جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سـال ۲٤، پیـاپی ٤۹، شـماره ۱، بهـار ۱۳۹۲

بررسی سازندهای مقر شهر توریستی سرعین با تأکید بر وضعیت توپوگرافی، تکتونیک و اقلیم جهت کاربری بهینه اراضی شهری با استفاده از GIS

موســـی عابـــدینی: دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران *

وصـول: ۱۳۹۰/۱/۲٤ پـذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰، صص ٦۸-۵۱

چکیده

شهر توریستی سرعین در دامنه شرقی کوه سبلان در ارتفاع بین ۱٦٤۰ تا ۱۷٤۰ متر و ۱٦ کیلومتری غرب شهر اردبیل در مسیر دره گسلی واقع شد است. سازندهای زمین شناسی مقر شهر از مواد پرتابه‌های آتشفشانی(توف، کنگلومرا، خاکستر، لاهار و مواد تراسهای آبرفتی قدیمی و جدید ریزدانه، تراورتن، مارن تشکیل شده است. توسعه فیزیکی کنونی شهر نیز به سرعت به موازات گسلها در محیطی مخاطره آمیز صورت می‌گیرد. در زلزله اردبیل۱۳۷۵ در اثر شکست لایه‌های زمین شناسی در وسط شهر توریستی سرعین آرتزین آب گرم به ارتفاع ۱۲ متر شد صورت گرفت که نشان دهنده تأثیر تکتونیک بر وضعیت چشمه‌های آبگرم گسلی است. امروزه برجها و هتل‌های مدرن بیش از ۱۵ طبقه بشدت در منطقه فعال تکتونیکی با مخاطرات محیطی بالقوه در حال توسعه و گسترش است. نتایج نمونه برداری و آزمایشات نشان دهنده وجود درصد بالای رس(٤٦٪)، سیلت (۳۲٪) نسبت به (ماسه(۲۵٪) و سازندهای درشت دانه در محل مقر شهر است. نتایج آزمایش نشان داد که سازندهای مقر شهر مستعد روانگرایی، فرونشست در زمان بروز زمین لرزه‌ها هستند. بنابراین، وجود رس با شاخص خمیرایی بالا، شیب توپوگرافی زیاد، گسل‌های فعال در محدوده و مقره شهر، لایه مارنی و پرتابه‌های آذرین برای فونداسیون سازه‌های سنگین در مواقع بروز زمین لرزه نسبتاً شدید (بیش از۵/۵ ریشتری) بسیار مخاطره آمیز خواهد بود. در نهایت، با تلفیق لایه‌های شیب، طبقات ارتفاعی، لیتولوژی،گسل و سیستم زهکش، لایه نهایی پهنه‌بندی مخاطرات محیطی ترسیم شد. نتایج حاصل از پهنه بندی نشان داد که تمام بخش شمال شهر و قسمت‌هائی از بخشهای میانی و جنوبی در محدوده مناطق با خطر بالا و خطر بسیار بالا قرار دارند. نقشه پهنه بندی مناطق مختلف شهر و محدوده حواشی آن به صورت مناطق باخطر بسیار بالا، با خطر بالا، نسبتاً کم و با خطر کم ممیزی شد. نقش فاکتورهای محیطی نظیر گسل، طبقات ارتفاعی، درصد شیب نسبت به وضعیت لیتولوژی و رودخانه در ایجاد مخاطرات محیطی (به صورت تنگنا) در توسعه فیزیکی شهر (به ویژه در توسعه فیزیکی آتی آن) بسیار مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: زمین ساخت، سازندهای مقر شهر، شهر سرعین، مخاطرات محیطی

۱- مقدمه

روند افزایش سـریع جمعیـت از چنـد دهـه قبـل منجر به توسعه سریع و نامتعادل شـهرهای کشـورمان شده است. معمولاً شهرها بـا بـزرگ شـدن، فضـاهای توپـــوگرافی نامناســـب و اراضـــی بـــا مخـــاطرات ژئومورفولوژی زیاد را اشغال می‌نمایند. اغلب شـهرها با مجموعه‌ای از عوامل و مشـکلات شـهری محیطـی نظیر مسایل زمین شناسی، آب‌هـای زیرزمینـی، هـوای سالم، پیدایش حالت گلخانه‌ای، توسعه متعادل شـهری و...، مواجـه هسـتند (Tosics, 2008, 778). یکـی از

*نویسنده مسؤول: ۰٤۵۱۵۵۱٦٤۰۱۰
E-mail: Musaabedini@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مسائل مهم در توسعه فیزیکی شهرها اشغال فضاهای پیرامونی و تغییر کاربری آنها و برخورد شهرها با موانع هیدروژئومورفولوژی در توسعه فیزیکی است. در حال حاضر اکثر شهرها به خاطر محدویت‌های توسعه‌ی فیزیکی شهری با مقوله توسعه فیزیکی در گیرند (قرخلو و همکاران،۱۳۹۰: ۹۹). توسعه شهرها غالباً موجب ایجاد بحرانهای صنعتی و تکنولوژیک شده، میزان آسیب پذیری شهر را به دلیل تراکم ساختمانها، انباشت ثروت و تراکم شهروندان بالا می‌برد (Asgary,et al, 2008: 36-37). بنابراین، آگاهی از ویژگی‌های محیط شهری از موضوعات مهم برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است. به این دلیل که تأمین رفاه شهروندان و ایجاد محیطی سالمتر، مساعدتر، مؤثرتر و کم‌خطرتر اهمیت شناخت محیط را روشن می‌کند (رجایی، ۱۳۸۷: ۲۱۹). اصولا توسعه نامنظم شهری اثرات مخربی بر شهرها و محیط حواشی آنها وارد می کند و منجر به نامتعادل شدن چشم اندازهای طبیعی و تخریب اراضی کشاورزی می شود (. Batisani and Yarnal, 2008:2) بنابراین، در مکان‌یابی مناسب و بهینه شهری تلاش می شود تا اثرات پارامترهای مختلف در ارتباط با هم مد نظر گیرند. (Zhao, 2010: 246) هرچند بالا بردن میزان توان ارتجاعی سازه‌ها، مقاومت مصالح برای پایداری ساخت و سازها و طراحی منظر زیبا در شهر سازی بسیار ضروری است، کافی نیست. معمولا عمدهٔ خسارتها و تلفات جانی با پدیده‌های ژئومورفولوژی (نظیر ریزش، لغزش، فرونشست [Subsidence]، تیکسوتروپی، فواراژ، روانگرائی[Liquefaction]، جریانات واریزه سنگی[Debris flow]، بهمن مواد تخریبی) بعد از وقوع زمین لرزه‌ها ارتباط دارد. بنابراین، اهمیت تحقیقات هیدروژئومورفولوژی (Hydro-geomorphology) اغلب بعد از وقوع فاجعه انسانی و مالی معلوم می شود (رجائی،۱۳۷۳، ۲۰۹).

نحوه جابجایی گسل‌ها فعال، میزان شیب زمین، بافت سازندها (درصد ماسه و رس و سیلت)، زمین‌های کارستی، کیفیت سازندها، نوسان آب سفرهای سطحی، ویژگی روانگرایی، تیکسوتروپی سازندها نقش به سزائی را در تشدید یا کاهش تلفات مالی و جانی به ویژه در زمان زمین لرزه‌ها دارند. اغلب زلزله‌هایی که بیش از ۱۰۰ هزار کشته در برداشته اند در مناطق تکتونیکی فعال رخ داده است (مقیمی وگودرزی نژاد، ۱۳۸۲: ۱۱۹). تأثیر وضعیت توپوگرافی نیز بعنوان عامل مهم در ناپایداری زمین و پیدایش زمین لغزش‌ها (وقوع زمین لرزه مهم) پدیده‌ای بسیار مهم برای ژئومورفولوژیست‌ها است. راهنما (۱۳٦۹: ۵۹) پیکر شناسی زمین را برای مکانیابی بسیار حائز اهمیت می داند. ایشان اظهار می دارد که اشکال ظاهری زمین با ساختمان زمین شناسی و عناصر بوجود آورنده سنگ‌ها رابطه مستقیم دارد. شیب زمین، نوع سنگ، بافت و جنس سنگها و خاکها، قابلیت نفوذ پذیری، وجود گسل‌ها و غیره در مکانیابی و طرح‌ریزی شهری باید مورد استفاده برنامه ریزان شهری قرار گیرند. از این لحاظ داده‌های هیدروژئومورفولوژی[1] اطلاعات مفیدی در زمینه

۱-اصولاً مطالعات ژئومورفولوژی شهری به چهار اصل عمده تأکید دارد و می تواند برای کاربران شهری کمک نماید:
شناخت زمین بر اساس کاربری های مورد نظر. درک و تشخیص فرایندهای ژئومورفولوژیک کنونی که کاربری های مورد نظر موجب

Archive of SID

www.SID.ir

وضعیت زیر ساخت‌ها، تعیین مناطق بحرانی و ناپایدار، مکان یابی، نوع و کیفیت سازه‌ها مطابق با بسترهای طبیعی مختلف را برای مهندسین عمران، معماری، مسکن و شهرسازی، برنامه ریزی و مدیریت شهری فراهم می نماید. عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان گزینی، حوزه نفوذ، توسعه ی فیزیکی و مورفولوژی شهری اثر قاطعی دارند. این پدیده‌ها گاه اثر مثبت و گاه بعنوان عوامل منفی و بازدارنده عمل می کنند (ثروتی و همکاران،۱۳۸۸: ۲۷). شهر توریستی سرعین نیز با پتانسیل‌های محیطی بالا در دامنه شرقی سبلان در منطقه مخاطره آمیز شکل گرفته و در سطح اراضی با تأثیرات محیطی مثب و نیز منفی (عوار طبیعی بازدارنده) در حال گسترش است. با توجه به روند سرمایه گذاری شدید و توریستی بودن این شهر در سطح کشور (در سایه چشمه‌های آبدرمانی و سایر جاذبه‌های طبیعی) هر سال نسبت به سال قبل میزان مسافر و توریست زیاد می شود. به دلیل اهمیت توریستی این شهر در دو دهه اخیر توسعه فیزیکی آن بسیار تشدید شده است. بنابراین، اهمیت انجام تحقیق کنونی از بعد مسائل ژئومورفولوژی و مخاطرات محیطی شهر برای کاربری متناسب، بیشتر مشخص می‌شود. بنابراین، سوال و یا مسئله اصلی تحقیق بدین صورت قابل طرح است.

۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی مقر(Site) شهر سرعین

شهر توریستی و کوهپایه‌ای سرعین در دامنه شرقی کوه سبلان (در ارتفاع بین ۱٦٤۰ تا ۱۷٤۰ متر) و ۱۵ کیلومتری غرب شهر اردبیل در مسیر دره گسلی در محدوده عرض‌های شمالی ۳۰ ۳۸ الی طول‌های شرقی َ ٤ و ْ٤٨ واقع شده است، (شکل۱). مساحت این شهر ٤۳۰/۳٦ هکتار، جمعیت آن ٤٥۹۹ نفر و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱٦۷۰ متر است (بابایی اقدم، ۱۳۸۷: ۱۸). جمعیت شهر سرعین در اولین سرشماری در سال ۱۳۳۵، ۱۱۹٤ نفر بود و جعمیت کنونی آن (۱۳۸۹) حدود ٦۰۰۰ نفر است. نرخ رشد جعمیت شهر از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ در شکل (۲) نمودار نرخ رشد نشان داده شده است. در شهر توریستی سرعین ۱۲ چشمه آبدرمانی گرم نظیر سبلان، گاومیش گلی، ساری سو، ژنرال، پنج خواهران و...، وجود دارد. ارتفاعات آتشفشانی سبلان در مرحله هیدروترمال و از لحاظ تکتونیکی فعال است (شبرنگ و عابدینی، ۱۱۱:۱۳۹۰). اغلب چشمه‌های آبدرمانی گرم منطقه در محدوده شهر سرعین از مسیر گسل‌ها جوشش می‌کنند. این شهر در سطوح توپوگرافی [۱] با شیب متغیر بین ۵/. الی ۳۰٪ است در روی مواد پرتابه‌های آتشفشانی (توف، کنگلومرا، خاکستر، لارهار) و مواد تراس‌های آبرفتی قدیمی و جدید و سازندهای مارنی استقرار یافته گرفته است. امروزه

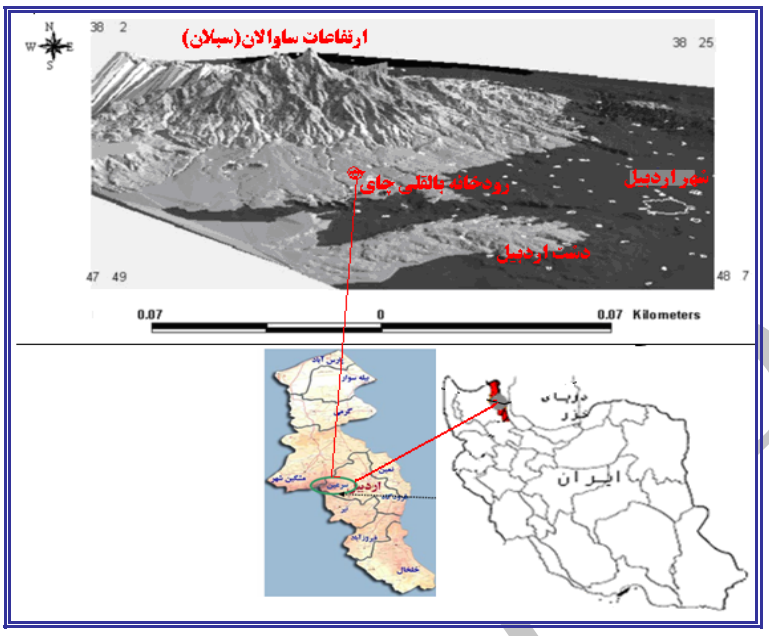
تغییر عملکرد آنها خواهد شد. پیش بینی تغییرات آتی پدیده های ژئومورفولوژیک موقع شهرها. پیش بینی تغییرات آتی پدیده های ژئومورفولوژی اراضی شهری بعد از کاربری در محدوده نشستگاه(Site) شهری

[۱]- وضعیت توپوگرافی محل در میزان ناپایداری زمین و پیدایش زمین لغزش ها (به ویژه در مواقع وقوع زمین لرزه) در کنار سایر عوامل بسیار مهم است (عابدینی،۱۳۸۷: ٤٥)

Archive of SID

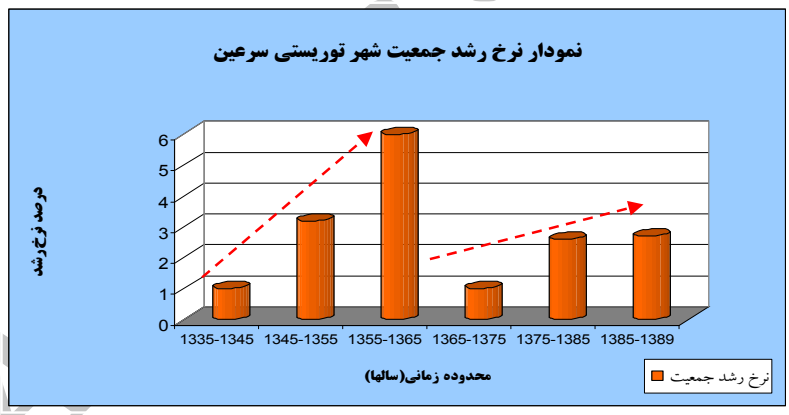
www.SID.ir

شـهر در روی اراضـی گسـلی بـه سـرعت در حـال گسترش می یابد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیائی شهر توریستی سرعین در استان اردبیل

(منبع اسفندیاری، ۲۷، با تغییرات زیاد)



شکل ۲- نمودار درصد نرخ رشد جمعیت شهر توریستی سرعین در طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۹

(منبع نگارنده)

۳- مواد و روش‌ها

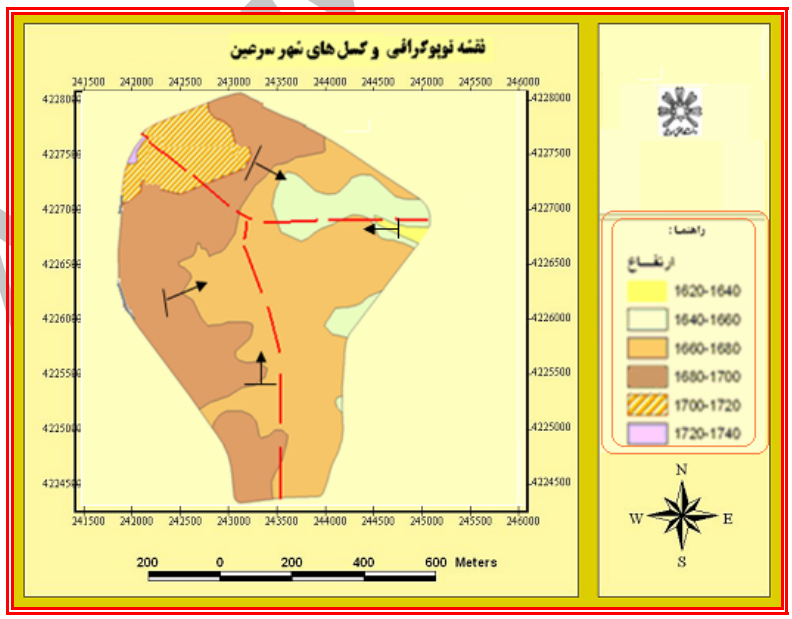
با توجه به ماهیت موضـوع تحقیـق، شـیوه آن بـه صـورت کارهـای میـدانی نظیـر بررسـی سـازندهای سطحی، نمونه برداری از سازندهای سـطحی و زمـین شناسی برای تعیین گرانولومتری، بافت، سـاخت، حـد خمیرائـی، (Plastic limit) و روانگرایـی بـوده اسـت. بعلاوه از روی نقشه زمین شناسی نوع سـازند، شـیب لایه‌ها، ضخامت و وضعیت نیروهای زمین سـاخت در سازندهای مقر شـهر (بـا بررسـی ترانشـه فونداسـیون سـازه‌هـا، محـل لـوگ‌هـا و کنـده کـاری‌هـای پـی

www.SID.ir

ساختمان‌ها) بررسی شد. در این راستا از ابزارهای مختلف آزمایشگاهی علوم طبیعی (نظیر خاکشناسی، ژئومورفولوژی، زمین شناسی)، از عکسهای هوائی ۱:۵۵۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰و ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و داده‌های اقلیمی سازمان آب منطقه‌ای و هواشناسی استان اردبیل استفاده شد. بعلاوه با استفاده از نرم افزار Arc GIS لایه‌های شیب، طبقات ارتفاعی، لیتولوژی سیستم زهکشی و گسل ترسیم شد و با تلفیق و همپوشانی آنها لایه نهائی به صورت نقشه پهنه بندی مخاطرات محیطی ترسیم گردید. در نقشه پهنه بندی مناطق محدوده مقر و حواشی شهر به لحاظ مخاطره برای توسعه فیزیکی در چهار طبقه به صورت مناطق با خطر بسیار بالا، باخطر بالا، با خطر متوسط و مناطق کم خطر ممیزی شد. در ضمن نمودارهای لازم در محیط نرم افزارهایExcel ترسیم شد.

٤- وضعیت توپوگرافی و سازندهای سطحی بستر شهر سرعین

شهر توریستی سرعین در جنوب شرقی ارتفاعات ولکانیکی معروف سبلان (٤٨١١ متر) قرار دارد. محاط شدن توسط ارتفاعات و تپه‌های ماهوری موجب پیدایش دره آبرفتی در منطقه کاسه مانند و نیز مناطق کم شیب دامنه شرقی سبلان شده است. در شکل (۲) نقشه توپوگرافی محدوده اراضی مقر و حواشی آن شهر با طبقات ارتفاعی متمایز نشان داده شده است. رودخانه درویش چای از شمال و رودخانه ساری چای از جنوب شهر سرعین عبور می‌کنند و بعلاوه شاخه‌هائی از رودخانه‌های فصلی نیز از سمت شرق شهر وارد آن می شوند. محدوده غرب شهر که به دلیل قرارگیری در دامنه‌های سبلان، در ارتفاعات بالاتری نسبت به محدوده‌های دیگر واقع شده است، شکل (۳).



شکل ۳- نقشه توپوگرافی جهات شیب و گسل‌های محدوده شهر (منبع نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir

– بخش شرقی شهر از نظر ارتفاعی در یک محدوده گودتر واقع شده است و چشمه‌های گرم آبدرمانی نیز دز این محدوده قرار دارند. شکل گیری شهر سرعین کاملاً منطبق بر عوارض محیط طبیعی است. وجود ارتفاعات شمال غرب، دره آبرفتی در شرق و گسل‌ها در محدوده شهر و حواشی آن همچنین عبور رودخانه از مرکز شهر کاملاً بر ژئومورفولوژی نشستگاه شهر اثر گذاشته است. اراضی پیرامونی شهر سرعین، کشاورزی بوده که توسط اراضی مرتعی احاطه شده اند. کاربریهای بایر با مساحتی در حدود ۸۴/۵ هکتار در سطح شهر سرعین تا سال ۱۳۸۴ که ۳۴/۷٪ از بافت پیوسته شهر را به خود اختصاص داد بود، اخیراً به حدود ۶۰/۸ هکتار رسیده است. در این شهر کاربریهای مسکونی با مساحت ۳۴ هکتار در حدود ۱۴٪ از بافت پیوسته شهر (بدون اراضی کشاورزی در محدوده مورد مطالعه) را به خود اختصاص داده است. بعلاوه در حدود ۸/۲ هکتار از اراضی شهر را فضای سبز در برگرفته که تقریباً ۳/۳٪ از مساحت شهر را شامل می‌شود.

با توجه به روند سریع توسعه فیزیکی کنونی شهر، انتظار می رود در آینده نه چندان دور شهر سرعین سطوح توپوگرافی ناهموار زیادی را در سطح دامنه سبلان اشغال خواهد نمود. شیب عمومی مقر سرعین به تبع از وضعیت پستی و بلندی زمین شمال غربی– جنوب شرقی است که در شکل (۴) نشان داده شده است.به طور کلی، شیب محدوده شهر به صورت زیر طبقه بندی شد:

– اراضی با شیب کمتر از ۵ درصد در بخش جنوب شرقی و جنوب محدوده شهر قرار دارند.

– اراضی با شیب بین ۵ الی ۱۵ درصد دامنه‌های شمالی دره آبرفتی سرعین می باشند که در این سطوح شیبدار هتل‌های مجلل و مدرن بیش از ۱۰ طبقه بشدت در حال توسعه است. شیب‌های بین۱ تا ۵ درصد بسیار مناسب، ۵ تا ۱۰درصد مناسب و شیب‌های ۱۰ درصد به بالا معمولا نامناسب هستند (زیاری،۱۳۷۹: ۱۲).

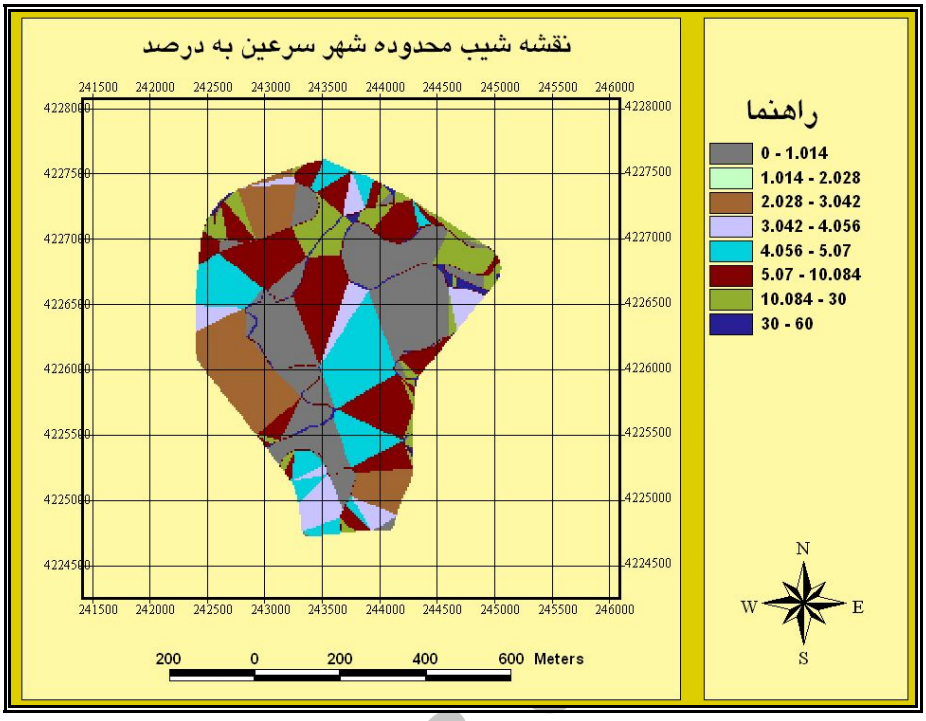
۳– اراضی با شیب بیش از ۳۰ ٪ درصد بخشهایی از شمال و شرق محدوده شهر و نیز نواحی دامنه سبلان در بخش غرب محدوده شهر را شامل می‌شود. این اراضی به لحاظ شیب اراضی نامناسب برای توسعه‌ی فیزیکی شهر هستند.

معمولا اراضی با میزان پستی و بلندی نسبی بین ۳۰۱ الی ۵۰۰ متر در کیلومتر مربع با حساسیت متوسط و ۵۰۰ الی۸۰۰ متر در کیلومتر مربع با حساسیت زیاد و ۸۰۰ متر در کیلومتر مربع با حساسیت بسیار زیاد، مستعد برای زمین لغزش هستند و در زمان زمین لرزه‌ها و بارش‌های سنگین مخاطره آمیز هستند (شریعت جعفری ۱۳۷۵: ۱۶۲)، (قاضی فرد و امامی،۱۳۸۰) وعابدینی، ۱۳۸۸: ۱۶). شهر سرعین نیز همین ویژگیهای مذکور را دارد. این شهر در سطح توپوگرافی متغیر ما بین محدوده ارتفاعی۱۶۴۰ الی ۱۷۴۰ متر با مساحت ۴۳۰/۳۶ هکتار در دامنه شرقی ارتفاعات سبلان واقع شده است. بنابراین، گسترش آتی شهر به سمت شرق و شمال توأم با مسائل عدیده هیدروژئومورفولوژی همراه خواهد بود. زیرا در بخش شمالی وضعیت توپوگرافی از لحاظ شیب، میزان تضاریس دامنه‌ها و شدت ناهمواری زمین تشدید می شود. بخش‌هائی از

Archive of SID

www.SID.ir

شمال، شـمال شـرق شـهر و جنـوب غـرب شـهر در سطوح شیبدار در حال توسعه هستند.



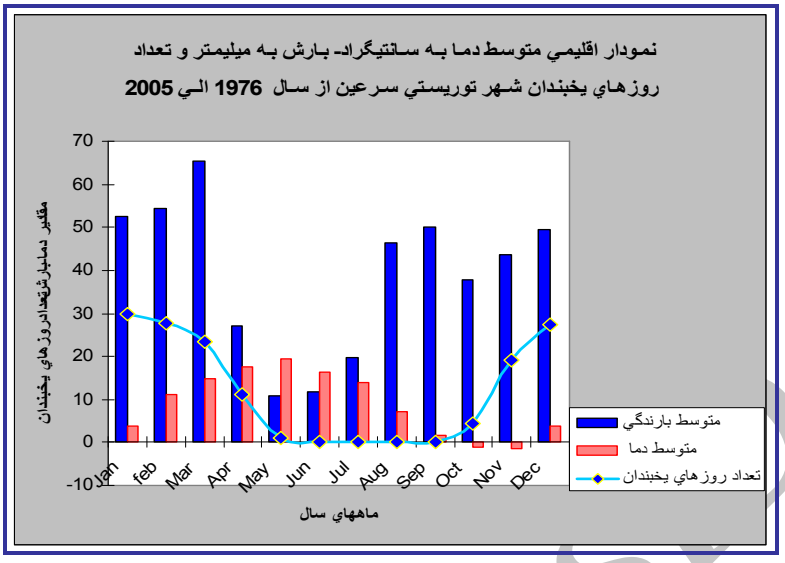
شکل ٤- نقشه شیب محدوده شهر سرعین(منبع نگارنده)

٤- وضعیت اقلیمی شهر و اثرات آن در سازندهـای سطحی

طبق طبقه بندی اقلیمی دومارتن سرعین در محدوده اقلیمی نیمه خشک قرار گرفت. اغلب بارندگی‌های استان اردبیل و سرعین در ماه‌های سرد سال، همزمان با شروع فعالیت سیستم‌های جوی کم فشار باران زا و گسترش آنها صورت می‌گیرد. بیشترین بارندگی‌های نازل شده در سرعین مربوط به فصول پاییز، زمستان و بهار است. از مجموع ٤٦٩/٦ میلیمتر بارندگی سالانه سرعین ۵۰/۷۳ میلیمتر در زمستان، ٤٧/٥٦ در بهار، ١٤/٦٦ در تابستان و٤٧/٧٣ میلیمتر در پاییز در یافت می کند. متوسط بارش بین ۹۱ الی ۱۳۰ میلیمتر با حساسیت متوسط و پائینتر از این مقادیر با حساسیت کم، بین ۱۳۰ الی ۱۷۵ میلیمتر و بالاتر از آن با حساسیت بالا (بسیار زیاد) برای بروز زمین لغزش‌ها هستند (شریعت جعفری،۱۳۷۵: ١٦٤).از لحاظ میانگین بارش شهر سرعین بسیار مستعد برای وقوع پدیده زمین لغزش هست. تعداد روزهای یخبندان سرعین در سال ١٤٥روز است. میانگین ماهانه تعداد روزهای یخبندان در ماه‌های دی، بهمن، اسفند به ترتیب ٢٦، ٢٧ و ٣٠ روز می رسد. در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر در شهر یخبندان رخ نمی‌دهد (شکل ۵).

Archive

www.SID.ir



شکل ۵- میانگین بارش، تعداد روزهای یخبندان و متوسط درجه حرارت شهر توریستی سرعین در دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۷۶) با استفاده از داده‌های سایت سازمان هواشناسی استان اردبیل (منبع نگارنده)

پدیده یخبندان برای پاره‌ای از فعالیت‌های اقتصادی، کشاورزی، عمرانی، گردشگری و غیره، ممکن است محدودیت ایجاد کند. به واسطه یخبندان و ذوب یخ متوالی سازندهای سطحی سست در حجم و عمق زیاد بویژ در محل مقر شهر و در مسیر دره گسلی سرعین تشکیل شده است. از طرفی وقوع یخبندان شدیدهای شدید، طولانی، تکرار تعداد دفعات آنها، عمق یخبندان در تخریب فونداسیون سازه‌ها و تخریب آسفالت بسیار مهم است[1]. سه عامل مهم در وقوع یخبندان مواد روسازی و زیر ساخت آسفالت جاده‌ها و خیابانهای سرعین مؤثر است و در صورت فقدان یکی از آنها یخبندان رخ نخواهد داد:

الف-کاهش دمای هوا تا زیر صفردرجه. ب-وجود درز و ترک در آسفالت خیابان‌ها و جاده‌ها و یا منابع آب زیر زمینی سطح ارضی حداکثر در اعماق۳ متر. ج-وجود خاکهای حساس ریز دانه (خاک‌های ریز دانه خاک‌هائی که دارای بیش از ۳٪ دانه‌های با قطر کوچکتر از ۰/۰۲ که خاصیت موئینگی داشته باشند (محمدی و محمودی،۱۳۸٤:۱). در نواحی اقلیمی سرد سیر (همچون اردبیل و سرعین) وقتی دمای پائین برای مدت‌های طولانی دوام دارد، آب زیرزمینی نزدیک سطح زمین در سازندهای ریز دانه در اثر صعود خیلی سریع موئینگی، بالا آمدگی انجمادی را موجب می‌شود. خاک‌های سیلتی که دارای صعود موئینگی بالا و نسبتاً نفوذپذیرند و به عنوان خاک‌های انجماد پذیر معرفی می‌شوند (اورمیه ای،۱۳۸۱: ٦٦). بالا آمدگی انجمادی در نتیجه تشکیل و رشد بلورهای یخ در خاک‌های سطح زمین در زمان انجماد رخ می‌دهد.

[1]- یخبندان از پدیده های اقلیمی خطرناک محسوب می شود که همه ساله،وقوع، تداوم و شدت آن خسارتهای هنگفتی بر بخش کشاورزی و صنعت وارد می کند (صلاحی،۱۳۸۸: ۸۳).

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش مقاومت درونی سازندهای سست به خاطر درجه اشباع شدگی بالا بعد از ذوب شدن یخ سازندهای سست می باشد. بنابراین، مسائل ناشی از این وضعیت، منجر به شکسته شدن آسفالت خیابانها، جاده‌ها و حتی پی بناهای شهری می شود. 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 هستند (عابدینی،۱۵۶:۱۳۸۸). جهت برنامه ریزی و مدیریت صحیح معماری و شهر سازی انطباق و سازگار نمودن و مواد و مصالح ساختمانی، نوع طراحی و توجه به روسازی و زیر ساخت خیابانها در ارتباط با شراط اقلیمی حاکم بر منطقه ضرورت دارد.

۵- وضعیت فیزیکی سازندهای سطحی (شاخص خمیرائی و حد روانگرائی)

محدوده فعلی مقر شهرسرعین با توجه به شیب زمین از مواد نسبتاً درشت دانه با بهمراه پاره سنگ رس و مارن پرتابه‌های آذرین شهر قرار دارد. عمق خاکهای اراضی محدوده شهر و حواشی آن از نیمه عمیق فرسایش پذیر درشت دانه در بخش شمال غرب شهر تا نسبتاً عمیق دانه ریز سنگین در اراضی کم شیب جنوب و جنوب شرق آن در بستر دره آبرفتی گسترش دارند. در محل مقر(Site) فعلی شهر نه تنها دو گسل یکی با روند شرقی- غربی و شمالی - جنوبی فعال قابل تشخیص است، بلکه ارتفاعات آتشفشانی نیمه خاموش سبلان (در مرحله هیدروترمال که از لحاظ تکتونیکی فعال است) در شرق آن قرار دارد. بررسی سازندهای سطحی منطقه نشان داد که خاک‌های مناطق کم شیب (محدوه ۳ الی ۵ درصد) از نوع بافت سنگین (با ۵۱/۴۵ بافت رسی) است (جدول ۱). ار لحاظ ضخامت نیز خاکهای بخش شرق و جنوب شرق شهر نیمه عمیق و عمیق هستند. صعود موئینه آب بویژه صعود بالا آمدگی انجمادی برای جاده‌ها و سطوح سنگفرش شهر سرعین و نیز فونداسیون سازه‌ها آسیب می رساند. خاکهائی که استعداد انبساط دارند متورم شده یا در اثر یخ زدن و افزایش حجم موجب تورم کف ساختمان، سطوح آسفالت و می شوند (معماریان،۳۲۶:۱۳۸۶). با وجود این مقر اغلب محدوده شهر در مسیر دره گسلی و در روی مواد آبرفتی نسبتاً عمیق ریز دانه استقرار یافته است. بنابراین، در این سازندهای ریز دانه با آبهای سطحی الارضی و تراوشی مسائل طراحی متناسب و مصالح مقاوم پیش می آید. کندن پی‌های عمیق تر (رسیدن به مواد آبرفتی درشت دانه زیرین)و استفاده از مواد و مصالح مقاوم ضد زلزله برای سازه‌های بزرگ و پائین نگهداشتن سطح آبها با اصول زهکشی ضرورت دارد(عابدینی ۱۳۸۷: ۵۹). بدلیل بالا بودن نشانه خمیرایی در سازندهای ریز دانه محدوده شهری پتانسیل تورم سازندهای منطقه عمدتاً متوسط و متوسط به بالا (جدول۱) است. بالا رفتن متوالی میزان رطوبت منطقه در فصول مرطوب سال منجر به تورم و روانگرایی در سازندها سطحی‌ریز دانه رسی می‌شود[1] و در بلند مدت موجب تخریب پی بناها خواهد شد.

۱- اگر یک خاک چسبنده با مقدار زیادی آب مخلوط شود،مانند یک سیال روان می گردد. با کاهش میزان رطوبت، ابتدا خاک حالت نیمه خمیری و بلاخره جامد پیدا می کند. میزان رطوبتهای حد فاصل این حالات را حدود پایداری می گویند که شامل حد روانی ونیمه جامد، حد انقباض یعنی رطوبت حد فاصل حالت نیمه جامد و خمیری است(روشن ضمیر وشکرانی، ۱۳۸۶ : ۲۱) و (گودرزی،۱۳۷۸).

Archive of SID

www.SID.ir

در مناطقی که مواد ناپیوسته با آب اشباح شوند می توانند به روانگرائی ایجاد کنند (روستائی و جباری، ١٣٨٦: ١١١). در منطقه شیبدار و تپه ماهوری سرعین میران بارش زیاد (متوسط بارش سالانه ٤٦٩٣/٦ میلیمتر)،رطوبت نسبی بالا (٧٠درصد) و تعداد روزهای یخبندان (١٤٥ روز در سال)، وجود سازندهای سطحی عمیق و نسبتاً عمیق، پتانسیل وقوع روانگرائی خاک را در زمان زمین لرزه بسیار محتمل می‌نماید. زلزله با ML=٥ حد آستانه سیلان، روانگرایی خاک و گسترش جانی سازندهای خاکی است و در ML=٦،٦/٥ حرکات توده ای بهمن‌های سنگی و بهمن‌های خاکی شدید از مخاطرات ژئومورفیک برای ساخت و سازها هستند (شریعت جعفری،١٣٧٥: ١٠٥).

جدول ١- محل نمونه‌های برداشت، نتایج گرانولومتری جهت تعیین بافت سازندها و حد خمیرائی(منبع نگارنده)

محل برداشت نمونه	درصد رس	درصد ماسه	در سیلت	حد خمیرائی (Liquefaction Limit)	Plasticity PI((Index
ورودی سرعین در جنوب	٤٣	٣٠/٣	٢٦/٤	٣٥/٣٠	٣٣/٣٢
شرق سرعین در مسیر دره محدوده شهر	٥١/٤٥	٢٢ /٢٥	٢٥/٣٢	٣٨/٢٢	٤٢/٢٣
از محل مقر شیبدارشمال سرعین	٣٤/٣٥	٤٣/٤٢	٢٣/٥	٣١/٢٢	٣٤/٦

جدول ٢- نشانه خمیری و پتانسیل تورم سازند (عسگری و فاخر،١٣٧٢: ٩٥)

نشانه خمیری	پتانسیل تورم	نشانه خمیری	
٠-١٥	پائین	٢٠-٥٥	بالا
١٠-٣٥	متوسط	بیش از ٣٥	زیاد

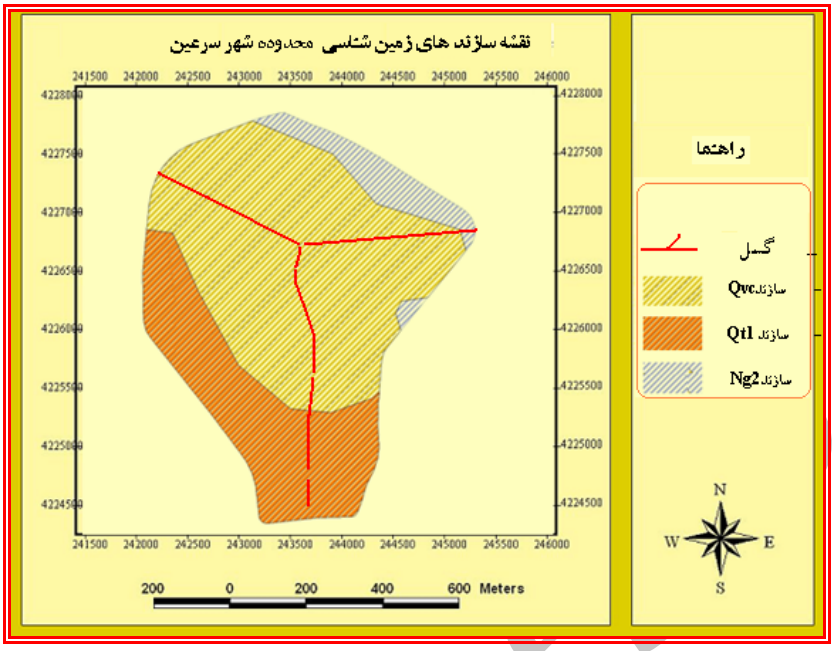
در سازندهای رسی که نشانه خمیری آنها حدود ٤٠ الی ٥٠ درصد(حد روانی ٧٠ الی ٩٠ و حد خمیرائی ٢٠ الی ٣٠) باشد، در صورتیکه رطوبت خاک در خارج از ساختمان به بالای رطوبت حد خمیری برسد(٢٥ الی ٣٥ درصد) امکان تخریب ساختمان و آسفالت وجود دارد (عسگری و فاخر،١٣٧٢: ٩٣). شهر سرعین نیز مطابق نتایج آزمایش فیزیک خاک مستعد تورم خاک و روانگرانی در زمان بروز زمین لرزه است.

٦- مسائل لیتولوژی (سختی و نرمی سازندها) و تکتونیک

مقاومت لیتولوژیکی سازندهای زمین شناسی و سطحی به نوع، شکل، رنگ، نحوه آرایش کانی‌ها درصد رطوبت، میزان هوازدگی، تکتونیزه شدن (گسل و درز و ترک‌های تکتونیکی و مکانیکی) آنها بستگی دارد (عابدینی،١٣٨٦: ١٢). در شکل(٦) گسترش سازندهای مقر و محدوده حواشی شهر را نشان داده‌ایم. سازندهای بستر شهر سرعین از لحاظ مقاومت لیتولوژیکی در اقلیم منطقه سرد سیر اردبیل به صورت زیر طبقه‌بندی شد:

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦- نقشه لیتولوژی سازندهای محدوده توسعه فیزیکی شهر سرعین(منبع نگارنده)

٦-١- سازند Ng2

این سازندها شامل تناوبی از لایه‌های توف سبز، مارن و آهک‌های آب شیرین سنگ‌های آواری و گدازه هستند. در بخش‌های شمالی، شمال شرق، در اطراف روستاهای ویلادرق و آتشگاه این سازند شامل سنگ‌های آندزی بازالت و تراکی بازالتNg2 می باشد. به لحاظ لیتولوژیکی این سازندها عمدتاً سازندهای نیمه مقاوم هستند.

٦-٢-سازندQvc

این سازندها که شامل کنگلومرا، لاهار، توف و خاکستری‌های آتشفشانی مربوط به اوایل کواترنر می باشند که در شمال و شرق شهر سرعین و به صورت افقی بر روی سازندهای قدیمیتر از خود (توف‌های زرد رنگ) قرار گرفته اند و به سمت دامنه سبلان وسعت و ضخامت آنها زیادتر می‌شود. به لحاظ لیتولوژیکی این سازندها عمدتاً سازندهای نسبتاً مقاوم تا نیمه مقاوم هستند.

٦-٣- سازندQt1

این سازند شامل مواد تراسهای آبرفتی قدیمی است که تقریباً در حواشی آبراهه‌ای منطقه، غرب، جنوب غربی سرعین و روستاهای این ناحیه گسترده شده است. نقاط سکونتی محدوده مورد مطالعه اغلب روی این سازندها استقرار یافته است. ضخامت این واحد بیش از ٤٠٠ متر می باشد و از شهر سرعین به طرف جنوب و جنوب شرق، منطقه به صورت پراکنده گسترش دارند. به لحاظ لیتولوژیکی این سازندها نامقاوم و نیمه مقاوم هستند.

سازندهای نامقاوم نظیر مارن‌ها همراه با کنگلومرا، سطوح ریز دانه آبرفت‌های جدید تحکیم نیافته در محدوده مقر شهر(عمدتاً رسی و سیلتی همراه با ماسه) در معماری و عمران برای فونداسیون بناها، مخاطرات

Archive of SID
www.SID.ir

بالقوه ژئومورفیکی محسوب می‌شوند. این سازندها نبست به سیستم‌های فرسایش خطی نیز بسیار حساسند و جزوء سازندهای نامقاوم و ناپایدار هستند. از طرفی سازه‌های بزرگ نظیر هتل‌ها در سطح تپه‌های ماهوری با زیر بنای مارنی، آهکهای آب شیرین، کنگلومرا و پرتابه‌های آذرین که دارای شیب لایه‌های زمین شناسی بیش از ۱۰ درصد و شیب توپوگرافی ۵ الی ۳۰ درصد هستند، ساخته می شوند. بنابراین، این سازه‌ها در زمان بروز زمین لرزه‌های شدید مخاطره آمیز هستند. مهمترین خطر بالقوه این دامنه‌های پر شیب وقوع لغزش، خزش، بر روی توف‌های نرم سست در محدوده سرعین خواهد بود. معمولا میزان تخریب در اراضی با وضعیت توپوگرافی پر شیب به ویژه در خط الرأسها و قله‌ها به میزان قابل توجهی افزایش می یابد(Smit,1992:110). از طرفی شدت و سرعت حرکت امواج زمین لرزه‌ها در مواد سست تشدید می شود و این نیز عامل مضاعف در افزایش میزان ریسک پذیری خواهد بود. لغزش در زمین‌های شیبدار باعث نشست ناهمگون یا حرکت پی‌ها و جدا شدن ساختمان از زمین می‌شود. روانگرایی (Liquefaction) در زمین‌های ماسه‌های اشباع (به حالت عادی یا در اثر تیکسوتروپی) موجب نشست پی‌ها، کج شدگی و فرو ریختن ساختمان در زمین می‌شود (ناطقی الهی و معتمدی،۱۳۸۲: ٦۰).

در مجموع منطقه حواشی سبلان و منطقه اردبیل در آذربایجان از لحاظ خطر لرزه خیزی با پتانسیل بسیار بالا گزارش شده است. واقع شدن این شهر در دامنه ارتفاعات آتشفشانی جوان سبلان نیز آن را یک شهر ذاتاً با مخاطرات بالقوه مبدل نموده است. با توجه به وضعیت لرزه خی ز بودن کشور ما و آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، امروزه یک ی ازرویکردهای مورد توجه برنامه ریزان شهری در برخورد با این پدیده، پرداختن به مسألهٔ ایمن سازی شهرها و انجام اقدامات پیشگیرانه به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله است (رحمتی و همکاران، ۱۰۸:۱۳۹۰). از لحاظ ساختار گسلی میتوان محدوده سرعین را به سه گسل عمده طبقه‌بندی نمود:

-گسل بالخلو چای

این گسل به طول حدود ۷۰ کیلومتراز دریاچه نئور اردبیل شروع و در شمال شرق دشت اردبیل توسط آبرفتهای جوان کواترنری پوشیده شده و تا شهر آستارا ادامه دارد. از علائم عمده فعالیت نو زمین ساختی (نئو تکتونیک) جابجائی رسوبات میوسن و کج شدگی آبرفت‌های جوان کواترنری است.

-گسل دامنه غربی طالش[1]: این گسل فعال در حدود ۲۰ کیلومتری جنوب شهر سرعین قرار دارد.

گسل سرعین با روند شرقی- غربی می باشد و چشمه‌های آبگرم زیادی از محل این گسل فعال (در محدوده شهر) جوشش می نمایند.

-گسل آلوارس

این گسل به طول ۱۵ کیلو متر با روند شمال غربی-جنوب شرقی از روستای آلوراس تا کالدرای سبلان کشیده شده است. بخش مهمی از رودخانه درویش چای سرعین در امتداد این گسل جاری است.

۱- منطقه جنوب غرب اردبیل توسط گسل‌ها فعال بزقوش با روند شرقی- غربی و نئور با روند شمال شرقی -جنوب غربی- اردبیل محاط شده است (موسسه بین المللی و زلزله شناسی و مهندسی زلزله- زمین لرزه،۱۳۷٦).

Archive of SID

www.SID.ir

- گسل ویلا دره

گسل ویلا دره با روند شمالی و جنوبی از روستای توریستی سردابه(شمال شهر سرعین) شروع و در روستای ویلا دره به دو قسمت تقسیم می شود. یک شاخه آن در امتداد مسیر اولیه در شمال شهر سرعین(۱/۳ کیلومتری شهر) به دو قسمت تقسیم می شود و یک شاخه آن از زیر شهر سرعین عبور می کند و در منطقه بازار کنونی شهر مجدداً به دو شاخه تقسیم می شود. یک شاخه به روستای ویند کلخوران ختم می شود و شاخه دیگر آن در حدود ۳ الی ٤ کیلومتری شهر خاتمه می یابد. چشمه‌های متعدد آبگرم درمانی و آب سرد واتا در امتداد گسل سرعین شکل گرفته اند. مقر شهر سرعین با وجود گسلهای فعال متاثر کننده مجاور و گسلهای مقر آن، از لحاظ زمین ساختی و لرزه خیزی با خطر بسیار بالا می باشد. هر گونه جابجائی گسل‌های مذکور در اثر زمین لرزه توأم با تخریب و خسارت بر شهر سرعین خواهد بود. از طرفی با وقوع زمین لرزه احتمال مسدود شدن آبهای گرم گسلی بسیار زیاد است. با تغییر مسیر چشمه‌ها عملا برخی از آبدرمانی تعطیل و خصصیه عملکرد توریستی شهر دگرگون خواهد شد.

۷-عوامل فرونشست محدوده شهر (Subsidence factors)

فرونشست زمین در دو حالت به صورت طبیعی و گاهی نیز بواسطه دخالت انسانها در زمین تشدید شده و جزو مخاطرات محیطی برای ساخت و سازهای شهری است (Francesco , 316 :2009). محدوده وسط مقر شهر در امتداد شرقی-غربی به موازات دره گسلی استقرار یافته است. امروزه به سرعت برج‌ها و هتل‌های مدرن بیش از ۱۰الی ۱۵ طبقه بشدت در منطقه فعال تکتونیکی در حال توسعه و گسترش است. این منطقه با فرونشست بطئی محل ثقل بار گذاری توسط سازه‌های شهری و نیز جابجائی گسل‌ها است.[1] علل عمده فرو نشست در محدوده شهر سرعین عبارتند از:

- جابجائی تکتونیکی مقر شهر و فرونشست سازندهای آبرفتی تحکیم نیافته (ریز دانه) است. هسته شهر محل تقسیم گسل‌هاست. بعلاوه آبراهه مهم سرعین در مسیر گسل انطباق یافته است (شکل ٦). محل شکست لایه‌های زمین شناسی از جنس ولکانیکی مدفون در زیر آبرفت‌های جوان کواترنری زمینه پیدایش چشمه‌های آبگرم معدنی در مقر شهر بوجود آورده است. در زلزله ۱۳۷۲ اردبیل با شکستن بخشی از لایه آذرین زیر بنا از محدوده وسط شهر آبگرم با ارتفاع حدود ۱۲ متر آرتزین نمود. بنابراین، پیش بینی می شود در مواقع بروز زمین لرزه بخاطر واکنشهای فیریکو –شیمیائی در درون زمین (شکست و جابجائی لایه‌ها) برخی از چشمه‌های گرم(آبدرمانی) خشک شود و یا امکان دارد از نواحی مجاور چشمه‌های آبگرم متعددی بوجود آید. تاکنون بعد از شروع ساخت و سازهای عظیم و سنگین، شهرسرعین زلزله شدیدی را تجربه ننموده است. بررسی همه مسائل زمین شناسی، تکتونیک و آب‌های گرم منطقه نشان دهنده ناپایداری زیر بنای شهری است. این شهر جدید و زیبا با جاذبه‌های توریستی بالا دارای مخاطرات طبیعی بالقوه زمین شناسی (در

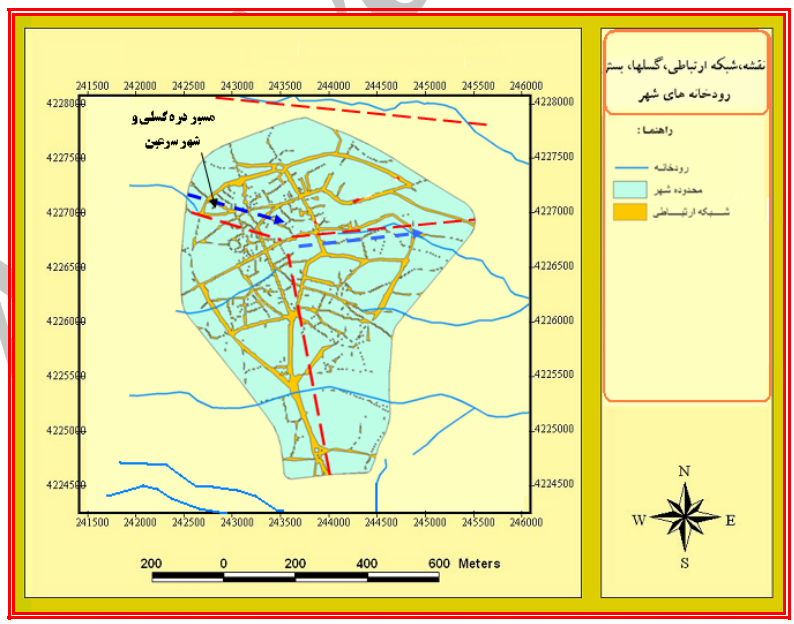
۱-توسعه‌ی فیزیکی شهرها فرآیندی مستمر، پویا، مداوم و سریع است. اگر این روند توسعه فیزیکی بی برنامه و نامنظم باشد منجر به توسعه نامتعادل و ناموزون شده و مشکلات عدیده‌ای را برای سیستم شهری به وجود خواهد آورد (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳٤).

Archive of SID

www.SID.ir

صورت بروز زمین لـرزه‌هـای بـیش از ۵/۵ ریشـتری) بسیار پر خطر نیز است. در نقشه هیدروگرافی، شـکل (۸) گسل‌ها و خطوط ارتباطی شهر و انطبـاق جریـان وسط شهر سرعین با خط گسل سرعین نیـز مشـخص است.

-نشست تحکیمی در خاک‌های چسبنده نتیجه کـاهش نسبت پوکی خاک در اثـر بـار گـذاری و اثـر نفـوذی پذیری و زهکشی خاک رخ می دهد. در همـه خاکهـا نشسـت آنـی(immediate settlement) در اثـر بـار گذاری و تغییر شکل الاستیکی رخ می دهد (Borning et al, 2006:120). نشست پی‌هـا در خـاک‌هـای غیـر چسبنده عموماً بلافاصله پس از اعمال بـار اتفـاق مـی افتد و حاصل تغییر شکل الاستیکی زمین بـدون تغییـر محسـوس در نسـبت پـوکی خـاک اسـت (Brown, 2000). بنابراین، عوامل فرونشینی بخش میانی سرعین ناشی از فرو نشست تکتونیکی بخش دره گسلی است و بار گذاری توسط سازه‌های سـاختمانی سـنگین نیـز این امر را تشدید خواهد نمود. از طرفی سطح آب‌های زیر زمینی در بخش کم شیب میـانی شـهر بسـیار بـالا است _ بالا بودن آب سفرهای سطح الارضـی مسـائل عدیده‌ای را در ساختار و برنامـه ریـزی شـهری نظیـر کندن پی،پر شدگی چاههای فاضـلاب، نشـت آب بـه اگو و کانالهای زیر زمینی، مترو شـهری،کج شـدگی و احیاناً افتادن تیـرهـای انتقـال بـرق بتـونی، پرشـدگی چاه‌های آب و آلودگی آنها، پرشدگی قبـور و نشسـت سطوح قبور، ترک برداشتن سطوح آسـفالت و کـاهش صرفه اقتصادی آن و غیره را دارد (زمردیـان، ١٣٦٤)_ و چشمه‌های آبگرم نیز اغلب از همین نقاط جوشـش می‌نمایند.



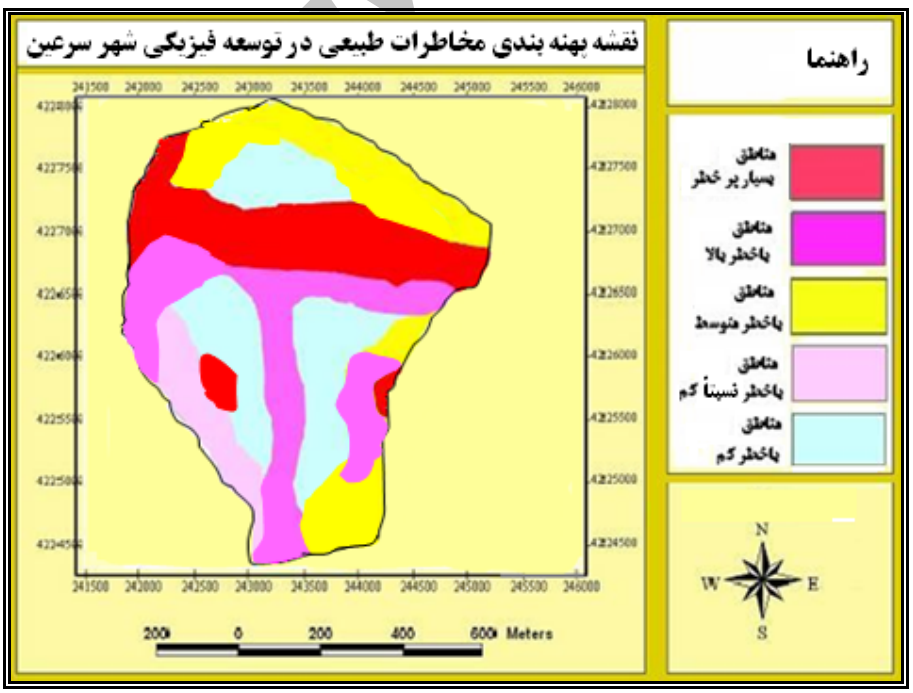
شکل ۸- نقشه خطوط ارتباطی محدوده شهر، شبکه زهکشی وگسل‌های فعال منطقه(منبع نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۹- فرونشست خاک‌های نیمه عمیق و عمیق ریز دانه در مسیر دره گسلی محدوده شهر (منبع نگارنده)

در نهایت، برای ممیزی مناطق به لحاظ مناسب و نامناسب بودن جهت کاربری بهینه اراضی شهر با تلفیق لایه‌های شیب، طبقات ارتفاعی، لیتولوژی، گسل و سیستم زهکش لایه نهایی پهنه بندی مخاطرات محیطی ترسیم شد. در نقشه پهنه‌بندی مناطق مختلف شهر و محدوده حواشی در شکل (۱۰) آن به صورت مناطق با خطر بسیار بالا، با خطر بالا، نسبتاً کم و با خطر کم ممیزی شد و راهکارهای متناسب برای توسعه فیزیکی آتی شهر ارائه شد.



شکل ۱۰- نقشه پهنه بندی مناطق مختلف شهر و محدوده حواشی به لحاظ مخاطرات طبیعی (منبع نگارنده)

www.SID.ir

٨- نتیجه‌گیری

شهر توریستی سرعین در جنوب شرقی ارتفاعات ولکانیکی معروف سبلان (٤٨١١ متر) قرار دارد. محاط شدن این شهر توسط ارتفاعات و تپه‌های ماهوری موجب پیدایش دره آبرفتی در منطقه کاسه مانند و نیز مناطق کم شیب دامنه شرقی سبلان شده است. در زلزله اردبیل١٣٧٥، شکست لایه‌ها در وسط شهر توریستی سرعین موجب آرتزین آب گرم به ارتفاع ١٢ متر شد. اغلب چشمه‌های آب گرم (آبدرمانی سبلان،گاومیش گلی، ساری سو، ژنرال، پنج خواهران و غیره) از محل و نیز مجاورت گسلها بیرون می آیند. به لحاظ تکتونیکی گسل‌های زیادی در اطراف مقر و محدوده شهر سرعین وجود دارند. وجود گسل‌ها موجب ناپایداری اراضی مقر شهر به لحاظ تکتونیکی شده است. از طرفی جابجائی بطئی گسل‌ها، تحکیم یافتگی سازندهای ریزدانه زیزین شهر بواسطه بار گذاری ار عوامل مهم در فرونشست تدریجی مقر شهر در مسیر دره گسلی محسوب مسی شوند. نتایج نمونه برداری و آزمایشات نشان دهنده در صد بالای رس(٤٦٪)، سیلت ٣٢٪)،(ماسه(٢٥٪) است. بنابراین، وجود رس بالا، شیب توپوگرافی زیاد، فعالیت گسل‌ها، وجود لایه مارنی برای فونداسیون سازه‌ها سنگین (به ویژه در مواقع بروز زمین لرزه نسبتاً شدید) مخاطره آمیز است. هر چقدر درصد رس در سازندها بیشتر باشد، میزان تورم، الاستسیته و حد خمیرایی آنها بالا می‌رود. خیس شدن متوالی فونداسیون سازه‌ها، تخریب شیمیایی، انحلال، کاهش مقاومت داخلی مواد و افزایش تنش برشی آنها موجب کج شدگی، ترک برداشتن پی بناها و حتی ریزش آنها را بدنبال خواهد داشت. شیب توپوگرافی و زمین شناسی به همراه ویژگی بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی و هیدروترمال جوششی و تراوشی به ویژه در نقاط کم شیب و چاله مانند وسط شهر، در ریسک‌پذیری سازه‌ها نقش مهمی دارند. ابتدا مقر شهر سرعین در اراضی با توپوگرافی نسبتاً هموار شکل گرفته ولی بتدریج با گسترش فضای کالبدی، شهر اراضی بیشتری اشغال نموده و با تنگناهای هیدروژئومورفولوژی زیادی برخورد نموده و خواهند کرد. با توجه به وضعیت ساختار زمین شناسی، تکتونیک فعال و توپوگرافی١٦٤٠ تا ١٧٤٠ متر این شهر در صورت بروز زمین لرزه ای در مقیاس بالاتر ٥/٥ ریشتری، خسارت هنگفتی را متحمل خواهد شد. در نهایت با تلفیق لایه‌های شیب، طبقات ارتفاعی، لیتولوژی، گسل و سیستم زهکش اصلی لایه نهائی پهنه بندی مخاطرات محیطی برای محدوده و مقر شهر ترسیم شد. نتایج حاصل از پهنه بندی نشان داد که همه بخش شمال شهر و قسمت‌هائی از بخشهای میانی و جنوبی در محدوده مناطق با خطر بسیار بالا و خطر بالا قرار دارند. نقشه پهنه بندی مناطق مختلف شهر و محدوده حواشی آن به صورت مناطق با خطر بسیار بالا، با خطر بالا، با خطر متوسط، نسبتاً کم و با خطر کم ممیزی شد. نقش گسل، طبقات ارتفاعی، درصد شیب نسبت به وضعیت لیتولوژی و رودخانه در ایجاد مخاطرات محیطی (به صورت تنگنا) در توسعه فیزیکی شهر (به ویژه در توسعه فیزیکی آتی آن) بسیار مؤثر است.

منابع

اورمیه‌ای، علی، (١٣٨١): خاک‌ها در طرحهای اجرائی، ترجمه، دانشگاه تربیت مدرس.

Archive of SID

www.SID.ir

اسفندیاری، فریبا، (۱۳۸۵): بررسی سیستم‌های مورفوژنز دامنه شرقی سبلان. پایاننامه دکترای.دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

بابائی اقدم، فریدون و عابدینی، موسی،(۱۳۸۷):. مدلسازی کاربری اراضی شهر سرعین با استفاده از مدل کلو در افق۱٤۰۰. طرح پژوهشی اتمام یافته در دانشگاه محقق اردبیلی.

پور محمدی، محمد رضا، قربانی، رسول و بهشتی-روی، مجید،(۱۳۹۰): سرانه فضای سبز شهری در ایران و جهان، با تأملی برکار آمدی‌ها و نا کارآمدی‌های آن در کشور. نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، صفحات(۵۸-۳۳). شماره ۳٦، تابستان.

ثروتی،محمد رضا، خضری، سعید و رحمانی، توفیق،(۱۳۸۸): بررسی تنگناهای طبیعی توسعه‌ی فیزیکی شهر سنندج، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ٦۷.

راهنما، محمد تقی،(۱۳٦۹): مجموعه مباحث و روشهای شهر سازی، ورزات مسکسن شهر سازی.

رجائی، عبدالحمید،(۱۳۷۳): کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین. تألیف. انتشارات قومس. ۳۲٤-۳۱۵.

روستایی، شهرام و جباری، ایرج، (۱۳۸٦): ژئومورفوۀوژی مناطق شهری، تألیف، انتشارات سمت.

روشن ضمیر، محمد علی و شکرانی، سید حامد،(۱۳۸٦): مهندسی پی، تألیف، چاپ سوم. ناشر، موسسه علمی دانش پژوهان برین.

زمردیان، محمد جعفر،(۱۳٦٤): اصول و مبانی عمران ناحیه‌ای، انتشارات آستان قدس رضوی، ص۵۱-۵۰

زیاری، کرامت الله،(۱۳۷۸): برنامه ریزی شهرهای جدید.تألیف. انتشارات سمت، ص (۱۰۵).

سایت سازمان هواشناسی استان اردبیل.داده‌های اقلیمی بلند مدت شهر سرعین.

شبرنگ، شنو و عابدینی موسی، (۱۳۹۰)،تحلیل مسائل مورفوتکتونیک و مورفودینامیک حوضه ی آبخیز مشکین چای با تاکید بر فرسایش و رسوبدهی در محیط (Arc GIS).پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.

شریعت جعفری، محسن، (۱۳۷۵): زمین لغزش(اصول و مبانی پایداری شیب‌های طبیعی.تألیف.انتشارات سازه

صلاحی، برومند، (۱۳۸۸): تجزیه و تحلیل عوامل سینو پتیکی مولد یخبندان‌های شهرستان مشکین شهر. مجموعه مقالات همایش ملی کاهش اثرات بلایای جوی و اقلیمی.

طرح جامع ویژه گردشگری شهر سرعین،(۱۳۸٤): گزارش تشریحی مرحله اول (وضع موجود)، وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان مسکن و شهر سازی استان اردبیل، اسفندماه.

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

Archive of SID

www.SID.ir

عمران دانشگاه تهران. دانشگاه تهران. دانشکده مهندسی عمران.

عابدینی، موسی،(۱۳۸۸): مطالعه موردی مسائل هیدروژئومورفولوژی و مورفودینامیک فعال در نایایداری فونداسیون ساخت و سازهای کلان شهر تبریز. مجموعه مقالات هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران.دانشگاه شیراز.

قائد رحمتی، صفر، باستانی فر، ایمان و سلطانی، لیلا (۱۳۹۰): بررسی تأثیرات تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان (با رویکرد فازی). مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی.دانشگاه اصفهان.شماره پیاپی ۴۱ سال۲۲. صص(۱۲۲-۱۰۷).

قرخلو، مهدی، داودی، محمود، زندوی، سید مجدالدین،(۱۳۹۰): مکان یابی مناطق بهینه‌ی توسعه‌ی فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳،صفحات(۱۲۲-۹۹).

قاضی فرد، اکبر، امامی، سید نعیم(۱۳۸۰): مبانی زمین شناسی مهندسی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان.ص (۱۹۷).

گودرزی نژاد، شاپور،(۱۳۷۸):ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی.ترجمه (نوشته آریو.کوک وجی.سی.دورکمپ) جلد اول. انتشارات سمت.

مؤسسه بین المللی و زلزله شناسی و مهندسی زلزله-زمین لرزه، ۱۳۷۵/۱۲/۱۰ گلستان، اردبیل،اسفند.

مقیمی، ابراهیم وگودرزی، شاهپور،(۱۳۸۲): مخاطرات محیطی.(ترجمه) نوشته کیت اسمیت.

معماریان، حسین،(۱۳۸۶): زمین شناسی برای مهندسین، انتشارات دانشگاه تهران،چاپ نهم.

ناطقی الهی، فریبرز و معتمدی، مهرتاش،(۱۳۸۲): طراحی و اجرای ساختمانهای بنایی مقاوم در برابر زمین لرزه. تألیف انتشارات نوپردازان.

Batisani,N Yarnal, B (2008): Urban expansion in center country, Pennsylvania: Spatial dynamics and landscape transformations, Applied Geography,Doi 10.1016/j.Apgeog.2008.08.007.

Borning,B Waddell, P and Forester, R (2006): Urbanism: Using Simulation to Inform Public Deliberation and Decision-Making, Digital Government: Advanced Research and Case Studies, Hsinchun Chen et al. (eds.), Springer-Verlag, in press.

Brown,Robert Wade,(2000):Practical foundation engineering handbook-second edition published by McGraw-Hill.

Duman T.Y(2005): Susceptibility assessment of shallow earth flow triggering by heavy rainfall at three sub catchments by logistic regression analyses, Geomorphology,Vol.72,pp.250-270.

Francesco, S, et al, (2009): Curvature analysis as a tool for subsidence-related risk zones identification in the city of Tuzla (BIH). Geomorphology Vole 107, PP (316–325).

Smith,K (1992): Environmental Hazards Routledge.

Tosics, I. (2008): City region in Europe. The potentials and the realities-Liverpool university. Press. vole 78,(pp 7785-794).

Zhao,p,(2010): Sustainable urban expansion and transportation in a growing megacity: Consequences of urban sprawl for mobility on the urban fringe of Beijing, Habitat International, Vole 34, Issue 2, April.

Archive of SID

www.SID.ir