مطالعه مسائل هیدروژئومورفولوژی مقر(نشستگاه– Site) شهر اردبیل
با تأکید بر فونداسیون سازه-ها و آسفالت شهر

موسی عابدینی *
استادیار دانشگاه محقق اردبیلی
نصرا... مولائی هشتچین
دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۴/۳۱

چکیده
اغلب ارگان‌ها و سازمان‌های مرتبط با شهر و شهرسازی گاهی بدون بررسی اصولی توان‌های محیطی مناطق شهری اردبیل(عمدتاً مسائل، سازندهای سطحی، توپوگرافی و اقلیم)، اقدام به اجرای طرح‌ها و کاربری اراضی شهری اقتدارگرا می‌کنند که با توسعه پایدار شهری منافات دارد. طبق نتایج آزمایش فیزیک خاک، میزان حد خمیرائی(Liquid Limit) و شاخص روانگرائی (Plasticity Index) برای اغلب نقاط شهر (مرکز شرق و شمال شهر) بالا می‌باشد. به علاوه، نتایج گرانولومتری سازندها از نقاط مختلف نشستگاه شهر، نشانگر بالا بودن درصد سازندهای ریزدانه رسی و سیلتی به ویژه در نقاط مذکور است. به دلیل وجود سازندهای رسی و مارنی عمدتاً در بطن آبرفت‌های جوان تحکیم نیافته در بخش‌های کم شیب محدوده نشستگاه شهر، نوسان سطح زیرزمینی سطحی، تأثیر فرایند یخبندان و ذوب یخ، بالاآمدگی انجمادی، در برخی نقاط شهر منجر به فرونشست زمین، ترک برداشتن، کج شدن بناها و تخریب شدید آسفالت شهر شده و می‌شود. از طرفی در نواحی غرب و جنوب شهر (شهرک‌های کوثر، دادگستری و کارشناسان) شیب زمین‌شناسی لایه‌ها و توپوگرافی و نیز تأثیر تکتونیک فعال و فعالیت میکروگسل‌ها، ساخت و سازهای شهری را (به ویژه در صورت بروز زلزله‌های احتمالی بالاتر از شش ریشتری) بسیار مخاطره‌آمیز کرده است.

واژگان کلیدی: مقر شهر اردبیل، توپوگرافی، سازندهای سطحی، کاربری اراضی شهری.

مقدمه

بررسی علمی مسائل سازندهای سطحی، تکتونیک، وضعیت توپوگرافی و اقلیم در محدوده مقر شهر در کنار سایر عوامل مؤثر، از مهمترین عوامل در برنامه ریزی و توسعه پایدار شهری می‌باشند. توپوگرافی نقش مهمی در کنترل، اقلیم، نوع و کیفت و ضخامت سازندهای کوهرفتی (Calvial) و آبرفتی (Alluvial)، پوشش گیاهی، منابع آبی و مخاطرات مورفودینامیک نظیر ریزش سنگ‌ها و خاک‌ها (Soil and rock fall)، زمین لغزش (Landslide)، خزش (Greep)، فرونشست (Subsidence)، نوسان آب‌های زیرسطحی و طغیان رودخانه آب گرفتگی و مخاطرات سیلاب شهرها و روستاها و فرسایش خاک و غیره دارد. توسعه شهرها غالباً موجب ایجاد بحران‌های صنعتی، تکنولوژیک و میزان آسیب‌پذیری شهر را به دلیل تراکم ساختمانی و ثروت و شهروندان بالا می‌برد (Asgary, et al, 2008: 36-37). آگاهی

* نویسنده مسدول : ۰۹۱۴۳۵۵۵۲۲۶
E-mail: musaabedini@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

از ویژگی‌های محیط شهری از اهم موضوعات برنامه‌ریزی است. به دلیل این که تأمین رفاه شهروندان و ایجاد محیطی سالم‌تر، مساعدتر، مؤثر و کم خطر تر، اهمیت شناخت محیط را روشن می‌کند (رجائی، ۱۳۸۷، ۲۱۹). با وجود این، برنامه-ریزی شهری در اغلب شهرهای ایران غالباً شتاب‌زده و بدون توجه اساسی به مسائل و مخاطرات ناشی از وضعیت توپوگرافی، سازندهای سطحی و اقلیم بستر محیطی مقر شهرها انجام می‌گیرد. مناسب‌ترین شیب برای شهر سازی محدوده‌های بین ۵/. تا۶ درصد است. شیب‌های بین ۵ تا ۱۰ درصد نیز مناسب و شیب‌های ۱۰ تا درصد به بالا نامناسب می‌باشند(زیاری، ۱۳۷۹، ۱۲). در آمریکا شیب‌های ۱۵ درصد به بالا برای شهر سازی شیب نامناسب تعریف شده است. در ایران ارتفاع‌ها بین ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ متر در شرایطی تا ۱۵۰۰ متر با توجه به حد متوسط ارتفاع فلات ایران و موقعیت جغرافیائی آن مناسب‌ترین مکان گزینی شهرهای را نشان می‌دهند(نظریان، ۱۳۷۵، ۱۱۸). طبق تعاریف بهتر، برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، علم تقسیم زمین و مکان برای کاربردها و مصارف مختلف زندگی است که به منظور استفاده مؤثر از زمین و انتظام فضائی مناسب و کارآ صورت می‌گیرد(پور محمدی، ۱۳۸۲، ۳). برنامه ریزی شهری بایستی با آیندی نگری و مطالعات سیستماتیک محیطی صورت بگیرد طوری که هدف پایداری در خور یا توسعه پایدار شهر باشد. در مورد مسایل آسیب پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله، احد نژاد روشتی و قرخلو(۱۳۸۹) کار کرده‌اند و آنان بر مقاوم سازی و ترمیم بخش‌های فرسوده شهری جهت پایداری ساختمان‌های شهر در برابر بلایای طبیعی تأکید نمودند. به علاوه (حاجی نژاد و عسگری، ۱۳۸۹، ۷۰) به مقاوم سازی در ارتباط با بلایای طبیعی، در بافت‌های شهری در باز سازی شهرها تأکید ورزیده‌اند. در شهر اردبیل بعد از اخذ مجوز استانی کاربری‌های مسکونی، اداری، تجاری و فرهنگی، به شدت و اغلب شتاب‌زده و بدون بررسی‌های مسائل سازندهای سطحی، توپوگرافی، اقلیمی و غیره انجام گرفته و می‌گیرد. لذا ضرروت انجام پژوهشی با موضوع حاضر محسوس بود.

موقعیت شهر اردبیل

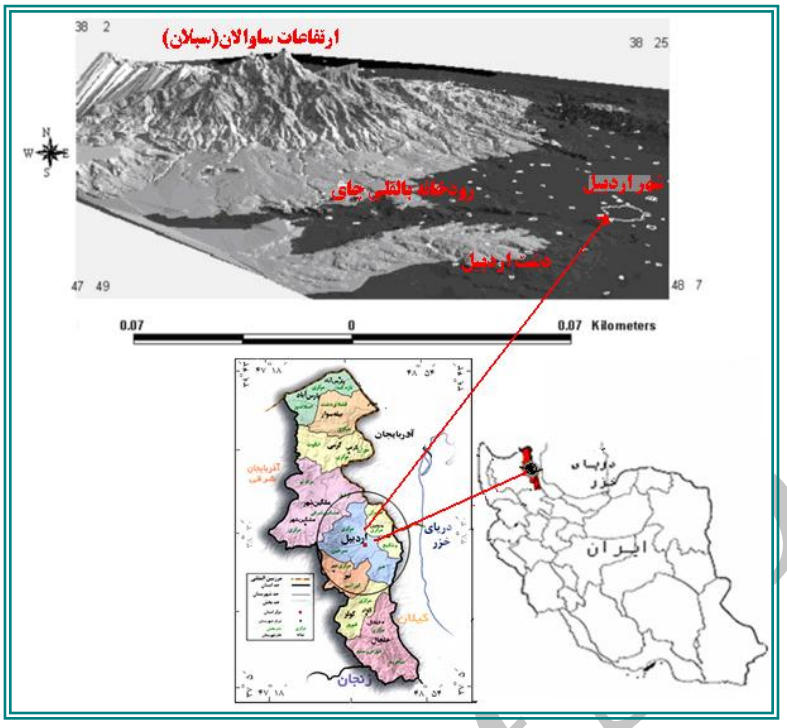
شهر اردبیل در شمال‌غرب ایران در منطقه سردسیر کوهستانی در محدوده عرض‌های جغرافیائی َ۲ ْ۳۸ الی َ ۸ و ْ۳۸ طول‌های شرقی َ ۵ و ْ۴۸ الی َ۲۰ و ْ۴۸ واقع شده است، (شکل ۱). دشت نیمه مرتفع اردبیل که ارتفاع آن ۱۴۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد و مقر نشستگاه شهر است که در حواشی آن روستاها و مزارع کشاورزی قرار دارند. شهر اردبیل با ۴۱۸۲۶۵ نفر و با مساحت کل فضای اشغالی ۶۳۰۰ هکتار و تراکم خالص جمعیت ۲۱۳ نفرو ناخالص ۶۳ در هکتار و دارای نرخ رشد ۲ درصد است، (بابائی اقدم و اسمعلی، ۱۳۸۸، ۲۳) ولی در افق ۱۴۰۰ جمعیت شهر ۵۵۱۲۹۷ نفر و تراکم خالص جمعیت ۲۳۷ نفر و ناخالص ۸۸ در هکتار خواهدبود، (طرح و کاوش، ۱۳۸۶، ۱۵). توسعه فیزیکی و ادواری شهر از گذشته تا به حال به صورت شعاعی از هسته اولیه آن به سمت حواشی بوده است، (شکل ۲).

روش‌ها

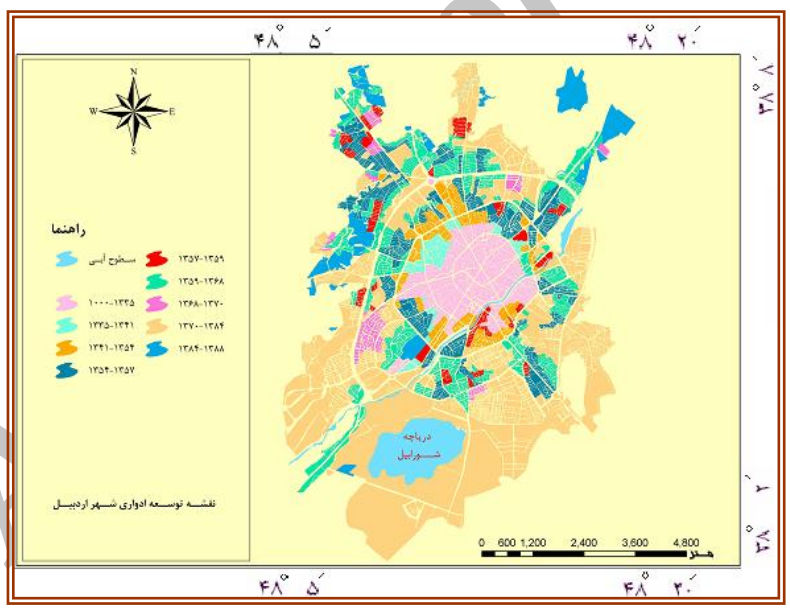
با توجه به ماهیت موضوع پژوهش، شیوه آن به صورت کارهای میدانی، آزمایشگاهی و اسنادی بوده است. پژوهش حاضر براساس کارهای میدانی از قبیل نمونه برداری از سازندهای ترانشه‌های و انجام آزمایش‌ها حد روانی و خمیرائی و گرانولومتری سازندها، اندازه گیری ضخامت لایه‌ها، تعیین بافت خاک، عکس‌برداری و لوگ کنی به عمل آمده است. در این راستا از ابزارهای مختلف علوم طبیعی(خاک‌شناسی و ژئومورفولوژی)، عکس‌های هوائی ۱:۵۵۰۰۰، شکل‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰، شکل‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰، اردبیل استفاده شده است. در انتها تجزیه و تحلیل داده‌ها لازم، ترسیم شکل‌ها و نمودارها با استفاده از نرم افزارهای Excel، Spss، GIS انجام گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: شکل موقعیت جغرافیائی شهر توریستی اردبیل(منبع: نگارندگان)



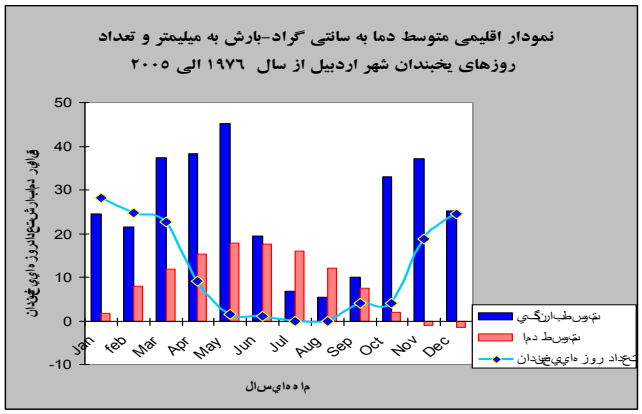
شکل ۲: توسعه ادواری شهر اردبیل (رشد کالبدی شهر) و بافت شعاعی شهر(منبع: نگارندگان)

یافته‌های پژوهش

– نقش اقلیم در سازندهای مقر شهر

شهر اردبیل با اقلیم نیمه مرطوب سرد و با میزان بارندگی ۳۲۰ میلی‌متر و تعداد روزهای یخبندان شهر ۱۳۸ روز و با ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد در شمال‌غرب کشور واقع شده است(شکل ۳). یخبندان و ذوب یخ متوالی در سازندهای سست آبرفتی مقر شهر نقش مهمی در تنش‌های انبساطی و انقباضی آنها و نیز در صعود انجمادی دارد. زمستان‌های شهر به دلیل مرتفع بودن منطقه و قرار گرفتن در دامنه شرقی کوه سبلان (با ارتفاع ۴۸۱۱ متر) بسیار سرد می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۳: نمودار اقلیمی متوسط دما – بارش و تعداد روزهای یخبندان شهر اردبیل(منبع، نگارندگان)

زیر بنای نشستگاه(Site) شهر اردبیل و خیابان‌های آن در روی سازندهای جوان کواترنری با کمپلکسی از (قلوه سنگ، گراول، ماسه، رسی، مارنی و تراورتن) است. این سازندها در برابر فرایند ژلیفراکسیون و آبگیری و تنش‌های انبساطی و انقباضی و واکنش‌های فیزیکی و شیمیائی خاصی بروز می‌دهند که منجر به تخریب فونداسیون سازه‌ها و سطوح آسفالت شهر اردبیل می‌شوند. اردبیل یک شهر سرد سیری است که در فصل زمستان یخبندان‌های شدیدی را تجربه می‌نماید. در زمستان ۱۳۸۶ به دلیل حاکمیت سرمای شدیدی اغلب خیابان‌های اردبیل(بیش از یک سوم خیابان بین میدان جانبازان و بسیج) تخریب و تبدیل به چاله‌های تجمع آب شد. معمولا در طول شب تحت یخبندان شدید آب‌های نفوذ کننده، افزایش حجم پیدا می‌کنند طوری یکه حدود ۹/. افزایش حجم در زیر آسفالت منجر به اعمال فشار تنشی ۱۵ الی ۱۶ کیلوگرم بر هر سانتی‌متر می‌شود(محمودی، ۱۳۷۵، ۱۵۹). عمل یخبندان، هیدراتاسیون و خشک شدن متوالی سازندهای ریز دانه زیرساخت آسفالت‌ها، در تخریب سریع آسفالت خیابان‌های اردبیل نقش اساسی دارند شکل‌های (۴ و ۵). سه عامل مهم در وقوع یخبندان مواد روسازی و زیر ساخت آسفالت جاده‌ها و خیابان‌های اردبیل مؤثر است و در صورت فقدان یکی از آنها یخبندان رخ نخواهد داد.کاهش دمای هوا تا زیر صفردرجه ۲– وجود درز و ترک در آسفالت خیابان‌ها و جاده‌ها و یا منابع آب زیر زمینی سطح ارضی حداکثر در اعماق ۳ متر ۳– وجود خاک‌های حساس ریز دانه(خاک‌های ریز دانه خاک‌هایی که دارای بیش از ۳٪ دانه‌های با قطر کوچکتر از ۰/۰۲ که خاصیت موئینگی داشته باشند(محمدی و محمودی، ۱۳۸۴، ۱). در نواحی اقلیمی سرد(همچون اردبیل) جائی دماهای پائین برای مدت‌های طولانی دوام دارد، ترکیب آب زیرزمینی نزدیکی سطح دماهای انجماد و صعود خیلی سریع موئینگی، بالا آمدگی انجمادی را موجب می‌شود. خاک‌های سیلتی که دارای صعود موئینگی بالا و نسبتاً نفوذپذیرند و به عنوان خاک¬های انجماد پذیر معرفی می‌شوند(اورمیه ای، ۱۳۸۱، ۶۶). بالا آمدگی انجمادی، نتیجه تشکیل و رشد بلورهای یخ در خاک¬های سطحی در زمان انجماد است.کاهش مقاومت به خاطر درجه اشباع شدگی بالا بعد از ذوب شدن یخها است. مسائل ناشی از این وضعیت، منجر به شکسته شدن آسفالت خیابان‌ها و جاده‌ها و حتی پی بناها می‌شود. وجود سازند سیلت، دوام مدت سرما، بالابودن سطح آب‌های زیر زمینی هر سه عمل مهم در تخریب انجمادی آسفالت (Asphalt frost heaving) و حتی تنش‌های در پی ساخت و سازها می‌باشند(عابدینی، ۱۳۸۸، ۱۵۶ و ۱۵۷).

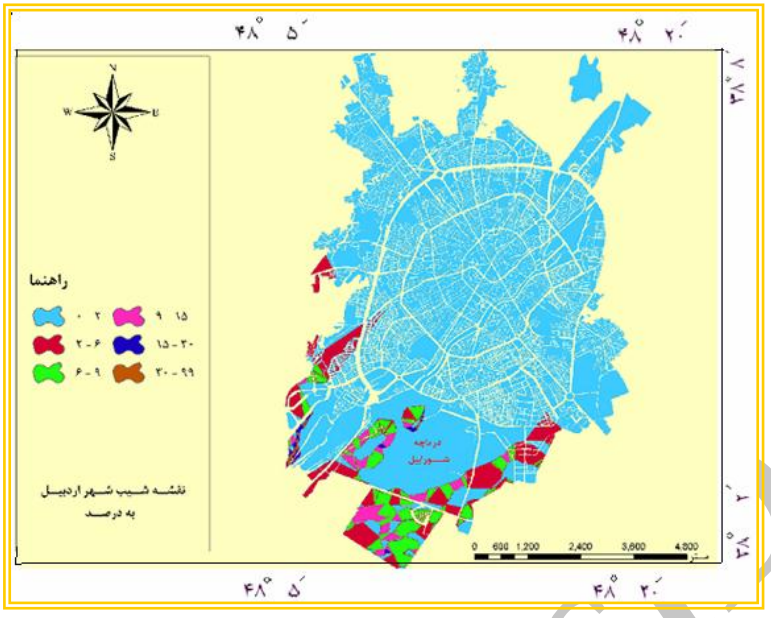
مسائل توپوگرافی و سازندهای سطحی

– محدوده زمین‌های با شیب بین (۲ –۰ درصد)

از لحاظ توپوگرافی شهر اردبیل در سطح دشت انباشتی هموار در محدوده شیب‌های بین ۳۵ –۰ شده است(جدول ۱) بخش اعظم مساحت شهر در محدوده شیب (۲ –۰ درصد) یعنی حدود ۲۲۵ هکتار و یا ۹۳ درصد) در محدوده بسیار کم شیب توسعه یافته است، شکل (۴).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤: طبقه بندی درصد شیب اراضی شهر اردبیل(منبع: نگارندگان)

جدول ۱: طبق بندی شیب و مساحت اراضی محدوده شهری(منبع: نگارندگان)

طبقه شیب	مساحت کل اراضی شهری به هکتار	درصد مساحت اراضی شهری
۰-۲	۵۹۰۰	۹۳,۷
۲-۶	۲۲۵	۳,۵۷
۶-۹	۱۱۰	۱,۷۵
۹-۱۵	۵۳	../۸۴
۱۵-۲۰	۶	/۰۹۵۲
۳۰-۹۹	۱	/۰۱۵۹
-	۶۳۰۰	٪ ۱۰۰

شیب عمومی شهر از جنوب به شمال کاهش می‌یابد و در بخش¬های شمالی و میانی حتی نزدیک به صفر است. در بررسی‌های میدانی در منطقه کم شیب ترانشه زیر گذر سعدی مشخص شد که در برخی نقط مواد انباشتی آبرفتی بسیار جوان می‌باشد. این مواد آبرفتی سیلابی حاوی قلوه سنگ، شن و ماسه با درصد پائین رس در حواشی سعدی مشاهده شدند. در تناوب لایه‌های آبرفتی به ترتیب با ترکیبی از لایه سطحی رسی، لایه شنی ماسه‌ای با درصد پائین رس (به ضخامت۳۰ سانتی)، لایه قلوه سنگی، شن و ماسه به ضخامت حدود ۵۰ الی ۶۰ سانتی‌متری) مجددا لایه تحتانی از رس(۵۰ سانتی‌متر) است. وجود مواد پلاستیکی در بین لایه‌های مؤید بسیار جوان بودن رسوبات و عدم تحکیم یافتگی آنها است. افزایش بار گذاری به واسطه توسعه آپارتمان، در برخی از نقاط شهر منجر به تشدید فرونشست ناشی از تحکیم عدم یافتگی سازندها می‌شود(شکل، ۴). در تمام بخش‌های شمالی، میانی، شرقی و جنوب‌غرب شهر به دلیل شیب بسیار کم و عدم زهکشی مناسب درصد مواد ریز دانه زیاد(عمدتاً کانی‌های رسی)، بالابودن سطح آب‌های زیر زمینی(به دلیل مجاورت با دریاچه شورابیل) و تراوش آن به پی‌ها و طبقه زیر زمین ساخت و سازها کاملا مشکلاتی را دارند. لذا در این سازندهای ریز دانه با آب‌های سطحی ارضی و تراوشی مسائل طراحی متناسب و مصالح مقاوم پیش می‌آید. کندن پی‌های عمیق‌تر (رسیدن به مواد آبرفتی درشت دانه زیرین)و استفاده از مواد و مصالح مقاوم ضد زلزله برای سازه‌های بزرگ بسیار و پائین نگه داشتن آب دریاچه شورابیل ضرورت دارد(عابدینی، ۱۳۸۷، ۵۹). زیرا این سازندها در زمان

Archive of SID

www.SID.ir

آب‌گیری به سرعت متورم می‌شوند و خاصیت پلاستسیته و نیز روانگرائی بالائی دارند. از طرفی در زمان بروز زمین لرزه‌ها این نوع سازندها برای سازه‌های بزرگ بسیار ناپایدار عمل می‌کنند. یا به عبارتی تحمل باربری آنها بسیار پائین است. لذا در زمان وقوع زمین لرزه‌ها، خاصیت آب پس دادن و شل شدگی(تیکسوتروپی) بالائی پیدا می‌کنند که منجر به کج شدگی، ترک و شکاف برداشتن دیوارها و فرونشست ساختمان‌ها می‌شوند، شکل(۴). بررسی‌ها نشان داده که ML=۴ حد آستانه ناپایداری مواد سست سازندهای خاکی و سنگی دامنه است. زلزله با ML=۵ حد آستانه سیلان، روانگرائی خاک و گسترش جانی سازندهای خاکی است و در ML=۶، ۶/۵ حرکت‌های توده‌ای بهمن‌های سنگی و بهمن‌های خاکی شدید از مخاطرات ژئومورفیک برای ساخت و سازها می‌باشند(شریعت جعفری، ۱۳۷۵، ۱۰۵). لذا کاربری اراضی از لحاظ مسکونی، اداری و دانشگاهی مغایر با اصول صحیح کاربری اراضی با توجه به توان‌های محیطی این فضای جغرافیائی است. بافت هسته مرکزی و کل شهر بیشتر نزدیک به شعاعی است ولی بافت برخی از محلات جنوب شهر اردبیل حالت شطرنجی دارند(شکل ۲). جمعیت شهر اردبیل مطابق نتایج سر شماری‌های دوره‌ای دارای روند افزایشی محسوسی است[۱]. رشد بورس بازی و بالا رفتن قیمت زمین در بخش¬های جنوبی و جنوب‌شرق و جنوب‌غرب از شهر، ساخت و سازهای بی رویه، افزایش قطعه بندی زمین و تخریب اراضی را به ویژه بعد از استان شدن داشته است که این مسئله به معضلات برنامه ریزی و مدیریت شهری بر می‌گردد. تخصیص عاقلانه زمین به فعالیت‌های مورد نیاز از جمله مباحث برنامه ریزی است که طرح ریزی کالبدی یا آمایش سرزمین خوانده می‌شود(زیاری، ۱۳۷۸، ۱۰۵). در واقع در اغلب کشورهای جهان سوم عدم همکاری در سازماندهی و آمایش زمین به صورت مدیریت بخشی نگر و غیر سیستماتیک مشهود است.[۲] بالا بودن سطح آب‌های زیر زمینی و نوسان فصلی آن در حواشی دریاچه شورابیل و تراوش آن به فونداسیون و طبقه زیر زمین ساخت و سازها کاملا مشکلاتی برای ساختمان‌های دانشگاه محقق و ساختمان‌های مسکونی عمدتاً آپارتمانی نزدیک دارد و در موقع زمین لرزه مخاطره آمیز است. زیرا این سازندها در زمان آبگیری به سرعت متورم می‌شوند و خاصیت پلاستیسیته و نیز روانگرائی بالائی دارند بالا آمدگی انجمادی، نتیجه تشکیل و رشد بلورهای یخ در خاک¬های سطی در زمان انجماد است.کاهش مقاومت به خاطر درجه اشباع شدگی بالا بعد از ذوب شدن یخ‌ها است. مسائل ناشی از این وضعیت، منجر به شکسته شدن آسفالت خیابان‌ها و جاده‌ها و حتی پی بناها می‌شود. از طرفی در کنار عامل مرکز استان شدن شهر اردبیل عامل مهم خشک‌سالی نیز (از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۹) نیز امر مهاجرت روستائیان و عشایر منطقه را عمدتاً به شهر اردبیل را تشدید و برنامه ریزی شهری را مختل کرد. در دو دهه اول توسعه عمودی کالبدی شهر ده‌ها هکتار از زمین‌های خالی ناحیه شورابیل و نیز جنوب‌شرق و جنوب‌غرب ایستگاه سرعین را به زیر ساخت و سازهای، عمدتاً غیر اصولی در کنار مسیرهای حمل و نقل (فرم خطی) به صورت نامنظم برده است. در شکل(۵) کاربری‌های مهم شهر اردبیل نشان داد شده است.

- محدوده اراضی با شیب بین (٦- ۲ درصد)

بیشتر مناطق مناطق جب و جنوب‌شرق در یاچه شورابیل در جنوب شهر را عمدتاً شامل می‌شود. اغلب ساخت سازهای شهرک‌های کارشناسان، کوثر، مخابرات و دادگستری در این طبق از شیب قرار دارند. در منطقه کوثر و دادگستر در حنوب شهر سازندهای رسی و مارنی گسترش زیادی دارند.

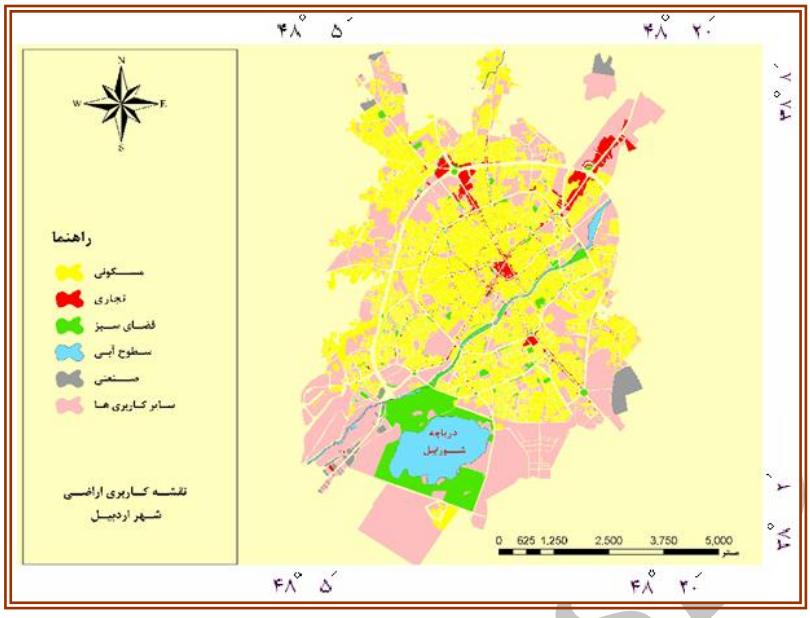
---

[۱]- طبق سرشماری ۱۳۶۵ کل جمعیت شهر ۲۸۸۲۹۹ نفر، در سال ۱۳۷۰ به ۳۱۷۷۱۲، در سرشماری ۱۳۷۵ به ۳۴۷۰۹۰ نفر و در سال ۱۳۸۵ حدود۳۹۵۰۰۰ نفر بر آورد شده است که مطابق با سر شماری ۱۳۸۵، جمعیت کنونی شهر، حدود ۴۱۸۰۰۰ نفر می‌باشد.

[2]- در حالی که توسعه پایدار شهری توسعه‌ای است که در برخورد با احتیاجات نسل حاضر بدون تقابل با نیازهای نسل‌های آینده در برآورد نمودن نیازهایشان عمل می‌کند(شورایعالی حفاظت محیط زیست، به نقل از هاگتون و همکاران ۱۹۹۶).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵: کاربری‌های مهم شهر اردبیل(منبع، نگارندگان)

- محدوده اراضی با شیب توپوگرافی بین (۹-٦ درصد)

در این طبق از شیب زمین‌های تپه ماهوری حواشی دریاچه شورابیل و زمین‌های غرب آن که جزو زمین‌های با ارزش بوده و نیز بخش از اراضی شهری کارشناسان واقع شده‌اند.کل مساحت اراضی این محدوده ۱۱۰ هکتار که ۱,۷۵ درصد ارز مساحت شهر را به خود اختصاص داده‌اند. اخیراً به شدت مورد توجه قشر ثروتمند نیز می‌باشند. سازندهای این محدوده از شهر آبرفتی، تراورتن و مارن می‌باشد. معمولا تپه‌ها از سازند تراورتن و مارن‌های خاکستری روشن هستند(به دلیل داشتن کربنات کلسیم زیاد). در شهرک کوثر بخش جنوب شهر مناطق نزدیک نمایشگاه بین المللی اردبیل بالا بودن سطح آب‌ها برای ساخت و سازهای شهر مسئله آفرین است. با نوسان سطح مثبت آب دریاچه شورابیل منجر به افزایش رطوبت در بخش فونداسیون سازه‌ها می‌شود. در حواشی ۱۰۰ الی ۲۰۰ متری شورابیل گاهی در زمان بالا بودن سطح آب دریاچه، تراوش آب به فونداسیون سازه‌ها و زیر زمین‌ها مشهود است، تصویر (۱). لذا مصالح تمام فونداسیون‌ها باید مقاوم به رطوبت و دیواره‌های زیرزمین‌ها و پلوت‌ها به عایق رطوبتی قوی مجهز باشند.

(منبع : نگارندگان)

تصویر (۱) نمائی بیرونی سایت مسکونی اساتید دانشگاه و ترک ناشی از فرونشست و تصویر (۲)تراوش آب دریاچه شورابیل را به طبقه زیر زمین ساختمان ۵ طبقه در حال ساخت

Archive of SID

www.SID.ir

- محدوده شیب بین ۱۵-۹ درصد

محدوده کم وسعتی از بافت قدیمی شهر شامل در روی تپه‌های محدوده شهری قرار دارند. اغلب این تپه‌ها دارای سازندهای مارنی هستند. تکنولوژی کنونی امکان تسطیح این تپه جهت کاربری‌های شهری را می‌دهد. به موازی رشد سریع شهر در محدوده کارشناسان و در محدوده شهرک مخابرات و کوثر و دادگستری شهر بر روی تپه‌های کم ارتفاعی گسترش می‌یابد. در این بخش‌ها بررسی مسائل، فوندانسیون ساختمان‌ها، زهکشی، مسائل گسل، توالی، ضخامت نوع سازند زمین شناسی و سطحی در طراحی شهری بسیار مهم می‌باشد. وجود میکرو گسل‌ها در این منطقه ناپایداری و خطر بالقوه را برای سازه‌های شهری در آینده گوشزد می‌نماید تصویر (۲). محدوده شیب مناسب و پیشنهادی برای مناطق مسکونی تا ۱۰٪، معبر اصلی تا ۴٪ و برای معبر فرعی تا ۸ درصد شیب در نظر گرفته شده است(طرح و کاوش، ۱۳۸۸، ۳۵). زیربنای ساختار زمین شناسی فاز سه شهرک جدید کارشناسان از مواد پرتابه‌های آذرین، تراورتن، مارن است. در برخی قسمت‌ها این سازندها تحت نیروهای زمین ساخت جدید گسل برداشته‌اند. معمولا شکستگی‌ها موجب تغییر شکل غیر الاستیکی در سازندهای سنگی شده و نیز کاهش مقاومت توده سنگ تا حدود یک پنجم الی و مقاومت سنگ بکر تا یک دهم می‌شوند(قاضی فرد و نعیم امامی، ۱۳۸۰، ۱۹۳). در زمان جابجائی گسل‌های اصلی منطقه در دامنه سبلان و گسل تالش و نئور، احتمال جابجائی گسل‌های احتمالی مدفون در زیر سازندهای آبرفتی کواترنر شهر حتمی است لذا در اثر تکان‌های شدید (در زمین لرزه‌های بالای ۶ ریشتری) آسیب‌ها و تلفات انسانی محتمل است. در مقر شهر اردبیل به دلیل شیب کم، بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی، دوری از مناطق پر شیب کوهستان، وقوع یخبندان و ذوب شدید و زیاد، سازندهای سطحی ریز دانه حساس رمبنده با حد خمیرائی و شاخص روانگرائی بالا تشکیل شده است. معمولا خاک¬های رسی عادی تحکیم یافته دارای اندیس روانی حدود یک می‌باشند در حالی‌که خاک¬های رسی از قبل تحکیم یافته دارای اندکس روانی نزدیک به صفر می‌باشند(متدین اول و همکاران، ۱۳۷۷، ۹۸). مقاومت یک خاک فاقد چسبندگی، به چگالی یا وزن واحد حجم، اندازه دانه‌ها، شکل، ترکیب کانی شناسی، درصد ریز دانه‌ها و ...، بستگی دارد. خاک‌های ریز دانه با درصد زیاد رس، قدرت جذب رطوبت بالائی دارند، لذا پایداری خاک‌ها بیشتر توسط میزان رس و یا میزان یا درصد رطوبت آنها، ارزیابی می‌شود و در نشستگاه شهر اردبیل به ویژه بخش شرق میانی شهر گسترش چشم‌گیر دارند. از نقاط و ترانشه‌های مختلف شهر نمونه برداری شد و نتایج آزمایش‌ها فیزیک خاک از قبیل حد روانگرائی یا روانی(Liquid Limit و - شاخص خمیرائی(Plasticity Index) و نیز دانه سنجی سازندها(درصد، شن، ماسه، رس و سیلت) در جدول (۲ و ۳) نشان داده شده است. جهت تعیین مرز پایداری (مرز آتربرگ) شناخت تعارف و مفاهیم[1] لازم است. در کاربری اراضی سطوح شیبدار گاهی ماهییتاً سازندها دارای PI بالاتر و ناپایدارند ولی در اغلب مواقع بعد از انجام کاربری ساختمانی و نفوذ آب زیاد به برخی از نقاط به صورت موضعی و در اثر هیدراتاسیون و تورم رس‌ها جابجائی توده-ای مواد و یا روانه گلی شروع می‌شود آزمایش‌های نشان داده که خاک‌های حاوی کمتر از ۲۵٪ درصد کانی‌های رسی معمولا مقاوم‌تر بوده و دارای PI (شاخص خمیرائی) کمتر و Ø کمتر از ۲۰ درجه می‌باشند، (عابدینی، ۱۳۸۷، ۳۳ به نقل از، قاضی فرد و نعیم امامی). مطابق نتایج حاصله از آزمایش‌های دانه سنجی نشستگاه شهر در بخش مرکزی و شرقی دارای بیشترین مواد ریز رسی و سیلتی است. به علاوه نتایج آزمایش‌های فیزیک خاک از قبیل شاخص پلاستیکی سازندها در محدوده بین ۳۱ الی ۳۹/۸ و حد روانگرائی بین ۳۳ الی ۴۱/۲ می‌باشد و از لحاظ بافت عمدتاً دانه ریز هستند،

---

[1] - شاخص خمیرائی(Plasticity Index) $(LI) = \frac{(W-PI)}{PI}$ که از LL-LP حاصل می‌شود این شاخص نشانگر تغییر درصد آب مورد نیاز جهت افزایش مقاومت تا ۱۰۰ برابر می‌باشد. حد روانگرائی یا روانی(Liquid Limit) ، حداقل رطوبتی که که خاک تحت تاثیر وزن خود جریان پیدا می‌کند.خاک دست خورده در حد روانی دارای مقاومت برشی حدود ۱ کیلو پاسکال می‌باشد. شاخص روانی یا روانگرائی(Liquid Index). این شاخص به درصد رطوبت خاصی اشاره کرده و معیاری از ثبات و مقاومت می‌باشد. حد خمیری(Plastic limit)- حداقل رطوبتی که خاک بتواند به صورت لوله‌های استوانه‌ای شکل به قطر ۳ میلی‌متر در آید. خاک دست خورده در حد خمیری، دارای مقاومت برشی حدود ۱۰۰ کیلو پاسکال است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۱ و ۲). معمولا نشانه خمیری(۱۵–۰) با پتانسیل تورم پائین، (۳۵–۱۰) متوسط، (۵۵–۲۰) بالا، (بیش از ۳۵) شدید و زیاد می‌باشد(عسگری و فاخر، ۱۳۷۲، ۹۵) این حالت‌های فیزیکی حد روانگرائی و شاخص پلاستیکی برای اغلب نقاط شرق و بخش میانی شهر اردبیل بالا است و در صورت آبگیری و زمین لرزه‌های شدید مناطق با ریسک بالا، ناپایدار و بحرانی می‌باشند.

جدول ۲: طبقه بندی سازندهای سطحی از لحاظ ابعاد و آستانه شاخص‌ها (قاضی فرد و نعیم امامی، ۱۳۸۰).

مقادیر شاخص			اندازه دانه(طبق	طبقه بندی خاک	
Ø	PI) Plasticity (Index	LL) Liquid (Limit	تئوری گرانولومتری) به mm	طبقه و علائم اختصاری لاتین	نوع
>۳۲			۲-۶۰	G	گراول(شن)
>۳۲			۰/۰۶-۲	S	(ماسه)
۳۲	۵	۳۰	۰/۰۰۲-۰/۰۰۶	ML	سیلت
۲۵	۳۰	۷۰	۰/۰۰۲-۰/۰۶	MH	سیلت و رس
۲۸	۲۰	۳۵	<۰/۰۰۲	CL	رس خمیری
۱۹	۴۵	۷۰	<۰/۰۰۲	CH	مواد آلی
<۱۰			_	O	

جدول ۳: محل‌های نمونه برداری سازندهای سطحی ترانشه‌های خیابان‌های مختلف اردبیل

شماره نمونه	مناطق نمونه برداری شده	درصد رس	درصد سیلت	در صد شن و ماسه	PI (Plasticity Index)	LL (Liquid Limit)
۱	بخش شرق شهر ناحیه صنعتی ۱	۳۸/۵	۲۲/۴	۳۹	۳۹/۸	۴۱/۲
۲	خیابان دانشگاه فونداسیون ساختمان های جنب شورابیل	۲۱/۷	۳۶/۳	۴۳/۲	۳۳/۳۲	۳۷/۵
۳	خیابان شهد عطائی جنب رودخانه بالخلی چای	۲۱/۸	۲۸/۲	۵۰	۳۱	۳۳/۴۵
۴	فونداسیون‌های میدان سعدی در غرب بخش مرکزی شهر	۳۲/۵	۲۵/۲	۴۳/۷	۳۴/۶	۳۸/۹
۵	نزدیک رو گذر و روگذر میدان ورزش	۲۶/۲۲	۳۵/۵	۳۸/۷۲	۳۸/۷	۳۵/۳

– محدوده شیب بین ۳۰–۱۵ درصد

حدود ۶ هکتار یا۰۹۵۲ / درصد از مساحت کل کاربری‌های شهری در این محدوده واقع شده است. شیب‌های بالاتر از ۱۰ درصد شیب‌های نامناسب برای کاربری‌های شهری محسوب می‌شوند. این اراضی اغلب در جنوب و جنوب‌غرب شهر واقع شده‌اند.این اراضی در منطقه کوثر به دلیل وجود لایه‌های مارنی و نوسان سطح آب دریاچه شورابیل و در کارشناسان بدلیل وجود میگروگسل‌ها درای مخاطرات بالقوه هستند و در مواقع بروز زمین لرزه‌های بالای ۵/۵ ریشتری احتمال تخریب ساخت و سازه‌های شهری بسیار بالا است. محدوده شیب‌های بالاتر از ۳۰ درصد که بسیار مخاطره آمیز است که بخش ناچیزی از اراضی شهری (حدود ۱ هکتار) در بخش جنوبی روی تپه‌ها استقرار یافته است.

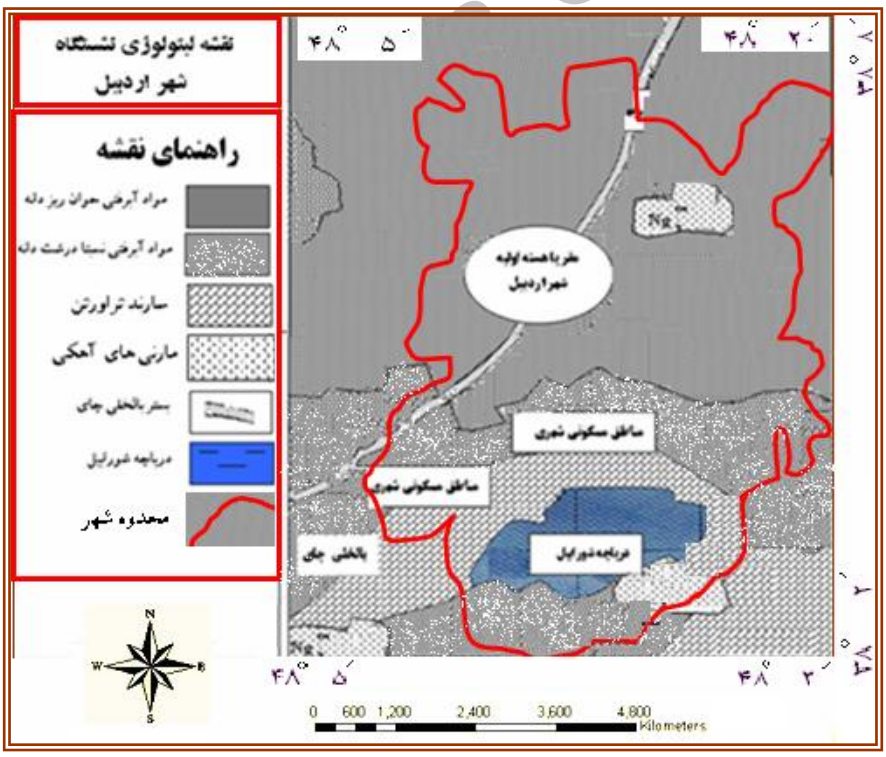
– مسائل تکتونیک و سازندهای مقر شهر

شکل گیری هسته اولیه شهر اردبیل با فت شعاعی در سطح دشت تقریباً هموار (شیب کمتر از۴٪)، حاصل‌خیز، اقلیم بسیار خنک و ملایم در تابستان و نیز گسترش آن در مسیر رودخانه دائمی زلال بالخلی چای و جنوب رودخانه قره سو، شدیداً متأثر از توان‌های محیطی بوده است، (شکل ۵). از لحاظ تکتونیکی منطقه اردبیل فعال می‌باشد و شهر نیز بر روی نهشته‌های آبرفتی کواترنر جوان شکل گرفته (گراول، ماسه، رس، سیلت و کنگلومراهای مارن دار و ماسه‌ای با زیر بنای

Archive of SID

www.SID.ir

آذرین) واقع شده است. مجاورت شهر اردبیل به آتشفشان در مرحله هیدروترمال سبلان، عبور گسل فعال اصلی تالش در بخش جنوب‌شرقی و شمال‌شرق دشت اردبیل، گسل‌های فعال دامنه سبلان در بخش جنوب‌غربی و گسل زیر دریاچه شورابیل این منطقه را به منطقه‌ای با خطر پتانسیل لرزه خیزی بالا تبدیل کرده است. دشت اردبیل به دلیل دریافت نهشته‌های تخریبی از ناهمواری‌های باغروداغ در جنوب و جنوب‌شرق، ارتفاع‌های سبلان در غرب در حال سوبسیدانس بود. فرونشست زمین در دو حالت به صورت طبیعی و گاهی نیز به واسطه دخالت انسان‌ها در زمین، تشدید شده و جزو مخاطرات محیطی برای ساخت و سازهای شهری می‌باشد)Francesco , 2009,316(. به علاوه در اثر برداشت آب از طریق چاه‌های موجود در دشت، سطح آب زیرزمینی افت داشته و با توجه به نتایج اندازه گیری‌های اخذ شده از دفتر مطالعات پایه منابع آب افت متوسط دراز مدت آبخوان ۱۰متر و مقدار افت سالانه ۲۸ سانتی‌متر برآورد شده است. روند افزایش جمعیت و توسعه کالبدی شهر از سال ۱۳۷۲ به بعد به دلیل عامل خشکسالی(مهاجرت شدید عشایر به شهر) و نیز مرکز استان شدن اردبیل به شدت تشدید شد. سرانه مصرف آب در کشورهای درحال توسعه و کم آب بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ لیتر است و مصرف سرانه مناطق شهرهای متوسط سردسیری همچون اردبیل۲۰۰ لیتر برآورد شده است. مصرف سرانه آب مردم در شهر در هر روز ۸۲۵۳۳۸۰۰ لیتر و مصرف سالانه حدود ۳۰۱۲۸۳۷۰۰ لیتر بر آورد شد(نگارنده، [۱]۱۳۸۹). مهمترین علل فرونشست دشت اردبیل به واسطه برداشت بی رویه آب‌های زیر زمینی و عوامل تکتونیکی می‌باشند، (عابدینی، ۱۳۸۸، ۴). کج شدگی کامل لایه‌ها حتی آثار آن بر مواد تخریبی سازندهای سطحی در شهرک کارشناسان کوثر دادگستری زیاد می‌باشد. تناوبی از سازندهای نسبتاً مقاوم مواد پرتابه‌های آتشفشانی به همرا میان لایه‌های مارنی، ماسه سنگی و تراورتن موجب ناپایداری نسبی مناطق غرب و جنوب شهر اردبیل شده است، (عابدینی ۱۳۸۷، ۵۴). وجود سازند مارنی در سطوح شیب‌دار در مواقع زمین لرزه به ویژه اگر مارن‌ها خیس شده باشند بسیار خطرناک می‌باشد(شکل ۶).



شکل ٦: لیتولوژی سازندهای مقر و حواشی شهر اردبیل(منبع: نگارندگان)

[۱]– در طرح انجام یافته توسط نگارنده علل فرونشست دشت اردبیل مبسوط بررسی شده است جهت کسب اطلاعات بیشتر به همین طرح مراجعه شود.

www.SID.ir

تصویر (۳) مواد آتشفشانی دارای میکرو گسل‌های فعال و ساخت و سازه‌های در معرض خطر تصویر(۴) وجود سازند مارنی و آهکی در سطوح شیبدار در مواقع زمین لرزه مخاطره آمیز هست (منبع : نگارندگان)

– نتایج و پیشنهادات

اجرای طرح‌های اقتدار گرا از سوی سازمان‌ها و ارگان‌های شهری گاهی بسیار به جاست ولی در برخی موارد با مکان‌یابی نادرست، تخریب ابنیه‌های قدیمی با تغییر کاربری (بدون مشارکت دادن قشر آگاه شهر)، نابسامانی‌های را در روند توسعه ایجاد می‌کند. بالابودن درصد رس و سیلت و نیز بالابودن نتایج آزمایش‌های فیزیک خاک از قبیل شاخص پلاستیکی سازندها در محدوده بین ۳۱ الی ۳۹/۸ و حد روانگرائی بین ۳۳ الی ۴۱/۲ می‌باشد و از لحاظ بافت عمدتاً دانه ریز هستند، بالا بودن و نوسان فصلی سطح آب‌های زیرزمینی سطح الارضی، تاثیر بالا آمدگی انجمادی و تخریب آسفالت (Asphalt frost heaving) و ...، گاهی نیز اجرای نادرست فونداسیون و آسفالت ریزی برای سازندهای نشستگاه شهر در بخش شرق و مرکز و نیز در محدوده شرق و جنوب دریاچه شورابیل، منجر به تخریب شدید آسفالت شهر و نیز ترک برداشتگی و کج شدگی برخی بنا شده است. از طرفی نقش خزش لایه‌ای(فرونشست دشت اردبیل، فعالیت‌های مورفوتکتونیکی در تشدید ناپایداری نشستگاه برخی نقاط شهر مؤثرند. در صورت بروز زمین لرزه بیش از ۶ ریشتری احتمال تخریب شدید و خرابی سازه‌های شهری به ویژه در حواشی شورابیل و محدوده کوثر و شرق اردبیل بسیار زیاد است. از لحاظ ژئومورفولوژی شهری، سطوح آبرفتی پر شده و تراس‌های آبرفتی دوران چهارم نسبتاً تحکیم یافته(کواترنر با ترکیبی از پاره سنگ‌ها، قلوه سنگ‌ها، گروه اول، با درصد پائین ماسه و رس (معمولا کمتر از ۲۰٪) در سطوح هموار دشت‌ها و جلگه‌ها، اگر مسائل زهکشی آنها به طور اصولی اعمال شود و منطقه تحت تأثیر نوسان سفرهای آب‌های سطحی و سیلاب‌ها نباشد، از لحاظ توپوگرافی و زیر ساخت برای فونداسیون بناها و عبور خطوط ارتباطی، پایدار و کم خطر می‌باشند. در نهایت، پیشنهاداتی به صورت زیر ارایه گردید:

– انجام آزمایش‌های گرانولومتری(دانه سنجی خاک) و بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک از لحاظ حد روانگرائی ،شاخص خمیرائی و تحکیم یافتگی ...، از تمام نقاط شهری قبل از احداث کاربری‌های ساختمانی بسیار ضروری است

– تعیین محدوده اراضی با نوسان فصلی آب‌های زیر زمینی زهکشی مناطق حساس با نوسان آب‌های سطحی و برداشت زیاد خاک‌های ریز دانه حساس جهت کنترل فرونشست ناشی از بار گذاری و ممیزی نواحی پایدار از مناطق پرخطر یا ناپایدار، برای کاربری بهینه شهری.

–زهکشی مناطق حساس با نوسان آب‌های سطحی و برداشت زیاد خاک¬های ریز دانه حساس و توجه کافی به ضخامت، ترکیب مواد در زمان احداث بناهای ساختمانی و آسفالت ریزی، بسیار ضرورت است.

– نظارت و کنترل هر گونه ساخت و سازهای غیر رسمی و عدم صدور مجوز ساخت به ویژه در حریم خطوط ساحلی دریاچه شورابیل و حواشی رودخانه دائمی بالخلی چای و اختصاص محدوده حواشی در یاچه شورابیل را به فضای سبز و تفرجگاهی (به عنوان فضای توریستی).

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- احد نژاد روشتی، محسن و قرخلو، مهدی(۱۳۸۹): مدل‌سازی آسیب پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۱۹۸-۱۷۱.

۲- اورمیه‌ای، علی(۱۳۸۱): خاک‌ها در طرح‌های اجرائی، ترجمه، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- بابائی اقدم، فریدون و اسمعلی، اباذر(۱۳۸۸): مدل‌سازی کاربری اراضی منطقه اردبیل با استفاده از مدل Clues-S. طرح انجام شده در دانشگاه محقق اردبیلی.

۴- حاجی نژاد و عسگری(۱۳۸۹): شناسائی فرصت‌های توسعه ناشی از زلزله با تأکید بر ابعاد کالبدی شهر بم. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹. ص ۸۲-۷۱.

۵- پورمحمدی، محمد رضا(۱۳۸۲): برنامه ریزی کاربری اراضی شهری. تالیف، انتشارات سمت.

۶- رجائی، عبدالحمید(۱۳۸۷): کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستائی. تألیف. انتشارات سمت.

۷- رجائی، عبدالحمید(۱۳۷۳): کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط. نشر قومس.

۸- زنگی آبادی و محمدی(۱۳۸۷):حلیل شاخص‌های آسیب پذیری مساکن شهری در برابر خطر زلزله به صورت(مطالعه موردی: مساکن اصفهان)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲.

۹- زیاری، کرامت ا...(۱۳۷۸): برنامه ریزی شهرهای جدید. تالیف. انتشارات سمت.

۱۰- سالنامه آماری استان اردبیل(۱۳۸۵): سازمان برنامه و بودجه استان اردبیل.

۱۱- شورایعالی حفاظت محیط زیست(۱۳۷۴): کمیته ملی توسعه پایدار انتشارات سازمان محیط زیست.

۱۲- قاضی فرد و نعیم امامی(۱۳۸۰): مبانی زمین شناسی مهندسی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان.

۱۳- طرح و کاوش، مهندسین مشاور(۱۳۸۸): طرح جامع شهر اردبیل، سازمان مسکن و شهر سازی استان اردبیل.

۱۴- عابدینی، موسی(۱۳۸۷): بررسی نقش مخاطرات هیدروژئومورفولوژی و ویژگی سازندهای سطحی در تعیین کاربری اراضی شهری و پایداری و ناپایداری بسترهای طبیعی. مجموعه مقالات چاپ شده در چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران دانشگاه تهران. دانشگاه تهران. دانشکده مهندسی عمران.

۱۵- عابدینی، موسی(۱۳۸۸): مطالعه موردی مخاطرات هیدروژئومورفولوژی و مورفودینامیک فعال در ناپایداری فونداسیون ساخت و سازها در کلانشهر تبریز. طرح پژوهشی انجام شده در دانشگاه محقق اردبیلی.

۱۶- عابدینی، موسی(۱۳۸۷): بررسی نقش مخاطرات هیدروژئومورفولوژی در ناپایداری ساخت و سازه¬های شهر توریستی سرعین. مجموعه مقالات چاپ شده در هشتمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران دانشگاه شیراز. دانشکده مهندسی عمران.

۱۷- عابدینی، موسی(۱۳۸۸): بررسی مسائل هیدروژئومورلوژی و فرونشست ناشی از آفت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت اردبیل و راهکارها، مجموعه مقالات همایش بحران آب در دشت اردبیل.

۱۸- مقیمی، ابراهیم(۱۳۵۲): ژئومورفولوژی شهری. تالیف. انتشارات دانشگاه تهران.

۱۹- متدین اول، ستار، رضائی پیمان، فتح آبادی ،مجید(۱۳۷۷):کلید مهندسی سازه¬ها.

۲۰- محمودی، فرج اله(۱۳۷۰) : ژئومورفولوژی اقلیمی، تألیف، انتشارات دانشگاه تهران.

۲۱- محمدی و همکاران(۱۳۷۲): بررسی یخبندان و لغزندگی در سطح جاده سنندج - همدان با استفاده از ماتریس وضعیت‌های اقلیمی.

۲۲- نظریان، اصغر(۱۳۸۶): جغرافیای شهری ایران، تألیف، انتشارات دانشگاه پیام نور.

23- Asgary et al (2008): Utilizing Post-Disaster Development Opportunities after Bam Earthquake and The Role of Stakeholders The International Journal of Humanities Vol. 15, Nub 2. Spring.

24- Francesco, S, et al, (2009): Curvature Analysis as a Tool for Subsidence-Related Risk Zones Identification in The City of Tuzla (BIH). Geomorphology Vol. 107, PP (316–325).

Archive of SID

www.SID.ir