ارتباط فرونشست زمین و افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت قره بلاغ استان فارس

دکتر مجتبی یمانی*
اسماعیل نجفی**
محمد حسین عابدینی***

چکیده:

رشد جمعیت و تکنولوژی زراعی، استفاده بیش از گنجایش منابع آب زیر زمینی برخی از نقاط ایران را به دنبال داشته است. پی آمد این پدیده، فرونشست زمین در برخی از مناطق کشور بوده است. از جمله مناطقی که دچار فرونشست شده، دشت قره بلاغ شهرستان فسا در استان فارس می باشد که در این پژوهش به عنوان مطالعه موردی تحت بررسی قرار گرفته است. طی سال‌های اخیر، فرونشست زمین، منجر به ایجاد خساراتی به تاسیسات موجود در سطح این دشت بویژه ایستگاههای پمپاژ شده است. داده‌های هیدروگراف واحد و نیز تغییرات به وجود آمده در حجم ذخیره آبی آبخوان و همچنین شواهد به دست آمده با استناد به این داده‌های آماری که با استفاده از نرم افزار Excel تجزیه و تحلیل شده اند و نیز مشاهدات میدانی نشان می‌دهند که تراز سطح آب زیر زمینی در طی دوره مورد مطالعه به میزان ۲۸/۶۰ متر و سالانه معادل ۲/۳۸ متر افت داشته است و این رقم تا حد قابل اطمینانی با میزان فرو نشسست مشاهده شده همبستگی دارد. به عبارتی سالانه در ازای هر ۲۶۰ سانتیمتر پایین رفتن سطح آب‌های زیر زمینی به طور متوسط ۱۱/۸ سانتیمتر سطح اراضی دشت قره بلاغ دچار فرو نشینی تدریجی می‌شود. بالا ماندن جداره فلزی میله چاههای عمیق، ارتفاع یافتن میله‌های چاههای اکتشافی بعضاً بیش از ۱/۵ متر در طی ۱۱ سال اخیر و نیز شکافهای عمودی و افقی در دیوار ساختمان‌ها به طور مستقیم نشان دهنده میزان فرونشینی سطح این دشت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *فرونشست زمین، آبهای زیرزمینی، دشت قره بلاغ، استان فارس، فسا.*

* دانشیار دانشکده جغرافیا ، دانشگاه تهران
** کار شناسی ارشد ژئومورفولوژی ، دانشگاه تهران
*** دانشجوی کار شناسی ارشد اقلیم شناسی ، دانشگاه تهران

مقدمه

فرونشست زمین یا سوبسیدانس [1] یکی از مخاطرات محیطی است که در اثر فعالیت های انسانی همچون، تخلیه دراز مدت آب، نفت وگاز از مخازن زیرزمینی و یا استخراج معادن زیرزمینی می تواند تشدید شود(آل خمیص ودیگران،۱۳۸۵). به طور خلاصه فرو نشست زمین، پدیده ای است که در اثر این صنایع استخراجی ایجاد می شود(وانگ،۲۰۰۸)[2]. در یک تقسیم بندی، منابع طبیعی به سه دسته تقسیم شده اند شامل: ۱) منابع پایدار (مانند انرژی خورشیدی و...)، ۲) منابع با توان تجدید پذیری (مانند جنگلها، مراتع و منابع آبی و...) ،۳) منابع غیر قابل تجدید (مانند سوختهای فسیلی و کانیها و...) (مخدوم،۱۳۸۵). با در نظر گرفتن این تقسیم بندی، منابعی عمدتاً در حال استفاده هستند که یا غیر قابل تجدید هستند و یا اینکه توان تجدید پذیری آنها منوط به استفاده صحیح وکنترل شده از این منابع است. منابع آب و زمین از جمله منابع

1 Subsidence
2 G.Y.wang.at all

Archive of SID

تجدید پذیری هستند که اگر به درستی و با شناخت توان هر محیط از آنها استفاده شود می‌توان به بقاء آنها امیدوار بود. استفاده از منابع آب و زمین از دو دیدگاه اهمیت پیدا می‌کند: یکی مدیریت اداره و یا نحوه بهره برداری از این منابع و دیگری، زمینه و نوع استفاده از این منابع است. ناگفته نماند این دو دیدگاه بر هم تاثیر گذار بوده و به نوعی به یکدیگر وابسته اند. در این میان و به عنوان نمونه، بهره برداری از آب زیر زمینی دشتهایی که سال هاست از طرف وزارت نیرو ممنوعه اعلام گردیده همچنان به طور گسترده و فزاینده و به شکل غرقابی زیر کشت محصولات پرمصرفی مانند ذرت قرار می‌گیرد. بهره برداری بیش از ظرفیت منابع آبهای زیرزمینی منجر به پایین رفتن سطح آنها از یک طرف و از طرف دیگر منجر به ایجاد فرونشست زمین در بعضی مناطق ایران شده است. دشت قره بلاغ در استان فارس نیز یکی از نمونه‌های متعدد آن است. مسئله پژوهش آن است که طی سه دهه اخیر سطح این دشت به تدریج در حال فرونشینی بوده است. این فرو نشینی منجر به تخریب تدریجی بعضی از ساختمانها و بالا آمدن میله جداره فلزی چاههای و نیز پیچیدگی و مسدود شدن بعضی از آنها شده است. طی این سه دهه حفاری و برداشت آب‌های زیر زمینی از سوی وزارت نیرو ممنوع اعلام شده است. لیکن به نظر می‌رسد مجوزهای صادر شده در گذشته بیش از گنجایش ذخایر آب زیر زمینی این دشت بوده است.

چنانچه به پیشینه موضوع در سطح بین المللی نیز نگاهی بیفکنیم، فرونشست زمین طبق تعریف انستیتو زمین شناسی ایالت متحده شامل پایین رفتن یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابجایی افقی اندک باشد. حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نبوده و همان گونه که گفته شد، می‌تواند در اثر پدیده‌های طبیعی زمین شناختی مانند انحلال، آب شدگی یخها و تراکم نهشته ها، حرکات آرام پوسته، خروج گدازه از پوسته جامد زمین و یا فعالیتهای انسانی نظیر معدنکاری، برداشت آبهای زیرزمینی و یا نفت و گاز ایجاد شود (سلیمانی شیری،۱۳۸٦).

در تعریفی دیگر فرونشست به عنوان فرورفتگی توپوگرافی سطحی زمین که به صورت مستقیم یا غیر مستقیم در اثر عملکرد انسان بوجودآمده است(الکساندر، ۱۹۹۹)[1]. از نظر یونسکو این پدیده عبارت است از فرورانش یا نشست سطح زمین که به علتهای متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می‌دهد. این نوع حرکت بر اساس حرکت عمودی آن از سایر حرکات توده‌ای تمیز داده می‌شود ودر آن حرکت جانبی یا خیلی کم است یا اصلا وجود ندارد. کوک و دورنکاپ(۱۹۹۰) علل فرو نشست زمین را به صورت جدول ۱ ارائه می‌دهند (نقل از روستایی و همکار،۱۳۸۵).

جدول ۱: طبقه بندی علل نشست زمین از کوک و دورنکاپ (نقل از روستایی و همکار،۱۳۸۵).

طبیعی	انسانی
۱) تغییر شکل تکتونیکی و فعالیت آتشفشانی	۱) فشردگی به علت تحمیل بارهای سنگین (سدها و ساختمانها)
۲) تحمیل بار سنگین (از قبیل دریاچه ها):ایزوستازی	۲) فشردگی به علت زهکشی زمین و اکسیداسیون بیو شیمیایی خاکهای آلی
۳) فشردگی حاصل از ارتعاش در اثنای زلزله در طبقات رسوبی روی هم قرار گرفته	۳) فشردگی به علت ارتعاش رسوبات
٤) خشکی رسوبات دانه ریز	٤) فشردگی به علت دریاچه
۵)اکسیداسیون خاکهای آلی	۵) فشردگی به علت ذوب پرمافراست
٦) حل شدن سنگ آهک و نمکها	٦) برداشت مواد سخت زیرین (زغال سنگ و نمک)
۷) ذوب پرما فراست	۷) برداشت مایعات زیرین(نفت،آب)
۸) فشردگی به علت مرطوب ساختن رسوبات آبرفتی خشک	

مبانی نظری تحقیق و شواهد فرو نشست زمین

رویداد فرونشست به طور معمول در دو محیط و سازوکار مختلف امکان پذیر است. یکی در سنگهای انحلال پذیر (سنگ آهک ، دولومیت ، گچ و نمک) که توسط

1 Alexander

Archive of SID

نهشته‌های تحکیم نیافته مدفون شده اند یا فروچاله‌های کهن پر شده با نهشته‌های تحکیم نیافته که فشار هیدراستاتیکی رو به بالا ی آب زیرزمینی در نگهداری آنها مؤثر است. دیگری در نهشته‌های جوان تحکیم نیافته و رسوبات آواری نیمه تحکیم یافته با تخلخل بالا که در زیر نهشته‌های آبرفتی، دریاچه‌ای و یا نهشته‌های دریایی کم عمق واقع شده اند. به طور معمول چنین محیط هایی شامل آبخوان‌های بسته یا نیمه بسته ماسه‌ای یا شنی (با تراوایی بالا و تراکم پذیری پایین) همراه با میان لایه‌های رسی (با تراوایی قائم کم و تراکم پذیری بالا) می‌باشد (والت من ،۱۹۸۹)[1].

پدیده فرونشست به آهستگی و به تدریج گسترش می‌یابد و لذا خطرات ناشی از آن مانند سیل و زلزله نیست که به یکباره آشکار شود، اما آثار و تبعات مخرب آن به تدریج ظاهر شده و ابعاد مختلفی را در بر می‌گیرد که در قسمت بعد به برخی از آنها اشاره شده است. در حالت کلی پدیده هایی که باعث نشست زمین می گردند شامل: حرکات تکتونیکی،فعالیت های معدنی ،انحلال کانی‌ها ، سنگ‌ها و مواد جامد در اثر حرکات آبهای زیرزمینی یا عوامل دیگر از جمله لایه های فوقانی و انجام خاکریزی و احداث ساختمان های سنگین ، تحکیم لایه های خاک به علت استخراج نفت و گاز و استخراج آب و پائیم رفتن سطح آب زیرزمینی می باشد(براسه گیردل و همکاران، ۱۹۹۳)[2].

همانطورکه ذکر گردید، افزایش روزافزون بهره برداری از آبهای زیرزمینی به ویژه در حوضه‌ها و دشتهایی که با نهشته‌های آبرفتی، دریایی کم عمق یا دریاچه‌ای تحکیم نیافته انباشته شده اند به فرونشست سطح زمین می‌تواند منجر شود. در نتیجه برداشت بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی، سطح آن از حد معمول پایین تر می‌آید.آبی که در بین ذرات لایه‌های خاک قرار دارد دارای فشاری است که به فشار آب بین منفذی

1 Walthman
2 Bracegirdle , et al

موسوم است. این فشار در تعامل با فشار رو به پایین ناشی از وزن لایه‌های رویی خاک منجر به ایجاد یک وضعیت تعادلی در آبخوان می‌گردد. وقتی آب در ظرف آبخوان پایین می‌آید حفره‌های لابه لای خاک که تاکنون از آب پر بوده خالی می‌شود و هوا به جای آب قرار می‌گیرد. در عمل با حذف فشار آب بین منفذی، عاملی جهت تحمل وزن لایه‌های رویی خاک وجود نداشته و لذا لایه‌های خاک به تدریج از بالا به لایه‌های زیرین خود فشار می‌آورند. با خروج تدریجی هوای بین رسوبات، ذره‌ها به هم فشرده تر می‌شوند و در نهایت لایه‌های خاک و رسوب به تدریج نشست می‌کنند. به همین خاطر قدرت نفوذپذیری و تخلخل مفید خود را از دست داده و در آینده حتی اگر آبی هم در سطح زمین موجود باشد امکان نفوذ و ذخیره آن بسیار کاهش یافته و جریانهای سطحی زمین تقویت می‌یابند. از این رو، هر جا که این فضاهای آبی از دست برود برای همیشه از دست رفته و دیگر قابل اصلاح نبوده و پایان عمر آبخوان محسوب خواهد شد. مطالعات گذشته نشان می‌دهد که افت سطح آب زیر زمینی تا حدود ۶۰ متر منجر به شور شدن آبخوان شده یا در جه شوری آن را افزایش داده است (فورستروهمکاران،۱۹۹۰)[1]. علاوه بر این ، افزایش هزینه حفاری و پمپاژ آب و سرانجام هزینه تولید محصولات کشاورزی نتایج غیر مستقیم آن به شمار می‌رود(حسینی،۱۳۸۲).

بسیاری از فعالیت‌های انسان می‌تواند در مواردی، ثبات زیرزمین را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه ساخت بناها و بارگذاری فزاینده در صورت عدم شناخت و عدم رعایت خصوصیات زمین قادر است موجبات نشست ناشی از تراکم و نیز تراکم هیدرولوژیکی را فراهم آورد (گریگوری و والینگ، ۱۹۸۷)[2].نواحی شهری واقع برروی زمینهای کارستی بیشتر با نشست زمین مواجه می‌شوند. این نواحی به طور کلی متأثر از

1 Forster et al
2 Gregory & walling

Archive of SID

چهار نوع مشکل عمده هستند؛ مسائل و مشکلات مربوط به ثبات و پایداری پی سنگ[1]، مشکلات مربوط به پایداری یا فرونشینی زمینهای کارستی که درون یا روی آن پرشده است، مسائل ناشی از فونداسیون در برجهای کارستی مدفون، و بالاخره مسائل و مشکلاتی که به آلودگی آبهای زیرزمینی مربوط می‌شوند (زمردیان،۱۳۷۲). از ابزارهای مهم در تشخیص فرونشست ،نقشه های ژئومورفولوژی می باشند که باید با شناسایی و تعیین موقعیت فرونشست‌ها همراه باشد(کوتی یرز و همکاران،۲۰۰۵)[2].

پژوهش های علمی در مورد فرونشست زمین برای اولین بار در سال ۱۸۲۵ در بلژیک انجام شد(National coal Board,1975).ایالات آریزونا و کالیفرنیا در آمریکا، توکیو و اوساکا در ژاپن، ونیز در ایتالیا، بانکوک در تایلند، جاکارتا در اندونزی، هانوی در ویتنام و مکزیکو در مکزیک از جمله مناطق مهم درجهان می باشند که با پدیده فرونشست مواجه هستند(تری نه و فرد لون،۲۰۰۰)[3].

در مناطق مختلفی از ایران پدیده فرونشست زمین با درجات مختلف در حال بروز می‌باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، حدود ۳۰۰ دشت اصلی کشور با پدیده فرونشست روبرو می‌باشند(بهادران ،۱۳۷۱). مطالعات مربوط به طور خاص در مناطقی صورت گرفته که آثار و شواهد این پدیده بر چهره زمین ظاهر شده و دامنه بحران بسیار اساسی است. از جمله آنها موارد زیر است(گزارش سازمان زمین شناسی،۱۳۸۳).

۱- دشت رفسنجان، مشهد و کرمان که بسیاری از آثار پدیده فرونشست در آن مشخص شده است. برابر آخرین مطالعات انجام شده، دشت مشهد با نرخ بیش از ۲۰ سانتی متر در سال در حال فرونشست می‌باشد. متوسط افت سطح آب در منطقه رفسنجان در فاصله سال های ۱۳۵۰ تا ۱۳۷۱ حدود ۱۲ متر و در سیرجان حدود ۸ متر و در کرمان حدود ۱۵ متر بوده است. سطح زمین در حال حاضر در مناطق کرمان،

1 Bedrock
2 F.Gutierrez-santolalla,et al
3 Trinh, M.T. and Fredlund, D.G.

زرند، رفسنجان و سیرجان نشست می کند و بدیهی است که در آینده با توجه به افت مداوم سطح آ ب، نشست زمین با آهنگ به مراتب سریعتری صورت خواهد گرفت(طباطبائی، ۱۳۸۵).

۲- دشت کبودر آهنگ و فامنین در استان همدان که تاکنون بیش از۲۱ فروچاله در نزدیکی نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی شهید مفتح همدان تشخیص داده شده و احتمال آسیب به تأسیسات زیربنایی این نیروگاه وجود دارد.شایان ذکر است که در این منطقه سطح آب زیرزمینی بین ۳۰ تا ۵۰ متر افت نموده است (امیری،۱۳۸٤).

۳- دشت معین آباد ورامین در استان تهران که در آن شکاف زمین به طول ۲/٤ کیلومتر در منطقه مشاهده شده و در حال گسترش می‌باشد.این روند خطوط انتقال نیرو را تهدید می‌نماید(گزارش سازمان زمین شناسی،۱۳۸۳).

٤- دشت نظرآباد در استان تهران که بعضی از آثارفرونشست به صورت بالا آمدن لوله چاهها از سطح زمین و ماسه دهی چاهها مشاهده گردیده است.

۵- بخش جنوب غربی تهران به میزان حدود ۱/۵ متر در ۹ سال گذشته نشست نموده است که شامل محدوده بزرگراه آزادگان و سه راه آذری به سمت جنوب می‌باشد.متوسط سالیانه افت سطح آبخوان تهران حدود ۳۹ سانتی متر است (پاکروان، ۱۳۸٤).

٦- مطالعات و شواهد موجود نشان می‌دهد که این پدیده در دشتهای دیگر ایران از جمله دشتهای تابعه شهرستانهای اراک، نهاوند، خمین، گلپایگان، نطنز، یزد، ابرکوه، مشهد و فسا در حال شکل گیری است.

۷. دشت مهیار شمالی اصفهان در اثر برداشت از منابع آبهای زیر زیرزمینی دچار افت شدید سطح ایستابی شده و شکاف هایی در سطح زمین ظاهر شده است(بهادران ،۱۳۷۱).

Archive of SID

اثرات فرونشست زمین

بررسی‌های انجام شده بر روی آبخوان هایی که در معرض فر و نشینی قرار گر فته اند اثرات متفاوتی بر جای گذاشته اند که اهم آنها فهرست وار آمده است.

– کاهش برگشت ناپذیر تمام یا بخشی از ظرفیت مخزن آب زیرزمینی در اثر از بین رفتن یا کاهش تخلخل مفید نهشته‌های آبخوان آبرفتی،

– تخریب شبکه‌های آبیاری و زهکشی و خطوط وسیستمهای انتقال آب و وارد نمودن خسارات به چاههای کشاورزی و تأسیسات پمپاژ آب از درون زمین.

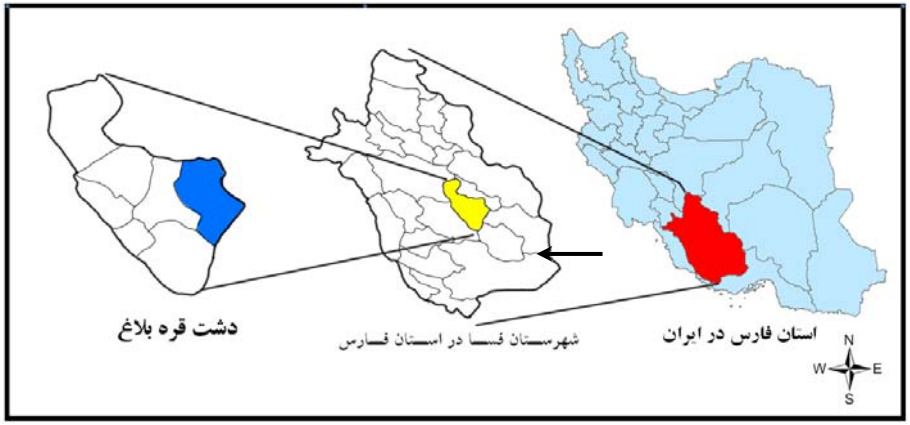
– تخریب بافت خاکهای حاصلخیز کشاورزی با پایین آوردن تخلخل آنها،

– آسیب به مناطق شهری و روستایی شامل شبکه معابر و خطوط ارتباطی و راه آهن. آسیب به خطوط انتقال نیرو و انرژی.

– تغییر شیب زمین و ایجاد مشکلات در شبکه آبرسانی سطحی و نیز تغییر در سرعت و جهت جریان آب زیرزمینی و ایجاد عدم تعادل در بیلان آبی مناطق و همچنین پیشروی دریا در مناطق پست ساحلی.

ویژگی های جغرافیایی و زمین شناسی دشت قره بلاغ فسا

محدوده مطالعاتی قره بلاغ بین طول های جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۵ دقیقه تا درجه ٥٤و ۱۰ دقیقه شرقی و عرضهای ۲۸ درجه ۵ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵ دقیقه شمالی واقع شده است.از کل مساحت ٤٤٨ کیلومتر مربعی آن ۲۲۰/۵ کیلومتر مربع دشت و ۲۲۷/۵ کیلو مترمربع بقیه را ارتفاعات تشکیل می دهد. این منطقه در محدوده جنوب شرقی استان فارس و در۵۰کیلومتری شرق شهر فسا واقع شده است و جز دشتهای حاصلخیز کشور می باشد،متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۹۸ میلی متر و دمای بیشینه و کمینه ثبت شده به ترتیب ٤٤/۵+ و۷– می باشد(شکل شماره ۱).



شکل ۱ : موقعیت محدوده دشت قره بلاغ شهرستان فسا در استان فارس

دشت قره بلاغ بخشی از پهنه چین خورده زاگرس می باشد. ویژگی این پهنه وجود چین های متوالی با روند شمال غرب –جنوب شرق و دشت های کشیده بین این چین‌ها است(طالقانی،۱۳۸۳). ارتفاعات منطقه عموماً از سازندهای آهکی دوران سوم تشکیل شده است. دشت مذکور از نظر زمین شناسی ساختاری شامل ناودیسی با هسته آبرفتی بین دو تاقدیس در شمال و جنوب است. بر اساس مطالعات ژئوفیزیکی، رسوبات دشت قره بلاغ از مواد دانه ریز در مرکز ودانه درشت در حاشیه تشکیل شده است. ضخامت آبرفت از چند متر در حاشیه ارتفاعات تا حدود ۱۲۰ متر در مرکز دشت متغیر می باشد.سنگ کف در حاشیه دشت از جنس سازند های آهکی (تاربور و آسماری جهرم) و در میانه دشت از کنگلومرای بختیاری و گروه فارس می باشد(وزرات نیرو،۱۳۸۳).

سفره آب زیر زمینی دشت قره بلاغ با وسعت ۱۲٤/۸۱ کیلومتر مربع از نوع آزاد و ناهمگن به صورت تقریبا پیوسته ای به وسیله ارتفاعات آهکی جنوب و شمال محدود گردیده است.ضریب ذخیره در حدود ۵ درصد و قابلیت انتقال سفره ٤۵۲ تا ۳۸۳۱ متر مربع در روز تعیین شده است.

Archive of SID

مواد و روشها

این پژوهش با روش تحلیلی- توصیفی انجام شده است. برای این منظور، علل افت سطح آبهای زیر زمینی دشت قره بلاغ از طریق بررسی داده‌های هیدروگراف واحد و نیز تغییرات به وجود آمده در حجم ذخیره ۱۲ساله (مهر۱۳۷۵تا شهریور ۱۳۸۷) که داده‌های این پژوهش را تشکیل داده اند مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌ها در قالب نمودارهای ویژه به عنوان ابزارهای مفهومی پژوهش با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم و تحلیل شده اند. سپس همبستگی نتایج حاصل از مقایسه نموداری داده‌ها با میزان فرونشست سطح دشت بر قرار شده است. در تمامی این مراحل، مشاهدات و اندازه گیری‌های میدانی، مصاحبه با اهالی و ساکنین منطقه دشت قره بلاق انجام پذیرفه و نتایج با یافته‌های میدانی ترکیب و تلفیق و آزمون شده اند. علاوه بر این از نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی و نقشه‌های پیزو متری وزارت نیرو به عنوان ابزارهای اساسی پژوهش برای بررسی سطوح آب زیر زمینی، پراکندگی سطوح پیزو متری و سرانجام موقعیت‌ها و ار تباط آن با داده‌های زمین شناسی و لیتولوژیکی با استفاده از دستگاه GPS مورد بررسی قرار گرفته است.

وضعیت آب زیر زمینی دشت

مقایسه آمار موجود در جدول شماره (۱) نشان می دهد که تخلیه سفره آب زیر زمینی طی ۱۳ سال ۱۳۶۹ الی ۱۳۸۲ از ۱۱۹/٦ به ۱٦٥/۲۳ میلیون متر مکعب افزایش یافته است. بر اساس این آمار تعداد چاههای عمیق و نیمه عمیق از۲۷٤ و۲۱۲ در سال ۱۳٦۹ به۰ ٦۰ و۷٤ حلقه در سال ۱۳۸۲ رسیده و میزان تخلیه منابع مذکور طی دوره فوق به ترتیب از۷۷/٦ و ۳۸ به ۱٥۰/۸۸ و ۱۱/۹٦ میلیون متر مکعب در سال رسیده است (جدول ۲).بر این اساس تعداد چاههای نیمه عمیق از سال ٦۹ تا۷٤ کاهش یافته که خود دلیل بر افت مستمر سطح آب سفره طی دوره فوق می باشد ،که باعث تبدیل

چاههای نیمه عمیق و دستی به چاههای عمیق کشاورزی شده است بطوریکه اکثر چاههای حاشیه دشت در آهک حفاری و کف شکنی شده اند.

جدول ۲:آمارمنابع دشت قره بلاغ (تخلیه به میلیون متر مکعب) (وزارت نیرو،۱۳۸۳).

سال آماربرداری	چاههای عمیق		چاههای نیمه عمیق		چشمه		قنات		کل منابع آب	
	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه
۱۳٤۹	۲	۰/٤	۳٤۰	٦۷/٥	۳	۳/۷	٥	۲/۷	۳٥۰	۷٤/۳
۱۳٦۹	۲۷٤	۷۷/٦	۲۱۲	۳۸	–	–	۷	٤	٤۹۳	۱۱۹/٦
۱۳۷٤	٥٥۲	۱٥۸/٦	٥۱	۹/٦	–	–	٦	٤/۹	٦۰۹	۱۷۳/۱
۱۳۷٦	٥٥۷	۱٦۰/٥	٥٤	۹/٦	–	–	٦	٤/۹٥	٦۳۷	۱۷٥/۱٤
۱۳۸۲	٦۰۰	۱٥۰/۸۸	۷٤	۱۱/۹٦	–	–	٦	۳/۲۷	٦۸۰	۱٦٥/۲۳

هیدروگراف واحد دشت قره بلاغ فسا

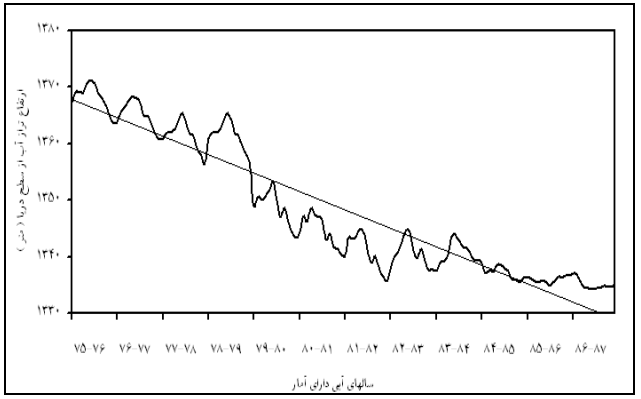
تحلیل هیدرو گراف آبخوان‌ها به طور عمده برای دریافت اطلاعات از کمبود یا میزان اضافه مخازن در دراز مدت قابل استفاده است(هولتینگ،۱۹۸۰)[1].شکل شماره ۲ هیدروگراف واحد دشت قره بلاغ را طی سالهای آبی ۷٦-۷٥ الی ۸۷-۸٦ را نشان می دهد بر اساس نمودار هیدروگراف واحد دشت قره بلاغ، در هر سال آبی دارای روند کاهش و افزایش بوده که روند نزولی آن از بهمن و اسفند ماه هرسال شروع و تا مهرناه ادامه می یابد. علت این امر می تواند مربوط به فصل بهره برداری از چاههای کشاورزی بوده که اسفند شروع ودر شهریور ماه هر سال آبی خاتمه می یابد. ارتفاع تراز سطح آب در مهر ماه سال ۷٥ رقم ۱۳٦۳/٦٤ متر بوده که پس از گذشت ۱۲ سال در شهریور ماه سال ۸۷ به رقم ۱۳۳٥/۳۰ متر رسیده است ،به عبارت دیگر تراز سطح آب در طی

1 Hoelting, B.

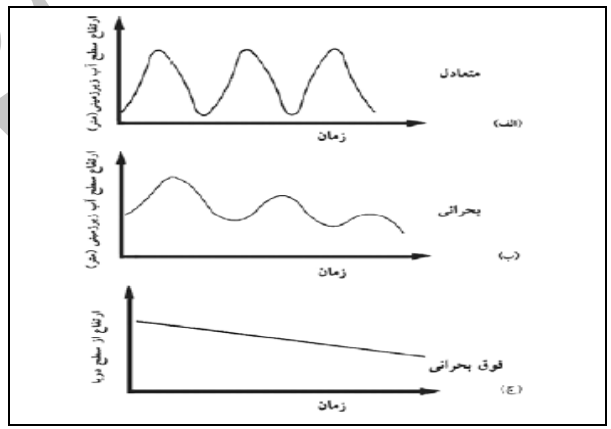
Archive of SID

دوره ۱۲ ساله به میزان ۲۸/۶۰ متر افت داشته که به این ترتیب افت متوسط سالانه ۲/۳۸ متر محاسبه می گردد.

بر اساس تقسیم بندی انجام شده (ولایتی،۱۳۸۵) در مورد وضعیت آبخوان‌ها بر اساس تحلیل هیدرو گراف(شکل شماره۳) دشت‌ها را به متعادل، بحرانی و فوق بحرانی تقسیم بندی نموده اند که با توجه به وضعیت روند هیدروگراف، دشت قره بلاغ جز دشت های بحرانی قرار می گیرد.



شکل ۲: هیدرو گراف واحد آبخوان دشت قره بلاغ(بر اساس آمار وزارت نیرو،۱۳۸۳).



شکل ۳: انواع هیدروگراف آبخوانها بر اساس روند افت (ولایتی،۱۳۸۵).

تغیرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت قره بلاغ:

تغییرات به وجود آمده در حجم ذخیره آبی آبخوان از طریق رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\pm V = H \times S \times A$$ (فرمول شماره ۱)

V= تغیرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی بر حسب میلیون متر مکعب

H= تغیرات ارتفاع تراز سطح آبخوان بر حسب متر

A= مساحت سفره بر حسب کیلومتر مربع

S= ظریب ذخیره سفره

باتوجه به اطلاعات ارائه شده در قسمت مشخصات شت قره بلاغ مساحت آبخوان ۱۲٤/۸۱ کیلومتر مربع و ظریب ذخیره ۵ درصد و افت ۲۸/٦ متر ، تغیرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت قره بلاغ با استفاده از رابطه (۱) به شرح ذیل محاسبه می‌گردد:

$V = -28/6 \times 5\% \times 124/81 - -178/478$ میلیون متر مکعب

با توجه به این۱۲ساله (مهر۷۵ تا شهریور ۸۷) به میزان ۱۷۸/٤۸۷ و به طور سالانه ۱٦/۲۲۵ میلیون متر مکعب کاهش یافته است. با توجه به وضعیت بحرانی افت سطح آب در دشت قره بلاغ از طرف وزارت نیرو در تاریخ ۸۳/۱۰/۳۰ ممنوعیت توسعه بهره برداری از منابع آب زیر زمینی این دشت به تصویب رسیده و اعلام گردیده است.

شواهد فرونشست زمین

بر اساس مشاهدات میدانی به عمل آمده از دشت قره بلاغ در حال حاضر این دشت به طور متوسط به میزان حدود ۱/۳ متر در طول ده سال اخیر نشست نموده است و به نظر می‌رسد این فرایند همچنان ادامه دارد. پاره‌ای از شواهد موجود عبارتند از:

Archive of SID

۱- لوله جداره چاههای آب کشاورزی در بسیاری از نقاط دشت مورد مطالعه و موقعیت نصب آنها در زمان احداث نسبت سطح زمین بعضاً تا بیش از ۱/۵ ارتفاع یافته اند. (شکلهای٤ و ٥).

۲- بریدگی و پیچ خوردگی لوله جداره درون چاههای عمیق موجود در منطقه که ناشی از جابجایی رسوبات پیرامون آن در نتیجه فرونشست مواد آبرفتی موجود در اعماق مختلف آبخوان می باشد.

۳- بر اساس گزارش کشاورزان منطقه به سازمان‌های مرتبط و مصاحبه انجام شده از ایشان ، میزان شیب اراضی و جهات شیب بطور محلی در سالهای اخیر تغییر نموده است. این تغییرات شیب در بسیاری از موارد منجر به تغییر مسیر کانال‌های آبیاری یا متوقف شدن جر یان آب در آنها شده است.

۴- نفوذ پذیری اراضی کاهش یافته همچنین میزان دبی چاههای نیمه عمیق کاهش یافته است به گونه‌ای پماژ آب در بعضی موارد به صورت مقطع انجام می‌گیرد.این در حالی است سطح ایستابی چاههای مذکور تغییر چندانی نداشته است اما به نظر می‌رسد کاهش تخلل و پر شدن مجاری بین رسوبات در اثر فرونشست و پر شدن فضاهای خالی رسوبات، تخلیه آب را به درون مخزن چاه با کندی مواجه ساخته است.

شکل:۴ ار تفاع یافتن میله فلزی چاه اکتشافی به اندازه ۱/۳۵ سانتیمتر در طی ۱۲ سال اخیر

شکل۵: فرونشست زمین در اطراف میله چاه عمیق در دشت قره بلاغ طی ۱۰ سال به اندازه ۱/۵۰ سانتیمتر بوده است. به دلیل بریدگی لوله آبرسانی متصل به پمپ از ارتفاع آن حدود ۴۰ سانتیمتر بریده شده و کوتاه شده است.

نتیجه گیری

بر اساس مطالعه انجام گرفته و با توجه به بررسی روند افت آبخوان دشت قره بلاغ فسا، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل هیدروگراف واحد دشت و تغییرات به وجود آمده در حجم ذخیره آبی آبخوان و شواهد ذکر شده نشان می‌دهد که تراز سطح آب زیر زمینی دشت در طی دوره ۱۱ ساله (مهر۱۳۷۵ تا شهریور ۱۳۸۷)، به میزان ۲۸/٦۰ متر کاهش داشته است. چنانچه این رقم را سالانه محاسبه کنیم، پایین رفتن سطح آب زیر زمینی بطور متوسط، بالغ بر ۲/٦۰ متر در سال خواهد بود. اندازه گیری‌های انجام شده از روی شواهد فرونشینی که مهمترین آنها ارتفاع یافتن میله‌های چاه‌های عمیق می‌باشد به طور متوسط رقم ۱/۳۰ متر در سال را نشان می‌دهد. با توجه به این مسئله و با توزیع آن در طول ۱۱ سال، روند تدریجی فرو نشست دشت همگام با افت سطح آب‌های زیر زمینی، برابر ۱۱/۸ سانتیمتر در سال به دست می‌آید. به عبارتی سالانه در ازای هر ۲٦۰ سانتیمتر پایین رفتن سطح آب‌های زیر زمینی به طور متوسط ۱۱/۸

Archive of SID

سانتیمتر سطح اراضی دشت قره بلاغ دچار فر ونشینی تدریجی می‌شود. با توجه به داده‌های مذکور به نظر می‌رسد این دشت در شرایط بحرانی است. بدیهی است فرونشینی دشت برابر است با کاهش فضای تخلخل و منافذ بین رسوبات و در نتیجه نه تنها نفوذ پذیری کاهش پیدا می‌کند بلکه جریان سفره‌های زیر زمینی را به همان نسبت دچار کندی می‌نماید. یاد آوری این نکته نیز ضروری است که انسداد فضاهای تخلل قابل باز گشت نبوده و امکان باز سازی آن‌ها نیز به هیچ وجه وجود ندارد. شاید تنها راه تثبیت وضع موجود، اجرای راهکارهایی علمی و عملی برای تغذیه آبخوان دشت و کنترل و ساماندهی برداشت آبهای زیر زمینی باشد.

تشکر و قدر دانی:

بدینوسیله از کارشناسان دفتر مطالعات پایه منابع شرکت سهامی آب منطقه ای استان فارس و مدیریت اداره امور منابع آب شهرستان فسا جهت ارائه اطلاعات و آمار مورد نیاز پژوهش قدردانی می نماید.

منابع

۱. آل خمیص،رضا و دیگران(۱۳۸۵)، بررسی تاثیر نشست حاصل از تخلیه آب زیرزمینی بر تخریب لوله جداره، مجله آب و فاضلاب،شماره۶۰.

۲. امیری، منوچهر(۱۳۸٤). ارتباط بین فرو چاله دشت فامنین ـ کبودر آهنگ – قهاوند با سنگ کف منطقه ، مجله علوم زمین.

۳. بهادران.بهزاد،۱۳۷۱.درز وشکاف های دشت مهیار ،فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال۷،شماره٤۰.

٤. پاکروان.شادنوش،۱۳۸٤.بررسی پدیده فرونشست زمین در اثر آبهای زیر زمینی در منطقه جنوب غرب تهران،پایان نامه کارشناسی ارشد ،دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵. حسینی، سعید(۱۳۸۲). بحران آب در استان خراسان، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان.

٦. روستایی،شهرام.جباری،ایرج،۱۳۸۵،"ژئومورفولوژی مناطق شهری"،انتشارات سمت.

۷. زمردیان، محمد جعفر(۱۳۷۸)؛ کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی، تهران، انتشارات پیام نور.

۸. سازمان زمین شناسی کشور (۱۳۸٤)، گزارش بررسی فرونشست زمین در دشت تهران ـ شهریار.

۹. سازمان زمین شناسی کشور(۱۳۸۳). گزارش فرونشست و پیامدهای نامطلوب آن در جهان و ایران.

۱۰. سلیمانی شیری،مرتضی(۱۳۸٦). فرصت‌ها و محدودیت های ژئومورفولوژیکی در انتخاب محور های توسعه شهری نمونه موردی:داراب، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱. طباطبائی، سید طاها، ۱۳۸۵ ،پیش بینی و پهنه بندی نشست منطقه ای زمین در اثر برداشت آب های زیر زمینی در رفسنجان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۱۲. علایی طالقانی.محمود، ۱۳۸۳،ژئومورفولوژی ایران، انتشارات قومس.

۱۳. مخدوم،مجید(۱۳۸۵). شالوده آمایش سرزمین ، انتشارات دانشگاه تهران.

۱٤. وزارت نیرو، سازمان آب منطقه ای استان فارس (فروردین ماه ۱۳۸۳) ، گزارش ادامه مطالعه محدوده مطالعاتی قره بلاغ (پیشنهاد ممنوعیت).

۱۵. ولایتی،سعد الله،۱۳۸۵،بررسی بحران آب استان خراسان ،مجله مدرس علوم انسانی.

16. Bracegirdle, A., Mair, R., Hand Talor. N., 1993, Sub surface settlement profiles above Tunnels in clay, Geo technique journal.

17. Divid E. Alexander,Rohodes whitmore Fairhrindge.1999,Encyclopedya of Environmental scenice.

18. Gutierrez-santolalla, F., et al, 2005,Subsidence hazard avoidance based on gromorphological mapping in the Ebro River valley mantled evaporate karst terrain (NE Spain),Environ Geol ,48,370,384.

19. Forster, et al , 1990.Grond water in development, The world Bank. Washington D.C.

Archive of SID

20. Wang, G.Y & et al, 2008, Long-term land subsidence and strata compression in Changzhou, china, Engineering Geology, Elsevier.
21. Graw ford, (1978). Guik Lines for siting ruralin Coast(Sarea-s.n.w).
22. Hoelting, B., 1980, Hydrogeology, Ferdinand enke. varlag Stuttgart.
23. National coal Board, 1975, Subsidence Engineering Hand book. National coal Board mining Department London, pp.111.
24. Trinh, M.T., and Fredlund, D.G., 2000. Modeling subsidence due to ground water in the Hannoi city area, Vietnam, j. can., Geo tech, 37,621-637.
25. Walthman, A.C.,1989.Grond subsidence, Blacki, 202p.

Archive of SID