



بررسی فرونشست دشت مهیار جنوبی و تأثیر شکاف‌های ناشی از آن بر زمین‌های کشاورزی

رضا صالحی

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، مشهد

دکتر محمد غفوری

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، مشهد

دکتر غلامرضا لشکری پور

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، مشهد

دکتر مریم دهقانی

دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده عمران و نقشه برداری، تهران

چکیده

پدیده نشست زمین در دهه‌های اخیر معضلات زیادی را برای زمین‌های کشاورزی، مناطق مسکونی، جاده‌ها، کانال‌های آبرسانی، خطوط انتقال نیرو.. در برخی از دشت‌های استان اصفهان بوجود آورده است. یکی از این مناطق دشت مهیار جنوبی می‌باشد. این دشت در چند سال اخیر با پدیده نشست زمین در اثر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی روبرو بوده است. با شناسایی علل موثر در شکل‌گیری این پدیده می‌توان راهکارهای مناسبی را جهت مقابله با آن اتخاذ نمود و از طرفی نگرشی جامع و سیستمی ایجاد می‌نماید که تمامی فرآیندهای طبیعی (هیدرواستاتیکی، ژئوتکنیکی، کلیماتیکی و ...) تأثیر گذار بر این پدیده بررسی و تحلیل گردد. در این مقاله با بررسی مطالعات زمین شناسی و هیدروژئولوژی به رشد روز افزون این پدیده در دشت مهیار جنوبی پرداخته شده است. افت حدود ۴۰ سانتیمتری سطح آب زیرزمینی در سال، زمینه مساعدی را جهت رخداد این پدیده ناگوار را در دشت مهیار جنوبی فراهم آورده است. در ادامه با بررسی شکل و وضعیت پراکندگی شکافها در دشت و تأثیرات ناشی از شکافها بر مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: فرونشست زمین، برداشت آب زیرزمینی، دشت مهیار جنوبی

Investigation Subsidence of the southern Mahyar plain, The effects of cracks on the farms

Reza salehi

Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Sciences, Mashhad

Dr. Mohammad Ghafouri

Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Sciences, Mashhad

Dr. G. R. Lashkaripour

Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Sciences, Mashhad

Dr. Maryam Dehghani

K. N. Toosi University of Technology, Faculty of Geodesy & Geomatics Engineering, Tehran

Abstract: Phenomenon of land subsidence in recent decades caused many problems for agricultural, residential areas, roads, the canal water supply, power transmission lines. in some

plains in isfahan province. One of these regions is the southern Mahyar Plain. This plain in recent years has faced with the phenomenon of land subsidence due to excessive withdrawal of groundwater resources. To identify the effective causes of this phenomenon comprehensive and systematic study such as requires, (hydrostatic, geotechnical, Klymatyky ...) In this paper study the geology and hydrogeology in south Mahyar plain. The results show that about 40 cm drop of ground water level caused this phenomenon in the southern Mahyar plain.

Keywords: Ground subsidence, Ground water withdrawal, mahyar southern plain.

۱ مقدمه

در دهه‌های اخیر رشد روز افزون جمعیت همراه با برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به منظور مصارف مختلف کشاورزی و صنعتی پیامدهای نامطلوب زیادی را بر پیکره محیط زیست وارد ساخته است. یکی از این پیامدهای نامطلوب پدیده فرونشست سطح زمین می باشد. طبق تعریف انستیتو زمین شناسی ایالت متحده، پدیده فرونشست زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابه جایی افقی اندک باشد، حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نمی‌باشد و می‌تواند در اثر پدیده‌های طبیعی زمین شناختی مانند انحلال، آبشدگی یخ‌ها و تراکم نهشته‌ها، حرکات آرام پوسته و خروج گدازه از پوسته جامد زمین و یا فعالیت‌های انسانی نظیر معدن کاری، برداشت آبهای زیرزمینی یا نفت ایجاد شود. بروز این پدیده می‌تواند منجر به تخریب سیستم آبیاری، نابودی خاک‌های حاصلخیز کشاورزی با کاهش تخلخل و تغییر شیب آنها شود (سلمانیپور، ۱۳۸۴). این پدیده در نقاط مختلفی از جهان گزارش گردیده است. از نمونه‌های آن می‌توان به فرونشست زمین بدلیل پمپاژ آب در ۳۵ سال گذشته در شهر بانکوک در تایلند اشاره نمود. حداکثر نشست سالانه ۱۲۰ میلیمتر در اوایل دهه ۱۹۸۰ گزارش گردیده است (Phien et al, 2006). از نمونه‌های دیگر می‌توان به نشست دشت ساحلی تسالونیک (شمال یونان) به میزان ۱۰ سانتیمتر در سال، شهرلس بانوس-کتلمن در کالیفرنیا با مقدار نشست ۸/۸ متر تا سال ۱۹۶۹ اشاره نمود (Larson et al., 2001). شهر ونیز ایتالیا نیز در فاصله سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۳ حدود ۱۵ سانتیمتر فرونشست داشته است (Gambolati et al 1974). در سال‌های اخیر نشست همراه با افت سطح آبهای زیر زمینی در بسیاری از آبخوان‌های کشور نیز گزارش گردیده است. از جمله می‌توان نشست دشت سیستان (رهنماراد و فیروزان، ۱۳۸۱)، دشت کاشمر در استان خراسان رضوی (لشکریپور و همکاران، ۱۳۸۵) و دشت مشهد (لشکریپور و همکاران، ۱۳۸۴) را نام برد.

بنابراین نقطه اصلی تمرکز در تحقیقات فرونشست، بررسی دلایل ایجاد شکاف و کشف مکانیزم آن می‌باشد (Burbey, 2002). دشت مهبیار در جنوب شرق اصفهان، حدفاصل ضلع غربی رشته کوه‌های کلاه قاضی، جنوب ایرانکوه و شرق تاقدیس ده سرخ واقع شده و از گردنه لاشتر شروع و تا شمال شهرضا ادامه دارد. مساحت آن 2677 km^2 که از این مقدار 2209 km^2 دشت و بقیه ارتفاعات می‌باشد و از زیر حوضه‌های رودخانه زاینده به حساب می‌آید. عرصه‌های کشاورزی مهبیار بیش از ۸۲۰۰ هکتار بوده که عمدتاً به زراعت اختصاص دارد. میانگین بارش سالانه دشت حدود 126 mm و از نظر آبهای زیرزمینی وضعیت بحرانی و ممنوعه دارد. به دلیل برداشت بی‌رویه آبهای زیرزمینی این دشت دچار فرونشست و ترک خوردگی شده است. در بعضی از قسمت‌ها این شکاف‌ها به صورت گودال‌های به هم پیوسته می‌باشند. شکاف و ترک خوردگی باعث غیر قابل استفاده شدن و تغییر شیب قسمت عمده‌ای از زمین‌های کشاورزی و تخریب کانال‌های آبرسانی و ترک خوردگی آسفالت جاده اصفهان - شهرضا گردیده است. لذا بررسی علل ایجاد شکاف و فرونشست در دشت مهبیار جنوبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

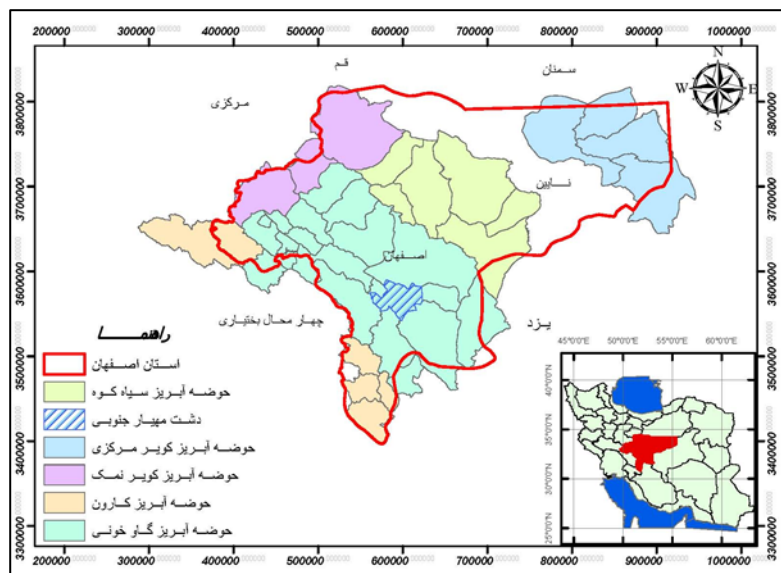
بر پایه اطلاعات کار گروه فرونشست در سازمان یونسکو قدیمی‌ترین فرونشست شناخته شده در ایالت آلابامای ایالت متحده در سال ۱۹۰۰ میلادی به وقوع پیوسته است، در سال ۱۹۷۵ کارگروه فرونشست در پاریس شکل گرفت که اساس کار آن بررسی ارتباط این پدیده با آبهای زیرزمینی بود. از آن تاریخ تا به امروز بررسی‌های

بیشتری در این زمینه در کشورهای دیگر انجام شده که می‌توان به عنوان نمونه بررسی فرونشست و شکاف‌های ایجاد شده در غرب کشور عربستان توسط خالد عباس و همکاران در سال ۱۹۹۹ و بررسی ارتباط بین شکاف‌ها با ساختارهای زمین‌شناسی که در آریزونا در دره لاس وگاس توسط Bell & Price در سال ۲۰۰۰ صورت گرفت، بررسی فرونشست در شرق چین توسط Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۵ اشاره کرد.

در ایران نیز در اثر مصرف بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی پدیده فرونشست در دشت‌های صورت گرفته که می‌توان به فرونشست دشت مهبیار شمالی اشاره نمود. در طول ۱۰ سال گذشته یک رشته شکاف به طول ۱۰ کیلومتر و به عرض ۵ تا ۵۰ سانتی متر بوجود آمده که هر سال حدود ۵ سانتی‌متر بازتر می‌شود (اجل لوئیان و بهادران، ۱۳۷۷) نمونه دیگر نشست زمین در دشت رفسنجان می‌باشد که به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی، سطح زمین حدود ۴۲ سانتی متر نشست کرده (عباس نژاد، ۱۳۷۷)، در دشت کبودر آهنگ و فامنین در استان همدان نیز نشست و تشکیل فروچاله‌ها در اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی گزارش شده است (فاطمی عقدا و همکاران ۱۳۸۰).

۲ موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی دشت مهبیار جنوبی

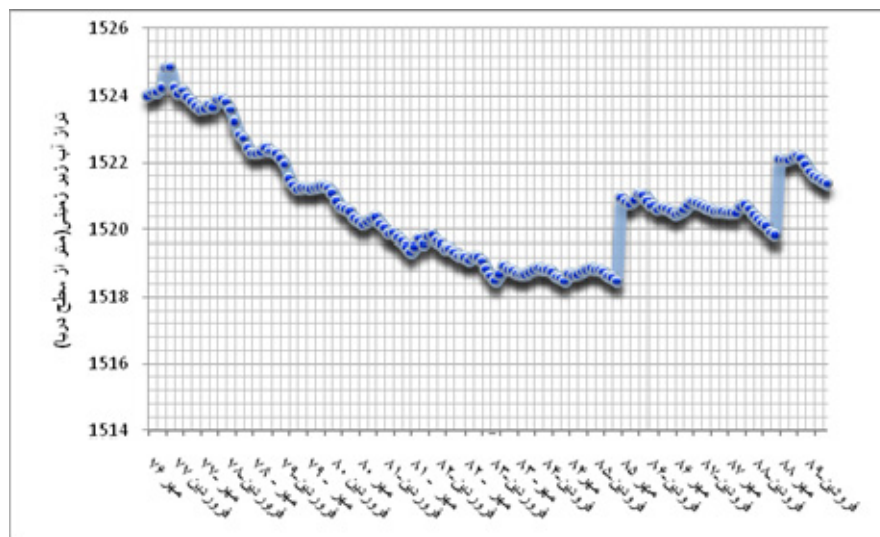
دشت مهبیار شمالی و جنوبی واقع در بین طول‌های جغرافیایی ۳۹° و ۵۱° تا ۰۷' و ۵۲° شرقی و عرض شمالی ۲۵' و ۳۲° تا ۰۲' و ۳۲° از گردنه لاشتر تا شمال شهرضا ادامه دارد. این دشت در ۵۰ کیلومتری جنوب اصفهان واقع شده و از زیر حوضه‌های آبریز گاو خونی به حساب می‌آید. (شکل ۱)، دشت مهبیار جنوبی حدود ۸۵۰ کیلومتر مربع وسعت دارد که مقدار ۴۵۰ کیلومتر مربع آن دشت و بقیه ارتفاعات بوده که اکثراً در حاشیه دشت واقع شده‌اند. این دشت از دهکده مهبیار شروع و تا شمال شهرضا ادامه دارد. تشکیلات زمین‌شناسی موجود در منطقه نسبتاً متنوع بوده که از قدیم به جدید شامل تشکیلات دونین و کربونیفر بوده که در داخل هسته یک طاقدیس کوچک مربوط به پرمین در جنوب شرقی مهبیار جنوبی قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز دشت مهبیار جنوبی

۳ هیدروژئولوژی دشت مهیار جنوبی

آبخوان محدوده مطالعاتی دشت مهیار جنوبی براساس داده‌های سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای از نوع آزاد می‌باشد. طبق اطلاعات بدست آمده در سال آبی ۸۷-۸۸ این دشت فاقد چشمه بوده و دارای دو رشته قنات با تخلیه‌ای سالانه معادل ۰/۲ میلیون متر مکعب و ۴۵۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق با عمق متوسط ۱۱۰ متر و تخلیه معادل ۵۸/۴ میلیون متر مکعب در سال بوده است، شکل ۲ مقدار افت سطح آب زیرزمینی بر اساس هیدروگراف واحد طی یک دوره ده ساله را نشان می‌دهد، علیرغم نوسانات فصلی همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود هیدروگراف واحد دارای روند نزولی است. با توجه به هیدروگراف واحد، متوسط تراز آب در فروردین ۷۶ برابر با ۱۵۲۴.۵ متر بوده که با ۳/۷ متر افت به مقدار ۱۵۲۰/۸ متر در فروردین ۸۶ رسیده است. بنابراین افت متوسط سالیانه تراز آب طی یک دوره ده ساله، ۳۷ سانتیمتر می‌باشد، آبخوان دشت دارای حداقل آبدهی ۰/۵ لیتر در ثانیه و حداکثر ۲۰ لیتر در ثانیه می‌باشد (امور مطالعات منابع آب استان اصفهان، ۱۳۷۲). دشت مهیار از ضخامت آبرفت خوبی برخوردار می‌باشد، ضخامت آبرفت حدود ۲۰۰ متر در مرکز دشت بوده که شامل آبخوان با ارزشی می‌باشد که به راحتی می‌تواند چند میلیارد متر مکعب آب را در خود جای دهد. متأسفانه با توجه به شرایط مورفوکلیماتیک، خشکی فزاینده محیط، برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی و استفاده غیر اقتصادی از آبهای کشاورزی، حجم ذخایر آبهای زیرزمینی به حداقل ممکن رسیده و کیفیت و ویژگی‌های هیدروشیمیائی آن تنزل یافته و شور شده است. تفاوت میزان اضافه برداشت در دشت مهیار شمالی و جنوبی بصورت غیر مجاز ۴۰/۹ میلیون مترمکعب بوده که این مقدار حدود چهار برابر میزان بهره برداری مجاز است. پدیده برداشت غیر مجاز که در دشت مهیار جنوبی خود نمایی می‌نماید در اثر چاه‌های غیر مجاز بوده که در مقایسه با چاه‌های غیر مجاز دشت مهیار شمالی رقمی بیشتر از سه برابر می‌باشد. و همچنین میزان کارکرد موتور پمپ‌ها بیشتر از دو برابر میزان مجاز است (امور مطالعات منابع آب، ۱۳۷۲).



شکل ۲) نمودار هیدروگراف واحد دشت مهیار جنوبی بین سالهای ۷۶-۸۹

۴ پدیده ترک خوردگی

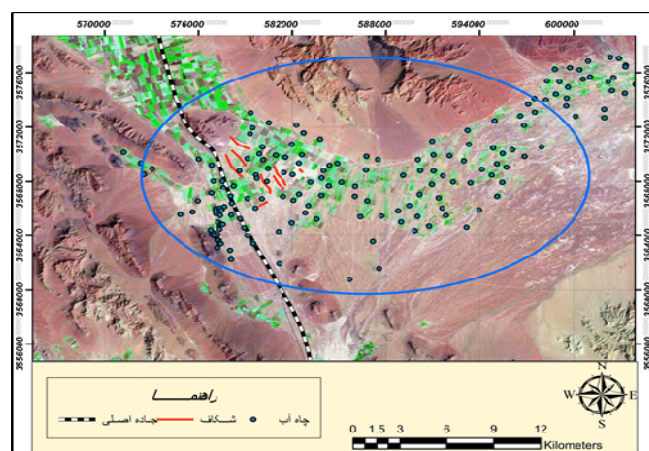
پدیده فرونشست در دشت مهیار جنوبی باعث بوجود آمدن شکاف‌هایی در مناطق مختلف دشت از جمله اطراف ارتفاعات افتخاریه، حاشیه ارتفاعات غرب مهیار، جنوب شرقی رشته کوه‌های کلاه قاضی و در دو طرف

تنگه‌ای که معبر جریان آب زیرزمینی از طرف پرزان می‌باشد گردیده است، نمونه ای از شکاف‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است، همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود شکاف‌ها منجر به ترک خوردگی اراضی کشاورزی و بعضاً قطع شدن جاده‌ها، نشست کانالهای آبرسانی و تغییر شیب آنها، ترک خوردگی دیوار باغ‌ها و کج شدگی تیرهای برق شده است .



شکل ۳- ترک خوردگی زمین های کشاورزی در جنوب شرقی رشته کوه های کلاه قاضی

در سال‌های اخیر گسترش محدوده فرونشست و پیشروی شکاف‌های حاصل از آن در زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی باعث غیر قابل استفاده شدن بخش زیادی از زمین‌های کشاورزی واقع در این منطقه شده است. بدین منظور بررسی علل این پدیده در دشت می‌باشد، به همین منظور طی بازدیدهای صحرائی، طول، امتداد و محل شکاف‌ها به کمک موقعیت یاب جهانی (GPS) برداشت و با استفاده از نرم افزار ArcGIS 9.3 بر روی تصویر ماهواره ای ETM دشت پیاده شده است و همینطور با اضافه کردن موقعیت چاه‌های در حال برداشت بر روی نقشه سعی شده رابطه بین محل ترک‌ها با محل تمرکز چاه‌های در حال بهره برداری بررسی گردد که در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود امتداد شکاف‌ها در دو جهت شرقی- غربی و شمال غربی- جنوب شرقی بوده، و امتداد بیشتر این شکاف‌ها و حفرات در حاشیه دشت و در ناحیه حدواسط تشکیلات سخت و آبرفتی که از نظر مورفولوژی تغییر کرده‌اند می‌باشد.



شکل ۴- موقعیت شکاف‌ها و چاه‌های برداشت آب

از طرفی می‌توان گفت امتداد شکاف‌های بزرگ طولی واقع در محدوده مطالعاتی از ساختارهای زمین شناسی مانند گسل‌های موجود در پی سنگ و آنتی کلینال‌ها تبعیت می‌کنند. این شکاف‌ها از نوع کششی بوده و گاه اختلاف سطح در دو طرف آنها نیز مشاهده می‌شود. بررسی شکاف‌های ایجاد شده و وضعیت زمین شناسی و ساختار منطقه نشان می‌دهد که ایجاد شکاف‌ها ناشی از عوامل ژئولوژیک، خشکی فزاینده محیط، پائین رفتن سطح آب زیرزمینی در اثر استفاده بیش از حد می‌باشد.

۵ نتیجه گیری

با توجه به بررسی‌های اجمالی، بازدیدهای صحرائی و تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده، علت فرونشست زمین در دشت مهبیار جنوبی، ناشی از برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی می‌باشد، بخش عمده افت سطح آب زیرزمینی ناشی از چاه‌های کشاورزی عمیق در حال برداشت است، که با توجه به نمودار هیدروگراف واحد دشت قابل درک می‌باشد. همچنین با توجه به امتداد اکثر شکافها در جهت شمال غربی- جنوب شرقی به نظر می‌رسد که شکاف‌ها در زمان تشکیل از امتداد گسل‌ها و آنتی‌کلینال‌های که ادامه ارتفاعات حاشیه دشت می‌باشند پیروی کرده‌اند. البته اظهار نظر قطعی در این رابطه منوط به بررسی‌های دقیق‌تر تحت الارضی، ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی و تعیین دقیق نرخ فرونشست و مشخص کردن محدوده در حال پیشروی فرونشست با استفاده از تداخل سنجی راداری می‌باشد که توسط نگارنده در حال بررسی می‌باشد.

۶ مراجع

- اجل لوئیان، رسول و بهادران، بهزاد (۱۳۷۷)، ارتباط نوسانات آب‌های زیر زمینی با زمین لغزش، نشست و ترک‌های سطحی زمین (بررسی موارد عینی)، فشرده مقالات دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحات ۲۷-۳۵.
- رهنما راد، جعفر و فیروزان، مهرداد (۱۳۸۱)، بررسی تاثیرات پدیده متناوب خشکسالی و فرسایش بر ساختمانها در پهن دشت سیستان، نشریه ژئوتکنیک و مقاومت مصالح، شماره ۸۸، صفحات ۳۹-۳۰.
- سلمانیپور، عباس (۱۳۸۴)، فرونشست و پیامدهای آن در ایران و جهان، مجله گسترش صنعت، شماره ۱۲۴، صفحات ۱۷-۱۴.
- امور مطالعات منابع آب شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان. ۱۳۷۲. بررسی پدیده نشست زمین و ایجاد شکاف در اثر برداشت آب‌های زیرزمینی در دشت‌های مهبیار شمالی و جنوبی صفحات ۴۳-۴۱.
- عباس نژاد، احمد (۱۳۷۷)، بررسی شرایط و مسائل زمین شناسی محیط زیست دشت رفسنجان، فشرده مقالات دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحات ۳۱۰-۳۰۳.
- فاطمی عقدا، سید محمود، نخعی، محمد، بیت الهی، علی و علیاری، علیرضا (۱۳۸۰)، بررسی مکانیزم تشکیل فرو چالهای دشت مرکزی-۶۹۳. همدان، مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحات ۷۰۱.
- لشکری پور، غلامرضا، رستمی بارانی، حمیدرضا، کهندل، اصغر، ترشیزی، حسین (۱۳۸۵) افت سطح آب زیرزمینی و نشست زمین در دشت کاشمر، مجموعه مقالات دهمین همایش علوم زمین، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صفحات ۲۴۲۸-۲۴۳۸.
- لشکری پور، غلامرضا، غفوری، محمد، سوزی، زینب، پیوندی، زکيه (۱۳۸۴). افت سطح آب زیرزمینی و نشست زمین در دشت مشهد، مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحات ۱۲۴-۱۳۲.

- Burbey, T. J., 2002, The influence of faults in basin-fill deposits on land subsidence, Las Vegas Vally, USA,
- Gambolati, G., Gatto, P. and Freeze, R. A. (1974). Mathematical simulation of the subsidence of Venice, 2. Results, *Water Resour. Res.*, 10, 563-577.
- Ireland, R.L., Poland, J.F., and Riley, F.S., (1984). Land subsidence in the San Joaquin Valley, California, as of 1983, US Geological Survey, Professional Paper, 437-I, 93 pp.
- land subsidence in the Los Banos–Kettleman City area, California, using a calibrated numerical simulation model, Vol. 242, pp. 79-102.
- Phien-wej, N., Giao, P. H., Nutalaya, P. (2006). Land subsidence in Bangkok, Thailand, *Engineering Geology*, 82, 187– 201
- Happelli, R. and Marconi, N. (1997). “ Recommendations and prejudices in the realm, of foundation engineering in Italy, *Proc. Intern. Symp.*, Napoli, 3-4 October. Rotterdam: Balkema.
- Johnsom , H. L., (1965). “ Artistic development in autistic children”, *Child Development*, 65 (1) : 13-16.
- Polhill, R. M., (1982). “Crotalaria in Africa and Madagascar”, Rotterdam: Balkema.