



وزارت
صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

مدیریت زمین شناسی مهندسی، مخاطرات و زیست محیطی
گروه مخاطرات، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

بررسی پدیده شکاف طولی در زمین های کشاورزی

روستای معین آباد، شهرستان ورامین



مازیار میر تمیز دوست

احمد رضا قاسمی

اردیبهشت ماه ۱۳۸۹

Engeo ۸۹-۰۲-۰۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	۱- مقدمه
۳	۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای طبیعی منطقه مورد مطالعه
۵	۳- زمین شناسی منطقه و هندسه آبخوان
۹	۴- شناسایی و برداشت پدیده
۲۱	۵- فرورنشست زمین
۲۲	۵-۱- نشست خاک (Soil Settlement)
۲۳	۶- شکاف زمین معین آباد و علل پیدایش آن
۲۵	۷- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
۲۶	منابع

۱- مقدمه

پیرو درخواست کتبی فرمانداری شهرستان ورامین برای بازدید از رخدادهای فرونشست زمین کشاورزی متعلق به یکی از اهالی منطقه نامه‌ای از سوی ستاد مدیریت بحران استانداری تهران به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال گردید. در پی این درخواست گروهی از کارشناسان این سازمان جهت بازدید از رخداد پدیده یاد شده به محل اعزام شده و به بررسی، شناسایی و علت‌یابی پدیده پرداختند.

گزارش حاضر دیدگاهی کلی نگر داشته و در این راستا سعی بر این بوده تا تمامی ابعاد فیزیکی پدیده طی بازدیدهای صحرایی مورد بررسی و برداشت قرار گرفته تا در صورت ارائه درخواست‌های مشابه قابل استفاده باشد. علاوه بر این طی گزارش حاضر نحوه رخداد و پیدایش چنین عوارضی در سطح زمین‌های منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. خاطر نشان می‌گردد که زمین‌های کشاورزی روستای معین‌آباد برای نخستین بار در بهار سال ۱۳۸۳ توسط کاشناسان این سازمان مورد بررسی قرار گرفته و گزارش کنونی در ادامه بررسی‌های قبلی است.

در اینجا مراتب سپاس و تشکر خود را از مساعدت‌های آقای قشقایی در ستاد بحران فرمانداری ورامین، آقای تاجیک بخشدار جوادآباد، آقای تاجیک دهیار قلعه خواجه و آقای فدایی دهیار معین‌آباد اعلام می‌داریم. همچنین از همکاری آقای اسدبیگی تکنسین گروه اعزامی نیز تشکر می‌گردد.

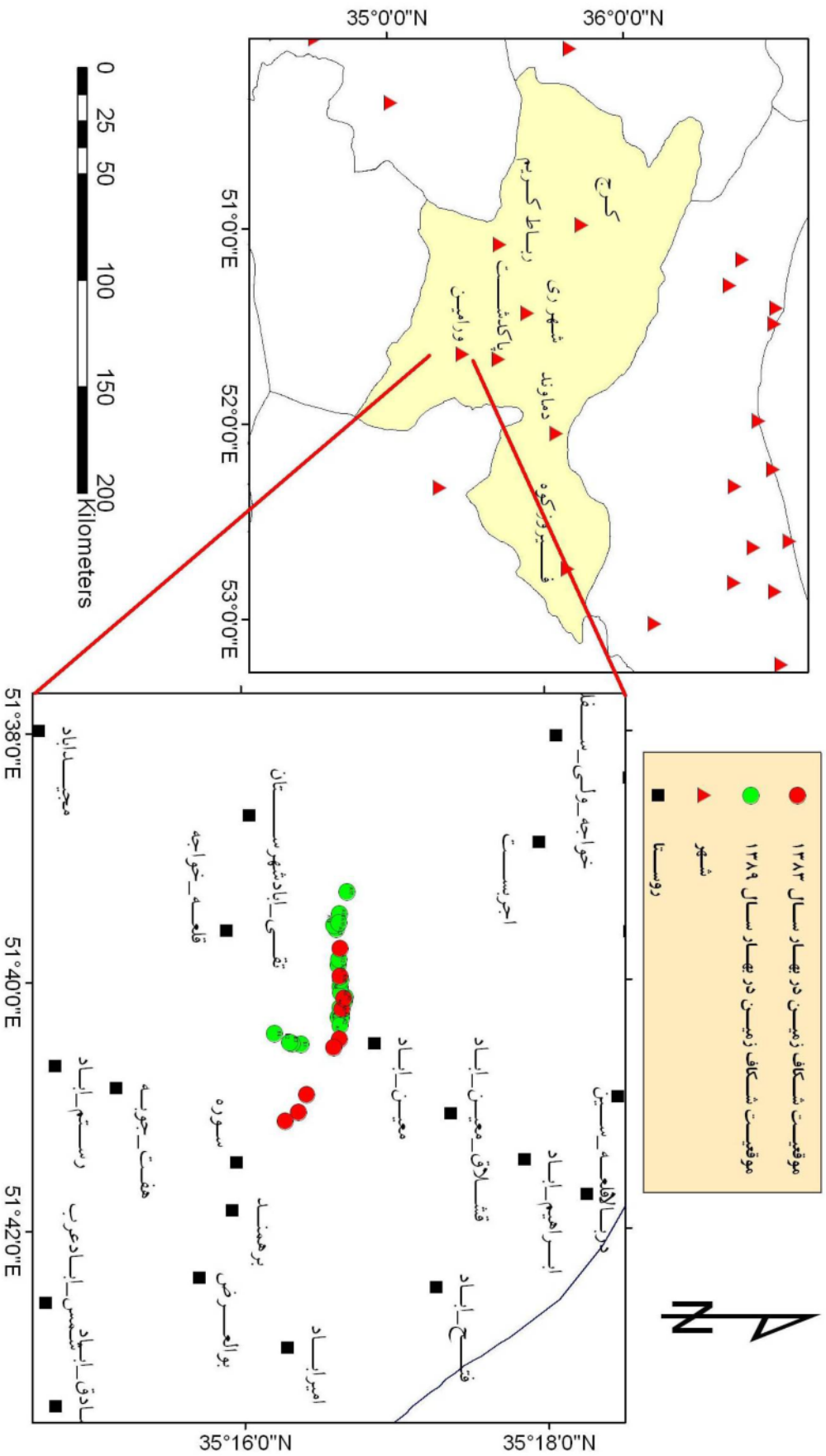
۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای طبیعی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی شامل زمین‌های کشاورزی جنوب روستای معین‌آباد بوده که در حد فاصل بین دو بخش پیشوا و جواد آباد قرار دارند. روستای معین‌آباد در فاصله حدود ۵ کیلومتری جنوب خاوری شهر ورامین و حدود ۶ کیلومتری جنوب باختری شهر پیشوا قرار گرفته است. این زمین‌ها قسمتی از شهرستان ورامین به مرکزیت شهر ورامین می‌باشند. شهرستان یاد شده در استان تهران و به فاصله ۳۵ کیلومتری جنوب خاوری شهر تهران واقع است. موقعیت محدوده مورد بررسی در نقشه شماره ۱ ارائه شده است.

این شهرستان در جلگه‌ای حاصل خیز واقع شده و از جنوب با استان قم (دریاچه نمک)، از باختر با شهرستان ری، از شمال با شهرستان پاکدشت و از خاور با استان سمنان (گرمسار) همجوار است. بلندای میانگین ورامین از سطح دریاها آزاد ۹۵۰ متر است. این شهرستان از اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردار است که به سمت قسمت‌های جنوبی گرمی و خشکی آن به دلیل همجواری با نواحی کویری افزایش می‌یابد. متوسط سالانه بارندگی دشت ورامین ۱۴۰ میلیمتر و متوسط سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی آن به ترتیب حدود ۱۲۰۰ و ۱۲۶ میلیمتر می‌باشد. جاجرود تنها رودخانه پرآب شهرستان می‌باشد که از ارتفاعات خوسنگ کوه (رشته کوه البرز مرکزی) سرچشمه گرفته و در جنوب خاوری منطقه (سالاریه) به رودخانه کرج می‌پیوندد و سرانجام به دریاچه نمک می‌ریزد.

حوضه آبریز دشت ورامین با مساحت ۱۷۲۰ کیلومترمربعی از خاور با حوضه‌های آبریز ایوانکی و گرمسار، از باختر با حوضه‌های آبریز تهران، فشاپویه و کرج، از جنوب با حوضه آبریز رودخانه گلو (در مجاورت یال شمالی ارتفاعات سیاه‌کوه) و از شمال با حوضه آبریز لواسانات هم‌مرز می‌باشد. در این حوزه دشت ورامین به مساحت ۱۲۰۰ کیلومترمربع واقع شده که از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی بخشی از بادزن آبرفتی است که بر اثر آورد رسوبی رودخانه جاجرود تشکیل شده است.

راهنما



نقشه شماره ۱- موقعیت محدوده مورد بررسی

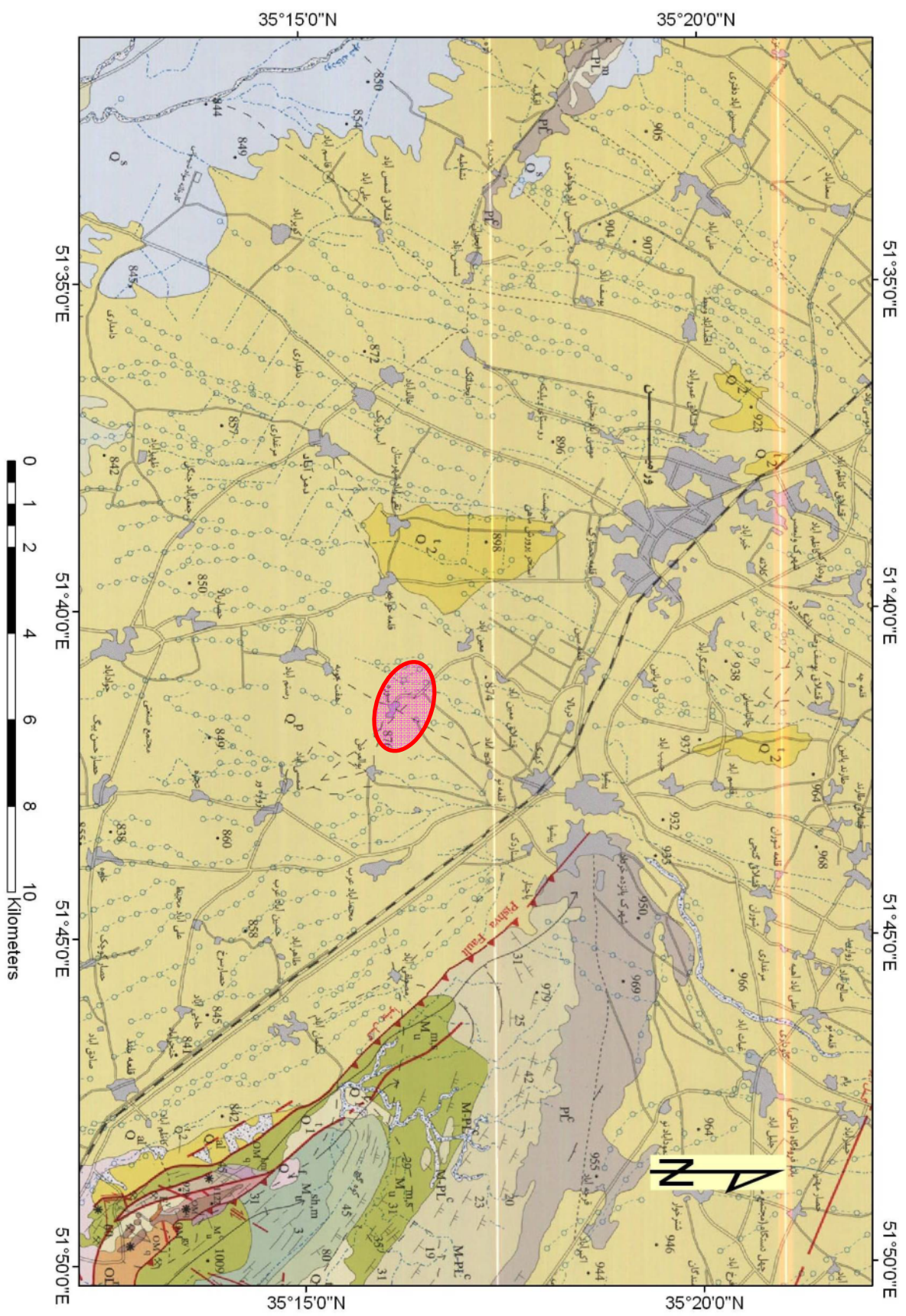
۳- زمین‌شناسی منطقه و هندسه آبخوان

منطقه معین‌آباد در جنوب پهنه البرز مرکزی و در دشت ورامین واقع شده است. موقعیت زمین‌شناسی منطقه مورد بررسی در نقشه شماره ۲ ارائه شده است. بیشتر قسمت‌های دشت ورامین توسط واحد QP (Alluvial Plains Deposit) با سن کواترنر پوشیده شده که شامل آبرفت‌های جدیدی متشکل از نهشته‌های آواری سخت نشده همچون شن، ماسه، سیلت و رس می‌باشد. علاوه بر این واحد QT_۲ (Young Terraces and Low Level Alluvium) شامل پادگانه‌های آبرفتی جوان متشکل از نهشته‌های آواری سخت نشده عهد حاضر مانند قلوه‌سنگ، ماسه و رس در قسمت‌های باختری دشت گسترش دارد. این پادگانه‌ها بستر مناسبی جهت انجام فعالیت‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. همچنین، وجود نهشته‌های آبرفتی کواترنر در این ناحیه (واحد‌های QP و QT_۲) مخزن مناسبی را برای تشکیل سفره آب زیرزمینی فراهم نموده که بر روی سنگ کفی (Bed Rock) از جنس سنگ‌های سازند قرمز فوقانی (Upper Red Formation) به سن میوسن و متشکل از سنگ‌های مارنی و ماسه‌سنگی قرار دارد.

تغییرات رخساره‌ای دشت ورامین با استفاده از اطلاعات لوگ چاه‌ها تهیه شده و در نقشه شماره ۳ به نمایش درآمده است. براساس این نقشه منطقه معین‌آباد در محل تغییر رخساره از نهشته‌های بیشتر گراولی-ماسه‌ای به نهشته‌های بیشتر ماسه‌ای -رسی واقع شده است. براساس لوگ چاه‌ها و بازدیدهای صحرائی در آبرفت‌های این منطقه چه در عمق و چه در افق به فراوانی تغییرات رخساره از رسوبات دانه‌درشت شنی-ماسه‌ای به رسوبات دانه‌ریز رسی مشاهده می‌گردد به این معنی که واحدهای رخساره‌ای مذکور از ابعاد و گسترش محدودی برخوردار هستند. نمونه‌ای از این تغییر رخساره‌ای در تصویر شماره ۱ نمایش داده شده است. این تغییر رخساره نتیجه تغییر در محیط رسوبگذاری به عنوان مثال از بستر رودخانه به دشت سیلابی است.

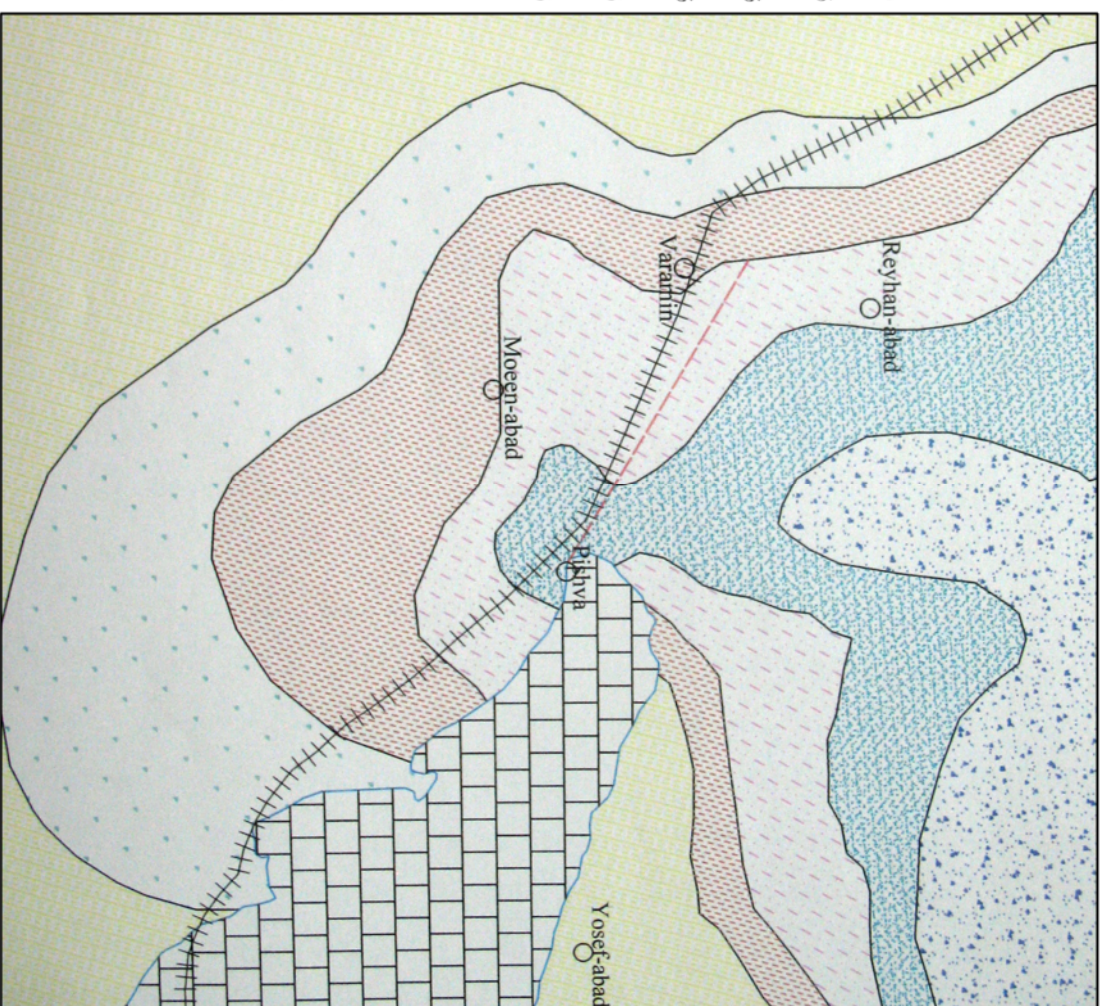
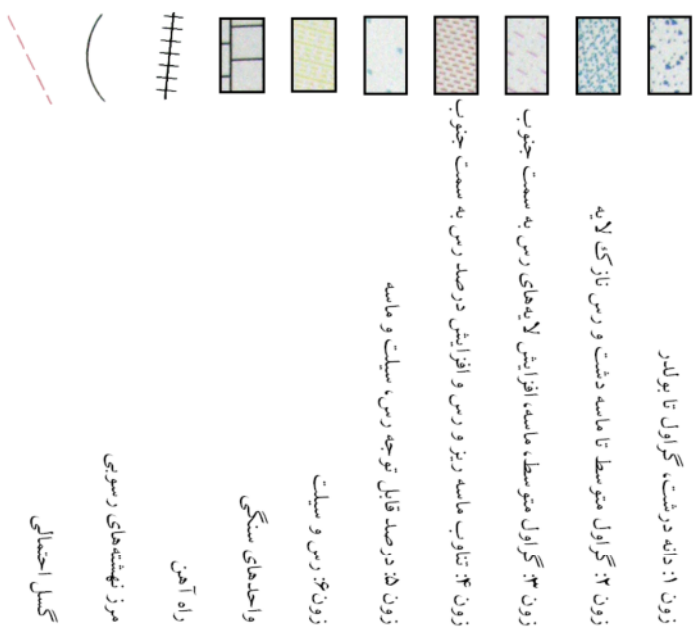
منطقه مورد بررسی از دیدگاه ساختاری در پهنه ایران مرکزی قرار گرفته است. گسل پیشوا با امتداد N۳۰W نزدیکترین گسل به ناحیه مورد مطالعه (معین‌آباد) بوده و در فاصله حدود ۵ کیلومتری روستای معین‌آباد واقع است. این گسل از نوع فشاری بوده و شیب آن شمال خاوری است. این گسل سبب پیدایش مرز واضحی بین ارتفاعات و دشت ورامین گردیده است. راستای این گسل متفاوت از راستای شکاف زمین معین‌آباد بوده و با فاصله زیاد از آن قرار دارد و ارتباط بین این دو منتفی می‌باشد.

آبخوان دشت ورامین توسط تاقدیس پیشوا به دو قسمت تقسیم می‌شود. ادامه باختری این تاقدیس در زیر دشت ورامین قرار گرفته و در این بخش بین آبخوان شمالی و جنوبی دشت ارتباط هیدرولیکی وجود دارد که در سال‌های اخیر به دلیل افت سطح آب‌زیرزمینی مقدار این ارتباط کاهش یافته است. محدوده مورد بررسی در آبخوان جنوبی قرار دارد. پیشتر در این منطقه علاوه بر آبخوان آزاد یک آبخوان تحت فشار وجود داشته که در سال‌های اخیر بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌زیرزمینی به آبخوان آزاد تبدیل شده و ضخامت آبخوان از جمله در زمین‌های معین‌آباد تا حد زیادی کاهش یافته است.

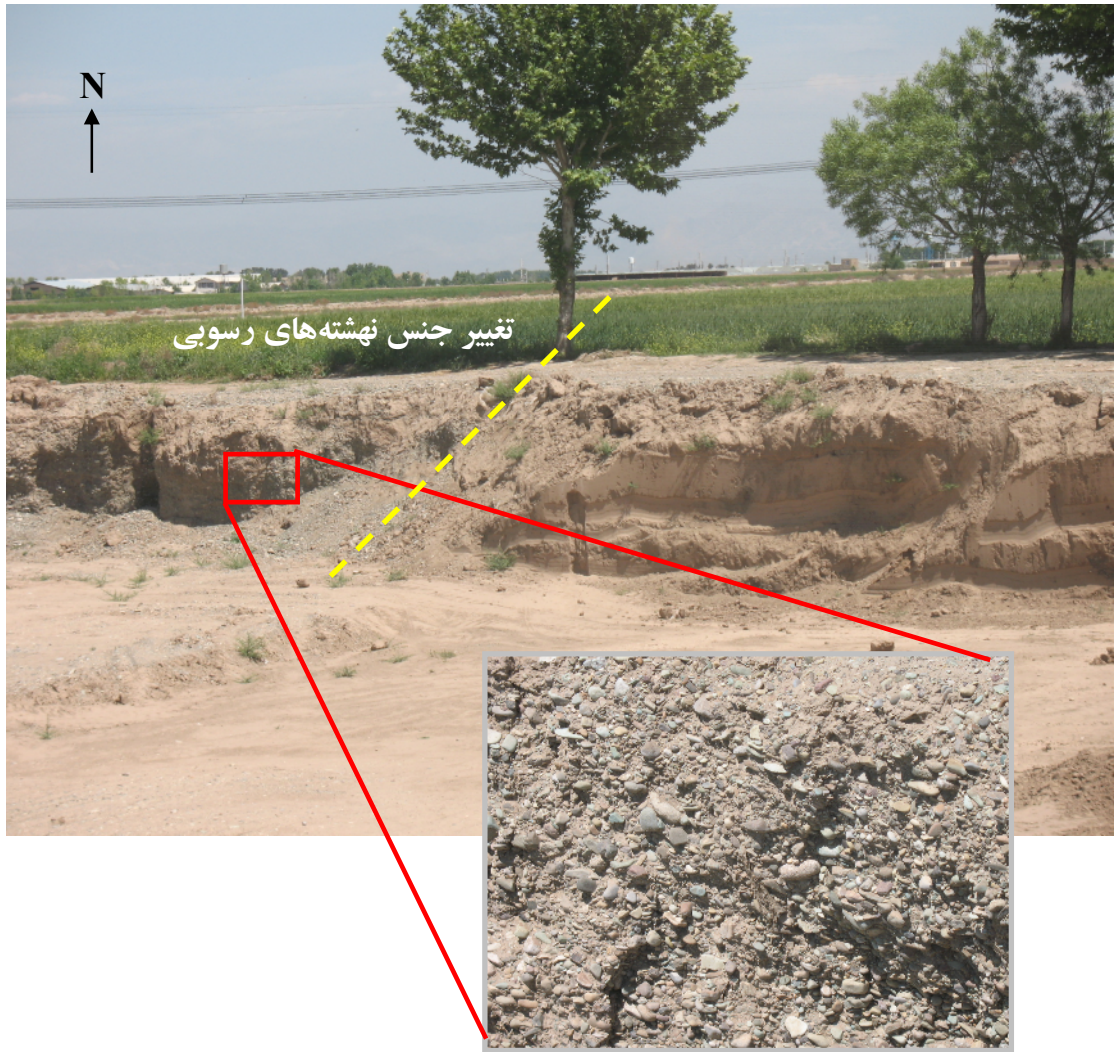


نقشه شماره ۲- موقعیت محدوده مورد بررسی در نقشه زمین شناسی منطقه

راهنما



نقشه شماره ۳- پهنه‌بندی رخساره‌های تشکیل دهنده دشت ورامین در محدوده روستای معین آباد (دهقان، ۱۳۸۴)



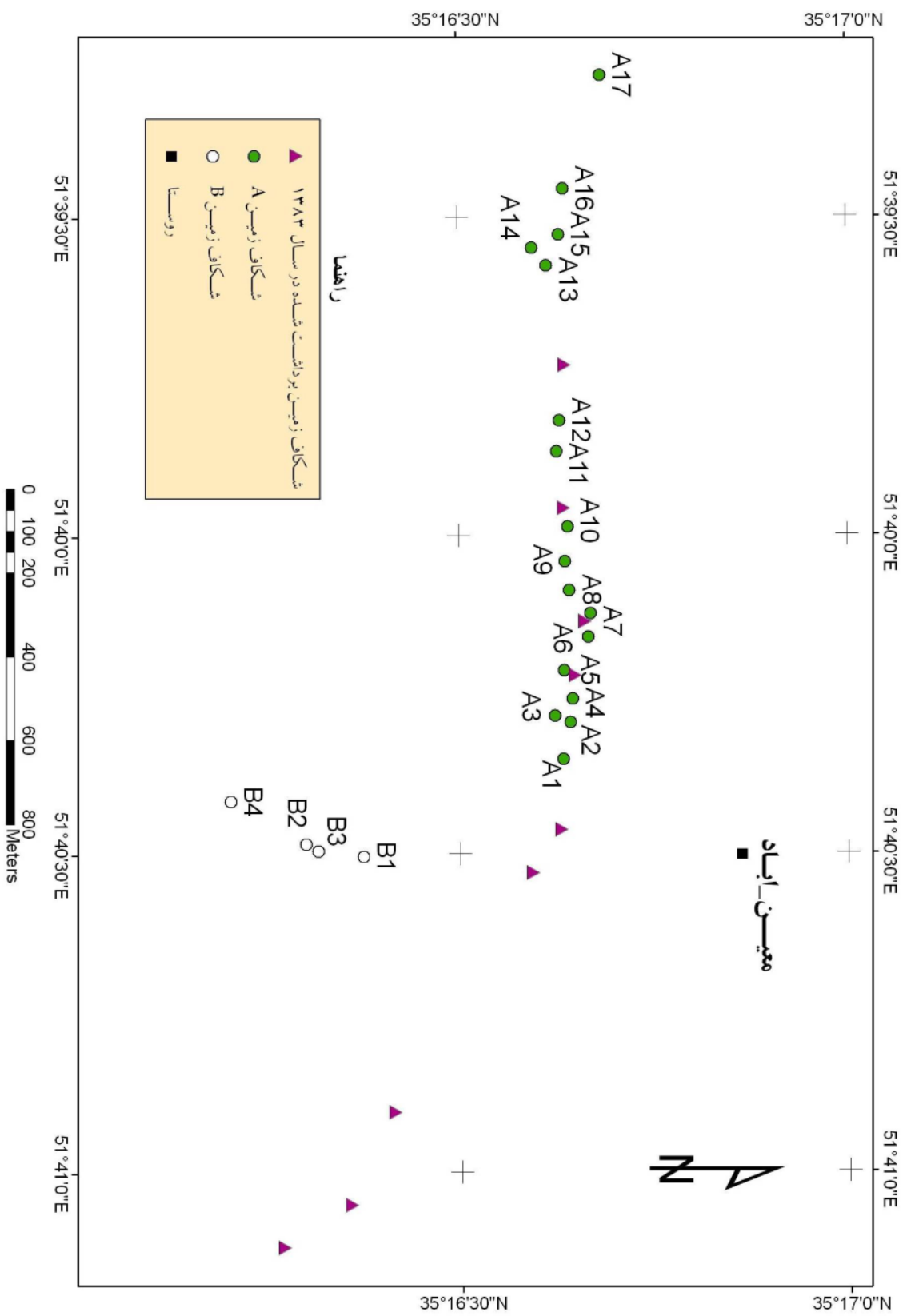
تصویر شماره ۱- تغییر جنس نهشته‌های رسوبی از دانه‌ریز رسی به دانه‌درشت (شنی- قلوهای) در فاصله یک کیلومتری جنوب شکاف طولی زمین

۴- شناسایی و برداشت پدیده

در بازدیدهای صحرائی عوارضی شامل حفره‌های کوچک و بزرگ (با امتداد خطی)، ترک و خندق در زمین‌های کشاورزی روستای معین آباد مشاهده گردید. عوارض یاد شده در دو راستا قرار دارند که برای سهولت با نام شکاف زمین A و شکاف زمین B معرفی می‌شوند. شکاف زمین A طولانی‌ترین عارضه بوده و در امتداد خاوری - باختری قرار دارد. این شکاف به صورت مجموعه‌ای از خندق‌های گسسته و هم‌راستا به درازای کلی ۱/۷ کیلومتر می‌باشد که از بخش خاوری زمین کشاورزی آقای اردستانی در نزدیکی کانال آب تا زمین‌های کشاورزی روستای قلعه خواجه در موقعیت باختری جاده کمربندی جوادآباد به سمت مسیل موسوم به نهر علی‌خرات ادامه دارد. عارضه یاد شده در ۱۷ نقطه توسط GPS برداشت شده است. شکاف زمین B نیز در ابتدا راستای شمالی - جنوبی داشته که دنباله جنوبی آن به سمت جنوب باختر منحرف می‌شود. امتداد این شکاف در ۴ نقطه توسط GPS برداشت گردیده است. شایان ذکر است که در بازدید صحرائی صورت گرفته در بهار سال ۱۳۸۳ بخش میانی و باختری امتداد شکاف برداشت گردیده منطبق بر شکاف A می‌باشد. شکاف یاد شده نیز به صورت سلسله گودال‌های کشیده راستایی را تشکیل می‌دهند که در بخش خاوری به سمت جنوب خاوری و روستای سوره منحرف می‌شود. این بخش از شکاف زمین که در سال ۱۳۸۳ برداشت شده در بازدید کنونی مشاهده نگردید و اطلاعی در رابطه با آن بدست نیامد. موقعیت نقاط برداشت شده در گزارش حاضر و نقاط برداشت شده در سال ۱۳۸۳ در نقشه شماره ۴ به نمایش درآمده است. همچنین، در جدول شماره ۱ موقعیت نقاط برداشت شده در بازدید کنونی ارائه شده است. این نقاط در حد فاصل روستاهای معین‌آباد و قلعه خواجه قرار دارند.

چنانچه ملاحظه می‌گردد شکاف زمین A منطبق بر شکاف‌های قدیمی زمین‌های کشاورزی معین آباد (شکاف‌های برداشت شده در سال ۱۳۸۳) می‌باشد. این شکاف هر ساله قبل از کشت توسط کشاورزان پر می‌شود ولی به دلیل قرار گرفتن در معرض آبیاری به تدریج توده خاک پر شده به داخل فضای زیرزمینی ناشی از شکاف زمین منتقل شده و منجر به تشکیل گودال یا خندق در سطح زمین می‌گردد. این گودال‌ها دارای منافذی به فضاهای خالی عمیق‌تر هستند و آب مربوط به آبیاری مزارع را در خود فرو می‌برند که این موضوع به مشکل اصلی کشاورزانی تبدیل شده که شکاف مذکور از زمین آنها عبور می‌کند.

بخش خاوری شکاف سری A را، می‌توان به صورت دو سری گودال در نظر گرفت که خط اثر آنها بین حدود ۳۰ تا ۶۰ متر از یکدیگر فاصله دارند. به گفته آقای اردستانی مالک زمین کشاورزی این شکاف‌ها طی ده سال گذشته در این محل وجود داشته‌اند و هر ساله قبل از کشت آنها را توسط خاکهای ریزدانه پر می‌کنند. این شکاف آخرین بار ۴ ماه پیش توسط او پر گردیده ولی آبیاری زمین موجب شستشوی خاک به فضاهای خالی شکاف در زیر زمین گشته و اثر آن در یک مورد،



نقشه شماره ۴- موقعیت نقاط برداشت شده از مسیر شکاف در زمین‌های کشاورزی روستای معین آباد

جدول شماره ۱- موقعیت نقاط برداشتی بر روی شکاف‌های طولی ایجاد شده در

زمین‌های کشاورزی روستای معین‌آباد

ارتفاع(متر)	UTM Y	UTM X	نام
۹۰۰ m	۳۹۰۳۹۹۴	۵۶۱۱۶۲	A۱
۹۰۱ m	۳۹۰۴۰۱۱	۵۶۱۰۷۵	A۲
۸۷۸ m	۳۹۰۳۹۷۳	۵۶۱۰۶۰	A۳
۸۵۰ m	۳۹۰۴۰۱۶	۵۶۱۰۱۹	A۴
۸۵۳ m	۳۹۰۳۹۹۵	۵۶۰۹۵۱	A۵
۸۹۱ m	۳۹۰۴۰۵۲	۵۶۰۸۷۱	A۶
۸۹۳ m	۳۹۰۴۰۵۷	۵۶۰۸۱۵	A۷
۹۰۲ m	۳۹۰۴۰۰۷	۵۶۰۷۶۱	A۸
۸۹۷ m	۳۹۰۳۹۹۶	۵۶۰۶۹۲	A۹
۹۰۲ m	۳۹۰۴۰۰۳	۵۶۰۶۰۹	A۱۰
۸۹۶ m	۳۹۰۳۹۷۶	۵۶۰۴۳۰	A۱۱
۹۰۳ m	۳۹۰۳۹۸۲	۵۶۰۳۵۶	A۱۲
۹۰۲ m	۳۹۰۳۹۵۱	۵۵۹۹۸۷	A۱۳
۹۰۱ m	۳۹۰۳۹۱۷	۵۵۹۹۴۶	A۱۴
۸۹۹ m	۳۹۰۳۹۸۰	۵۵۹۹۱۴	A۱۵
۸۹۶ m	۳۹۰۳۹۹۰	۵۵۹۸۰۴	A۱۶
۹۰۴ m	۳۹۰۴۰۷۸	۵۵۹۵۳۳	A۱۷
۸۹۵ m	۳۹۰۳۵۱۸	۵۶۱۳۹۷	B۱
۸۹۵ m	۳۹۰۳۴۱۰	۵۶۱۳۸۴	B۲
۸۹۵ m	۳۹۰۳۳۸۱	۵۶۱۳۶۷	B۳
۸۹۵ m	۳۹۰۳۲۰۱	۵۶۱۲۶۶	B۴

به صورت گودالی کشیده یا خندق به طول تقریبی ۹۰ متر، عرض متوسط ۱/۶ متر و عمق متوسط ۱/۲ متر در سطح زمین کشاورزی ظاهر شده است. نمایی از این خندق در تصویر شماره ۲ ارائه شده است. خندق دیگری در جنوب خندق یاد شده وجود دارد که به سری دیگر گودال‌های کشیده در این محل مربوط می‌گردد. نمایی از این خندق در تصویر شماره ۳ ارائه شده است. ادامه شکاف در بخش خاوری زمین آقای اردستانی دوباره سبب پیدایش گودال و در هم ریختگی زمین می‌گردد که در تصویر شماره ۴ دیده می‌شود.

شکاف زمین A در ادامه به سمت باختر از زیر جاده معین‌آباد - قلعه خواجه عبور کرده و موجب نشست آن گردیده است. حدود این نشست توسط دو ترک عرضی در این جاده مشخص می‌گردد که در تصویر شماره ۵ دیده می‌شود.



تصویر شماره ۲- گودال شمالی مربوط به بخش خاوری شکاف سری A (نقطه A۲)



تصویر شماره ۳- گودال جنوبی مربوط به بخش خاوری شکاف سری A (نقطه A۳)



تصویر شماره ۴- اولین گودال بزرگ ناشی از شکاف سری A در بخش خاوری آن (نقطه A۱)



تصویر شماره ۵- نشست در جاده معین آباد - قلعه خواجه بواسطه شکاف زمین (نقطه A۴)

درموقعیت باختری جاده معین آباد - قلعه خواجه یک زمین کشاورزی وجود دارد که لایه سطحی شن و ماسه آن به ضخامت تقریبی ۱/۲ متر استخراج شده و سطح فعلی آن متشکل از رسوبات ریز دانه می باشد. اثر شکاف در سطح فعلی این زمین به صورت گودال کشیده‌ای آشکار گردیده است. نمایی از این خندق در تصویر شماره ۶ نشان داده شده است. در حد فاصل این نقطه تا جاده کمربندی جوادآباد اثر شکاف زمین A به صورت گودال‌های کشیده و گسسته قابل مشاهده می باشد که نمونه آنها در تصاویر شماره ۷ تا ۹ ارائه شده است.



تصویر شماره ۶- گودال ناشی از شکاف سری A در زمین کشاورزی که لایه شن و ماسه سطحی آن برداشت شده است (نقطه A۵)



تصویر شماره ۷ (A۷)

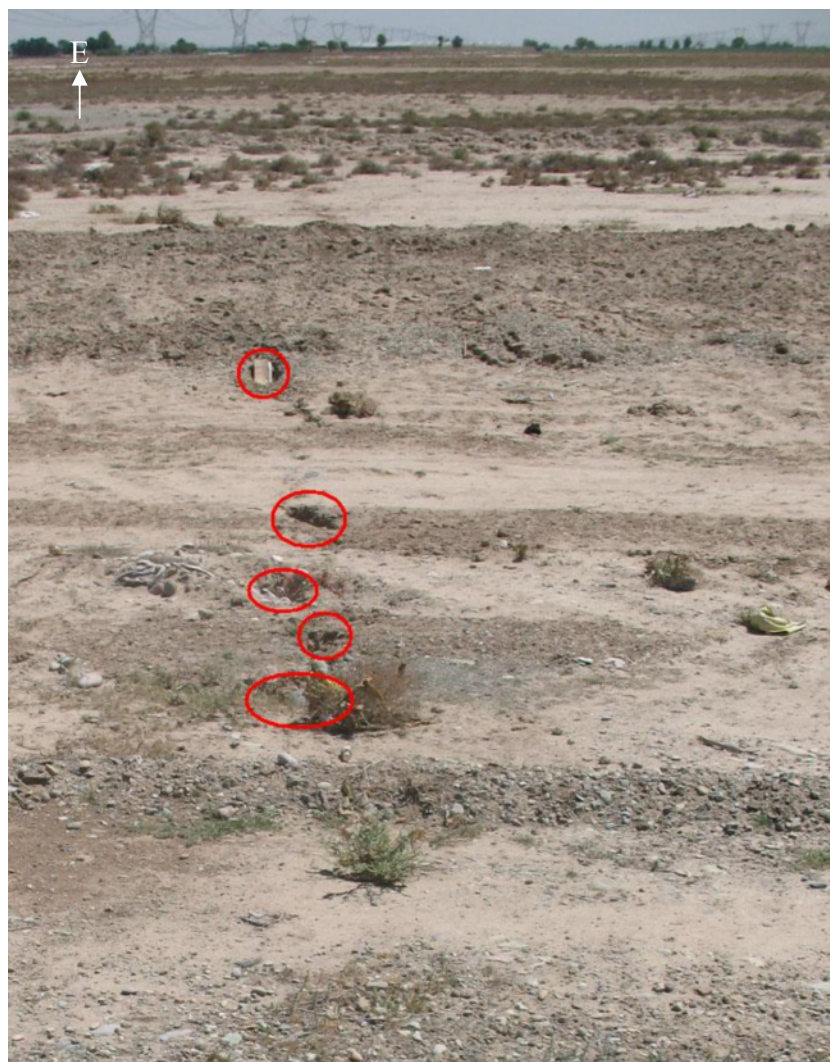


تصویر شماره ۸ (A۹)



تصویر شماره ۹ (A۱۱)

آثار سطحی شکاف زمین در حاشیه خاوری جاده حصارک - قلعه خواجه به صورت تعدادی حفره ردیف شده و ترک خوردگی مشاهده می‌شود که بیانگر وجود شکاف زمین و رخداد فرونشست در طبقات زیرین دشت می‌باشد. بطور کلی بخش باختری شکاف زمین در این محل متشکل از چندین شکاف فرعی است که در مقطع جاده کمربندی جوادآباد و در حدفاصل دو خط انتقال برق فشار قوی به صورت ناحیه‌ای با پهنای ۹۰ متر و متشکل از ۶ شکاف با باز شدگی کم مشاهده می‌گردد. شکاف‌های زمین این منطقه به ترتیب از جنوب به سمت شمال ۳۳، ۱۳، ۱۱، ۲۰ و ۱۲ متر از یکدیگر فاصله دارند. در تصویر شماره ۱۰ نمونه‌ای از این شکاف‌ها ارائه شده است.



تصویر شماره ۱۰- نمونه‌ای از اثر شکاف مشاهده شده در نزدیک جاده کمربندی جوادآباد (A۱۳)

امتداد باختری شکاف زمین، جاده حصارک - قلعه خواجه (جاده ورامین - جوادآباد) را قطع می‌نماید. عبور مسیر شکافها از جاده‌های یادشده سبب نمایان شدن ترکهای عرضی و خرد شدگی در آسفالت جاده‌ها شده که نمونه آن در تصویر شماره ۱۱ ارائه شده است. البته اختلاف سطح محسوسی در جاده بواسطه این ترکها ایجاد نشده است. خاطر نشان می‌گردد ترکهای عرضی آسفالت در موارد دیگری به جز موارد مرتبط با شکاف زمین نیز تشکیل شده است.

در باختر جاده یکی از شکافها درست از محل یک تیر برق عبور می‌کند که به دلیل آبیاری زمین کشاورزی مجاور آن گودال بزرگی در کنار این تیر برق بتنی تشکیل شده و در صورت ادامه و تشدید این وضع افتادن آن دور از انتظار نمی‌باشد، بویژه اینکه هم اکنون کج شدگی آن به سمت جاده محسوس بوده و به این دلیل ترک بزرگی در بدنه آن تشکیل شده که حاکی از تنش وارده به آن بر اثر خروج از راستای شاقولی می‌باشد. کج شدگی تیر برق و گودال پای آن به همراه ترک تشکیل شده در بدنه تیر بتنی در تصویر شماره ۱۲ نمایش داده شده است. در مجاورت گودال یاد شده مسیر انتقال فیبر نوری مخابرات قرار دارد و خاک اطراف آن به داخل شکاف زمین منتقل شده و حفره‌ای در بالای کابل فیبر نوری تشکیل شده است (تصویر شماره ۱۳). این وضعیت کابل یاد شده را در این محل آسیب پذیر ساخته است. در زمین‌های کشاورزی باختر این محل آبیاری موجب تشدید فرسایش و انتقال خاک به داخل شکاف زمین شده و گودال‌هایی با امتداد خطی در آن تشکیل گردیده است (تصویر شماره ۱۴). آثار شکاف زمین A تا مسیل موسوم به نهر علی خراط دنبال شد و تنها شاهد آن در محل این نهر وجود گودالی در کرانه خاوری مسیل یادشده می‌باشد که در تصویر شماره ۱۵ نمایش داده شده است.



تصویر شماره ۱۱- ترک و حفرات شکاف سری A و اثر عبور آن از جاده حصارک - قلعه خواجه (خط صورتی بیانگر امتداد شکاف زمین معین‌آباد است که از عرض جاده قلعه خواجه عبور می‌کند)



تصویر شماره ۱۲- کج شدگی تیر برق بتنی و تشکیل گودال حاصل از فرسایش آبی خاک ، ناشی از آبیاری و وجود شکاف ناشی از فرونشست زمین (A۱۵)



تصویر شماره ۱۳- نمایان شدن مسیر انتقال کابل فیبر نوری مخابرات (A۱۵)



تصویر شماره ۱۴- اثر شکاف در زمین کشاورزی ، در موقعیت باختری جاده حصارک - قلعه خواجه
(A۱۶)



تصویر شماره ۱۵- گودال در کرانه نهر علی خراط ، مرتبط با شکاف زمین (A۱۷)

شکاف زمین B در راستایی متفاوت از شکاف سری A قرار دارد. آثار این شکاف در طول ۳۵۰ متر و در راستای تقریباً شمالی - جنوب باختری دیده می‌شود. این شکاف در ۲۴۰ متر انتهایی با گودالی کشیده مشخص می‌شود که عمق آن به ۳ متر نیز می‌رسد. این گودال‌ها در حاشیه خاوری زمین کشاورزی آقای فدایی قرار دارند و در مواردی زهکش آب حاصل از آبیاری زمین کشاورزی در کف و دیواره آن دیده می‌شود. وضعیت این شکاف در تصویرهای شماره ۱۶ و ۱۷ به نمایش درآمده است.



تصویر شماره ۱۶ (B۳)



تصویر شماره ۱۷ (B۴)

۵- فرونشست زمین

بر اساس تعریف یونسکو، فرونشست زمین و به بیان دیگر حرکات قائم رو به پایین سطح زمین عبارت از رخداد فروریزش یا نشست سطح زمین است که می‌تواند با بردار حرکتی اندکی در راستای افقی همراه باشد. این پدیده که منشاء شکل‌گیری شکاف‌های زمین است در مقیاسی بزرگ روی می‌دهد و آن را می‌توان فقط از روی عوارض جانبی آن و یا با استفاده از ابزار دقیق، GPS و یا تصاویر رادار InSAR تشخیص داد.

عوامل مختلفی در ایجاد پدیده فرونشست نقش دارند که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ایجاد حفرات و مجاری انحلالی زیرزمینی ناشی از انحلال نهشته‌های رسوبی تبخیری و تشکیلات آهکی

- ذوب یخ لایه‌های منجمد دائمی اعماق زمین (تراکم نهشته‌ها) و اثرات فصلی که به ویژه در مناطق شمالی زمین به دلیل پدیده گرم شدن آب و هوای کره زمین طی دهه‌های اخیر رخداد آن افزایش یافته و موجب فرونشست در مقیاس وسیع گردیده است.

- حرکات ایزوستاتیک (Isostatic) پوسته زمین

- فعالیت‌های تکتونیکی و گسلش

- خروج گدازه

- برداشت بی‌رویه (Overusing) از منابع آب زیرزمینی

- کاهش فشار مخزن نفت یا گاز به دلیل استخراج از این مخازن که بر اثر آن طبقات فوقانی زمین پشتیبان خود را از دست داده و در ادامه این عمل تراکم رسوبات و فرونشست رخ می‌دهد.

- فعالیت‌های معدنی و استخراج مواد معدنی از بخش‌های زیر سطحی

- تجزیه خاک‌های دارای عناصر ارگانیکی (مواد آلی). تا زمانیکه سطح ایستایی بالای لایه خاک حاوی مواد ارگانیکی باشد، این مواد برای مدت‌های طولانی (حتی صدها سال) به صورت نسبتاً پایدار باقی می‌مانند. ولی در صورتیکه به هر دلیلی سفره آب زیرزمینی پایین‌تر از خاک‌های یادشده قرار بگیرد، این قبیل خاک‌ها در معرض خشک‌شدگی و تجزیه قرار می‌گیرند که کاهش حجم خاک و فرونشست را در پی خواهد داشت.

خاطر نشان می‌گردد که این پدیده متفاوت از نشست (Settlement) در خاک‌های دستی می‌باشد. لذا برای روشن شدن مطلب به توضیح مختصری در رابطه با پدیده نشست می‌پردازیم.

۵-۱- نشست خاک (Soil Settlement)

پدیده نشست عبارت از تغییر شکلی است که به سبب تغییر در میزان تنش مؤثر در توده خاک رخ می‌دهد و علت بروز آن بارگذاری بر روی توده خاک است. هنگامیکه بر روی خاک بارگذاری بیش از تحمل آن صورت گیرد، لایه‌های خاک متحمل میزان مشخصی فشردگی و نشست در مقیاس کوچک (محلی) خواهند شد. رخداد نشست بر دو نوع آنی (الاستیک) و تحکیم (پلاستیک) می‌باشد.

نشست آنی عبارت از تغییر شکل الاستیک به سبب تغییر شکل ذرات خاک و تغییر محل آنها در توده‌های خاک است که بلافاصله پس از بارگذاری صورت می‌گیرد و با سرعتی بالا و در محدوده زمانی چند ساعت یا چند روز بعد از بارگذاری رخ می‌دهد و میزان آن به مقدار بارگذاری بر روی خاک وابسته است. نشست تحکیم نیز کاهش حجم خاک اشباع و یا نیمه اشباع بر اثر خروج آب و هوا از داخل منافذ است و سرعت آن به دو عامل اصلی نفوذپذیری و ابعاد توده خاک وابسته است. به طوری که با افزایش نفوذپذیری، سرعت تحکیم افزایش می‌یابد و هر چه توده خاک حجیم‌تر باشد، تحکیم پیشرفت کندتری خواهد داشت.

با توجه به توضیحاتی که در رابطه با پدیده‌های فرونشست و نشست عنوان شد، می‌توان تفاوت‌های زیر را بین این دو پدیده برشمرد :

- علت بروز نشست بارگذاری بیش از حد تحمل بر روی توده خاک است ولی فرونشست به دلایل مختلفی مانند حرکات تکتونیکی، جنبش‌های ایزوستازی پوسته، برداشت بیش از حد مجاز آب از منابع زیرزمینی و انحلال در زمین‌های کارستی رخ می‌دهد.
- تفاوت در وسعت، محدوده تأثیر عوارض ناشی از آن به طوری که فرونشست در مقیاسی بزرگ و منطقه‌ای رخ می‌دهد (مانند فرونشست دشت ورامین) ولی نشست پدیده‌ای محلی و کوچک مقیاس بوده و در محدوده احداث سازه‌ها و بارگذاری‌ها رخ می‌دهد (مانند کج شدگی یک ساختمان بر اثر تحکیم نامتقارن خاک پی).
- فرونشست رخدادی است که محدوده گسترش و نرخ آن با استفاده از ابزار دقیق، GPS و تصاویر رادار قابل سنجش و اندازه‌گیری است درحالی‌که محدوده رخداد نشست خاک را می‌توان در گستره بارگذاری پی‌جویی نمود.
- فرونشست منطقه‌ای در مقایسه با نشست خاک از سرعت کمتری برخوردار است. به طوری که در مواردی بروز پدیده نشست در خاک‌ها می‌تواند در زمانی معادل یک تا دو ساعت رخ بدهد (نشست آنی). حال آنکه فرونشست تدریجی است و با سرعتی آرام روی می‌دهد. البته باید توجه داشت که در مواردی عوارض جانبی پدیده فرونشست مانند ایجاد فروچاله‌ها (Sinkholes) می‌تواند در یک بازه زمانی کوتاه چند دقیقه‌ای رخ دهد.

۶- شکاف زمین معین آباد و علل پیدایش آن

شکاف زمین عبارت از بازشدگی باریک طولی است که در سطح دشتهای دیده می شود. این پدیده از جمله مخاطرات زمین شناسی است که به آهستگی رخ می دهد. در ابتدا به صورت ترک در سطح زمین های زراعی و دشت ظاهر می شود و سپس بر اثر آبیاری و نفوذ آبهای سطحی و انتقال مواد زیر سطحی به شکاف و سرانجام به گودال و خندق تبدیل می شود. علت اصلی پیدایش این پدیده رخداد فرونشست زمین با نرخ های مختلف در گستره دشت می باشد که خود ناشی از تغییرات عمق سنگ بستر دشت می باشد. به گونه ای که هر چه عمق سنگ بستر بیشتر باشد فرونشست زمین با نرخ بیشتری روی می دهد. محل هایی که مستعد پیدایش شکاف زمین هستند عبارت از:

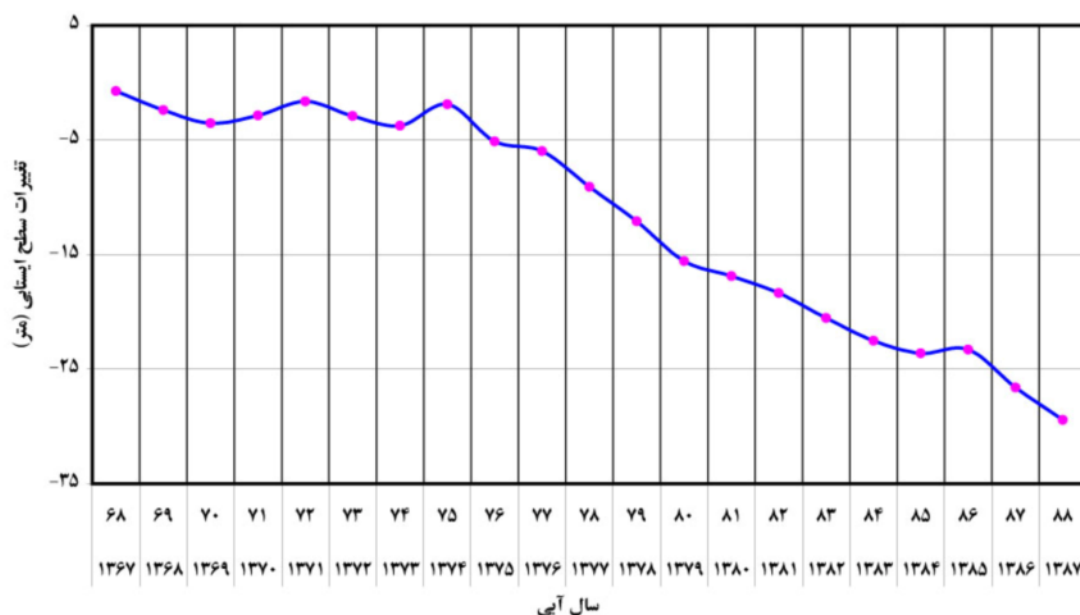
- حاشیه نواحی فرونشست حوضه های آبرفتی
- نزدیک رخنمون سنگ بستر دشت
- نواحی که سنگ بستر توسط ضخامت کمی از آبرفتها پوشیده شده
- محل تغییر رخساره در رسوبات آبرفتی

وقوع این پدیده موجب پیدایش مخاطراتی در منطقه می گردد که به شرح زیر می باشد:

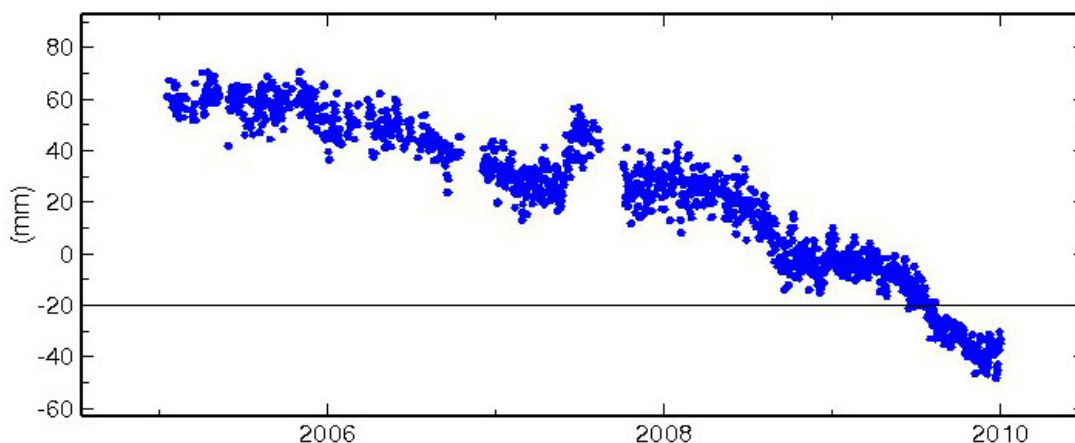
- ایجاد ترک و تخریب جاده ها و مسیرهای ارتباطی
- شکسته شدن خطوط لوله و شریان های حیاتی
- آسیب دیدگی کانالهای آبرسانی
- ترک در پی سازه ها و دیوارهای جدا کننده
- تخریب زمین های کشاورزی
- آسیب به دامها و حیات وحش
- جابجایی و تغییر شکل در مسیر راه آهن
- تخریب لوله جداری و تجهیزات سرچاهی
- شکستگی زهکش ها و لوله های فاضلاب
- آلودگی آبخوان
- تخلیه ناگهانی برکه های آب
- وقوع تلفات انسانی

در منطقه مورد بررسی فرونشست زمین در کنار عوامل طبیعی نقش اصلی را در شکل گیری شکاف زمین (Fissuring) بر عهده دارد. در دشتهایی که برداشت آب زیرزمینی در مقادیری بیش از حد توان آبخوان انجام می شود، افت قابل ملاحظه در سطح سفره آب زیرزمینی به احتمال قوی سبب رخداد فرونشست زمین می گردد زیرا در پی خالی شدن منافذ آبرفت از آب زیرزمینی، این منافذ فشرده شده و کاهش حجم در فضاهای خالی شده از آب رخ می دهد. به این ترتیب در یک سطح گسترده تراز سطح زمین کاهش می یابد که اثر آن از جمله به صورت بیرون زدگی

لوله‌های جدار چاه‌ها و در رابطه با زمین‌های کشاورزی معین آباد به صورت شکاف زمین قابل لمس می‌باشد. در منطقه مورد بررسی نیز فرونشست زمین نتیجه برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب‌یرزمینی است. زیرا این دشت طی سالیان اخیر شاهد افت قابل ملاحظه سطح آب‌یرزمینی بوده است. مقادیر متوسط افت سطح آب‌یرزمینی و تغییرات آن طی زمان در نمودار شماره ۱ ارائه شده است. از سوی دیگر مقایسه این نمودار با اطلاعات حاصل از GPS سازمان نقشه برداری در دشت ورامین وجود ارتباط بین رخداد این دو پدیده را آشکار می‌نماید. براساس نمودار شماره ۱ دشت ورامین از ابتدای دوره تا سال آبی ۱۳۷۴-۷۵ شاهد فراز و فرودهایی در سطح آب‌یرزمینی بوده ولی از این سال به بعد افت مداوم سطح آب‌یرزمینی مشاهده می‌گردد به گونه‌ای که در پایان دوره در سال آبی ۱۳۸۷-۸۸ نسبت به سال آبی ۱۳۷۴-۷۵ افت ۲۵/۶۷ متر در سطح آب‌یرزمینی این دشت رخ داده که این مقدار با در نظر گرفتن ابتدای دوره به ۲۹/۴۳ متر نیز می‌رسد. چنانچه در نمودار شماره ۲ ملاحظه می‌گردد به موازات افت سطح آبخوان دشت ورامین، سطح زمین نیز دچار فرونشست گردیده و در فاصله سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ میلادی سطح این دشت در محل شهر ورامین در حدود ۱۱ سانتیمتر فرونشست داشته است. خاطر نشان می‌گردد، مقادیر بالاتر نرخ فرونشست زمین در زمین‌های جنوب خاوری شهر ورامین بوسیله تصاویر Insar اندازه گیری شده و روستای معین آباد و شکاف‌های طولی این منطقه در حاشیه شمال باختری کاسه فرونشست زمین واقع شده است.



نمودار شماره ۱- نمودار تجمعی تغییرات سالانه متوسط مقادیر سطح آب‌یرزمینی در فاصله سال آبی ۱۳۶۷-۶۸ تا ۱۳۸۷-۸۸



نمودار شماره ۲- نمودار مقادیر فرونشست زمین بر اساس اطلاعات GPS ورامین

۶- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

دشت ورامین طی سال‌های اخیر شاهد رخداد شکاف طولی زمین در زمین‌های کشاورزی معین‌آباد بوده است. پیدایش این شکاف‌ها به دنبال تغییراتی است که در خصوصیات آبریزش‌شناسی منطقه بر اثر نحوه و مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی صورت گرفته است. طی این سال‌ها برداشت از مخزن محبوس آب زیرزمینی دشت ورامین به گونه‌ای بوده که کاهش قابل ملاحظه‌ای در سطح آب زیرزمینی به وقوع پیوسته و بر اثر تخلیه آب از فضاها، توده آبرفت به صورت غیر اشباع و فشرده شده و به اصلاح فرونشست زمین رخ داده است. حال در صورت وجود شرایط طبیعی مانند توپوگرافی سنگ کف (بالآمدگی سنگ کف بخصوص نزدیک به حاشیه دشت)، تغییرات رخساره‌ای نهشته‌های رسوبی تشکیل دهنده آبخوان و وجود نواحی با ضخامت کم آبرفت فرونشست زمین با نرخ‌های مختلف رخ داده و امکان پیدایش شکاف طولی زمین فراهم می‌گردد. در دشت ورامین هر یک این عوامل دارای سهمی در پیدایش این پدیده هستند. در این رابطه به منظور شناخت بیشتر پدیده و بررسی زیرسطحی آن می‌توان از روش‌های ژئوفیزیکی به ویژه روش ژئوالکتریک و ثقل‌سنجی استفاده نمود. خاطر نشان می‌گردد که طی بیش از ۶ سال اخیر امتداد جدیدی افزون بر موارد مشاهده شده در سال ۱۳۸۳ در سایر نواحی دشت ورامین مشاهده نشده است. مهمترین مشکلی که در رابطه با این پدیده گریبانگیر اهالی منطقه گردیده عبارت از برهم خوردن یکپارچگی زمین‌های کشاورزی و هدررفت حجم قابل ملاحظه‌ای از آبهای آبیاری است. این مشکلات در شرایطی بروز کرده که کشاورزان منطقه با مشکل حاد کم‌آبی روبرو هستند.

بطور کلی، به منظور جلوگیری از خسارت‌های احتمالی ناشی از شکاف‌های طولی زمین و شکل‌گیری شکاف‌های جدید در سایر زمین‌های منطقه موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- جلوگیری از تزریق آب به مناطق ناپایدار و تغییر حساب نشده و غیر کارشناسی رژیم تغذیه سفره آب زیرزمینی و هدررفت آب بوسیله پرهیز از انجام هرگونه دستکاری شکاف‌ها مانند پر کردن، انجام کشت و آبیاری.

۲- تعیین حریم برای شکاف طولی زمین و جلوگیری از کشت و آبیاری در این حریم.

- ۳- تغییر در الگوی کشاورزی و جایگزینی کشت دیم به جای کشت آبی و در صورت بکارگیری کشت آبی، بهره‌گیری از روش‌های جدید آبیاری و به حداقل رساندن تزریق آب به زمین‌های منطقه به منظور مقابله با گسترش پدیده فرسایش آبی زیرسطحی و به حداقل رساندن برداشت از منابع آب زیرزمینی.
- ۴- پرهیز از برداشت لایه‌های سطحی شن و ماسه‌ای منطقه به دلیل اهمیت آنها برای تغذیه سفره آب زیرزمینی و جبران افت سطح آب زیرزمینی.
- ۵- مقابله با فرونشست زمین از طریق کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی و برقراری تعادل لازم بین میزان تغذیه و برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی و به دنبال آن کاهش افت سطح ایستابی به کمک مدیریت صحیح منابع آبهای زیرزمینی از جمله نصب کنترلهای برقی و حجمی، شناسایی چاه‌های غیر مجاز و چاه‌های مجاز دارای اضافه برداشت و مسدود نمودن آنها و از سوی دیگر استفاده از آبهای تصفیه شده پسابهای شهری برای آبیاری.
- ۶- بررسی دوره‌ای و پی‌درپی سازه‌ها و شریان‌های حیاتی در محدوده ایجاد شکافها مانند خطوط انتقال نیرو، آب و گاز، به منظور کاهش و کنترل خطرات ناشی از تغییر شکل‌های احتمالی زمین.
- ۷- گزارش فوری هرگونه اخبار در مورد پدیده، شامل تغییر در ابعاد خندق‌ها، ایجاد شکاف‌های جدید، تغییر در عمق سطح ایستابی، میزان آبدهی چاه‌ها و هرگونه مسأله غیر طبیعی دیگر.
- ۸- انجام مطالعات جامع زیرسطحی به منظور آگاهی از وضعیت دقیق زمین‌شناسی زیرسطحی، شناسایی و تعیین عمق سنگ کف و وضعیت گسل‌های مدفون و ناشناخته منطقه، تعیین وضعیت دقیق سفره‌های آب زیرزمینی در دشت مورد مطالعه و جستجوی علل قطعی و ساز و کار پیدایش شکاف‌های طولی زمین.
- ۹- تهیه نقشه پهنه بندی خطر فرونشست در دشت ورامین برای مشخص نمودن مناطق پرخطر و مستعد فرونشست و ایجاد شکاف که این نقشه می‌تواند بعنوان مبنا و معیاری در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و انجام امور عمرانی مورد استفاده قرار بگیرد.

منابع

- ۱- آقاناتی، علی، ۱۳۷۹، زمین‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- انتظام سلطانی. ایمان، شمشکی. امیر، ۱۳۸۳، بررسی مکانیسم و علل تشکیل شکافهای زمین در منطقه معین آباد - ورامین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- برجا. ام. داس، ۱۳۸۶، اصول مهندسی خاک (مکانیک خاک) جلد اول، ترجمه صالح‌زاده. حسین، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۴- دهقان، مصطفی، ۱۳۸۴، بررسی پدیده فرونشست زمین در دشت ورامین، شرکت آب منطقه ای تهران.
- ۵- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش ورامین.
- ۶- وبسایت سازمان نقشه برداری کشور، شبکه سراسری ژئودینامیک، نمودار GPS ورامین.