ایجاد خسارت، زمین‌لرزه‌های نسبتاً خفیف و محلی را موجب می‌گردند (زمردیان، ۵۸: ۱۳۷). بنابراین لنداسلایدها علاوه بر آن که خطرناک هستند، گاهی اوقات به خاطر انباشته شدن آب در پشت آن‌ها خطر مضاعفی را به وجود

1 Land Slide

می‌آورند و مناطق پایین دست خود را تهدید می‌کند (مثل لنداسلاید دره لاسم واقع در جاده هراز...).

خسارت مالی لنداسلایدها معمولاً بالا است. مثلاً تنها در ایالات متحده آمریکا این خسارت بیش از یک میلیارد دلار و در ایتالیا یک میلیارد و صد و چهل میلیون دلار در سال تخمین زده شده است (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۷: ۲۰۲).

۲- ریزش

ریزش که بیشتر بر اثر تخریب فیزیکی اتفاق می‌افتد، برای شهرهای واقع در پای کوه‌ها، یکی از خطرناک‌ترین و مرگ‌بارترین حوادث محسوب می‌شود. معمولاً ریزش در دامنه‌هایی فعالیت دارد که شیب آن‌ها زیاد و در حدود ۹۰-۳۰ درجه باشد و هر چه دیاکلازهای سنگ زیادتر باشد، خطر ریزش شهر را بیشتر تهدید می‌کند. اصولاً شهرهایی که در پای این دامنه‌های پرشیب واقع شده‌اند، از شرایط ناهنجاری برخوردارند و همیشه در معرض سقوط سنگ‌ها و ریزش دامنه‌ای قرار دارند (مثل شهر ماکو در آذربایجان غربی و همچنین ریزش در اثر زلزله خرداد ۱۳۶۹ در اطراف سد منجیل و آبادی‌های اطراف) (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۶۱)؛ و این بی‌ثباتی سنگ‌ها برای مسکن شهری، تأسیسات و کارخانجات صنعتی، پل‌ها و جاده‌های واقع در پای دامنه‌ها خطر بزرگی محسوب می‌شود.

ریزش علاوه بر خسارات مالی، تلفات جانی هم دارد که به‌طور نمونه می‌توان به ۲۵۰۰۰ کشته در سال ۱۹۷۰ در کشور پرو، ۱۱۵ کشته در سال ۱۸۸۱ در کشور سوئیس اشاره نمود. بزرگی و سرعت برخی از ریزش‌ها موجب شگفتی انسان می‌شود. به طوری که ریزش ممکن است با سرعتی بیش از ۴۸۰ کیلومتر در ساعت (۱۳۳ متر در ثانیه) چندین کیلومتر جابه‌جا شود. مثلاً در یک سکونت‌گاه معدنی در کشور کانادا ۹۰ میلیون تن سنگ در ۱۰۰ ثانیه یعنی با سرعت ۱۳ متر در ثانیه ۱/۳ کیلومتر جابه‌جا شد و ۷۶ نفر از سکنه را کشت.

۳- سولیفلوکسیون^۱

سولیفلوکسیون یا گلسره نوع دیگری از حرکت توده‌ای مواد بر روی دامنه‌های شیب‌دار است که معمولاً در رسوبات ریزدانه رسی، ماری و لیمونی اتفاق می‌افتد و بر اثر جذب رطوبت ثبات و استحکام خود را از دست می‌دهد و از زیر بنای ثابت خود جدا می‌شود و با توجه به شیب دامنه، مقدار رطوبت جذب شده و نیروی ثقل مواد به تدریج

¹Solifluction

به سمت پایین حرکت می‌کند و بعضاً موجب تخریب ساختمان‌ها، کارخانجات، بستن پل‌ها و راه‌های ارتباطی... می‌شود. اصولاً در مناطقی که به‌طور دائم با حرکت سولیفلوکسیون درگیر هستند، نباید اقدام به ساخت بناهای مدرن و عظیم و تأسیسات صنعتی نمود، زیرا احتمال خطر وجود دارد (رجایی، ۱۳۷۳: ۲۵۲). گرچه حرکت سولیفلوکسیون‌ها خیلی سریع نیست اما باید توجه داشت که چون حرکت آن‌ها به صورت توده‌ای است، احتمال دارد برای ساکنین شهرها خطرناک باشد. از این رو انتظار می‌رود برنامه‌ریزان شهری به این مسأله توجه داشته باشند.

۴- خزش^۱

خزش نوعی حرکت کند مواد بر روی دامنه‌های کم‌شیب است که به صورت دانه به دانه صورت می‌گیرد و بیشتر در آب و هوای معتدل و سرد کوهستانی به وجود می‌آید. بیشترین حرکت این فرآیند مربوط به دامنه‌های فاقد پوشش نباتی و تحت سلطه یخبندان و ذوب است و موجب خم شدن درختان، تیرهای برق، دیوارها و سنگ‌های قبر و... می‌شود. گرچه حرکت خزش کند است و خطر زیادی ندارد ولی در درازمدت می‌تواند مشکل‌ساز شود و خساراتی را به ساختمان‌ها و تأسیسات وارد سازد لذا در برنامه‌ریزی شهری و مکان‌گزینی شهرها نباید از آن غافل شد.

۵- بهمن

اصولاً شهرهایی که در مناطق سرد و کوهستانی بر روی سطوح شیب‌دار واقع شده‌اند، از مکان‌های بحرانی و بهمن‌خیز محسوب می‌شوند و قبل از ایجاد شهر در این‌گونه مناطق، باید بررسی‌های لازم توسط کارشناسان و اهل فن صورت گیرد. عامل شیب برای ایجاد بهمن زیاد مؤثر است و در شیب‌های کمتر از ۲۳ درجه ایجاد نمی‌شود، مگر حجم برف زیاد باشد یا عوامل خارجی آن را تحریک کنند. شیب‌های ۴۵، ۵۰ و ۶۰ درجه برای بهمن مناسب هستند، حتی اگر ضخامت برف ۱۰ سانتیمتر باشد. برخی از بهمن‌ها قادرند توده بزرگی از برف را به حرکت درآورند و بر روی شهرها، آبادی‌ها، جاده‌ها و پل‌هایی که در پای آن‌ها واقع شده‌اند، بریزند و سبب بروز حوادث و سوانح جبران‌ناپذیری گردند (نادرصفت، ۱۳۷۹: ۶۳). در کشور ما همه‌ساله سقوط بهمن در جاده هراز و چالوس تلفات و خسارات مالی فراوانی وارد می‌سازد و گاهی موجب راه‌بندان نیز می‌شود. باید در کشورهای سردسیر و کوهستانی به بهمن و مسائل و مشکلات ناشی از آن توجه فراوانی داشت.

۶- رودخانه‌ها و تغییر بستر آن‌ها

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، امروزه متأسفانه در مکان‌گزینی شهرها و احداث ساختمان‌ها و تأسیسات شهری بیشتر به سیمای ظاهری و چشم‌انداز طبیعی آن توجه می‌شود و به نیروهای محیطی و ژئومورفولوژیکی زیاد عنایتی نمی‌شود. شاید بتوان گفت هیچ عامل ژئومورفولوژیکی به اندازه آب‌های سطحی، سطح زمین را حتی در نواحی خشک تغییر شکل نمی‌دهد. یعنی سیستم‌های رودخانه‌ای معمولاً محیط‌های ناپایدار و دینامیکی را به وجود می‌آورند و مورفوژنز را بر پدوژنز غلبه می‌دهند. اصولاً در اکثر مناطق و به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک رودخانه‌ها و اراضی حواشی آن‌ها از اراضی وسوسه‌انگیز به‌شمار می‌روند و به‌خاطر نیاز شدید به آب، شهر به‌تدریج به‌سمت رودخانه کشیده می‌شود و اراضی جانبی آن را اشغال می‌کند (فرید، ۱۳۷۳: ۵۳).

برنامه‌ریزان شهری باید تغییرات دوره‌ای و ادواری رودخانه‌ها را مطالعه کنند؛ زیرا ممکن است یک رودخانه سال‌های سال طغیان نکند و در دوره آرامش به‌سر ببرد و حتی مراکز مسکونی و صنعتی هم در حاشیه آن احداث شود، ولی ناگهان دوره طغیانی رودخانه شروع شود و خساراتی را به بار آورد. اصولاً رودخانه‌ها به لحاظ شرایط دینامیکی خود خطرات قابل توجهی را ممکن است به بار بیاورند. طغیان رودخانه‌ها موجب خسارت اقتصادی و همچنین فرسایش نواحی پیرامون آن‌ها می‌گردد و ساحل رودخانه عقب‌نشینی می‌کند و خساراتی را به تأسیسات اطراف وارد می‌سازد. پل‌ها تخریب می‌شوند و زمین‌های کشاورزی به زیر آب می‌روند (زمردیان، ۱۳۷۸: ۶۲).

رودخانه‌ها با حفر، حمل و رسوب‌گذاری مواد باعث تغییرات زیادی بر اراضی شهری می‌گردند و در مواقع طغیانی بر کرانه‌ها هجوم می‌برند و بر اثر سرریز آب، به داخل شهرها نفوذ می‌کنند که باعث مختل شدن فعالیت‌های روزمره مردم و وقوع خسارات سنگینی به شهرها می‌گردند. بنابراین در مواقع ایجاد سازه‌ها و تأسیسات و بناهای مسکونی باید به تمام خصوصیات رودخانه از جمله میزان دبی، دوره‌های طغیان، سرعت جریان و حفظ حریم رودخانه توجه داشت که در صورت عدم توجه به انجام مطالعات دقیق در این زمینه خسارات جبران‌ناپذیری رخ خواهد داد. در مورفولوژی شهرهایی که در کنار رودها به‌وجود آمده‌اند، مسیر رودها بیش از دیگر عوامل، نقش تعیین‌کننده دارد. شهر در کنار مسیر رود، شکل می‌گیرد. شاخه‌های فرعی رود، محله‌ها و کوی‌های شهر را در مسیر معینی قرار می‌دهد و پل‌های متعدد رود، شکل دیگری از مورفولوژی شهری را نشان می‌دهد (شکویی، ۱۳۷۳: ۲۵۸).

۷- طوفان‌های شن و ماسه

طوفان‌های شن و ماسه یکی دیگر از بلایای طبیعی است که همواره خسارات مادی و تلفات جانی را به همراه دارد و کشور ما نیز همه‌ساله از این رهگذر زیان‌هایی را متحمل می‌شود، و شایسته است این امر نیز در کانون توجه برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد. اصولاً طوفان‌های شن و ماسه با هجوم خود به مناطق مسکونی شهری و روستایی، اراضی کشاورزی، انهار، خطوط مواصلاتی، فرودگاه‌ها، تأسیسات اقتصادی و حیاتی، کانال‌های آبرسانی و... مشکلات عدیده‌ای را برای مردم فراهم می‌کنند و به فعالیت‌های عمرانی و زیربنایی هر منطقه لطمات جبران‌ناپذیری می‌زنند. به‌عنوان مثال در استان سیستان و بلوچستان حرکت پایان‌ناپذیر توده‌های شن و خاک به صورت مشکل بزرگی برای مسوولان و مردم منطقه درآمده است (اطلاعات، ۱۳۷۷: ۵). به‌طوری که گاهی اوقات آسمان تیره و تار می‌شود و انسان‌ها و وسایل نقلیه قادر به حرکت نیستند. باد ۱۲۰ روزه سیستان در فصل تابستان زندگی عادی مردم چالۀ سیستان و شهر زابل را مختل می‌کند و زیان‌های زیادی را به همراه دارد. طوفان شن و ماسه در سایر استان‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نظیر کرمان، یزد، جنوب خراسان و... نیز مشکلات مشابهی را ایجاد می‌کند، از این رو جا دارد که مکان‌گزینی شهرها در مناطق خشک و نیمه‌خشک با دقت نظر بیشتری به این مسأله صورت پذیرد.

۸- کارستیفیکاسیون^۱

اصولاً مناطق کارستی و آهکی به‌خاطر پدیده انحلال و داشتن غارهای زیرزمینی برای احداث شهر و تأسیسات شهری با مشکل‌مواجه هستند که از آن جمله می‌توان به فرونشینی ساختمان‌های چندطبقه بر اثر نشست زمین‌های آهکی، مانع بودن غارهای زیرزمینی برای احداث مترو و سایر تأسیسات زیرزمینی (مثل شهر زاگرب که به همین دلیل فاقد مترو است)، وجود غارها و دالان‌های فراوان در زیرزمین و فروریختن سقف آن‌ها و صدمه به پل‌ها و سایر تأسیسات شهری، آلودگی آب‌های زیرزمینی به دلیل نفوذپذیر بودن سنگ‌های آهکی، مشکلات مربوط به فاضلاب شهری، کنترل سیلاب و الگوهای زهکشی، ساخت پل، تونل و سد اشاره نمود (زمردیان، ۱۳۷۸: ۵۰).

همان‌طور که اشاره شد، حفره‌ها و غارهای زیرزمینی می‌توانند در زمینه احداث بنا و استخراج معادن، مسائل و مشکلاتی به بار آورند. منشأ این حفره‌های زیرزمینی، چه طبیعی باشد و چه حاصل فعالیت‌های بشر (مثل معدن‌کاری، عملیات مهندسی

عمران و...)، ولی فرآیندهای مربوط به آنها که منجر به اثرهای سطحی می‌شوند، اساساً مشابه یکدیگر است و ناهموازی‌های سطحی ایجاد شده هم، در واقع می‌توانند همسان باشند. بنابراین عدم توجه به خصوصیات ویژه زمین‌های آهکی می‌تواند باعث وقوع حوادث غیرقابل جبرانی در آینده بشود و لازم است در برنامه‌ریزی شهری به این امر توجه شود.

۹- سیل و سیلاب

سیل در واقع حرکت شدید آب در زمان کوتاه است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک احتمال وقوع آن بیشتر است. سیل و سیلاب همه ساله جان و مال مردم محروم مناطق شهری و روستایی ایران را تهدید می‌کند و خسارات هنگفتی را به بار می‌آورد.

با آن که کشور ما به شدت به آب نیازمند است، اما همه‌ساله به علت عدم مهار جریان رودخانه‌ها، شهرها و روستاها و خانه‌ها و مزارع زیادی تخریب می‌شود و به تأسیسات و مراکز مختلف صدمات و خساراتی وارد می‌گردد. به همین دلیل همه‌ساله بخش قابل توجهی از بودجه کشور برای جبران ضایعات ناشی از سیل اختصاص می‌یابد که با صرف یک‌دهم آن می‌توان از بروز سیل جلوگیری کرد (کیهان، ۱۳۷۱: ۵).

امروزه هدایت سالم آب‌های سطحی و سیلاب‌ها در اکثر شهرهای ایران به صورت یکی از مسایل و مشکلات شهری درآمده که هر سال کم و بیش خسارات قابل توجهی به بار می‌آورد. در کشور ما همیشه به محض جاری شدن سیل، کمک‌های نقدی و جنسی فراوانی به سمت مناطق سیل‌زده سرازیر می‌شود، اما سیل که فروکش می‌کند دوباره همه‌چیز به بوته فراموشی سپرده می‌شود تا بروز سیلی دیگر، انسان جلو بارندگی را نمی‌تواند بگیرد ولی با برنامه‌ریزی صحیح و منطقی و مکان‌گزینی درست شهرها می‌تواند خسارات جانی و مالی را به حداقل برساند. موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران بیانگر این امر است که اکثر شهرهای بزرگ یا در مسیر حوضه‌های آبریز خارجی قرار دارند و یا در مسیر حوضه‌های آبریز داخلی، بنابراین ضروری است که پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از وقوع سیلاب‌ها و آب‌گرفتگی در مناطق شهری به عمل آید (کیهان، ۱۳۷۱: ۵).

خشکسالی و از بین رفتن پوشش گیاهی و کاهش قدرت جذب زمین، خطر بروز سیل در کشور را تشدید کرده است که نمونه آن سیل ویرانگر منطقه «موئیل» مشکین‌شهر در استان اردبیل است که اخیراً رخ داد و به مرگ ده‌ها نفر و خسارات

هنگفتی منجر شد (اطلاعات، ۱۳۸۰: ۵). و همچنین سیل اخیر استان گلستان، و سیل‌های نکا، ماسوله، گناوه، خوزستان از جمله سیل‌های مخرب سال‌های اخیر هستند که جمعاً میلیاردها تومان خسارت به اقتصاد کشور وارد کردند و جان چندین نفر انسان بی‌گناه را هم گرفتند.

در هر حال سیل و سیلاب یک بلای جدی است و در برخی از کشورها نیز اهمیت بیشتری دارد. مثلاً در کشور آمریکا میانگین زیان سالانه سیل تا سال ۱۹۷۰ حدود ۱/۲ میلیارد دلار بوده است و حدود ده درصد جمعیت در معرض تهدید سیل قرار دارند و میانگین سالانه مرگ ناشی از آن در این جمعیت، دو نفر در هر یک میلیون نفر است. در شبه‌قاره هند زیان محصولات کشاورزی از سیلاب ممکن است سالانه از ۳۰۰ میلیون دلار فراتر رود (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۷: ۳۰۳).

۱۰- بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی

بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی در حالت عادی می‌تواند یکی از مشکلات برنامه‌ریزی شهری باشد؛ زیرا که در برخی مناطق به دلیل بالا بودن سنگ بستر و ریزدانه بودن رسوبات سطح آب‌های زیرزمینی بالا می‌آید و موجبات نم‌کشیدگی دیوارها و ساختمان‌ها، پر شدن چاه‌های فاضلاب و قبر مرده‌ها، آلودگی آب‌ها و... می‌گردد و قطعاً زیان‌های مالی هم به دنبال خواهد داشت. اصولاً در شهرهای بزرگی که برج‌سازی (ساختمان‌های بلند و چندین طبقه) رواج دارد و سطح آب‌های زیرزمینی هم بالا باشد، گاهی اوقات به خاطر فشار و وزن زیاد این ساختمان‌ها، آب در بخش دیگری از مناطق مجاور این ساختمان‌ها بالا خواهد آمد و خساراتی را هم به آن‌ها وارد می‌سازد. از جمله شهرهایی که در ایران با مشکل بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی مواجه هستند، می‌توان به زابل، سوسنگرد، ابوزیدآباد کاشان و... اشاره نمود. لذا برنامه‌ریزان شهری باید به این‌گونه مسایل و حتی موضوعات جزئی‌تر هم توجه داشته باشند، که گاهی موضوعات جزئی فعلی، در آینده به مشکلی بزرگ و دردسرساز برای شهرها تبدیل خواهد شد.

نتیجه‌گیری

اگر بپذیریم که مهمترین هدف برنامه‌ریزان شهری تأمین رفاه شهرنشینان به وسیله ایجاد محیطی بهتر، سالم‌تر و مساعدتر است، شایسته است قبل از ایجاد شهرها یا پروژه‌های سنگین که به سرمایه‌های کلان و شرایط ایمنی بیشتری نیاز دارند، علاوه بر مطالعات دیگر، به پژوهش‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی نیز عنایتی خاص بشود؛

چون اغلب فرآیندهای ژئومورفولوژیکی در شرایط عادی خود را بروز نمی‌دهند و به صورت مخفی باقی می‌مانند ولی در شرایط مناسب باعث بروز حوادث ناگوار می‌گردند (مانند زمین‌لرزه‌ها، لغزش‌ها، طغیان رودخانه‌ها...) (نادر صفت، ۱۳۷۹: ۱۹۱).

ایجاد و توسعه شهرها در گذشته اغلب دیدگاه‌های خاصی را مورد توجه قرار می‌داد و نقطه‌نظرهای مخصوصی را طلب می‌کرد و در مکان‌گزینی شهرها بیشتر به مطالعات انسانی و اجتماعی اکتفا می‌شد، ولی امروزه غفلت از مطالعاتی نظیر ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت که همواره از طریق رسانه‌های گروهی از اخبار ناگوار آن‌ها مطلع می‌شویم که به‌طور نمونه می‌توان به سیل‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۳ مناطق مختلفی از کشور مانند سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، فارس، بوشهر، خوزستان، گلستان... با صدمات و خسارات سنگین اشاره نمود.

با توجه به مطالب اشاره شده، هنوز جای این سؤال در کشور ما باقی است که چرا برخی از برنامه‌ریزان شهری و سایر مسوولان برای مکان‌گزینی شهرها توجه کافی به زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی و علوم مشابه ندارند؟ و چرا بعضی از شهرها و تأسیسات وابسته به آن باید به شیوه نسبتاً سنتی و با تکیه بر شانس و احتمال، احداث شوند؟ در پایان باید به این نکته اشاره کرد که آثار و پیامدهای زیست‌محیطی و خسارات جانی و مالی وارد شده به خاطر عدم توجه به دانش و اطلاعات ژئومورفولوژیک در برنامه‌ریزی شهری نه تنها زیان‌بار است، بلکه بی‌توجهی آشکار به علوم زمین می‌تواند وضعیت شهر را وخیم و فاجعه‌بار نماید (زمردیان، ۱۳۷۲: ۲۶۴).

منابع و مأخذ :

- ۱- رجایی، عبدالحمید: کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، نشر قومس، چاپ اول، ۱۳۷۳.
- ۲- زمردیان، محمدجعفر: کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، انتشارات سازمان سمت، چاپ سوم، تهران، ۱۳۷۸.
- ۳- ساعدی بناب، جواد: شناخت زلزله و پیش‌بینی زلزله تهران، انتشارات دانش و فن، چاپ اول، ۱۳۷۸.
- ۴- شکویی، حسین: دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری، انتشارات سازمان سمت، تهران، جلد اول، ۱۳۷۳.
- ۵- فرید، بداله: جغرافیا و شهرشناسی، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ سوم، ۱۳۷۳.
- ۶- کوک، آریو و جی. سی. دورکمپ: ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، ترجمه دکتر شاپور گودرزی‌نژاد، انتشارات سازمان سمت، چاپ اول، ۱۳۷۷.
- ۷- نادرصفت، محمدحسین: ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سازمان سمت، چاپ اول، تهران، ۱۳۷۹.
- ۸- هوک، ج.ام: ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، ترجمه محمدجعفر زمردیان، انتشارات سازمان سمت، چاپ اول، تهران، ۱۳۷۲.

* * *

روزنامه‌ها :

- ۱- «بسیاری از خسارات حوادث طبیعی ناشی از عملکرد انسان‌ها است»، روزنامه کیهان، ۱۱ خردادماه، ۱۳۷۱.
- ۲- «جلوی حوادث طبیعی را نمی‌توان گرفت اما آثار ویرانگر آن را می‌توان کاهش داد»، روزنامه کیهان، سه‌شنبه ۲۶ مهرماه ۱۳۷۹.
- ۳- «چرا در خشکسالی، خطر سیل تشدید می‌شود؟»، روزنامه اطلاعات، دوشنبه ۸ مرداد ماه، ۱۳۸۰.
- ۴- «سیستان و بلوچستان، جولانگاه شنهای روان»، روزنامه اطلاعات، یکشنبه ۲۰ دیماه، ۱۳۷۷.
- ۵- «سیلاب‌هنوز به راحتی خسارت می‌زند و تلفات می‌گیرد»، روزنامه کیهان، دوشنبه ۱۰ خردادماه، ۱۳۷۱.
- ۶- «شهرهای ما در برابر حوادث طبیعی آسیب‌پذیرند»، روزنامه کیهان، پنجشنبه ۷ خردادماه، ۱۳۷۱.
- ۷- «نامه سرگشاده سازمان نظام مهندسی به رئیس‌جمهور»، روزنامه اطلاعات، یکشنبه ۷ مردادماه، ۱۳۸۰.

