Archive of SID

بررسی فرونشست زمین ، مطالعه نمونه ای: فرونشست زمین استخرهای تغذیه مصنوعی جنوب نیروگاه همدان، شمال غرب ایران

احمد خورسندی آقائی*[۱]

چکیده

در این مقاله پدیده ی فرونشست زمین، درز و شکاف های ایجاد شده در طرح تغذیه ی مصنوعی جنوب نیروگاه شهید مفتح همدان به صورت نمونه ای تحقیق شده است. پدیده ی ایجاد شده در زمین شناسی و آب زیرزمینی نادر است. که در این تحقیق مشخصات هندسی درز و شکافهای استخرهای تغذیه اندازه گیری شده است. چاه نگار های زمین شناسی موجود از محل بررسی و نتایج گویای وجود لایه های ریز دانه در ساختمان زمین شناسی آبخوان است که بر اثر بهره برداری بی رویه آب زیرزمینی جابه جا شده اند، که ماسه دهی چاه های آب نیروگاه و اطراف آن شاهدی بر این ادعا است. در جایگاه تغذیه ی مصنوعی بررسی شده این تحقیق تفاوت کیفیت آب تغذیه و آب آبخوان به ناپایداری و تحرک بیشتر به ته نشست های دانه ریز و جابه جائی آنها شدت بخشیده، و افزون بر آن، عدم رعایت خصوصیات هیدرولیک چاه های تغذیه باعث ایجاد جریان آشفته و جابه جائی بیشتر ته نشست های ریز دانه، و در نتیجه فرونشست زمین در استخرهای تغذیه شده است.

واژه‌های کلیدی:فرونشست، تغذیه ی مصنوعی، ماسه بادی، کیفیت آبها.

[۱] عضو هیت علمی پردیس صنعت آب و برق دانشگاه شهید بهشتی
نویسنده مسئول مقاله: A_khorsandi@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فرو شست و ریزش زمین از پدیده های مهم و مشکل ساز زمین شناسی است، که بر اثر عوامل مختلف از قبیل تغییرات سطح آب زیرزمینی به علت برداشت بی رویه از آبخوان (عامل اصلی)، ماسه دهی چاه های آب که به نوعی علت آن، برداشت بی رویه از آبخوان است. عملیات معدنکاری، وقوع راهروهای زیرزمینی و کاریز (قنات)، وجود پدیده کارست عمقی و ترکیدن لوله های آب در زیر شهرها است که در برخی رخداد ها آب زیرزمینی و ساز و کار آن از عوامل اصلی وقوع پدیده است. وقوع پدیده ی فرونشست و ریزش زمین (فرو نشست دارای حرکت آرام و تدریجی و ریزش زمین دارای حرکت ناگهانی) در دشتها، مناطق شهری و در هر مکان باعث ایجاد خسارتهای جانی و مالی به شرح زیر خواهد شد.

۱- خسارت به زمینهای کشاورزی و سامانه های آبیاری

۲- خسارت به ایستگاهای آب کشی آب سطحی و یا چاههای آب زیرزمینی

۳- خسارت و یا در خطر قرار گرفتن کارخانجات, نیروگاههای تولید برق، راههای مواصلاتی

۴-گل آلود شدن آب چاهها و قناتها، ریزش در محوطه چاهها و قناتها

۵- خسارت به شهرها و نگرانی مردم ساکن شهرها

۶- ناپایداری زمین به صورت عمومی و ایجاد زلزله های القایی با بزرگی اندکی برخی از تحقیقات مرور شده در باره ای فرونشست زمین به شرح زیر هستند.

مطالعات منطقه ای آریزونای آمریکا ،فرونشست زمین رادر مناطق ریز دانه رسی وتحت تاثیر تحکیم لایه های زیرین می داند والت من (۱۹۸۹). در همان منطقه تحقیق دیگری افت سطح آب زیرزمینی را عامل فرونشست زمین وایجاد درزه دانسته است پیوو (۱۹۹۰). در منطقه ی فلوریدای آمریکا آب زیرزمینی وساز وکار آن به عنوان عامل موثر در ایجاد و توسعه ی فروچاله ها ذکر شده است ویلیام (۱۹۹۲). حمل شن ریز وماسه به وسیله آب زیرزمینی وایجاد فرونشست زمین به وسیله وایت و همکاران (۱۹۹۵) بحث شده است. لویس و همکاران (۱۹۷۸) فرونشست زمین بر اثر بهره برداری بی رویه آب زیرزمینی را بررسی نموده اند. همچنین، فرونشست زمین بر اثر افت سطح آب زیرزمینی پولند و همکاران (۱۹۶۹) و ایجاد حفره در اعماق زمین به علت افزایش سرعت آب زیرزمینی و حمل رسوبات دانه ریز به وسیله فوسه (۱۹۵۳) بررسی شده است.

یکی از جایگاه های مهم و جالب از لحاظ وقوع پدیده ی ذکر شده، دشت همدان در غرب ایران است که از سال ۱۳۷۰ تا کنون ۳۲ نمونه فروچاله در ابعاد مختلف در آن ایجاد شده است. مطالعات و تحقیقات متعددی در مورد فروچاله های دشت همدان انجام گرفته که برخی از آنها به قرار زیرند.

مشخصات فروچاله های دشت همدان در بررسی های مقدماتی ارائه شده است درخشنده و دیگران (۱۹۹۶). برخی از مقالات علت ایجاد فروچاله های دشت همدان را زمین ساختی ،وجود سنگ های کربناته در کف آبخوان و انحلال آن می داند حیدری و همکاران (۲۰۰۳)، سعادتی و محمدی (۲۰۰۳)، امیری (۲۰۰۵و ۲۰۰۰). همچنین، وجود ذرات ریزدانه آبخوان وجابه جائی وحمل آن نیز یکی از عوامل فرونشست زمین دشت همدان ذکر شده است خورسندی و عبدالی(۲۰۰۶).

در راستای جلوگیری از پدیده های مشکل ساز ذکر شده و ترمیم افت سطح آب زیرزمینی، طرح های تغذیه ی مصنوعی اجرا می گردند که در این تحقیق فرونشست زمین استخرها و چاه های تغذیه نمونه بررسی شده، پدیده نادر و جالبی است. نتایج حاصل از این تحقیق دست آوردهای قبلی را تائید می نمایند. و افزون بر آن، نقش ته نشست های ریزدانه یا ماسه بادی و ناپایداری آنها، واکنش کیفی آب تغذیه و آب موجود آبخوان، مسدود شدن منافذ لوله های سوراخدار چاه های تغذیه، ایجاد حفره، وسپس تغییر هیدرولیک آب زیرزمینی در محوطه حفره ها (افزایش سرعت جریان) و فرسایش مواد آبخوان به علت سرعت زیاد آب زیرزمینی و ادامه آبکشی آب زیرزمینی را نشان می دهد که مجموعه عوامل فوق منجر به ایجاد پدیده ی فرونشست زمین استخرهای تغذیه و تشکیل درز و شکاف در آنها شده است. بنابراین بر مبنای مطالب فوق و در نظر داشتن ایجاد مخروط جبران در اطراف چاه های تغذیه، که محوطه اشباع آبخوان را افزایش می دهد و رطوبت آن در صورت تماس با ماسه های بادی آبخوان آنها را ناپایدار ساخته و امکان جابه جائی آنهارا فراهم نموده است ماتیو سان(۱۹۸۱). با ادامه روند ذکر شده، و به ویژه بهره برداری بی رویه آب زیرزمینی در دشت همدان، و خروج ماسه های بادی توام با آب زیرزمینی از چاه های

www.SID.ir

Archive of SID

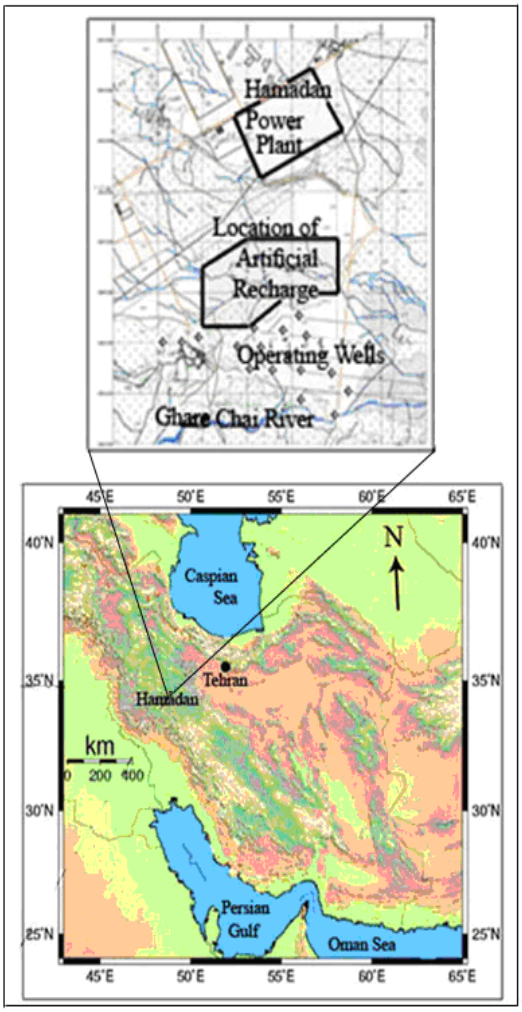
بهره برداری، امکان ایجاد فرونشست های جدید به صورت مداوم و تدریجی و یا ناگهانی زمین و ایجاد مشکلات بعدی آن دور از انتظار نیست.

مواد وروش ها:

توصیف مکان تحقیق

این مکان در دشت همدان، جنوب نیروگاه شهید مفتح و چاههای بهره برداری نیروگاه و جایگاه طرح تغذیه مصنوعی است (شکل شماره ۱). در محل مذکور نیروگاه حرارتی وجود دارد که تامین آب لازم برای نیروگاه به وسیله ای ۲۶ حلقه چاه عمیق انجام می گیرد. چاههای بهره برداری نیروگاه در جنوب آن و به موازات رودخانه قره چای حفاری شده اند. همچنین، علاوه بر چاههای نیروگاه , ۱۱ حلقه چاه عمیق در روستاها و زمینهای اطراف نیروگاه نیز وجود دارند. عمق چاههای آب نیروگاه متفاوت بوده و از حداقل ۸۰ تا حداکثر ۱۷۶ متر و عمق چاههای بهره برداری شخصی در اطراف نیروگاه از ۹۰ تا ۱۱۰ متر است. به علت بهره برداری بی رویه از آب زیرزمینی ,عمق سطح آب در چاههای نیروگاه افزایش یافته (در حد فاصل سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۸ در مدت ۴ ماه از حدود یک تا پنج متر) و میزان استحصال آب کاهش داشته و به همین مناسبت در راستای ترمیم آبدهی چاههای بهره برداری نیروگاه، طرح تغذیه ی مصنوعی در شمال و شمال غرب شبکه چاهها و در حاشیه شمالی رودخانه قره چای انجام شده است (شکل شماره ۱).

در طرح تغذیه ی مصنوعی سیلابهای بهاره موجود در رودخانه قره چای به وسیله کانال به استخرهای رسوبگیر هدایت و پس از رسوبگیری، آب به استخرهای دارای چاههای تغذیه وارد می گردد تا از طریق چاهها به آبخوان نفوذ کند. تعداد چاههای تغذیه طرح ۲۰ حلقه و عمق اغلب آنها (۱۹ حلقه) ۶۵ متر و یک حلقه آن دارای عمق ۷۳ متر است که در سه استخر با آرایش معین حفر شده اند. لوله ای جدار چاهها با دستگاه جوش کاربیت به صورت حفرات طولی، سوراخدار شده اند (شکل شماره۲). که به لحاظ تئوری درصد مساحت حفره ها نسبت به سطح لوله نامناسب بوده که توام با شکل آنها ایجاد جریان آشفته آب زیرزمینی در مجاورت لوله می کنند.انسداد چاه های نفوذ در تغذیه ی مصنوعی مشکلاتی را ایجاد می نماید روستاس و ادوریس (۲۰۱۱).



شکل شماره ۱- نقشه موقعیت طرح تغذیه ی مصنوعی جنوب نیروگاه همدان در غرب ایران که در آن نیروگاه و چاه های بهره برداری وموقعیت طرح تغذیه ی مصنوعی مشخص شده است.

در کف استخرهای رسوبگیر و تغذیه پس از اولین آبگیری درز و شکافهای متعددی با طول و جهات مختلف وجود آمده که موضوع بررسی این تحقیق بوده است.

زمین شناسی سطحی مکان تحقیق شامل رسوبات تخریبی کواترنر است که قسمت اعظم آن شامل آبرفت حاوی آب زیر زمینی است, همچنین ته نشست های رس و ماسه بادی نیز در سطح زمین بخشهائی از غرب و شمال شرق، شرق و جنوب شرق مکان تحقیق مشاهده شده اند (شکل شماره۲و۳).

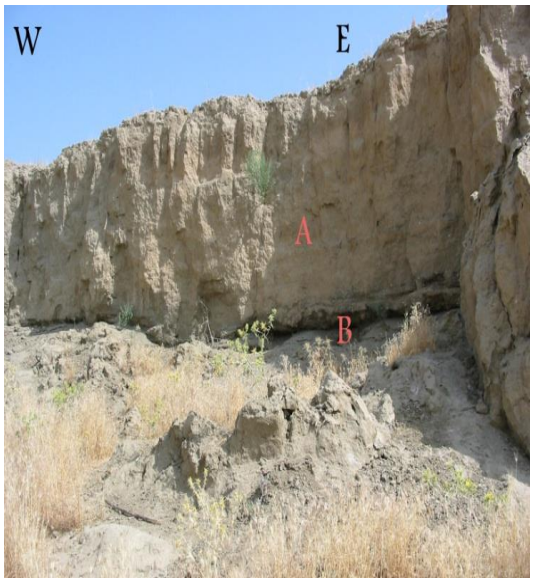
زمین شناسی زیر سطحی محل بر اساس شکل چاه نگاره های زمین شناسی سه حلقه چاه اکتشافی به اعماق ۱۲۰ , ۱۸۰ و ۲۵۰ متر و شش چاه مشاهده ای به اعماق ۵۰ , ۷۰ و یک چاه بهره برداری به عمق ۷۰ متر در راستای شرقی- غربی و شمالی جنوبی ومقایسه آنها با یکدیگر انحام

www.SID.ir

Archive of SID

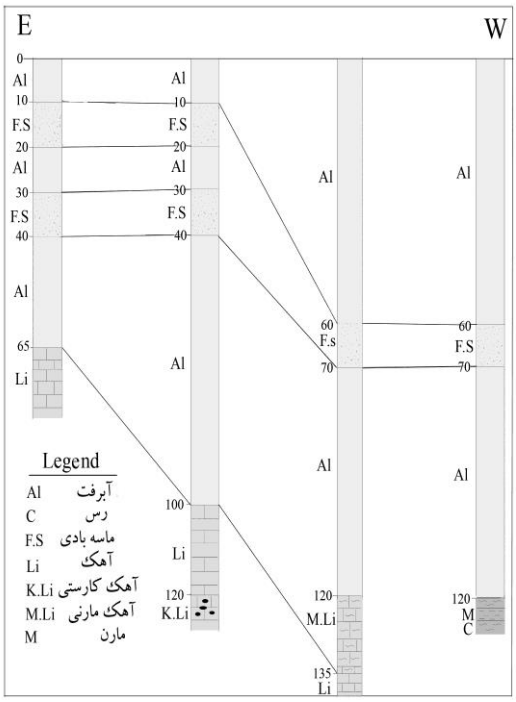
و مشخصات زیر حاصل شده است خورسندی احمد ومنیژه عبدالی(۲۰۰۶). در راستای شرقی- غربی سنگ کف آبخوان در غرب در عمق ۶۵ متری آهک سازند قم است که به سمت مشرق عمق آن تا ۱۰۰ متر افزایش یافته و در عمق ۱۲۰ متری کارستی شده است. در شرق سنگ کف مذکور تبدیل به آهکرسی سازند قم می شود که عمق آن ۱۲۰ متر و

در عمق ۱۳۵ متری آن سنگ آهک خالص وجود دارد که در قسمتهای شرقی تر مارن و رس سازند قرمز بالائی در عمق ۱۲۰ متری به عنوان سنگ کف مشاهده می شود.



شکل شماره۲- نمائی از دیواره رودخانه قره چای در جنوب مکان طرح تغذیه مصنوعی که در آن لایه های رس(A)ولایه های ماسه بادی دارای حفرات مشخص شده اند.

بنابراین از غرب به شرق ضخامت آبخوان حدود ۶۰ متر افزایش را نشان می دهد. همچنین آبخوان کارستی احتمالی از غرب تا قسمتهای میانی وجود دارد که در شرق تبدیل به آهکرسی و سپس مارن و رس می شود (شکل شماره۳). از شمال تا جنوب , سنگ کف در قسمت میانی سنگ آهک و رس در عمق بیش از ۹۰ متر است. تغییرات جنس مواد پر کننده آبخوان از سطح زمین تا سنگ کف شامل رسوبات تخریبی رس, ماسه, شن و قلوه سنگ به ضخامت های متفاوت است، که حاوی آب زیرزمینی هستند. از مشخصه های مواد پرکننده آبخوان، وجود لایه های ماسه دانه ریز در چاه نگاره های زمین شناسی است که در غرب و مرکز در اعماق کمتر از ۱۰ متر و مابین ۱۰ تا ۲۰ متر و از ۳۰ تا ۴۰ متر مشاهده می شوند و به سمت شرق در عمق مابین ۶۰ تا ۷۰ متر و ۳۰ متری از سطح زمین وجود دارند. مشخصات سنگ نگاری کف آبخوان (سازند قم) به شرح زیر است.



شکل شماره ۳- تطابق چاه نگاره های زمین شناسی چاه های محدوده طرح واطراف آن . اختلاف عمق سنگ کف توسط عملکرد گسل ها ایجاد شده است.

اساس سنگ آهک کربنات کلسیم تبلور حاشیه ای یا حاشیه ای بسیار ریز است که به صورت مختصر دارای سیمان شدگی و تبلور مجدد است. کوارتز به صورت ناخالص تا حدود ۱۰ درصد مشاهده می شود. تخلخل حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد در سنگ وجود داردکه کارستی شدن آن را نشان می دهد .متذکر می گردد که سازند قم و معادل آن در زاگرس سنگ آهک سازند آسماری است که دارای خلل و فرج مناسب بوده و کارستی است.

آهک و مارن سازند قم به صورت میانلایه مشاهده می شود. نتایج آزمایش های زمین فن (ژئوتکنیک) نمونه های خاک اخذ شده درمجاورت فروچاله جهان آباد واقع در ۱۲ کیلومتری شرق نیروگاه شهید مفتح (خارج از محل این تحقیق) گویای استحکام نسبی خاکها از سطح تا سنگ کف است. متذکر می شود که در بازدید صحرائی از چاه بهره برداری در شرق نیروگاه، در نمونه های آب، ماسه بادی به صورت معلق مشاهده شد. همچنین بهره بردار چاههای آب نیروگاه اظهار داشت که در کف مخازن آب جمع شده از چاههای آبکشی نیروگاه به تناسب مقداری

www.SID.ir

Archive of SID

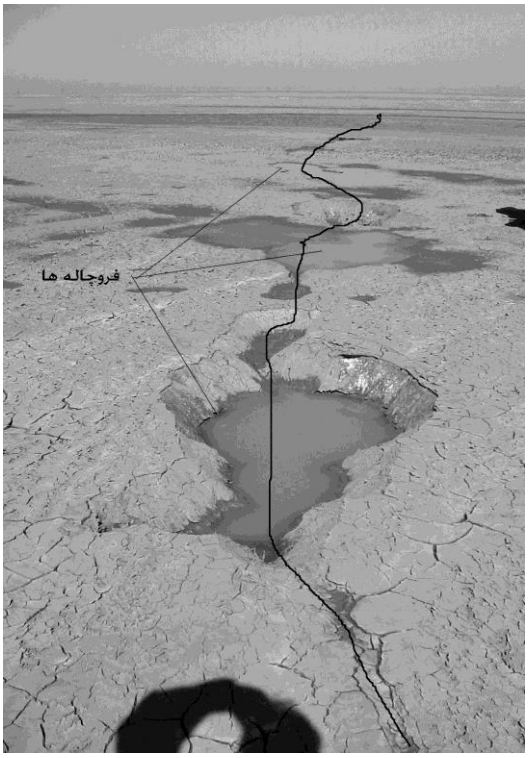
ماسه بادی انباشته می شود که در فاصله های زمانی مناسب تخلیه می شوند. بنابراین جابه جائی مواد آبخوان بعداز فرسایش آنها به وسیله جریان آب زیرزمینی سریع امکان پذیر بوده و گسیختگی لایه های ریز دانه به هنگام تغذیه اتفاق می افتد. این امر ممکن است اطراف لوله سوراخدار و جدار چاه روی دهد.

روش شناسی

مهمترین عامل فرونشست زمین وجابجائی افقی سطح زمین افزایش حفره ای ذرات پرکننده آبخوان است هرمن باویر(۱۹۷۷). معادله ساده توصیف فوق را به شکل زیر ارائه داد.

$$P_i = P_t - P_h \qquad (۱)$$

در معادله P_i فشار حفره ای، P_t فشار کل و P_h فشار ایستابی آب زیرزمینی می باشد. تغییر در هرکدام از پارامترهای معادله باعث عدم تعادل آبخوان بوده و سپس ایجاد فرونشست زمین و شکل گیری ترک ها و درزه ها در سطح زمین می گردد. بنابراین درمحل این تحقیق بهره برداری مفرط آب زیرزمینی عوامل P_h ،P_i را تغییرداده وفرونشست دشت اتفاق افتاده است. در راستای مهار کردن افت سطح آب زیرمینی و فرونشست دشت طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده است که در طول آبگیری استخرهای نفوذ تغییر شرائط هیدرولیکی آب زیرزمینی در مجاورت چاه های تغذیه و در آبخوان، اختلاف کیفی مابین آب تغذیه وآب موجود آبخوان ایجاد پدیده فرونشست زمین در استخرها و در نتیجه تشکیل ترک ها و درزه ها حادث شده است (شکل شماره ۴). بنابراین ،روش تحقیق بر مبنای مشکل بوجود آمده در استخرهای تغذیه طرح انتخاب شده است. در کف استخرهای مذکور پس از اولین آبگیری درز و شکافهای متعددی ایجاد شده و پس از ادامه آبگیری زمین استخرها در مجاورت چاههای تغذیه به میزان حداقل ۳۰ سانتی متر تا حداکثر ۶/۵ متر فرونشست داشته است. فرونشست زمین عموما به صورت پراکنده بوده ومنجر به ایجاد پدیده های خطی و یا فروچاله های نسبتا کوچک در امتداد خطواره ها شده است. به همین مناسبت خصوصیات هندسی درز، شکاف و فروچاله ها شامل طول جهت، عمق و عرض دهانه آنها اندازه گیری شد. سپس از آب استخرها و آب چاههای بهره برداری نیروگاه نمونه برداری و تجزیه شیمیائی شده و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه گردیده اند. همچنین نتایج تجزیه شیمیائی آب چاه های بهره برداری نیروگاه قبل و پس از تغذیه ی مصنوعی در دسترس بوده و استفاده شده است.



شکل شماره ٤- فروچاله های کوچک که در امتداد فرونشینی زمین و در اثر نیروی کشش ایجاد شده اند.

مشخصات ساختمانی درز و شکافها

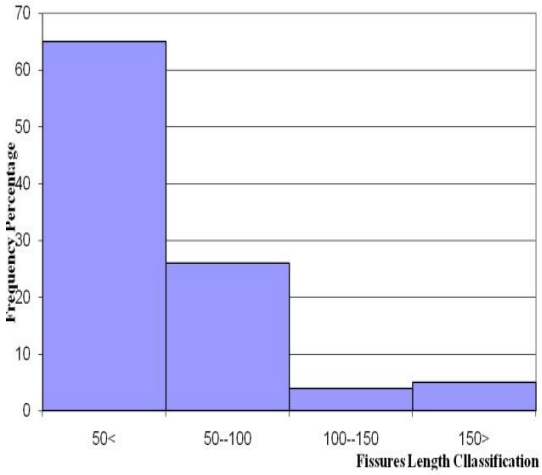
درز و شکافهای بوجود آمده در استخرهای تغذیه ۴۶ عدد بوده که در سه استخر توزیع شده اند(شکل شماره۴). خصوصیات ساختمانی اندازه گیری شده درزه ها و شکافها در نمودارهای آن در شکل شماره۵ ارائه شده اند.

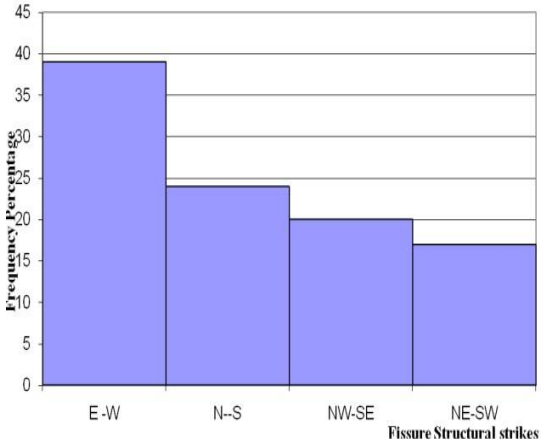
عرض دهانه از حداقل ۰/۱ تا حداکثر ۰/۷ و عمق درزه و شکافها نیز از حداقل ۰/۱ تا حداکثر ۰/۳۵ متر متغیر است. وجود درزه ها و شکافها در کف استخرهای تغذیه می تواند گویا ی وجود حفرات و فضاهای خالی در زیر زمین باشد که فرو نشست زمین استخرها به مقادیر متفاوت را ایجاد نموده است.

در سمت چپ شکل دسته بندی طول درزه ها نشان داده شده است که بیشترین درزه ها کمتراز ۵۰ متر و کمترین آنها بیش از ۱۵۰ متر طول دارند.

www.SID.ir

Archive of SID





شکل شماره ۵- فراوانی جهت ساختمانی درزه های اندازه گیری شده در کف استخرهای تغذیه (راست) که بیشترین درزه ها دارای جهت شرقی _ غربی و کمترین دارای جهت شمال شرق –جنوب غرب می باشند.

مقایسه نتایج تجزیه شیمیائی نمونه آبها

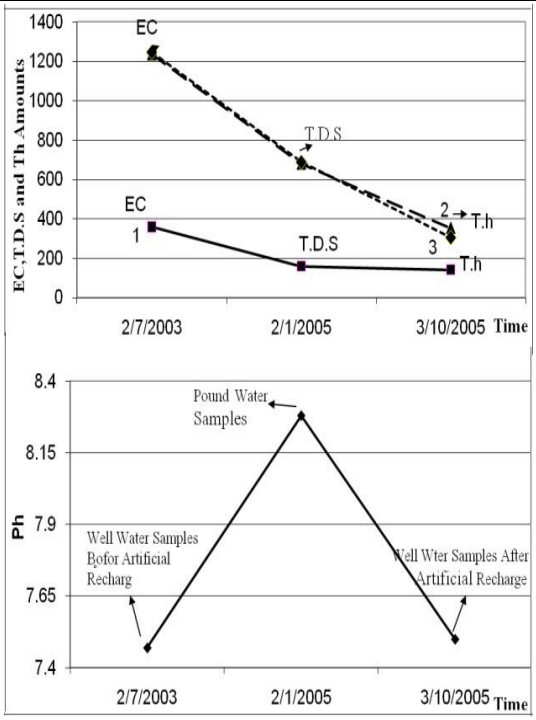
هرمن باویر(۲۰۰۲) اظهار داشته است که مقایسه ژئوشیمیائی بین آب تغذیه و آب آبخوان باید در نظر گرفته شود. در راستای تشخیص کنش و واکنش بین این دو آب از آب استخرها و آب چاه های بهره برداری نیروگاه همزمان نمونه گیری و تجزیه شیمیائی انجام شد. به این ترتیب از ۲۰ حلقه چاه بهره برداری قبل و پس از شروع عملیات تغذیه ،تجزیه شیمیائی به عمل آمد و سپس از آب استخرهای تغذیه نیز نمونه اخذ و تجزیه شیمیائی آنها انجام گرفت.

جهت مقایسه،عامل های اسیدیته ، هدایت الکتریکی, باقیمانده خشک و سختی کل نمونه های آب و متوسط آنها در ۲۰ حلقه چاه محاسبه و سپس متوسط حسابی نمونه ها قبل از تغذیه، بعد از تغذیه و با آب ورودی به استخرها مقایسه گردید و در شکلهای شماره ۷ ارائه شده اند. همان طور که ملاحظه می شود، مقادیر هدایت الکتریکی، باقیمانده خشک و سختی کل آب استخرهای تغذیه بسیار کمتر از مقادیر عامل های مذکور در نمونه آب چاهها هستند. برای مثال هدایت الکتریکی نمونه آب چاهها ۳ برابر، باقیمانده خشک حدود ۴ برابر و سختی کل آنها حدود ۲ برابر مقادیر نظیر در آب استخرها هستند. اما در نمونه های آب چاهها قبل و بعد از تغذیه مقدار سختی کل کاهش نشان می دهد. (شکل شماره ۶، منحنی ۲ و ۳ در قسمت انتها تفاوت را نشان می دهد) همچنین عامل اسیدیته آب استخرها با نمونه آب چاهها متفاوت بوده و میزان آن تقریبا یک واحد بیشتر مشاهده می شود.

نتایج حاصل از مقایسه گویای تفاوت کیفیت آب تغذیه و آب زیرزمینی موجود آبخوان است. به عبارت دیگر آب تغذیه کاملا شیرین و املاح کمتری نسبت به آب زیر زمینی آبخوان دارد و این موضوع گویای تفاوت کیفیت آب آبخوان با کیفیت آب تغذیه است که ایجاد عکس العمل مابین آب تغذیه و رسوب ریزدانه پایدار در محیط با آب دارای املاح بیشتر می نماید. (هاسمن ۱۹۸۲). که مهمترین تاثیر نورم رسوبات ریز دانه و کاهش نیروی واندروال تا حد ناپایداری است. مهمترین واکنش منظور نظر جابجائی کلسیم آب تغذیه با سدیم آب آبخوان است که بیشترین ناپایداری را ایجاد می کند. در نتایج تجزیه شیمیائی میزان کلسیم آب تغذیه ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و سدیم آن ناچیز و در آب آبخوان کلسیم ناچیز و سدیم آن ۱۲۰ میلی گرم در لیتر بوده است که موئد نقطه نظر فوق است. همچنین رسوبات ریزدانه آبخوان قبل از عملیات تغذیه و بعد از آن نیمه خشک و یا نیمه اشباع می باشند. پایداری رسوبات ریزدانه در این حالت منوط به کشش سطحی آب در محل تماس بین ذرات رسوبی است که در اثر آبگیری و اشباع شدن عملیات تغذیه، منافذ موجود آنها از آب پرشده وکشش سطحی ذکر شده ناچیز می شود. سپس خاک ناپایدار شده و جابجائی آن با کمترین نیرو ممکن خواهد بود. در حالت بعدی رسوبات ریزدانه آبخوان کاملا اشباع از آب زیرزمینی در نظر گرفته می شودکه پایداری آنها در رابطه مستقیم با ترکیب شیمیائی آب آبخوان و تغییرات آن است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره ٦- مقایسه مقادیر اسیدیته نمونه آب چاه های نیروگاه قبل(۱۳۸۲) و بعد از تغذیه(۱۳۸٤) و آب استخرهای تغذیه (۱۳۸٤)(چپ) و مقایسه هدایت الکتریکی، باقیمانده خشک و سختی کل نمونه های آب چاه های نیروگاه قبل از تغذیه(۳)وبعد از تغذیه (۲) و آب استخرهای تغذیه(۱) (راست).

بنابراین در اثر ورود آب تغذیه با کیفیت متفاوت به آبخوان و تبادلات کاتیونی و آنیونی آن با آب زیرزمینی، تغییر ترکیب شیمیائی آب آبخوان قابل پیش بینی است (جابجائی سدیم آب آبخوان با کلسیم آب تغذیه) که متعاقب آن ناپایداری رسوبات دانه ریز آبخوان محتمل خواهد بود.

امکان حادث شدن حالت های ذکر شده فوق در استخرهای تغذیه طرح و فاصله کف آنها تا سطح اشباع آبخوان وجود دارد که سه گزینه زیر را می توان در نظر داشت. گزینه اول قبل از عملیات تغذیه است که سطح آب زیرزمینی بسیار پائین است (حدود۴۰تا۵۰ متری از سطح زمین) و ماسه بادی در آبخوان خشک است. گزینه دوم را بعداز عملیات تغذیه تا برقراری مخروط جبران ، که ماسه بادی نیمه خشک وگزینه سوم از برقراری مخروط جبران تا انتهای عملیات تغذیه است که در آن ماسه بادی اشباع ار آب می شود. بنابراین کنش وواکنش کیفیت آب آبخوان و آب تغذیه در هرسه حالت فوق متصور بوده و فرض بر این است که حالت سوم بیشترین سهم را در ناپایدار ساختن ته نشست های دانه ریز آبخوان داشته است.

بررسی چاه های تغذیه

در بازدید از محل طرح بیشترین فرونشست زمین در اطراف میله چاه های تغذیه مشاهده شد که بررسی علل و تجزیه و تحلیل آن در راستای اهداف این تحقیق ضروری بود.

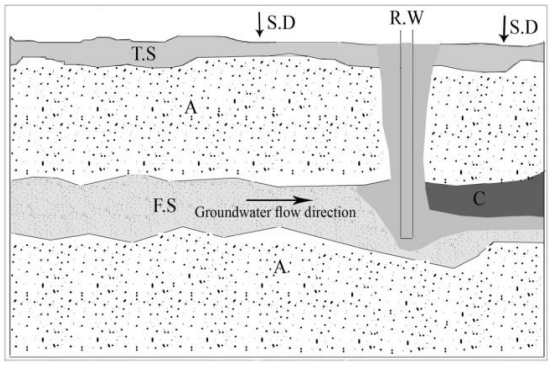
ساختمان چاه های تغذیه در استخرها شامل لوله سوراخداری است که فضاهای خالی آن در سطح لوله، مشابه لوله های سوراخدار چاه های بهره برداری است (ایجاد شیارهای باریک طولی در سطح لوله با دستگاه جوش) و اطراف آن به شعاع ۲ متر شن ریزی انجام شده است (شکل شماره۸). چاه های تغذیه هزینه بر و نیاز به فنون خاص بهره برداری و محافظت از انسداد دارند آرون یادوف و همکاران (۲۰۱۲). در این گونه نمونه ها بازده چاه به علت کاهش سطح ورود آب زیرزمینی و تغییر شرایط جریان آن در محوطه مرزی مابین آبخوان، منطقه شن ریزی شده و فضاهای خالی موجود سطح لوله جدار به شدت کاهش می یابند و علت اصلی آن برخورد جریان آب زیرزمینی به سطح لوله جدار و انحراف آن تا شیارهای باریک موجود در سطح لوله و عبور از آن است که تولید جریان آشفته و غیر خطی در اطراف لوله جدار می کند. این امر در نهایت باعث کاهش حجم آب ورودی به میله چاه بهره برداری و یا بر عکس خروج آن از میله چاه تغذیه و ورود آب به آبخوان خواهد شد. متذکر می شود که کاهش مذکور در چاه بهره برداری با نیروی تلمبه جبران و لکن در چاه تغذیه این امر امکان پذیر نیست.اثر بخشی تغذیه چاه های تزریق به وسیله خصوصیات فیزیکی آبخوان محدود می شود بهارلو و کلکار(2013).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل شماره ۷- ساختمان چاه های تغذیه ووضعیت شن ریزی آنها (G)، شستشوی شن ها پس از آبگیری استخرها و فرونشست زمین سطح اولیه زمین(B) و سطح زمین پس از فرونشست (A) می باشد.

در محل طرح مشاهده شد که پس از آبگیری استخرها آب از اطراف چاه تغذیه و به ویژه از شن ریزی اطراف آن به زمین نفوذ و به تدریج جریان آب شن و ماسه اطراف چاه را شسته و با سرعت بیشتری وارد زمین شده است (شکل شماره ۷و۸) به نحوی که جریان آب در حفرات اطراف میله چاه ها بیشتر به جریان آب سطحی آشفته مشابه بود تا جریان آب زیرزمینی در محیط های متخلخل (در مشاهدات صحرائی صدای جریان آب در زیر زمین و برخورد شن وریگ موجود آن با لوله جدار چاه ها به وضوح قابل شنیدن بود.)



شکل شماره ۸-تصویر تشکیل حفرات در عمق وایجاد فرونشست زمین در اطراف چاه تغذیه

که در شکل S.D گویای فرونشست زمین ، R.W گویای چاه تغذیه ، T.S خاک سطحی ،A آبرفت، F.S ماسه بادی و رسوبات ریز دانه که توسط جریان آب زیرمینی شسته شده اند و C حفرات عمقی که در راستای جریان آب زیرزمینی ایجاد شده اند.

در اطراف میله چاه ها حفرات با ابعاد مختلف در سطح وعمق زمین وجود داشت .علت اصلی بروز چنین پدیده ای عدم کارآئی ساختمان چاه های تغذیه فرض شده است. در چاه های تغذیه آب استخرها باید وارد میله چاه شده وسپس با جریان آرام از سوراخ های لوله جدار چاه گذشته وپس از عبور از محوطه شن ریزی شده به آبخوان می پیوست که در عمل این چنین نبوده که در بالا تشریح شد(شکل شماره ۸). جابه جائی مواد آبخوان پس از فرسایش به جهت افزایش سرعت آب زیرزمینی امکان پذیر بوده و گسیختگی لایه های ریز دانه به هنگام تزریق آب به آبخوان اتفاق می افتد (بهارلو و کلکار۲۰۱۳).

بحث و نتیجه گیری

در دشت همدان بهره برداری بی رویه از آب زیرزمینی و کاهش حجم آب آبخوان، ساختمان زمین شناسی دشت، به ویژه ستون زمین شناسی مواد پر کننده

www.SID.ir

Archive of SID

آبخوان و وجود لایه های ریز دانه ماسه بادی و رس در اعماق مختلف , سنگ کف کربناته و کارستی آن و در نهایت ساختمان زمین شناسی دشت و عبور گسلها از عوامل تاثیرگذار ایجاد فروچاله ها و فرونشست زمین دشت همدان ذکر شده اند(شکل شماره۲) که با عنایت به عوامل معادله شماره ۱ بهره برداری بی رویه آب زیرزمینی و تغییر در فراسنج های معادله سرآغازفرونشست زمین در محوطه این تحقیق نیز بوده که در راستای پیشگیری از آن، طرح تغذیه ی مصنوعی اجرا شده است. نتایج این تحقیق نشان دادندکه عدم رعایت هیدرولیک آب زیرزمینی در چاه های تغذیه، و اختلاف کیفیت آب تغذیه و آب موجود آبخوان افزون بر عوامل معادله شماره یک باعث پدیده فرونشست در استخرهای نفوذشد که قرار بود به وسیله آنها پدیده فرونشست زمین آبخوان در محوطه تحقیق مهار گردد. در بررسی طرح تغذیه ی مصنوعی جنوب نیروگاه همدان و فرونشست زمین استخرهای تغذیه نتایجی حاصل شد که می توان آنها را به سایر دشتهای ایران، که دارای شرایط مشابه باشند تعمیم داد و در طراحی و اجرای طرحهای تغذیه ی مصنوعی در راستای افزایش بازده طرح و کاهش خطرات آن به کار برد (خورسندی و عبدالی ۲۰۰۹). در این تحقیق افزون بر فراسنج های معادله شماره ۱ نقش مهم لایه های ماسه بادی در ساختمان زمین شناسی آبخوان و ناپایداری آنها به وسیله آبکشی چاه ها (اشکال شماره ۲، ۳ و۴) و در طرح تغذیه ی مصنوعی اختلاف ترکیب شیمیائی آب تغذیه وآب زیرزمینی (شکل شماره۷) وجود ماسه بادی و عدم رعایت هیدرولیک جاههای تغذیه (اشکال شماره۳و ۷) مد نظر قرار گرفته که از عوامل شدت گرفتن فرونشست زمین استخرهای تغذیه افزون بر فراسنج های معادله می باشند (شکل شماره۸ و۹).

نتایج

نتایج حاصل از بررسیهای این تحقیق گویای نکات زیر هستند که رعایت و در نظر داشتن آنها در دشت های مشابه منجر به ممانعت از تخلیه رسوبات ریز دانه آبخوان، فرونشست زمین و افزایش بازده طرح های تغذیه ی مصنوعی وکاهش آسیب رسانی آنها خواهد شد..

۱- وجود لایه های ریزدانه در ساختمان زمین شناسی آبخوان دشت همدان در محل طرح، و به ویژه ماسه بادی عامل مهم تغییرات ساختمان زمین حد فاصل سنگ کف تا سطح زمین است که در بهره برداری از آب زیرزمینی و طرحهای تغذیه ی مصنوعی است.

۲- در صورت تعمیم داده های ساختمان زمین شناسی آبخوان محل طرح به کل دشت همدان که باید با طرحهای تحقیقاتی بررسی شود، فرونشست عمومی و تدریجی دشت همدان بر اثر بهره برداری مفرط از آب زیر زمینی و خروج لایه های ریز دانه امکان پذیر است که مشکلات جبران ناپذیری را ایجاد می کنند.

۳- اختلاف خصوصیات کیفی آب تغذیه و آب آبخوان دشت همدان محل طرح می تواند منجر به ناپایداری لایه های ریز دانه و جابجائی آنها به وسیله آب زیرزمینی شده باشد.

۴- عدم رعایت هیدرولیک آب زیر زمینی در طراحی چاه های تغذیه، باعث ایجاد جریان آشفته آب زیرزمینی در اطراف میله چاه و جابجائی لایه های ریزدانه به وسیله جریان آشفته شده است.

منابع

1) Amiri, M. 2003. The Relation Between Ghahavand –Famimini- Kbadarahang Plains Sinkholes with Bedrocks , Proceeding of The Third Iranian Engineering Geology and Environment Conference, 213-226(In Persian).

2) Amiri, M. 2005. The role of CO 2 on inner karst formation in the Hamadan area , Proceeding of The Third Iranian Engineering Geology and Environment Conference, 213-226(In Persian).

3) Arun, Yadav,Abhijit, Sonje,Priyanka Mathur, and D.A., Jain. 2012. A review on artificial groundwater recharge. International journal of pharm and bio science,3 (3), 304-311.

4) Derakhshande, M., Valizade, R., and Fotovat, M. 1996. Report of Kabudarahang and Famenin area subsidence. Iran ministry of Power. (In Persian) .

5) Foose, R.M. 1953. Groundwater behavior in the Hershey,". Valley Pennsylvania .Geol. Soc Ammerica.Bull, 649, 623-645.

6) Haydari, M., Khanlari, GH., and Bidokhti. 2003. A Study on Carbonates rock solution of Hamadan Power Generation. Proceeding of the third Iranian

www.SID.ir

Archive of SID

Engineering Geology and Environment Conference,189-212(In Persian).
7) Bouwer, H. 1977. Land subsidence and cracking due to groundwater depletion. Groundwater,Septamber-October ,Vol.15,No5,358-364.
8) Bouwer, H. 2002. Artificial recharge of groundwater. hydrogeology and engineering, Hydrogeology journal, (2002), 121-142.
9) Huisman, L., and Olsthoon, T.N. 1982. artificial groundwater recharges. Published by pitman advanced publishing program,London. Translated into Persian by Abrahimi , 194-199.
10) Khorsandi, A., and Abdali, M. 2009. Sinkhole formation hazards, Case study: Sinkholes hazard in Hamadan plain and Lar valley of Iran. Proceeding of the 6th Euregeo Congress, Munich, Germany, 359-362.
11) Khorsandi, A., and Abdali, M. 2006. study of Hamadan plain subsidence with different perspective, case study: earth subsidence of artificial plan in south of powerplant. 10th Iranian Geological Society Conference, Tarbiat Modarres University(In Persian).
12) Lewis, RW, Schrefler, B. 1978. Fully coupled consolidation model of subsidence of Venice. Water resources Res, 14(2), 223-230
13) Mathewson, C.C. 1981. Engineering geology, Charles E. Merrill Pub. Co, 410.
14) Pewe, Troy L., 1990. Land subsidence and earth fissure formation caused by groundwater withdrawal in Arizona, A review, 218-233
15) Poland, JF., and Davis, GH. 1969. Land subsidence due to withdrawal of fluids in reviews in engineering geology. vol2.Geol Soc Am, Boulder, 187-269.
16) Rostas, Voudouris. 2011.Artificial recharge via boreholes using treated wastewater:Possibilities and prospects. Water journal .3. 965-975.
17) Saadati, Gh., and Mohamadi, P. 2003. The tectonical condition of Hamedan central plain subsidence trench. Proceeding of the third Iranian Engineering Geology and Environment Conference, 286(Persian).
18) Bhalerao, SA., and.Kelkar, TS. 2013.artificial recharge of groundwater: A novel technique for replenishment of an aquifer with water from land surface. International journal of geology, earth and environmental science .vol 3, 165-183.
19) Waltman, A.C. 1989. Ground subsidence, Blackie, 202.
20) White, W.B., and White, E. 1995. Thresholds for soil transport and the long stability of sinkholes.
21) William, L. 1992. Hydrogeological factor affecting new sinkholes development in the Orland area Florida Groundwater, Vol 30, No

www.SID.ir