



دانشگاه ساه نور

زمین شناسی شهری

دکتر وحید احدنژاد

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. کلیات.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱ تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی شهری.....	۴
۱-۱-۱ آمریکا.....	۴
۱-۱-۲ اروپا.....	۵
۱-۱-۳ آسیا.....	۵
۱-۱-۴ پروژه اسکاپ.....	۶
۱-۱-۵ آسیای مرکزی.....	۷
۱-۱-۶ آسیای جنوب شرقی.....	۸
۱-۱-۷ جنوب آسیا.....	۸
۱-۱-۸ شرق آسیا.....	۹
۱-۱-۹ ایران.....	۹
۲-۱ نقشه‌های زمین‌شناسی در مناطق شهری و مسائل پیش‌رو.....	۱۱
۱-۲-۱ مسائل بهداشتی.....	۱۱
۲-۲-۱ مسائل مهندسی.....	۱۱
۳-۲-۱ مسائل مرتبط با نقشه‌برداری.....	۱۲
۳-۱ آینده داده‌های زمین‌شناسی شهری.....	۱۲
۴-۱ بررسی‌های آینده در زمین‌شناسی شهری.....	۱۵
خلاصه.....	۱۶
خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....	۱۷

۱۷.....	خودآزمایی تشریحی.....
۱۹.....	فصل دوم. مدیریت زمین شناسی مناطق شهری.....
۱۹.....	هدف کلی.....
۱۹.....	هدف های یادگیری.....
۲۰.....	مقدمه.....
۲۳.....	۱-۲ توسعه زیرساخت ها در مناطق زیرسطحی شهری.....
۲۴.....	۲-۲ کاربری مناطق شهری.....
۲۵.....	۳-۲ تاریخچه وضع قوانین.....
۲۶.....	۴-۲ آلاینش آب های زیرزمینی.....
۲۷.....	۵-۲ برآورد و محافظت از منابع آب زیرزمینی.....
۲۷.....	۶-۲ آلاینش آب های سطحی.....
۲۷.....	۷-۲ شهرهای ساحلی.....
۲۹.....	۱-۷-۲ عوامل زمین شناسی.....
۳۱.....	۲-۷-۲ عوامل انسانی.....
۳۵.....	۸-۲ مدیریت پسماندهای شهری.....
۳۵.....	۱-۸-۲ اصول زمین شناسی دفن زباله در مناطق شهری.....
۴۰.....	۲-۸-۲ عوامل هیدرولوژیکی.....
۴۲.....	۳-۸-۲ انتخاب محل دفن زباله بهداشتی.....
۴۲.....	۴-۸-۲ محدودیت های زمین شناسی.....
۴۳.....	۵-۸-۲ بهره برداری از سایت دفن زباله.....
۴۳.....	۶-۸-۲ پایش آلودگی های ناشی از محل دفن زباله ها.....
۴۴.....	۷-۸-۲ بازرسی بهره برداری از محل دفن زباله ها.....
۴۵.....	۹-۲ آلاینش خاک های سطحی و زیرسطحی.....
۴۵.....	۱۰-۲ مخاطرات زمین شناسی.....
۴۵.....	۱۱-۲ روش های مطالعه و بازایی داده های زمین شناسی مرتبط با زیرسطح ساختمان های شهری.....
۴۶.....	۱۲-۲ انواع داده های زمین شناسی مورد نیاز مناطق شهری.....
۴۹.....	۱۳-۲ مدیریت داده های زمین شناسی مناطق شهری.....
۵۱.....	۱-۱۳-۲ سازمان های زمین شناسی.....
۵۲.....	۲-۱۳-۲ مسئولین شهری.....
۵۳.....	۳-۱۳-۲ شرکت های خصوصی.....
۵۴.....	۱۴-۲ ارتباط بین داده های زمین شناسی و برنامه ریزی در مناطق شهری.....
۵۵.....	۱-۱۴-۲ سیستم های برنامه ریزی.....
۵۵.....	۲-۱۴-۲ اطلاعات.....
۵۷.....	۳-۱۴-۲ ارتباط و انتشار اطلاعات.....
۵۹.....	۴-۱۴-۲ اقدامات بعدی.....
۵۹.....	خلاصه.....
۶۰.....	خودآزمایی چهارگزینه ای.....
۶۰.....	خودآزمایی تشریحی.....

فصل سوم. اصول استفاده پایدار از منابع شهری.....	۶۱
هدف کلی.....	۶۱
هدف‌های یادگیری.....	۶۱
مقدمه.....	۶۱
۱-۳ موضوعات مرتبط با زمین‌شناسی در محیط شهری.....	۶۴
۲-۳ گسترش فضاهای زیرسطحی در مناطق شهری.....	۶۵
۳-۳ اطلاعات موردنیاز زمین‌شناسی شهری.....	۶۶
۴-۳ نقشه‌برداری زمین‌شناسی کاربردی.....	۶۸
۵-۳ اهداف برنامه‌ریزی شهری.....	۷۰
۶-۳ خروجی برنامه‌ریزی شهری.....	۷۰
۷-۳ استانداردهای ثبت مشاهدات.....	۷۱
۸-۳ دسته داده‌های زمین‌شناسی شهری.....	۷۱
۱-۸-۳ نقشه‌ها.....	۷۳
۲-۸-۳ عکس‌های هوایی عمودی.....	۷۴
۳-۸-۳ مدل رقومی زمین و مدل رقومی ارتفاعی.....	۷۵
۴-۸-۳ پایگاه داده گمانه‌ها.....	۷۶
۵-۸-۳ منحنی تراز راس سنگ بستر.....	۷۷
۶-۸-۳ اطلاعات مربوط به خاک‌های مناطق شهری.....	۷۸
۷-۸-۳ پایگاه داده‌های ژئوتکنیکی.....	۷۸
۸-۸-۳ خروجی موضوعی.....	۸۰
۹-۸-۳ کاربری قدیمی زمین.....	۸۰
۱۰-۸-۳ کاربری فعلی زمین.....	۸۱
۱۲-۸-۳ داده‌های ژئوشیمیایی.....	۸۲
۱۳-۸-۳ اطلاعات مربوط به خسارت ساختمان‌ها.....	۸۸
۱۴-۸-۳ منابع معدنی.....	۹۰
۱۵-۸-۳ مخاطرات زمین‌شناسی.....	۹۰
۱۶-۸-۳ بقایای معدنکاری.....	۹۰
۹-۳ مدل‌سازی و نمایش.....	۹۱
۱-۹-۳ مدل‌سازی زمین‌های مصنوعی.....	۹۲
۲-۹-۳ مدل‌سازی سطح سنگ.....	۹۲
۳-۹-۳ مدل‌سازی رسوبات سطحی.....	۹۳
۴-۹-۳ شاخص‌های اطمینان.....	۹۳
۱۰-۳ روش‌های تخصیص، توسعه و ارائه داده‌های توصیفی زمین‌شناسی بسیار متنوع.....	۹۵
۱-۱۰-۳ مقیاس‌گذاری مجدد.....	۹۸
۲-۱۰-۳ استفاده از اطلاعات داده‌های توصیفی.....	۱۰۱
خلاصه.....	۱۰۳
خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....	۱۰۳
خودآزمایی تشریحی.....	۱۰۴

فصل چهارم. مخاطرات زمین‌شناسی در محیط‌های شهری.....	۱۰۵
هدف کلی.....	۱۰۵
هدف‌های یادگیری.....	۱۰۵
مقدمه.....	۱۰۵
۱-۴ انواع مخاطرات زمین‌شناسی.....	۱۰۹
۱-۴-۱ مخاطرات ناشی از گسیختگی شیب.....	۱۰۹
۱-۴-۲ مخاطرات ناشی فرونشست، ریزش و آماس زمین.....	۱۰۹
۱-۴-۳ مخاطرات ناشی از زلزله.....	۱۱۰
۱-۴-۴ مخاطرات ناشی از آتش‌فشان.....	۱۱۱
۱-۴-۵ مخاطرات ناشی از سیل.....	۱۱۲
۱-۴-۶ سونامی.....	۱۱۳
۱-۴-۷ طوفان دریایی.....	۱۱۳
۱-۴-۸ مخاطرات ناشی از به خطر افتادن سلامت انسان‌ها در اثر عناصر طبیعی.....	۱۱۴
۱-۴-۹ مخاطرات طبیعی در مناطق شهری واقع در نقاط خشک و نیمه‌خشک.....	۱۱۴
۱-۴-۱۰ مخاطرات زمین‌شناسی و توسعه پایدار شهری.....	۱۱۶
۲-۴ روش‌های برآورد مخاطرات زمین‌شناسی در مناطق شهری.....	۱۱۷
۱-۲-۴ سامانه اطلاعات جغرافیایی یا دانش اطلاعات مکانی (GIS).....	۱۱۹
۲-۲-۴ دورسنجی یا سنجش از دور.....	۱۲۵
۳-۴ تکنیک‌های نقشه‌برداری ویژه.....	۱۳۰
۱-۳-۴ نقشه‌برداری مخاطرات چندگانه.....	۱۳۱
۲-۳-۴ نقشه‌برداری تجهیزات حیاتی.....	۱۳۴
۴-۴ ترکیب نقشه‌های مخاطرات چندگانه و تجهیزات حیاتی.....	۱۳۴
۵-۴ مقیاس بررسی مخاطرات زمین‌شناسی.....	۱۳۷
۶-۴ مدیریت مخاطرات زمین‌شناسی در مناطق شهری.....	۱۳۹
خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....	۱۴۱
خودآزمایی تشریحی.....	۱۴۲
فصل پنجم. ژئوشیمی مناطق شهری.....	۱۴۳
هدف کلی.....	۱۴۳
هدف‌های یادگیری.....	۱۴۳
مقدمه.....	۱۴۳
۱-۵ محیط شهری.....	۱۴۶
۲-۵ اهداف مطالعات ژئوشیمی مناطق شهری.....	۱۵۱
۳-۵ روش‌های مطالعات ژئوشیمیایی مناطق شهری.....	۱۵۲
۱-۳-۵ نمونه‌برداری.....	۱۵۲
۲-۳-۵ نمونه‌برداری از خاک.....	۱۵۳
۳-۳-۵ مسائل مربوط به روش‌های آنالیز.....	۱۵۸
۴-۳-۵ آلاینده‌گی یا حضور طبیعی مواد.....	۱۶۰
۴-۵ چشم‌انداز نتایج مطالعات ژئوشیمی مناطق شهری.....	۱۶۵

۱۶۵.....	۵-۴-۱ کاربردهای بهداشتی (زمین‌های بازی پاک برای کودکان).....
۱۶۵.....	۵-۴-۲ نقشه‌های آگاهی‌بخش (جلوگیری از انتشار بیش‌تر آلاینده‌ها).....
۱۶۶.....	۵-۴-۳ تشخیص منابع آلودگی.....
۱۶۷.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....
۱۶۷.....	خودآزمایی تشریحی.....
۱۶۹.....	فصل ششم. تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در محیط‌های شهری.....
۱۶۹.....	هدف کلی.....
۱۶۹.....	هدف‌های یادگیری.....
۱۷۰.....	مقدمه.....
۱۷۳.....	۶-۱-۱ تهیه نقشه زمین‌شناسی در یک منطقه شهری.....
۱۷۳.....	۶-۱-۱-۱ اطلاعات و چالش‌های پیش‌رو در تهیه نقشه.....
۱۷۵.....	۶-۱-۲ منابع اطلاعات، یکپارچه‌سازی و برآورد قابلیت استفاده از آن‌ها.....
۱۸۰.....	۶-۱-۳ ایجاد مدل زمین‌شناسی مفهومی.....
۱۸۲.....	۶-۱-۴ مطالعات صحرایی.....
۱۸۹.....	۶-۱-۵ آنالیز رخساره‌ها.....
۱۹۳.....	۶-۱-۶ ایجاد و توسعه مقاطع عرضی.....
۱۹۵.....	۶-۱-۷ تهیه نقشه مبنا.....
۱۹۸.....	۶-۱-۸ آماده‌سازی طرح نهایی نقشه.....
۲۱۵.....	خلاصه.....
۲۱۶.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....
۲۱۷.....	خودآزمایی تشریحی.....
۲۱۹.....	فصل هفتم. نقشه آسیب‌پذیری زمین‌شناسی مناطق شهری.....
۲۱۹.....	هدف کلی.....
۲۱۹.....	هدف‌های یادگیری.....
۲۱۹.....	مقدمه.....
۲۲۱.....	۷-۱ آسیب‌پذیری زیرسطحی و توسعه نقشه آسیب‌پذیری.....
۲۲۳.....	۷-۲ روش‌ها.....
۲۳۰.....	۷-۳ مطالعه موردی تهیه نقشه منطقه حوضه آبریز روح‌ریور.....
۲۳۵.....	۷-۴ نمایش اهمیت تهیه نقشه آسیب‌پذیری.....
۲۳۷.....	۷-۴-۱ سایت با آسیب‌پذیری کم.....
۲۴۲.....	۷-۴-۲ سایت با آسیب‌پذیری بالا.....
۲۴۹.....	۷-۴-۳ مقایسه سایت‌ها.....
۲۵۰.....	خلاصه.....
۲۵۳.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای.....
۲۵۳.....	خودآزمایی تشریحی.....
۲۵۷.....	منابع.....

پیشگفتار

علوم مدرن زمین‌شناسی می‌تواند راه‌حل‌های بسیار مناسبی برای استفاده پایدار از منابع زیرزمینی در محیط‌های شهری ارائه کند. منابع زیرزمینی شهری و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی در مقابل اثرات محیطی بسیار آسیب‌پذیر بوده و مدیریت منطقی آن بسیار مهم است. بنابراین، برنامه‌های توسعه‌ای شهرها باید به بهترین نحو و با استفاده از دانش زمین‌شناسی تدوین و به اجرا درآید. این برنامه‌ها باید هم‌زمان آثار زیان‌بار زیست‌محیطی بر منابع زیرزمینی مثل گسترش زیرساخت‌ها و استفاده نامناسب از آب‌های زیرزمینی و منابع زمین‌گرمایی را مورد توجه قرار دهد. غالباً، توسعه زیرساخت‌ها در محیط‌های شهری و اثرات آن بر کاربری زمین تنها از دیدگاه پیشبرد خود زیرساخت مورد توجه قرار می‌گیرد و اتمام سریع و به‌صرفه معیارهای اصلی در اجرای این‌گونه پروژه‌ها هستند. این مسئله باعث ایجاد و یا تشدید مخاطرات مختلفی بر منابع زیرزمینی از قبیل تغییر رژیم جریان آب‌های زیرزمینی، تحریک وقوع مخاطرات زمین‌شناسی و به‌طورکلی بروز اختلاف در نوع کاربری زمین می‌شود. با این‌که در سال‌های اخیر چارچوب قانونی محافظت از منابع زیرزمینی به‌طور پیوسته در حال بازنگری بوده اما هنوز خسارات ناشی از فعالیت‌های بشری در محیط‌های شهری بر روی این منابع بسیار زیاد است. تاکنون خسارات بر منابع یاد شده عمدتاً به‌صورت محدود در نظر گرفته می‌شده و سایر جنبه‌ها از قبیل برهم‌کنش‌های احتمالی در مقیاس ناحیه‌ای مورد توجه نبوده است. این مسئله دلایل متعددی دارد که از جمله آن‌ها

می‌توان به توجه محض به مسائل مدیریت تکنولوژیکی مرتبط با منابع زیرزمینی به‌جای در نظر گرفتن سایر مسائل مرتبط با استفاده پایدار از این منابع به‌عنوان بخشی از زیست‌بوم بشری اشاره کرد. علاوه بر این، بسیاری از پروژه‌های شهری که مثلاً در ۳۰ سال پیش یا بیشتر مورد تأیید قرار گرفته و در محیط‌های شهری اجرا شده‌اند امروزه با توجه به قوانین جدید امکان تأیید نداشته‌اند و این پروژه‌های زیان‌بار موجب تشدید خسارات به منابع زیرزمینی شهرها شده‌اند.

به‌منظور توسعه راهبردهای استفاده پایدار از منابع زیرزمینی در مناطق شهری، بررسی‌های خسارات زیست‌محیطی نه‌تنها دربردارنده تأثیرات سطحی از قبیل آلودگی صوتی و آلودگی هوا را در برمی‌گیرد بلکه تأثیرات منفی بر روی منابع زیرزمینی از جمله رژیم‌های جریان‌ی آب‌های زیرزمینی را نیز شامل می‌شود.

در این کتاب سعی شده است اهمیت مطالعات زمین‌شناسی در توسعه پایدار شهرها و کلان‌شهرها را مورد بررسی قرار داده و نظر مدیران شهری را به این مقوله جلب نماید که هرگونه برنامه‌های توسعه‌ای بدون این‌گونه مطالعات آینده شهرها و منابع موجود در آن‌ها به خطر انداخته و دیر یا زود تصمیم‌گیران را بر آن خواهد داشت تا با صرف هزینه‌های بسیار گزاف نسبت به کاهش این مخاطرات تلاش کنند هرچند که در برخی موارد این تلاش‌ها بیهوده بوده و چاره‌ای جز انتقال شهر از منطقه نامناسب زمین‌شناسی به مناطق مناسب‌تر باقی نمی‌ماند.

این کتاب را به همه همکاران و دانشجویان علوم زمین تقدیم می‌کنم و امیدوارم که اهمیت علوم زمین‌شناسی در ایران به مانند کشورهای پیشرفته از سوی مدیران و تصمیم‌گیران روزبه‌روز بیشتر مورد توجه قرار گیرد تا با استفاده از این دانش بتوان آینده‌ای روشن برای میهن عزیز و نسل‌های آینده ترسیم کرد.

در پایان برخود لازم می‌بینم که از زحمات همه همکاران علمی و اداری دانشگاه پیام‌نور که در تألیف این کتاب مرا یاری کردند سپاسگزاری کنم. کتاب حاضر در مرحله اول توسط ارزیاب محترم مورد تأیید قرار گرفته و پس از اتمام توسط داور محترم بررسی شده است. در مرحله سوم ویراستار محترم علمی نیز نظرات خود را اعلام نموده و در کتاب گنجانده شده است. در مراحل چهارم و پنجم نیز این کتاب توسط ویراستار ادبی (جهت سلیس و روان بودن) و بخش صفحه‌آرایی مورد بررسی قرار

گرفته است. بدین وسیله از همه این عزیزان تشکر می‌کنم. به‌ویژه از خانم قطبی که در بخش تدوین به‌صورت مستقیم زحمات پیگیری و هماهنگی‌های لازم را متقبل شده‌اند سپاسگزاری می‌کنم و برای ایشان آرزوی موفقیت دارم.

در نهایت این کتاب را به پاس زحمات بی‌شائبه به همسر عزیزم که امید زندگی من است و همچنین دختران عزیزتر از جانم آیدا و آیلین تقدیم می‌کنم.

وحید احدنژاد

عضو هیئت علمی گروه زمین‌شناسی

دانشگاه پیام نور- زمستان ۱۳۹۴

فصل اول

کلیات

هدف کلی

با توجه به این که شاخه زمین‌شناسی شهری مبحث نسبتاً جدید و ناشناخته‌ای در علم زمین‌شناسی است، در این فصل به اجمال تاریخچه این گونه مطالعات مورد بررسی قرار گرفته و افق پیش روی آن را مورد بحث خواهد کرد.

هدف‌های یادگیری

- با توجه به هدف کلی یاد شده می‌توان با مطالعه این فصل از کتاب با موارد ذیل آشنا شد:
۱. تعریف زمین‌شناسی شهری و تفاوت آن با شاخه‌های دیگر علم زمین‌شناسی.
 ۲. از قبیل زمین‌شناسی محیط‌زیست، زمین‌شناسی مهندسی، ژئومورفولوژی و غیره.
 ۳. دامنه مطالعات زمین‌شناسی شهری.
 ۴. تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی شهری در نقاط مختلف جهان از جمله در ایران.
 ۵. مسائل و مشکلات پیش روی زمین‌شناسان در مطالعات مرتبط با مناطق شهری از جمله تهیه نقشه زمین‌شناسی این مناطق.
 ۶. انواع داده‌های زمین‌شناسی شهری.
 ۷. آینده مطالعات زمین‌شناسی شهری و نقش آن در توسعه پایدار مناطق شهری.
 ۸. آشنایی با برخی از حوزه‌های جدید مطالعات زمین‌شناسی شهری.

مقدمه

در سال‌های اخیر با گسترش سریع مناطق شهری در جهان مسائل زمین‌شناسی مرتبط با این مناطق روزه‌روز اهمیت بیش‌تری می‌یابد. در سال ۱۸۰۰ میلادی دو درصد مردم

جهان شهرنشین بوده‌اند که این مقدار در سال ۱۹۰۰ به ۱۵ درصد رسید (پیتال، ۲۰۱۱). در سال ۲۰۰۰ نیز تعداد مردم شهرنشین دنیا به ۴۷ درصد افزایش یافت و پیش‌بینی می‌شود که ۶۰ درصد مردم جهان در سال ۲۰۳۰ در شهرها ساکن باشند (گزارش سازمان ملل متحد^۱).

به‌طورکلی شهرنشینی به معنی تمرکز مکانی مردم و فعالیت‌های اقتصادی است (رابرتز و کانالی، ۲۰۰۶) که عمدتاً در اثر مهاجرت مردم روستا به شهر به‌دلیل رشد اجتماعی-اقتصادی و سیاسی صورت می‌گیرد که باعث می‌شود اجتماعات و مراکز شهری توسعه‌یافته و نهادهای روستایی، نظام‌های اجتماعی و بهره‌برداری از زمین را در این مناطق تغییر دهند.

امروزه دانش زمین‌شناسی و فنون پیشرفته جهت برآورد بلایای طبیعی و کاهش آسیب‌های ناشی از آن، کاربری پایدار زمین و برنامه‌ریزی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این شاخه از دانش زمین‌شناسی، زمین‌شناسی مناطق شهری یا به اختصار زمین‌شناسی شهری^۲ گفته می‌شود. طبق تعریف «زمین‌شناسی شهری» عبارتست از مطالعه مواد زمین و منابع آب‌زیرزمینی که مرتبط با گسترش و توسعه مناطق شهری هستند. برخی زمین‌شناسان (کالشاو و پرایس، ۲۰۱۰) تعریف دیگری نیز برای این شاخه از علم زمین‌شناسی ارائه کرده‌اند بدین‌صورت که زمین‌شناسی شهری عبارتست از مطالعه برهم‌کنش‌های انسان و طبیعت در محیط زمین‌شناسی در مناطق شهری و اثرات حاصل از این برهم‌کنش‌ها و همچنین تهیه اطلاعات زمین‌شناسی به‌منظور گسترش، بازیافت و محافظت پایدار مناطق شهری. بنابراین علم مستقیم یا غیرمستقیم با شهروندان سروکار داشته و یکی از شاخه‌های علوم زمین است که به‌سرعت در حال رشد است. از آن‌جا که بین مناطق شهری و بافت زمین‌شناسی زیر آن‌ها ارتباط پیچیده‌ای وجود دارد از این‌رو این شاخه از دانش زمین‌شناسی خود از شاخه‌های دیگر بهره می‌گیرد. زمین‌شناسی شهری مجموعه‌ای از مطالعات در زمینه‌های گوناگونی مانند آب‌زمین‌شناسی^۳، ژئوفیزیک آب^۴، زمین‌شناسی مهندسی، زمین‌ریخت‌شناسی^۵، دیرین‌بوم‌شناسی^۶، بوم‌شناسی رودخانه^۷ و غیره است. در واقع این شاخه از علم

1. UNHSP/BASICS1/02

2. Urban Geology

3. Hydrogeology

4. Hydrogeophysics

5. Geomorphology

6. Paleoecology

7. River-ecology

زمین‌شناسی پلی است بین زمین‌شناسی ناحیه‌ای و کاربردی. با این‌که روش‌های مورد استفاده در این دانش جدید نبوده و از روش‌های مرسوم و استاندارد در سایر شاخه‌های زمین‌شناسی استفاده می‌شود اما زمین‌شناسی محاسباتی مدرن می‌تواند نقش به‌سزایی در ارائه راه‌کارهای مناسب در زمینه استفاده پایدار از منابع مناطق شهری داشته باشد. دامنه مطالعات زمین‌شناسی شهری گسترده است و می‌تواند شامل منابع آب‌زیرزمینی و آلودگی آن‌ها، ژئوشیمی، تعیین مناطق آسیب‌پذیر، تهیه نقشه پایه زمین‌شناسی، محل دفن زباله‌ها، کاربرد ژئوفیزیک در مطالعات آب، گازهای آلاینده مانند رادون، دی‌اکسید کربن و غیره بلایای طبیعی، انتخاب محل مناسب جهت احداث بناهای شهری، انتخاب مصالح ساختمانی مناسب و غیره باشد.

منابع زیرزمینی شهری و به‌ویژه سفره‌های آب‌های زیرزمینی به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی آسیب‌پذیر هستند. بنابراین مقابله با این مشکلات مستلزم برنامه‌ریزی‌های دقیق است. این برنامه‌ریزی‌ها باید همزمان انواع گوناگون تأثیرات منفی بر منابع زیرزمینی شهری از قبیل گسترش خانه‌سازی و در نتیجه افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی و منابع زمین‌گرمایی را مورد توجه قرار دهد. غالباً در حین ساخت‌وساز در محیط‌های شهری و تغییر کاربری زمین، مهندسين فقط منافع کوتاه‌مدت اقتصادی خود را در نظر می‌گیرند و این مسئله اغلب موجب تأثیرات منفی کمی و کیفی بر ذخایر زیرزمینی، تغییر رژیم جریان‌ات آبی، تشدید بلایای طبیعی، ایجاد تنش ناشی از کمبود منابع زیرزمینی و غیره می‌شود.

گرچه اقدامات قانونی به‌منظور محافظت از منابع طبیعی در دهه‌های اخیر مدام تغییر کرده و بهبود یافته اما نابودی این منابع همچنان در حال افزایش است. اغلب توجهات در زمینه مقابله با آسیب به منابع معدنی متوجه موارد جزئی و موردی است و موارد کلی و ناحیه‌ای کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. دلایل متعددی برای این مسئله وجود دارد که مهم‌ترین آن محدودیت‌های فناوری در زمینه مدیریت منابع است.

امروزه دانش ما در مورد فرایندهای زیرزمینی که می‌تواند توانایی ما را در زمینه استفاده پایدار از زیرسطح شهر بالا برد، بسیار کم است. قانون‌گذاری کنونی در مورد استفاده از محیط‌های شهری و قواعد مرتبط با آن دارای تناقضات زیادی است که باید در این زمینه به یک وحدت رویه دست پیدا کرد.

به‌منظور استفاده پایدار از منابع زیرزمینی در مناطق شهری، ارزیابی‌ها نه تنها باید آسیب‌های سطح زمین مانند آلودگی‌های صوتی و هوا را شامل شود، بلکه باید تأثیرات منفی بر روی منابع زیرزمینی مانند رژیم جریان آب‌زیرزمینی را نیز مورد بررسی قرار دهد.

۱-۱-۱ تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی شهری

واژه زمین‌شناسی شهری اولین بار توسط سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۱ مورد توجه قرار گرفته است (مک‌گیل، ۱۹۶۴) گرچه مطالعات زمین‌شناسی قدیمی‌تری نیز توسط همین سازمان در برخی از شهرهای آمریکا در دهه ۱۹۵۰ انجام شده است، اما گسترش این نوع مطالعات به دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مربوط می‌شود (شلوکر و همکاران، ۱۹۵۸؛ تریمبل، ۱۹۶۳). در دهه ۱۹۹۰ نیز در انگلیس به‌صورت حرفه‌ای پایگاه داده‌ای و کامپیوتری به این منظور ایجاد شد (الیسون، ۲۰۰۱). در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ مطالعاتی در زمینه فرونشینی حاصل از گسترش مناطق شهری انجام شد؛ گرچه بررسی‌های یاد شده از طریق شرکت‌های مهندسی انجام شده و فقط بخشی از آن به زمین‌شناسی منطقه پرداخته است و گزارش یاد شده به‌عنوان زمین‌شناسی شهری در نظر گرفته نشده است (هریس و هارلو، ۱۹۴۸؛ استون، ۱۹۶۱). مقالات بسیاری نیز در زمینه‌های زمین‌لغزش شهر کالیفرنیا در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ (جانز، ۱۹۵۸؛ لایتون، ۱۹۶۶)، زلزله آن منطقه (لیدز، ۱۹۶۶) و مسائل مربوط به مهندسی سواحل آن ارائه شده است (اسلوسن، ۱۹۶۶). بنابراین با توجه به کثرت مطالعات زمین‌شناسی در شهر کالیفرنیا، این مکان به‌عنوان مکان و الگوی جهانی جهت بررسی چگونگی کاهش آسیب‌های زمین‌شناسی در یک منطقه شهری تبدیل شده است.

۱-۱-۱-۱ آمریکا

شاید بتوان یکی از اولین مطالعات زمین‌شناسی شهری را که مشخصاً با این هدف انجام شده است کاری باشد که در اوایل دهه ۱۹۶۰ در ماساچوست بوستون توسط سازمان زمین‌شناسی آمریکا انجام شد (کای، ۱۹۶۷؛ مک‌گیل، ۱۹۶۴؛ کارتر، ۱۹۶۷). در کانادا نیز در همین زمان نقشه‌های موضوعی در ارتباط با شهرهای آن کشور چاپ شد (لگت،

کلیات ۵

۱۹۶۲، ۱۹۶۸، ۱۹۷۳). حدوداً در همین زمان مطالعات وسیع زمین‌شناسی در آنکوراژ، والدرز، آلاسکا (دوبوروونلی و شمول، ۱۹۶۸)، سن‌آنتونیو و هوستون تگزاس انجام شده است. موضوع مورد مطالعه اغلب این مثال‌ها در مورد مسائل مربوط به جابه‌جایی گسل‌ها در اطراف گنبد‌های نمکی، بررسی سواحل و زمین‌شناسی اقتصادی بوده است. بررسی سواحل تگزاس اولین تلفیق دقیق نقشه‌های منابع شهری به‌منظور برنامه‌ریزی محیطی یک منطقه بزرگ در ایالات متحده است. مطالعات شهری همچنین در برخی از ایالت‌های غربی مانند کانزاس و میسوری نیز انجام شده است. برنامه نقشه‌برداری کالیفرنیا بر کاربرد زمین‌شناسی مهندسی تأکید داشته و سازمان زمین‌شناسی آمریکا نیز از میان‌بلائی طبیعی به زلزله، فرونشینی و فرسایش سواحل توجه بیش‌تری کرده است.

۱-۱-۲ اروپا

مطالعات در این منطقه در هلند به‌منظور برنامه‌ریزی برای مناطق ساحلی کواترنری صورت‌گرفته است (هاگمن، ۱۹۶۳، ۱۹۸۹). در این منطقه تمرکز اصلی بر روی زمین‌شناسی مسیرهای عبور انرژی، راه‌آهن و بزرگراه‌ها بوده است. در اواخر دهه ۱۹۷۰، آلمان نقشه‌های موضوعی را ارائه کرد (لوتینگ، ۱۹۷۸). در اوایل دهه ۱۹۸۰، استفاده از بسیاری از این نوع نقشه‌ها در اروپا به امری ضروری و متداول تبدیل شد. کارها و نمونه مطالعات در حوضه اروپا توسط آرچر و همکاران (۱۹۸۵) مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۱-۳ آسیا

تا دهه ۱۹۶۰، زمین‌شناسی شهری در آسیا ناشناخته بود. پس از ده سال از گسترش زمین‌شناسی محیط‌زیست در آمریکا و کانادا دو کشور هند و پاکستان زمین‌شناسی محیط‌زیست و شهری را در دهه ۱۹۷۰ در اولویت قرار دادند (سازمان زمین‌شناسی هند، ۱۹۸۰). یک مثال دقیق در این زمینه پروژه آنانتاپور^۱ است که در آن مطالعه حرفه‌ای در مورد مناطق شهری جنوب هند صورت‌گرفته و نقشه‌های بسیار مناسبی تهیه شده است. این پروژه که در سال ۱۹۷۱ آغاز شد اولین مورد در زمینه مطالعات

1. Anantapur

چندوجهی پیرامون مدیریت برنامه‌ریزی و گسترش مناطق شهری از دیدگاه محیط‌زیست است (راجو و همکاران، ۱۹۷۹).

به‌طورکلی، به‌نظر می‌رسد مطالعات انجام شده در هند توسط برنامه‌ریزان چندان مورد توجه قرار نگرفته و غالباً به‌صورت محرمانه باقی ماندند. بیش‌تر این مطالعات هرگز مورد پشتیبانی قرار نگرفته و اطلس آن منتشر نشده است. در دهه ۱۹۸۰ در ویتنام نیز وضعیت مشابهی وجود داشته است و فقط یک نوع نقشه موضوعی از هانوی در دسترس بوده است. در پاکستان توسط سازمان زمین‌شناسی این کشور تلاش‌های اولیه‌ای مرتبط با زمین‌شناسی شامل انتشار متنی حاوی نقشه‌های متعدد رنگی صورت گرفت (خان و همکاران، ۱۹۸۶). این مطالعه سازمان زمین‌شناسی پاکستان که در کوئته انجام شده را شاید بتوان اولین مطالعه حرفه‌ای در آسیا نامید به این دلیل که داده‌های دقیقی از زمین‌شناسی شهری با نقشه‌های مقیاس بزرگ ارائه کرده است. این مطالعات در اواخر دهه ۱۹۷۰ یا اوایل دهه ۱۹۸۰ و قبل از شروع برنامه اسکاپ آغاز شده بود.

۱-۱-۴ پروژه اسکاپ^۱

در سال ۱۹۸۵، بخش منابع طبیعی کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه (اسکاپ) در سه مقاله موضوع زمین‌شناسی شهری را مطرح کرد (اسکاپ، ۱۹۸۵). پس از آن سازمان‌های زمین‌شناسی منطقه در زمینه مورد بحث فعال شده و اطلاعات قابل توجهی در زمینه توسعه مناطق شهری از دیدگاه زمین‌شناسی تهیه کردند. اسکاپ در سال ۱۹۸۵ یکی از اولین برنامه‌های مشورتی و آموزشی زمین‌شناسی شهری را در سازمان ملل تأسیس کرد. برنامه دیگری نیز در همین زمینه در یونسکو با محوریت اروپا در جریان است. اسکاپ به مدت ۱۷ سال برنامه خود را ادامه داد و تقریباً تمامی اعضای آن در شرق، جنوب شرق و جنوب آسیا و همچنین کشورهای جزیره‌ای اقیانوسیه در بسیاری از فعالیت‌های آن مشارکت کردند. همکاری فنی کشورهای عضو در برنامه یاد شده به‌عنوان «اطلس زمین‌شناسی شهری» به چاپ رسیده است و بیش از ۲۰۰ مقاله علمی توسط سازمان ملل متحد در دوره زمانی ۱۹۸۵-۲۰۰۰ چاپ شده است.

مطالعات اولیه اسکاپ در زمین‌شناسی شهری معطوف به کاهش صدمات ناشی از بلایای طبیعی به‌طور اعم و به‌ویژه مواردی که جمعیت شهری را مورد تهدید قرار

1. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)

کلیات ۷

می‌دهد مانند زمین‌لرزه، فوران‌های آتشفشانی، زمین‌لغزش و نشست زمین بوده است. در ۵۰ سال گذشته مطالعات زمین‌شناسی شهری اسکاپ بر روی استفاده از تکنولوژی‌های مناسب جهت تلفیق و شناسایی داده‌های زمین‌شناسی شهری در قالبی بوده است که برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران بتوانند بدون نیاز داشتن اطلاعات علمی زمین‌شناسی از آن استفاده کنند.

رویکرد اسکاپ جهت پیشبرد اهداف و به‌کارگیری زمین‌شناسی در توسعه مناطق شهری از سه جهت بوده است. اولین هدف ثبت تاریخچه اقدامات نادرست گذشته است. دومین قدم گردآوری داده‌های زمین‌شناسی و ارتقاء و ارائه آن‌ها به‌صورتی است که برای برنامه‌ریزان قابل استفاده باشد و هدف سوم نیز برجسته کردن مشکلات و مسائل متنوعی است که از گذشته باقی مانده است (اسکاپ، ۱۹۹۹).

در سال ۱۹۹۳ اسکاپ شعبه‌ای را در زمینه زمین‌شناسی شهری (فوگاپ)^۱ ایجاد کرد که در سال‌های گذشته پنج همایش برگزار کرده و مقالات آن چاپ شده است. این شعبه مشتمل بر ۲۵-۲۰ کشور است که در زمینه آموزش تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در مناطق شهری و افزایش آگاهی در زمینه منافع استفاده از این دانش در ارگان‌های دولتی مسئول برنامه‌ریزی شهری فعالیت می‌کند. بسیاری از کشورهای عضو در جنوب شرق آسیا اهمیت مطالعات زیست‌محیطی شهری را درک کرده و برای آن واحد و یا بخشی را در سازمان‌های زمین‌شناسی خود تأسیس کردند.

برنامه زمین‌شناسی شهری سازمان ملل متحد در آسیا گردهمایی‌ها، کارگاه‌ها، آموزش‌ها و مأموریت‌های فراگیری فنی ویژه‌ای را برای افراد باتجربه ۲۵ کشور عضو فراهم کرده است. این پروژه با حمایت مالی سازمان ملل متحد و برخی کشورهای توسعه‌یافته صورت گرفته است.

۱-۱-۵ آسیای مرکزی

در سال ۱۹۸۷ نشست‌های مشورتی در زمینه زمین‌شناسی و نقش آن در توسعه مناطق شهری در کشورهای جنوب شرق آسیا و آسیای مرکزی انجام شد. آخرین نوع از این نشست‌ها در سال ۲۰۰۱ در کشورهای هند، ازبکستان و ترکیه صورت گرفت. مطالعات

1. FUGAP - Forum on Urban Geology in Asia and the Pacific