بررسی پدیده نشست زمین و تأثیر آن بر روی گسیختگی لوله‌های جدار چاه‌های آب در محدوده شهر مشهد با استفاده از پهنه‌بندی تغییرات دانه‌بندی لایه‌های زمین

سید محمد موسوی مداح [۱]، محمد غفوری [۲]، غلامرضا لشکری پور [۳]، سلمه افشار [۴]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۵

چکیده

نشست منطقه‌ای زمین در اثر برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی در نقاط مختلفی از جهان و دشت‌های زیادی از ایران گزارش گردیده است. دشت مشهد در طول ۴۰ سال گذشته با افت ۶۰ متری سطح آب مواجه بوده است. این افت سبب نشست زمین در محدوده‌ای از دشت شده است. آثار نشست به صورت گسیختگی و کج‌شدگی لوله‌های جدار نمایان بوده و موجب ایجاد مشکلاتی بسیاری از جمله تخریب سازه‌های زیر سطحی گردیده است. در این تحقیق براساس آمارهای چندین ساله منابع آب زیرزمینی، داده‌های ایستگاه‌های GPS و با توجه به پارامترهای زمین‌شناسی منطقه، عوامل تأثیرگذار بر گسیختگی لوله‌های جدار چاه‌های محدوده شمال‌غرب شهر مشهد که سالانه خسارت‌های فراوانی را به وجود می‌آورد مورد بررسی قرار گرفته است. پروفیل دانه‌بندی عمیق لایه‌های زمین در نقاط مشکل‌دار و بدون مشکل جهت مقایسه و تعیین علل نشست تهیه گردید. همچنین با توجه به اطلاعات بدست آمده نقشه پهنه‌بندی دانه‌بندی در دو سطح بالاتر و پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی به منظور بررسی وضعیت کنونی و پیش‌بینی چگونگی تداوم پدیده نشست و در نتیجه تخریب ناشی از آن در آینده در محدوده مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تهیه و ارائه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، مشهد، نشست زمین، GIS، GPS.

Archive of SID

[۱] کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، گروه علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، تلفن: ۰۹۱۵۱۲۴۴۵۹۵
Email: geo.mohammad@yahoo.com (نویسنده مسئول)
[۲] استاد، عضو هیأت علمی، گروه علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، تلفن: ۰۹۱۵۱۱۳۵۷۵۲ Email: ghafoori@ferdowsi.um.ac.ir
[۳] استاد، عضو هیأت علمی، گروه علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، تلفن: ۰۹۱۵۱۴۱۱۴۴۹ Email: lashkaripour@um.ac.ir
[۴] کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، گروه علوم پایه، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران، ایران، تلفن: ۰۹۱۵۱۲۲۹۷۲۶
Email: Salameh_1984@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر نشست همراه با افت سطح آب‌های زیرزمینی در بسیاری از آبخوان‌های ایران نیز گزارش گردیده است. از جمله می‌توان به نشست دشت رفسنجان در استان کرمان اشاره نمود. در این دشت به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی، سطح زمین حدود ۴۲ سانتی‌متر زمین نشست می‌نماید (رهنما و همکاران، ۲۰۱۰).

دشت مشهد یکی از مهم‌ترین دشت‌های استان خراسان رضوی است. در دهه‌های اخیر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی این دشت سبب فشار زیادی بر آبخوان دشت شده است. افت سطح آب زیرزمینی موجب نشست و جابجایی زمین و کاهش آبدهی و تخریب چاه‌ها در قسمت‌هایی از دشت مخصوصاً در محدوده شمال‌غرب شهر مشهد گردیده است و در نتیجه مشکلات فراوانی را برای مالکین چاه بخصوص چاه‌های کشاورزی و شرب بوجود آورده است. آثار این جابجایی‌ها و نشست بصورت شکاف‌ها و ترک‌هایی در سطح زمین مشاهده می‌گردد. این ترک‌های بزرگ ناشی از نشست زمین بیشتر در مجاورت زمین‌های کشاورزی ایجاد شده‌اند. نشست و جابجایی زمین به هر دلیلی می‌تواند تأثیرات منفی زیادی ایجاد نماید که برخی از این تأثیرات به این شرح است:

- تأثیر بر روی الگوی جریان‌های زیرزمینی و سطحی (لفگرین، ۱۹۷۹)
- کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی و افزایش نمک این آب‌ها (بلیتز و همکاران، ۱۹۹۵)
- کاهش ظرفیت مخزن آبخوان‌ها (رادولف و همکاران، ۱۹۹۱)
- خراب شدن ساختمان چاه و پمپ‌های نواحی مستعد فرونشست (اورتگا و همکاران، ۱۹۹۹)
- ناتوانی چاه در آبدهی (هولزر، ۱۹۸۹)
- خسارت به بزرگراه‌ها، ساختمان‌ها و دیگر تأسیسات (آیرلند و همکاران، ۱۹۸۴)

در مناطق شهری و روستایی به دلیل استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی رخداد پدیده فرونشست بسیار رایج است. نرخ شدید فرونشست در مناطق شهری باعث افزایش خطر وقوع سیل و تخریب ساختارهای زیرسطحی می‌شود. بنابراین به منظور ارزیابی خطر و مدیریت بهتر منابع، کنترل دقیق زمانی و مکانی تغییرات سطحی و زیرسطحی زمین مورد نیاز است.

افت سطح آب در قسمت‌های مختلف دشت متفاوت بوده و سبب نشست زمین در برخی نقاط گردیده است. جهت مشاهده تغییرات سطح از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. تکنیک GPS مشاهدات پیوسته و ترازیابی تغییرات سطح را به طور دقیق در یک سری نقاط که همان ایستگاه‌ها هستند، ارائه می‌دهد (ریکاردو و همکاران، ۲۰۰۴). این افت شدید سطح استاتیک آب منطقه و نشست و جابجایی زمین ناشی از آن سبب ایجاد تخریب در قسمت‌هایی از سازه‌های زیرزمینی از جمله چاه‌های آب می‌شود که باعث ایجاد خسارات مالی فراوانی می‌گردد. با توجه به اهمیت موضوع، در این مقاله به بررسی چگونگی افت آب زیرزمینی و نشست و جابجایی زمین در محدوده شهر مشهد پرداخته شده است و همچنین رابطه این عوامل با تغییرات دانه‌بندی خاک در این محدوده با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی افقی خاک در دو وضعیت بالاتر و پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی و پروفیل عمیق پهنه‌بندی دانه‌بندی خاک بررسی گردیده است. در نهایت نیز نقشه پهنه‌بندی خطرپذیری در محدوده شهر مشهد ارائه گردیده است.

موقعیت جغرافیایی و وضعیت فیزیوگرافی حوضه‌آبریز دشت مشهد

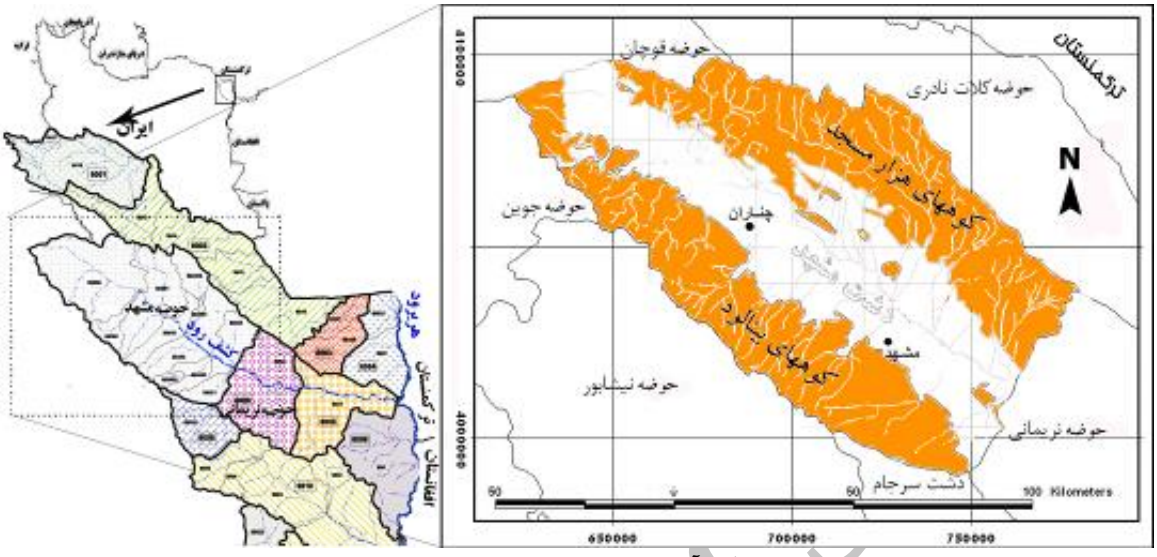
حوضه آبریز مشهد با وسعت ۹۹۰۹ کیلومتر مربع بخشی از حوضه آبریز کشف رود است. این حوضه از شمال به ارتفاعات هزار مسجد و از جنوب به ارتفاعات بینالود محدود می‌شود و ۳۷٪ از وسعت آنرا دشت تشکیل می‌دهد که به صورت مستطیلی در جهت شمال غرب-جنوب شرق بینالود کشیده شده است. مقدار میانگین نزولات جوی در شهر مشهد از سال آبی ۵۳-۵۲ تا سال آبی ۸۲-۸۱ برابر ۲۴۹/۵ میلیمتر در سال بوده است. کم‌ترین ارتفاع حوضه آبریز در محل روستای پل‌گزی برابر با ۳۹۰ متر و بلندترین نقطه ارتفاعی حوضه آبریز در ارتفاعات هزار مسجد و برابر ۳۰۴۰ متر و همچنین در بینالود برابر ۳۲۱۱ متر بالاتر از سطح دریا است. رودخانه کشف رود به عنوان مهم‌ترین رودخانه در دشت مشهد یکی از رودخانه‌های مهم فصلی در استان خراسان رضوی است که دارای پتانسیل قابل توجه سیلاب می‌باشد و از

Archive of SID

www.SID.ir

محدوده مورد مطالعه عبور می‌نماید. این رودخانه دارای سرشاخه‌های زیادی است که از آن جمله می‌توان به رودهای فریزی، طرق، زشک، کارده و رادکان اشاره نمود.

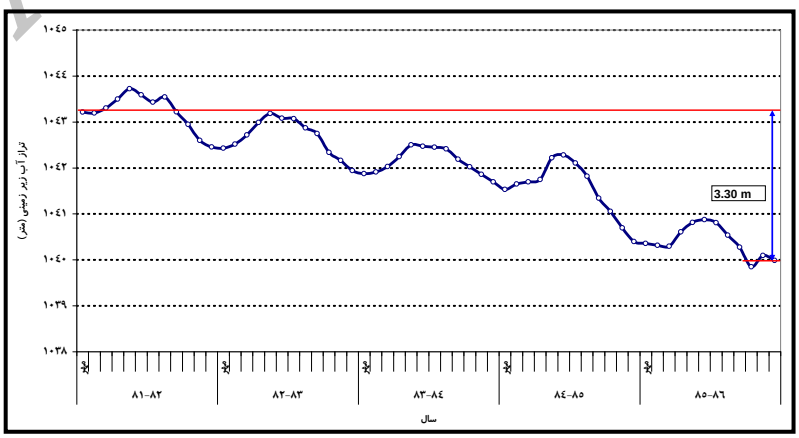
در شکل(۱) موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه کشف رود و منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه کشف رود (دشت مشهد) و محدوده مطالعاتی

افت سطح استاتیک آب زیرزمینی در دشت مشهد

آبخوان دشت مشهد نیز با بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت از حدود ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر قوچان شروع شده و در جهت جنوب‌شرقی مابین دو رشته کوه هزار مسجد و بینالود ادامه می‌یابد. جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در دشت مشهد از شمال غرب به سمت جنوب شرق می‌باشد. منبع اصلی آب زیرزمینی تغذیه در اثر نفوذ جریان‌های حاصل از بارندگی است. از نظر نفوذپذیری در مجموع دامنه جنوبی دشت نفوذپذیرتر و ضخیم‌تر (حداکثر تا ۳۰۰ متر) است. از سال ۱۳۴۹ تا سال ۱۳۸۴ به سبب استحصال بیش از حد از منابع آب زیرزمینی دشت، سطح آب زیرزمینی معادل ۲۸/۷۸ متر افت نموده که این مقدار طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ در محدوده شهر مشهد ۳/۳ متر می‌باشد. این افت سطح آب علاوه بر کاهش آبدهی یا خشک شدن چاه‌ها، در برخی نقاط موجب نشست زمین و ایجاد درز و شکاف و تخریب در حوالی توس در شمال غرب شهر گردیده است (شکل ۲).

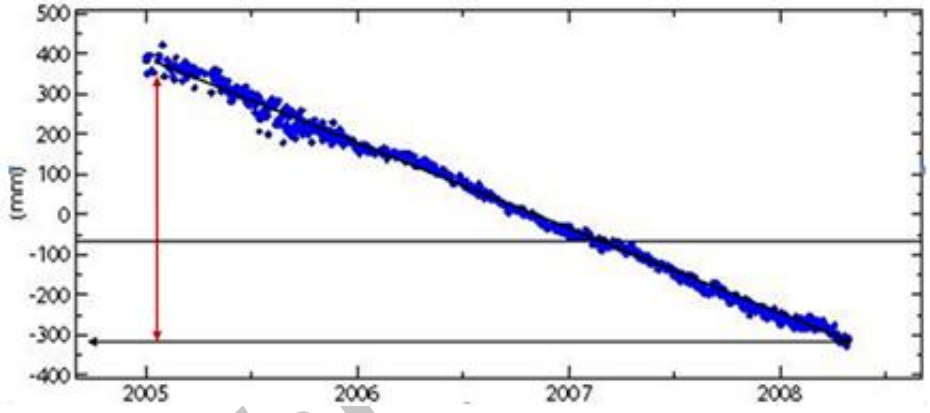


شکل (۲): هیدورگراف واحد آب‌های زیرزمینی محدوده مشهد طی دوره ۸۶-۸۱

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه‌گیری نشست منطقه بر اساس ایستگاه دائم GPS

برای اندازه‌گیری نشست دشت مشهد، از سال ۲۰۰۵ سه ایستگاه دائم GPS توسط سازمان نقشه‌برداری کشور در سه نقطه از دشت مشهد نصب و راه‌اندازی گردیده است. یکی از این سه ایستگاه در غرب شهر مشهد، بلوار وکیل آباد و ایستگاه دیگر در منطقه طرق واقع در جنوب شرق مشهد و ایستگاه سوم در منطقه توس واقع در شمال غرب شهر مشهد قرار دارند. از تاریخ نصب ایستگاه‌ها تاکنون در پایان هر روز به وقت گرینویج اطلاعات ذخیره شده در گیرنده هر ایستگاه با استفاده از خط تلفن به محل مرکز داده‌ها در شهر مشهد منتقل می‌شود. داده‌های برداشت شده از این ایستگاه‌ها میزان جابجایی عمودی، شرقی و شمالی هر نقطه را نشان می‌دهد. در شکل (۳) داده‌های عمودی برداشت شده از ایستگاه توس مشهد به صورت نمودار نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات موجود از ایستگاه توس، میزان نشست زمین از تاریخ نصب تاکنون بطور متوسط به میزان ۲۰ سانتی‌متر در سال اندازه‌گیری شده است که این جابجایی قائم با حرکت افقی زمین نیز همراه می‌باشد. همچنین، نتایج InSAR سرعت متوسط نشست به میزان ۲۲ سانتی‌متر در سال را در محدوده منطقه توس بیان می‌کند که با داده‌های حاصل از ایستگاه GPS منطقه توس هماهنگی دارد (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۵).



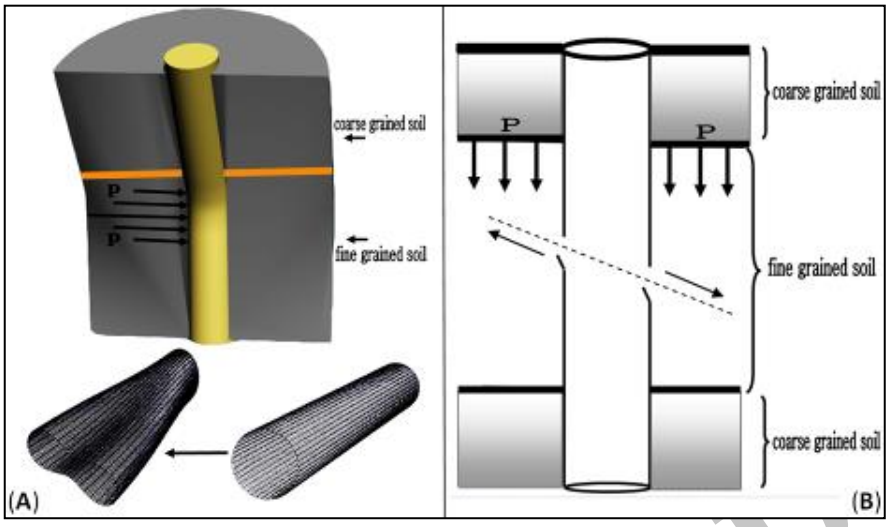
شکل (۳): نمودار تغییرات جابجایی عمودی در ایستگاه دائم GPS منطقه توس

تأثیرات افت سطح آب بر تخریب چاه‌ها

همانطور که بیان شد افت شدید سطح استاتیک آب زیرزمینی منجر به نشست و جابجایی زمین با مؤلفه‌های قائم و افقی گردیده است. این مسأله باعث تخریب چاه‌های آب در قسمت‌هایی از محدوده شهر مشهد شده است (کریمی نسب، ۱۳۸۳). در مناطقی که لایه‌های خاک از تناوب ماسه و سیلت و رس تشکیل شده است، در هنگام افت سطح آب زیرزمینی به دلیل زه‌کش آب لایه رس توسط لایه‌های با نفوذ، کاهش فشار آب منفذی در لایه رس صورت گرفته که این پدیده باعث عمل تحکیم و فشردگی این لایه‌ها و نشست زمین می شود(لیکس، ۲۰۰۴). بر اساس تغییرات لایه‌بندی خاک در مناطق مختلف جابجایی و حرکت زمین به صورت یکنواخت و غیریکنواخت صورت می‌گیرد که در نتیجه سبب تخریب جدار چاه‌های آب زیرزمینی به صورت برش، پیچش، کشش و خمش یا انحناء گردیده است. در مناطقی که دو لایه ریزدانه و درشت دانه در مجاورت و روی هم قرار گرفته‌اند به دلیل غیر یکنواختی جابجایی زمین و ایجاد تنش‌های نامتقارن در جدار چاه پدیده خمش یا انحناء در لوله جدار چاه ایجاد می‌گردد (شکل A-4). هنگامی که یک لایه ریزدانه در بین دو لایه درشت دانه زهکشی و نشست پیدا می‌کند بدلیل فشار ناشی از سربار درشت دانه بر روی ستون چاه پدیده برش را در جدار چاه شاهد هستیم و در نتیجه چاه تخریب می‌گردد (شکل B-4).

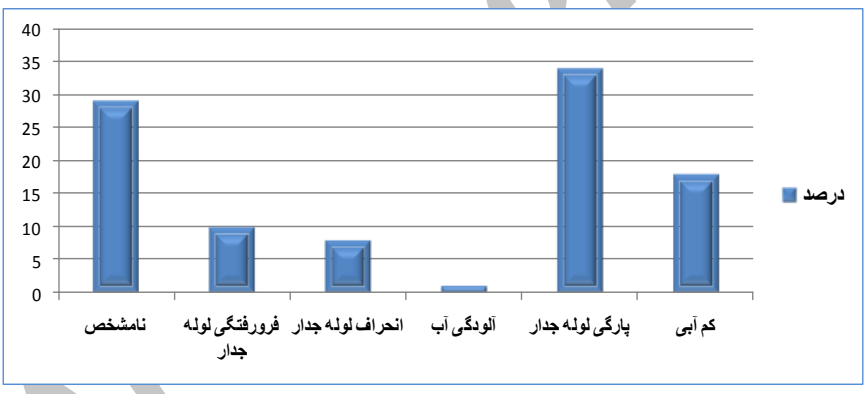
Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۴): چگونگی اعمال تنش نامتقارن بر جدار چاه و ایجاد پدیده انحناء (A) و برش (B) و در نهایت تخریب آن

بررسی اطلاعات بدست آمده از علل تخریب و از کار افتادگی چاه‌های آب منطقه نشان می‌دهد که در حدود ۵۲ درصد آن‌ها بعلت عوامل مرتبط با نشست زمین از جمله انحراف لوله جدار، پارگی لوله جدار و شولاتی شدن بوده است. (شکل ۵).



شکل (۵) : علل غیرفعال شدن چاه ها در شهر مشهد

بررسی پدیده نشست در محدوده مورد مطالعه

با وجود رس و سیلت در لایه‌های آبخوان محدوده مورد مطالعه، برداشت آب موجب پایین آمدن سطح آب در ماسه و شن می‌شود که این افت سطح آب طبق قانون ترزاقی سبب افزایش تنش مؤثر در اثر افت فشار آب مطابق رابطه زیر می‌گردد:

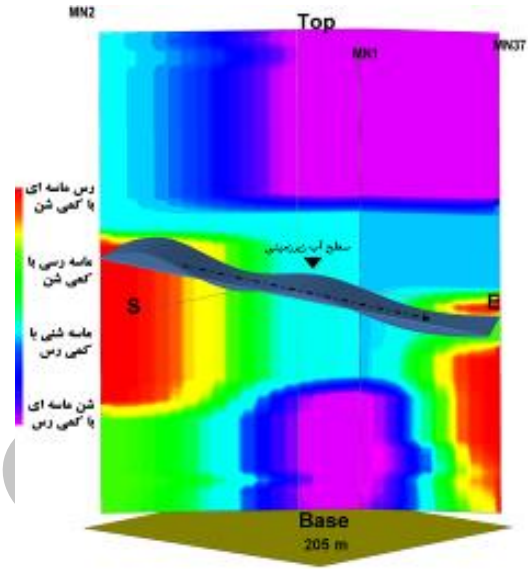
که در این را σ_e تنش مؤ σ_T تنش کل p فشار آب می باشد.

$$\sigma_e = \sigma_T - p$$

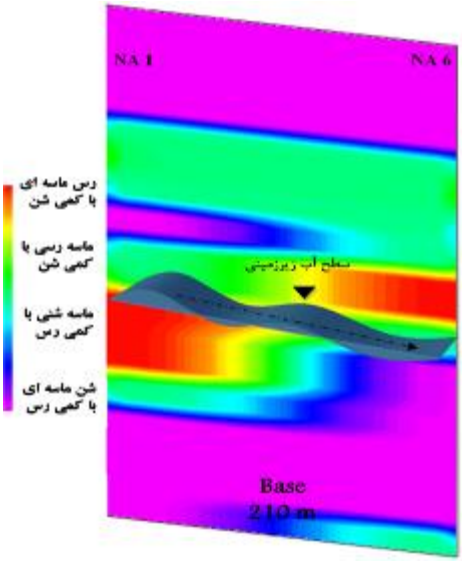
افزایش تنش مؤثر در لایه‌های ریزدانه رسی و سیلتی موجب زهکشی آن‌ها و در نتیجه ایجاد آرایش جدید در دانه‌بندی و در نهایت تحکیم آن می‌گردد. آثار تحکیم به صورت کاهش ضخامت لایه و ایجاد نشست در سطح زمین مشاهده می‌گردد و می‌توان اثرات آن را بصورت ریزش دیواره چاه‌ها، کج شدن لوله‌های جدار چاه‌ها، لوله‌زایی (بالا آمدن لوله‌های جدار چاه از سطح زمین) و ایجاد ترک‌های عمیق مشخص نمود. پروفیل‌های پهنه‌بندی دانه‌بندی تهیه شده از لاگ‌های حفاری در شمال‌غرب منطقه مورد بررسی (نزدیک توس) بعنوان یک منطقه

Archive of SID
www.SID.ir

برخوردار از پدیده نشست زیاد زمین و تخریب چاه‌ها و منطقه ناظریه مشهد بعنوان یک منطقه با مشکل کم، نشان دهنده این مطلب است که لایه‌های خاک در این منطقه از دانه‌بندی ریزدانه‌تری مخصوصاً به طرف اعماق و پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی نسبت به منطقه ناظریه برخوردار می‌باشد. در نتیجه وضعیت لایه‌بندی و اندازه‌دانه‌های خاک هر منطقه به ویژه در زیر سطح ایستابی تأثیر زیادی را بر روی نشست و رانش زمین و در نتیجه تخریب چاه‌ها دارد. در شکل‌های (۶) و (۷) چگونگی تغییرات دانه‌بندی خاک منطقه نمایش داده شده است.



شکل (۶): پروفیل تغییرات دانه‌بندی خاک در نزدیکی منطقه توس



شکل (۷): پروفیل تغییرات دانه بندی خاک منطقه ناظریه

در برخی مناطق محدوده مشهد (نزدیک توس) مشکلاتی که در اثر نشست زمین بروز کرده بارزتر است و می‌توان آن‌ها را بصورت ریزش جداره چاه‌ها، کج شدن و تخریب لوله‌های جدار چاه‌ها، لوله‌زایی (بالا آمدن لوله‌های جدار چاه از سطح زمین) مشاهده نمود.

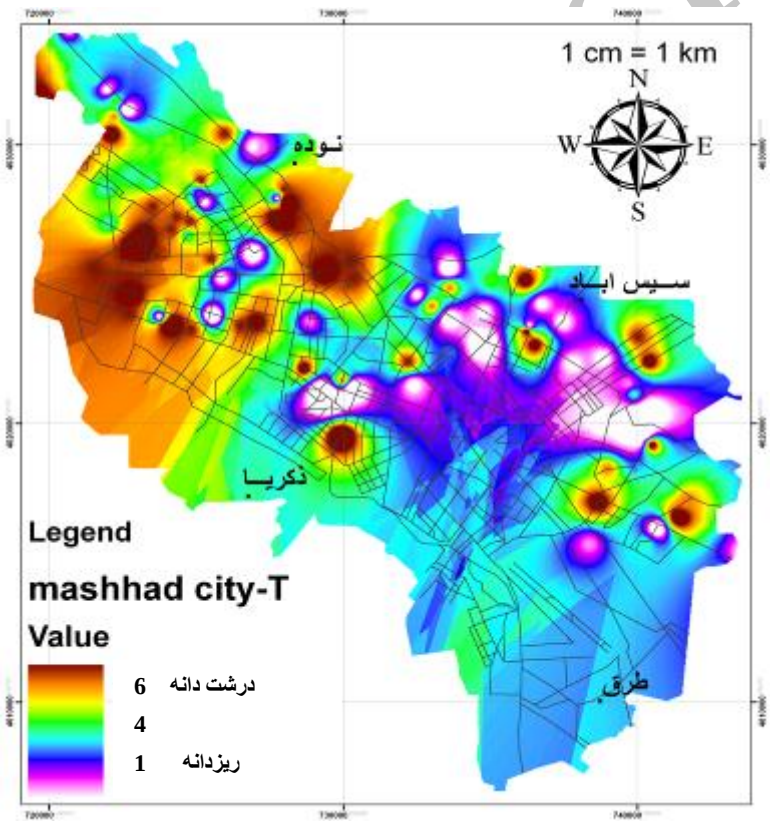
خصوصیات زمین‌شناسی و فیزیکی رسوبات که در نتیجه هوازدگی و فرسایش ارتفاعات می‌باشند، عامل مؤثر بر توزیع دانه‌بندی رسوبات، توپوگرافی موجود در منطقه می‌باشد که تحت تأثیر زهکش‌ها بخصوص رودخانه کشف رود و مسیل‌های اطراف آن قرار گرفته است. از دیگر عوامل مؤثر بر ناهمسانی سفره آب زیرزمینی نحوه رسوب‌گذاری جریان سطحی حوضه و عملکرد فیزیکی و شیمیایی آن‌هاست که به موجب آن دبی چاه‌های عمیق منطقه با خصوصیات فنی همسان نابرابر است. با وجود جهت شیب زمین از ارتفاعات منطقه به سمت رودخانه کشف رود و با توجه به لاگ‌های موجود از منطقه، هرچه از کوه به سمت رودخانه پیش می‌رویم بر مقدار مواد ریزدانه افزوده می‌شود. تفکیک دانه‌ها در حد فاصل کوه‌های بینالود و رودخانه کشف رود به علت فاصله زیاد آن به خوبی قابل مشاهده است بطوریکه در نزدیکی رودخانه کشف رود توالی چینه‌ای خاک بیشتر از مواد ریزدانه تشکیل شده است. در این مطالعه لاگ‌های حفاری چاه‌های حفر شده در محدوده شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات دانه‌بندی خاک در دو وضعیت بالاتر و پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی تعیین گردیده است. جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی دانه‌بندی، خاک هر منطقه بر اساس چگونگی تغییرات دانه‌بندی به ۸ رده مطابق جدول(۱) تقسیم‌بندی شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول(۱): تقسیم بندی تغییرات دانه‌بندی

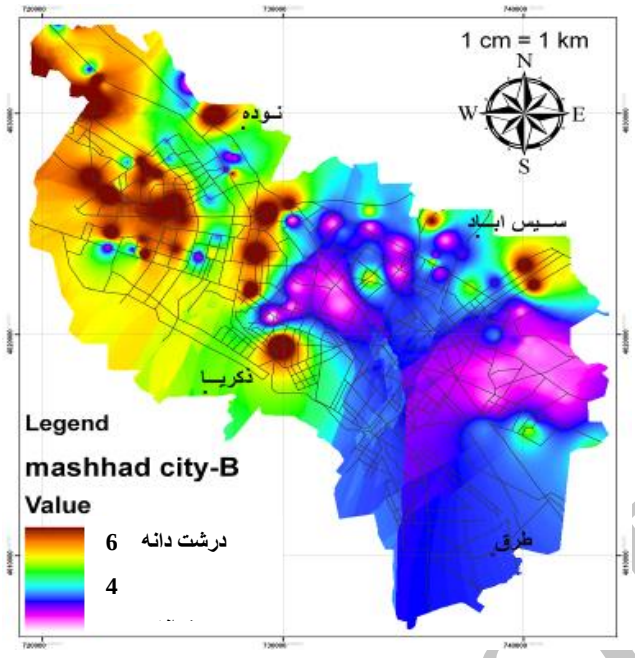
شماره	نوع خاک	شماره	نوع خاک
۱	رس	۴	ماسه با کمی رس و شن
۲	رس با کمی ماسه و شن	۵	شن با کمی رس و ماسه
۳	ماسه	۶	شن و قلوه سنگ

بر اساس اطلاعات به دست آمده از این تحقیق، نقشه پهنه‌بندی تغییرات دانه بندی خاک در دو وضعیت بالاتر و پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی این منطقه تهیه گردیده که در اشکال شماره (۸ و ۹) نشان داده شده است.



شکل (۸): نقشه های پهنه بندی تغییرات خاک محدوده شهر مشهد در بالای سطح آب زیرزمینی

www.SID.ir



شکل (۹): نقشه های پهنه بندی تغییرات خاک محدوده شهر مشهد در زیر سطح آب زیرزمینی

با مشاهده و بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی تغییرات خاک محدوده شهر مشهد می توان به نتایجی دست یافت که عبارتند از:

۱. همانطور که در نقشه‌ها مشاهده می‌شود قسمت غالب خاک محدوده شهر مشهد را خاک ریزدانه تشکیل می‌دهد.

۲. به طور تقریبی می‌توان محدوده نقشه را به دو قسمت غربی و شرقی تقسیم نمود که قسمت شرقی آن را عمدتاً خاک‌های ریز دانه تشکیل می‌دهند.

۳. روند کلی تغییرات دانه‌بندی خاک در محدوده شهر مشهد بدین صورت می‌باشد که در مجموع با حرکت از بالادست یا شمال غرب به سمت پایین دست یا جنوب شرق دانه‌بندی خاک ریزدانه‌تر می‌گردد یا به عبارتی در قسمت خروجی آب زیرزمینی از شهر دانه‌بندی خاک ریزدانه‌تر از قسمت ورودی آب به محدوده شهر است.

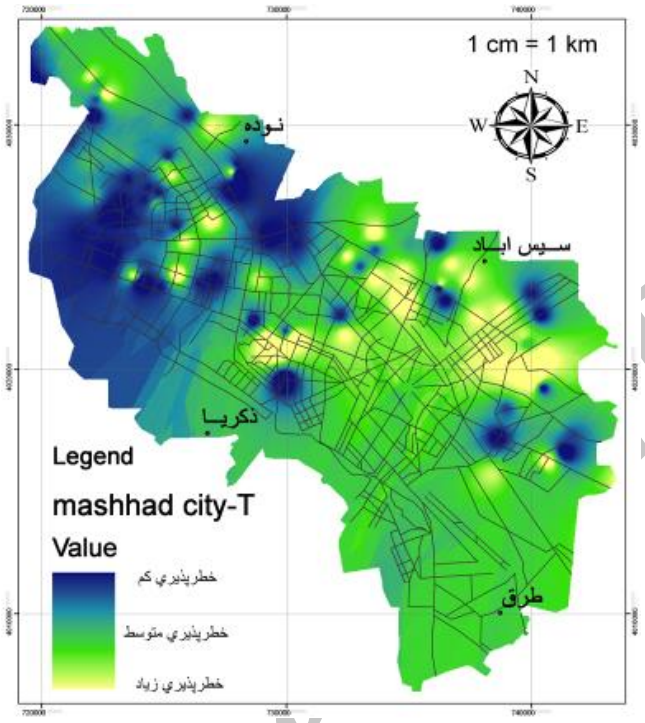
۴. با نزدیک شدن به حاشیه‌های جنوب‌غربی و غرب شهر که در امتداد ارتفاعات بینالود قرار دارند بافت خاک درشت دانه‌تر می‌گردد.

۵. همانطور که مشاهده می‌شود با توجه به هر دو نقشه تهیه شده در مجموع می‌توان به این نتیجه رسید که با حرکت از پهنه‌های بالاتر به سمت اعماق بیشتر دانه‌بندی خاک در حال ریزدانه‌تر شدن است یا به عبارتی همانطور که مشاهده می‌گردد پهنه‌های دارای خاک درشت دانه در نقشه تهیه شده در بالای سطح آب زیرزمینی بیشتر از محدوده زیر سطح آب زیرزمینی می‌باشد.

با توجه به اینکه مناطق برخوردار از تخریب چاه‌های آبی که در محدوده شهر مشهد قرار می‌گیرند بیشتر در نواحی دارای خاک ریزدانه قرار گرفته‌اند لذا با توجه به تغییرات دانه‌بندی خاک از قسمت‌های فوقانی سطح آب زیرزمینی به قسمت‌های زیرین آن و افت مداوم سالیانه سطح آب زیرزمینی می‌توان چگونگی کاهش و یا افزایش بروز تخریب در چاه‌های آب را در آینده پیش‌بینی نمود. بررسی و مقایسه دو نقشه پهنه‌بندی تهیه شده همانطور که اشاره گردید نشان می‌دهد که در مجموع با افزایش عمق به زیر سطح آب زیرزمینی دانه‌بندی خاک در اغلب قسمت‌های محدوده شهر در حال ریزدانه‌تر شدن است. پس افزایش خاک ریزدانه همراه با افت مداوم سطح آب زیرزمینی و همچنین وجود پدیده نشست می‌تواند باعث افزایش تخریب در چاه‌های آب درمحدوده شهر مشهد در آینده باشد. با توجه به پیش‌بینی بعمل آمده براساس بررسی‌های انجام شده روند افزایش آمار تخریب چاه‌های آب در محدوده شهر مشهد همچنان ادامه خواهد داشت و چه بسا بیشتر هم بشود. البته باید به این مورد هم توجه نمود که در اراضی پایین‌دست شهر مانند نواحی خواجه ربیع، راه آهن و قسمت‌های پایین‌تر در محل خروج آب

Archive of SID
www.SID.ir

زیرزمینی شهر مشهد به دلیل نفوذ زه‌آب‌های ناشی از چاه‌های جذبی جنوبی شهر مشهد بروز این مشکلات بسیار کمتر می‌باشد. با توجه به موارد ذکر شده بالا و نقشه‌های پهنه‌بندی دانه‌بندی خاک تهیه شده و اطلاعات جمع‌آوری شده دیگر، نقشه پهنه‌بندی خطرپذیری محدوده شهر مشهد بر اساس چگونگی پراکندگی احتمال بروز پدیده تخریب چاه‌ها در شکل (۱۰) ارائه شده است.



شکل (۱۰): نقشه پهنه‌بندی خطرپذیری شهر مشهد

بررسی نقشه پهنه‌بندی خطرپذیری تهیه شده محدوده شهر مشهد نشان می‌دهد که با توجه به فراوانی خاک‌های ریزدانه، با افزایش عمق به زیر سطح آب زیرزمینی در مناطق شرقی و جنوب شرقی احتمال بروز و افزایش پدیده تخریب جدار چاه‌های آب در این مناطق با توجه به افت مداوم سطح آب زیرزمینی بسیار بیشتر می‌باشد. این مناطق شامل نواحی سیس آباد، اراضی مزرعه نمونه و اراضی طرق و در مجموع شرق محدوده شهر مشهد می‌باشد. نشانه‌هایی از شروع این آثار مخرب در این مناطق مشاهده گردیده و بنا به اظهار مسئولان، در روند تخریب چاه‌های موجود در این نواحی سیر صعودی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

افت سطح آب‌های زیرزمینی در محدوده‌هایی از آبخوان دشت مشهد باعث نشست و جابجایی زمین شده است. تأثیرات ناشی از این پدیده موجب آسیب به منصوبات چاه‌های آب در بخش‌هایی از محدوده شهر مشهد شده است. در نقاطی از محدوده بررسی که به علت برداشت آب افت سطح آب بیشتری صورت گرفته این پدیده بیشتر مشاهده می‌شود. نتایج ایستگاه‌های GPS ماهواره‌ای نیز جابجایی قائم و افقی زمین در دشت مشهد را نشان می‌دهد که این مقدار جابجایی قائم در ایستگاه توس حدود ۲۰ cm در سال می‌باشد. افت سطح استاتیک آب در قسمت‌هایی از این محدوده موجب تخریب جدار چاه‌های آب گردیده است که مکانیسم آن با توجه به نوع لایه‌بندی و دانه‌بندی خاک متفاوت است. بررسی اطلاعات بدست آمده از علل تخریب و از کار افتادگی چاه‌های آب منطقه نشان می‌دهد که در حدود ۵۲ درصد آن‌ها بعلت عوامل مرتبط با نشست زمین از جمله انحراف لوله جدار، پارگی لوله جدار و شولاتی شدن بوده است. با توجه به اینکه برداشت بی رویه آب یکی از عوامل مهم در نشست

Archive of SID
www.SID.ir

زمین است، بررسی پروفیل دانه‌بندی خاک نشان دهنده این مطلب است که تخریب چاه‌ها در مناطق دارای خاک ریزدانه همراه با افت سطح آب بیشتر می‌باشد. بررسی چگونگی تغییرات دانه‌بندی خاک منطقه و میزان افت سطح آب نشان می‌دهد که روند کلی تغییرات دانه‌بندی خاک در محدوده شهر مشهد بدین صورت می‌باشد که با حرکت از بالادست یا شمال‌غرب به سمت پایین‌دست یا جنوب‌شرق دانه‌بندی خاک ریزدانه‌تر می‌گردد یا به عبارتی در قسمت خروجی آب زیرزمینی از شهر دانه‌بندی خاک ریزدانه‌تر از قسمت ورودی آب به محدوده شهر است. در مجموع می‌توان به این نتیجه رسید که با حرکت از پهنه‌های بالاتر به سمت اعماق بیشتر دانه‌بندی خاک در حال ریزدانه‌تر شدن است یا به عبارتی همانطور که مشاهده می‌گردد پهنه‌های دارای خاک درشت دانه در نقشه تهیه شده در بالای سطح آب زیرزمینی بیشتر از پهنه‌های این خاک در زیر سطح آب زیرزمینی می‌باشد. بررسی نقشه پهنه‌بندی تهیه شده محدوده شهر مشهد نشان می‌دهد که با توجه به فراوانی خاک‌های ریزدانه با افزایش عمق به زیر سطح آب زیرزمینی در مناطق شرقی و جنوب‌شرقی احتمال بروز و افزایش پدیده تخریب جدار چاه‌های آب در این مناطق با توجه به افت مداوم سطح آب زیرزمینی بسیار بیشتر می‌باشد. این مناطق شامل نواحی سیس آباد، اراضی مزرعه نمونه و اراضی طرق و در مجموع شرق محدوده شهر مشهد می‌باشد. نشانه هایی از شروع این آثار مخرب در اراضی مزرعه نمونه آستان قدس رضوی مشاهده گردیده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از همکاری صمیمانه سازمان نقشه‌برداری کشور، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و شرکت آب و فاضلاب مشهد جهت در اختیار قرار دادن اطلاعات، مطالعات و تجربیات و همچنین همکاری در انجام بازدیدهای میدانی تشکر نمایند.

منابع

۱- دهقانی، م.، م.ج. ولدان زوج و م. روستایی. ۱۳۸۵. تعیین نرخ فرونشست شمال‌غرب مشهد به کمک تکنیک تداخل سنجی راداری (InSAR)، بیست و پنجمین گردهمائی علوم زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی ایران.

۲- کریمی نسب، س. ۱۳۸۳. گزارش تحقیقی پروژه بررسی علل گسیختگی لوله جدار چاه‌های شهر مشهد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

3- Rahnama, M. B. and H. Moafi. 2010. Investigation of land subsidence due to groundwater withdraw in rafsanjan plain using gis software, Iran, Geotech Geol Eng, 2, 241-246.

4- Lofgren, B.E. 1979. Changes in aquifer-system properties with groundwater depletion, Proceeding of International Conference on Evaluation and Prediction of Land Subsidence, Pensacola, December 1978, American Society of Civil Engineers, pp.26-46.

5- Belitz, K. and S.P. Phillips. 1995. Alternatives to agricultural drains in California's San Joaquin Valley: Results of a regional-scale hydrogeologic approach, US Geological Survey Open-File Report 91-535, 71pp.

6- Rudolph, D.l. and E.O. Frind, 1991. Hydraulic response of highly compressible aquitards during consolidation, Water Resources Research 27 (1), pp. 17-30.

7- Ortega–Guerrero, A., D.L. Rudolph and J.A. Cherry. 1999. Analysis of long –term land subsidence near Mexico City: Field investigation and predictive modeling, Water Resources Research,35(11), PP. 3327-3341.

8- Holzer, T.H. 1989. State and local response to damaging land subsidence in United States urban areas. Engineering Geology 27, 449-466.

9- Ireland, R.L., J.F. Poland and F.S. Riley. 1984. Land subsidence in the San Joaquin Valley, California, as of 1983, US Geological Survey, Professional Paper, 437-I, 93 pp.

10- Riccardo, L.P. Lundgren, M. Manzo, and F. Casu1. 2004. Satellite radar interferometry time series analysis of surface deformation for Los Angeles, California, Geophysical Research Letters, 31, doi:10.1029/2004GL021294.

11- Leake, S.A. 2004. RL:http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/anthropogenic/subside.

Archive of SID

www.SID.ir

An investigation on land subsidence and its effect on rupture of water well casings in Mashhad City area

M. Mousavi [1], M. Ghafoori [2], Gh. R. Lashkaripour [3], Sa. Afshar [4]

Abstract

Land subsidence due to excessive extraction of groundwater has been reported in different parts of the world and several plains and Iran. Mashhad Plain during the past 40 years has been faced with 60 m drawdown of water table. This drawdown caused land subsidence in some areas of the plain. Land subsidence effects appear as rupture and curvature of well casings and they cause destruction of subsurface structures in wells. Based on data available from three GPS stations in Mashhad plain, and with respect to geological parameters of the study area, effective factors on rupture of well casings which account for abundant damages every year, have been investigated in this paper for Toos area, northwest of Mashhad City. A deep grain size profile of underground layers has been provided for problematic area in the study area. Also, soil grain size profile in two levels, above and below the groundwater surface, has been provided using ArcGIS software for investigation of current situation and anticipation of continuity conditions of land subsidence and therefore its resulted destruction in the future.

Keywords: subsidence, groundwater, Mashhad, GIS ،GPS.

Archive of SID

[1] MSc degree, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, E-mail: geo.mohammad@yahoo.com
[2] Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Email: ghafoori@ferdowsi.um.ac.ir
[3] Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Email: lashkaripour@um.ac.ir
[4] MSc degree, Department of Geology, Azad Islami University, Sciences and Reasearches Beranch, Tehran, Iran, Email: Salameh_1984@yahoo.com

www.SID.ir