

## بحران آبهای زیرزمینی. - نشست پوسته‌ی زمین (Land Subsidence) نجیب نیا کیوان

### مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک بدلیل افزایش جمعیت و توسعه‌ی مصرف آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت، خدمات و شرب؛ برداشت از آبهای زیرزمینی بوسیله چاه‌های عمیق افزایش یافته و باعث کاهش سطح آب زیرزمینی شده است. دلیل این موضوع آن است که میزان تخلیه‌ی این منابع از میزان تغذیه‌ی آن بیشتر شده و به عبارت دیگر تعادل کمی بین منابع و مصارف از بین رفته است. بوجود آمدن این وضعیت را «بحران آب‌های زیرزمینی» می‌نامند.

### نشست پوسته‌ی زمین (Land Subsidence)

نشست منطقه‌ای زمین (Land Subsidence)، پدیده‌ای است که پایین رفتگی سطح زمین را در اثر عوامل مختلف، شامل می‌شود. در تعاریف و کاربردهای معمول برای سطح زمین، این اصطلاح، یک ناحیه نشست کرده به تراز پایین‌تر را شامل می‌شود و می‌تواند شامل یک سازه‌ی نشست کرده به داخل زمین، یا زمین به تنهایی پایین رفته که سازه با آن نشست کرده و یا حتی یک لایه‌ی سطحی جدا شده به داخل یک حفره‌ی زیرزمینی باشد.



شایان ذکر است در صورت بروز این امر ممکن است مؤلفه‌های حرکت افقی نیز ایجاد شود. با توجه به اینکه پوسته‌ی زمین بصورت خیلی زیاد یکنواخت و مستحکم نمی‌باشد بلکه از مصالحی تشکیل شده که در مقابل نیروهای وارده از خود انعطاف نشان داده و تغییر شکل می‌یابد، لذا سرعت رویداد نشست زمین، از فوق‌العاده سریع تا وابسته به زمان و از کسری از ثانیه تا هزاران سال متغیر می‌باشد. با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و رشد صنعتی، پدیده‌ی نشست زمین اهمیت بیشتری یافته است. حرکت‌های سطح زمین ممکن است شامل نواحی مختلف، با ابعادی از چند متر تا هزاران کیلومتر باشند.

در حالت کلی پدیده‌هایی که باعث ایجاد نشست منطقه‌ای می‌گردند، عبارتند از :

الف- حرکات تکتونیکی زمین.

ب - فعالیت‌های معدنی زیرزمینی.

ج - انحلال کانی‌ها، سنگ‌ها و مواد جامد در اثر حرکت آب‌های زیرزمینی یا عوامل دیگر.

د - فشرده شدن لایه‌های خاک تحت تأثیر وزن لایه‌های فوقانی و احداث ساختمان‌های سنگین.

هـ - فشرده شدن لایه‌های خاک بعلت استخراج نفت و گاز.

و - فشرده شدن لایه‌های خاک بعلت استخراج آب و پایین رفتن سطح آب زیرزمینی.



در صورتی که کاهش آب زیرزمینی زیاد، یا لایه‌های خاک قابلیت فشردگی زیاد داشته باشند و یا ضخامت لایه‌ی فشردگی پذیر زیاد باشد، ممکن است نشست‌های قابل توجهی بوجود آید. شایان ذکر است که نشست زمین در نتیجه‌ی کاهش سطح آب، اساساً برگشت ناپذیر است. با توجه به آنچه گفته شده می‌توان خسارت‌های ناشی از رخداد فرونشست و پدیده‌های ناشی از آن را به شرح زیر خلاصه نمود:

- ۱- تغییر ناهمسان در ارتفاع و شیب رودخانه‌ها و آبراهه‌ها.
- ۲- شکست و یا بیرون‌زدگی لوله‌ی جدار چاه‌ها و ایجاد اختلال در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی.
- ۳- پیشروی امواج در مناطق پست ساحلی.
- ۴- کاهش برگشت‌ناپذیر تمام یا بخشی از مخزن آب زیرزمینی در نتیجه از بین رفتن یا کاهش تخلخل.
- ۵- کاهش میزان نفوذ پذیری سطحی و پیرو آن گسترش پهنه‌های بیابانی و سیلابی.
- ۶- ایجاد تخریب در تأسیسات و سازه‌های مختلف.



کاهش ناموزون سطح آب زیرزمینی، متغیر بودن ضخامت لایه‌های فشردگی پذیر و ناهمگنی تراکم این لایه‌ها موجب نشست ناموزون سطح زمین می‌شود و شکاف‌هایی در پوسته‌ی زمین بوجود می‌آورد.

استخراج آب‌های زیرزمینی ممکن است باعث ایجاد ترک‌خوردگی‌های سطحی بخصوص در بالای ناپیوستگی‌های سنگ بستر یا در طول محیط سفره‌ی آب زیرزمینی گردد. خسارت‌های وارده بر سازه‌ها عمدتاً ناشی از نشست‌های نامساوی می‌باشد. نشست‌های نامساوی همچنین ممکن است نتایج خطرناکی را ایجاد نماید.

### **اهمیت موضوع**

فرونشست زمین به دلیل برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های زیرزمینی در تمام دشت‌های کشور وجود دارد ولی در برخی دشت‌ها سرعت آن بسیار بالا و نگران کننده است.

در حالی که میزان فرونشست سالانه‌ی ۴ میلیمتر پوسته‌ی زمین، بحرانی قلمداد می‌شود، در سال ۱۳۸۵ میزان فرونشست در تهران ۱۷ سانتیمتر در سال و در سال ۱۳۸۹ این میزان به ۳۶ سانتیمتر افزایش یافته است. در دشت «معین آباد» ورامین در استان تهران، شکاف زمین به طول ۲/۴ کیلومتر در منطقه مشاهده می‌شود که حتی تا امروز شکافهایی به موازات آن در حال شکل‌گیری است و روند گسترش آن خطوط انتقال نیرو را تهدید می‌نماید.



در جنوب غربی تهران، اندازه گیری‌های سازمان نقشه‌برداری کشور نشستی به میزان حدود ۱/۵ متر را در ۹ سال گذشته در مناطق ۱۸ و ۱۹ تهران نشان می‌دهد.

کاهش سطح آب کشور در ۳۰ سال (از ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۱ میلادی)، ۱۵ متر معادل نیم متر در هر سال بوده است ولی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ میلادی این وضع به مراتب بدتر شده و در ۸۰ دشت کشور میزان کاهش سالانه سطح آب ۲ متر و در نیمی از دشت‌های کشور هم به یک متر در سال رسیده است که این شرایط بسیار نگران کننده است.

### **نمونه‌هایی از نشست منطقه‌ای زمین در مناطق مختلف دنیا**

پدیده‌ی نشست منطقه‌ای و ایجاد شکاف در سطح زمین در بسیاری از کشورها از جمله مکزیک، ایتالیا، ژاپن، تایوان، تایلند، انگلستان، آمریکا، ایران و ... که با اضافه برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی مواجه‌اند، مشاهده شده است. در شهر مکزیکوسیتی، در اثر پمپاژ آب از سفره‌های آب زیرزمینی، نشست زمین چندین دهه ادامه یافته و باعث ایجاد خسارت و مشکلات زیاد در ساختمان‌ها گردید.



در اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی، سرعت نشست سطح زمین در این شهر حدود ۳۰ سانتیمتر در سال بوده که در نتیجه پایین رفتن سطح پیزومتریک حدود ۳ متر در سال، اتفاق می‌افتاد. از سال ۱۹۶۰ در تمام

سطح شهر مکزیکوسیتی، نشست به طور متوسط بیشتر از ۳ متر بوده و در بعضی مناطق، این مقدار به بیشتر از ۸ متر رسیده و بین سالهای ۱۹۸۴ و ۱۹۸۹ میلادی، نشست زمین بیش از ۲ متر بوده است. در صورتی که استخراج آب زیرزمینی با همین سرعت ادامه یابد، نشست سطح زمین با سرعت حدود ۴۰ سانتیمتر در سال ادامه خواهد یافت. طی ۳۰ الی ۳۵ سال اخیر در این شهر، ساختمان‌ها کج شده و کلیساها ترک برداشته‌اند. توکیو یکی از بزرگترین شهرهای دنیا، طی ۴۵ سال اخیر حدود ۳ الی ۴ متر نشست کرده است. در حال حاضر مقدار نشست زمین در قسمتهایی از توکیو حدود ۲۰ سانتیمتر در سال است. اوزاکا یکی دیگر از شهرهای بزرگ ژاپن با همین سرعت نشست می‌نماید.

سطح زمین در بانکوک، بعثت افزایش بهره‌برداری از مخازن زیرزمینی از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۳ میلادی، ۵ تا ۱۵ سانتیمتر در نقاط مختلف نشست کرده است.



قسمت اعظم شهر لندن در فاصله سال‌های ۱۹۳۱ تا ۱۹۶۱ میلادی، در اثر تراکم رسوبات رسی، به علت کاهش سطح پیرومتریک در سفره‌ی گچی زیرین، بین ۶ تا ۱۸ سانتیمتر نشست کرده است. حداکثر

نشست حدود ۵۰ سانتیمتر و متوسط نشست حدود ۲۵ سانتیمتر در ۱۵ سال پیش برای لندن برآورد شده است.

### **نمونه‌هایی از نشست منطقه‌ای زمین در مناطق مختلف ایران**

در ایران نیز نشست منطقه‌ای زمین در مناطق مختلفی، بخصوص در نواحی که از مخازن آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری بیش از اندازه می‌گردد، دیده شده است.

گزارش‌های سازمان زمین‌شناسی کشور حکایت از آن دارد که فرونشست‌های بزرگ «اختیارآباد» در نزدیکی استان کرمان، دشت «کبودر آهنگ» و «فامنین» در استان همدان، دشت «معین آباد» ورامین، دشت «نظرآباد» استان تهران، دشت‌های رفسنجان و مشهد به وضوح مشهود است و در جنوب غرب تهران، اراک، نهاوند، خمین، گلپایگان، نطنز، یزد و ابرکوه نیز در حال شکل‌گیری می‌باشد.



نشست زمین - «کبودر آهنگ» استان همدان

دشت کاشمر در استان خراسان رضوی و دشت رفسنجان در استان کرمان با نرخ حدود ۳۰ سانتیمتر در سال رکورد دار میزان فرونشست در ایران هستند و دشت‌هایی مانند «مهیار» اصفهان، اصفهان، کاشان، تهران، هشتگرد، ورامین، مشهد و قزوین با ۲۵ سانتیمتر فرونشست در سال در رتبه‌های بعدی هستند.

فرونشست زمین در روستای «آبی بیگلوی» اردبیل و دشت‌های «قهاوند» و «کبودرآهنگ» همدان که فاصله‌ی معنی‌داری با نقاط بیابانی کشور دارند ناشی از برداشت بی‌رویه سفره‌های زیرزمینی است. استان‌های ۳ گانه‌ی خراسان با برداشت سالانه‌ی بیش از ۹ میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی از سطح پهنه‌های آبرفتی، یکی از مهم‌ترین بهره‌برداران آب زیرزمینی در سطح کشور می‌باشد. در حال حاضر، شرایط استان خراسان رضوی از نظر منابع آب زیرزمینی و نشست زمین بحرانی بوده و در ۴ دشت بدترین شرایط را شاهد هستیم.





### نشست زمین - «قهاوند» استان همدان

متاسفانه استفاده‌ی غلط از آب زیرزمینی و بهره‌وری پایین آن به ویژه در بخش کشاورزی، سبب وارد آمدن زیان‌های سنگین و جبران ناپذیری گردیده است. هم اکنون بیش از ۹۶ درصد آب شرب شهرهای استان‌های خراسان از طریق منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شوند و این در حالی است که طی ۱۰ سال گذشته به دلیل برداشت بی‌رویه آب، سفره‌های آب زیرزمینی در بعضی از مناطق با کاهش شدید مواجه شده است.

در ۵۰ سال قبل تعداد کل چاه‌های آب کشاورزی استان‌های ۳ گانه‌ی خراسان، حدود ۷۰۰ حلقه چاه بود ولی این رقم در سال ۱۳۸۷ به ۲۴۸۲۰ حلقه رسیده است. در حال حاضر از ۷۶ دشت استان‌های خراسان، ۷۲ دشت در وضعیت بحرانی به سر می‌برند.

در استان خراسان رضوی مجموعاً ۱ میلیارد و ۱۷۰ میلیون متر مکعب کسری مخزن وجود دارد و سالانه ۱ متر سطح منابع آب کل دشت‌های استان خراسان رضوی کاهش می‌یابد. نشست زمین در دشت مشهد نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق کشور از لحاظ امنیتی، اقتصادی و زیارتی، بیشتر از ۲۵ سانتیمتر در سال است.



هیدروگراف دشت مشهد بیانگر کاهش شدید آبخوان‌ها بوده و پیش‌بینی می‌شود در آینده‌ای نه چندان دور (۱۰ تا حداکثر ۴۰ سال آینده) دچار مشکل اساسی و جبران‌ناپذیر از نظر تأمین آب خواهد شد. در حال حاضر متوسط عمق حفاری‌های برداشت آب در دشت مشهد از ۱۶۰ متر به ۲۳۰ متر افزایش یافته است.

در محدوده‌ای از شهر مشهد (خین عرب و امتداد غرب آن تا شهر چناران) فرونشست و چاله‌ها و شکاف‌های زیادی را شاهد هستیم و این پدیده به برخی واحدهای مسکونی هم خسارت وارد کرده و در برخی نقاط ادامه کشاورزی را مختل کرده است.

بیشترین مقدار کاهش سطح آب زیرزمینی، مربوط به منطقه‌ی «توس» واقع در شمال غرب شهر مشهد بوده، به گونه‌ای که در طی سال‌های ۱۳۷۴ لغایت ۱۳۸۴، حدود ۲۲ متر کاهش متوسط سطح آب زیرزمینی برآورد شده است. بر همین اساس میزان کاهش ۱۰ ساله در منطقه‌ی «طُرُق» مشهد معادل ۱۷ متر و در شرق و غرب شهر چناران به ترتیب برابر ۱۷ و ۱۲ متر می‌باشد.



واقعیت بسیار تکان دهنده در دشت مشهد با وجود شبکه‌ی رفتار سنجی آب زیرزمینی که مشتمل بر ۹۸ حلقه چاه مشاهداتی و پیزومتری می‌باشد بیانگر آن است که کاهش سطح آب زیرزمینی در برخی از چاه‌های پیزومتری در دشت مشهد، طی ۴۰ سال اخیر، بیش از ۶۰ متر بوده است.

دشت‌های نیشابور و «مه ولات» هم بحرانی بوده و نشست زمین در آن‌ها رو به گسترش است. در شمال غرب نیشابور و شهرستان «فیروزه» و در اطراف «کال ماروس» شکاف‌هایی به عمق ۴ تا ۵ متر ایجاد شده است.

میزان کسری مخزن آب زیرزمینی دشت نیشابور بسیار بالا گزارش شده است که بیشترین کسری مخزن آب را در بین دشت‌های استان خراسان رضوی دارد.

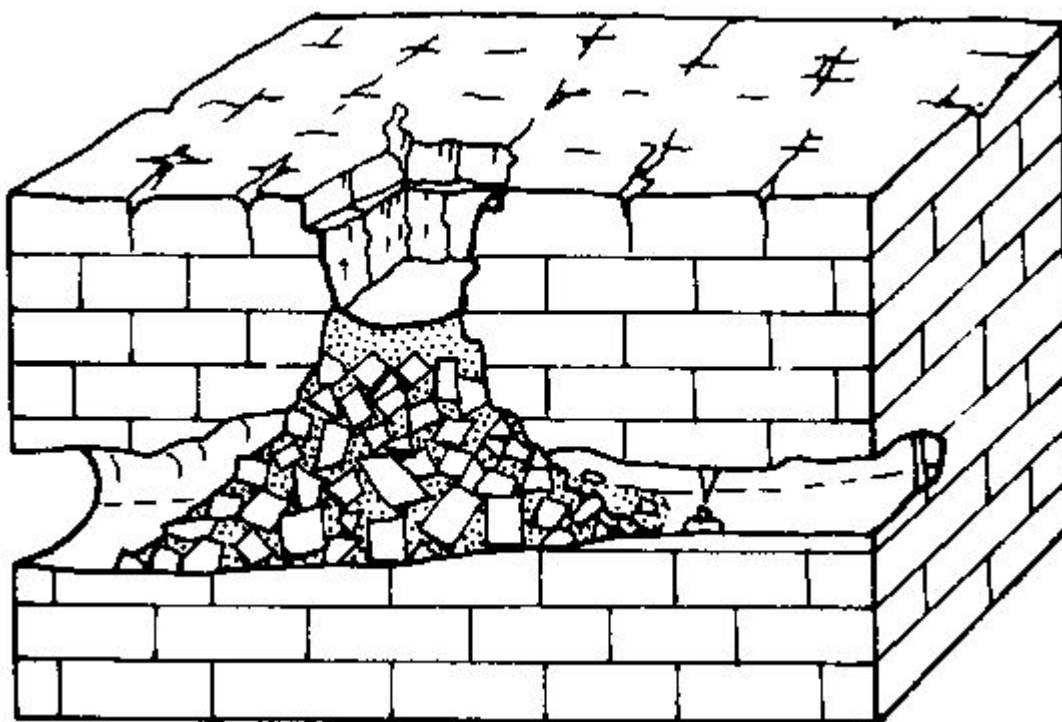
شایان ذکر است دشت نیشابور با ۱۶۱ میلیون متر مکعب، دشت جُوین با ۱۵۵ میلیون متر مکعب، دشت تربت جام با ۱۴۳ میلیون متر مکعب و دشت مشهد با ۸۸ میلیون متر مکعب کسری مخزن مواجه‌اند. نشست زمین در استان کرمان از سال ۱۳۵۶ و با مراجعه کشاورزان و اعلام این موضوع که لوله‌های جدار چاه‌های کشاورزی آنان از سطح زمین خارج می‌شود یا به اصطلاح رشد می‌کند، شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این که اصولاً چاه‌های بهره‌برداری به منظور استحصال بیشتر آب تا سنگ کف و لایه‌ها و طبقات مقاوم حفر می‌شوند، لذا لوله جدار چاه با نشست زمین نمی‌تواند در سنگ کف فرو رفته و نشست نماید که در نتیجه لوله جدار چاه به وضع سابق باقی مانده و صرفاً زمین اطراف چاه نشست می‌کند که به غلط تصور می‌شود لوله چاه از زمین خارج شده است.



متوسط کاهش سطح آب در منطقه‌ی رفسنجان طی سال‌های ۱۳۵۰ لغایت ۱۳۷۱ حدود ۱۲ متر، در منطقه‌ی سیرجان حدود ۸ متر، در منطقه‌ی زرنند حدود ۱۵ متر بوده است. در نواحی مرکزی دشت رفسنجان کاهش سطح آب سالانه بیش از یک متر است. سطح زمین در حال حاضر به طور متوسط در مناطق کرمان، زرنند، رفسنجان و سیرجان با سرعت حدود ۱۰ سانتیمتر در سال نشست می‌کند.

## نحوه ایجاد شکاف در سطح زمین (Earth Fissure) در اثر پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی

در دشت‌هایی که به علت کاهش سطح آب زیرزمینی، سطح زمین نشست می‌نماید، معمولاً در اطراف منطقه‌ی نشست کرده، شکاف‌های طولی در امتداد ارتفاعات محدود کننده‌ی حوضه آبریز بوجود می‌آید که دلیل آن افزایش مقدار نشست از حاشیه به طرف مرکز دشت می‌باشد. اکثر شکاف‌های ظاهر شده، گسیختگی‌های کششی ساده هستند. این شکاف‌ها در مواردی به عرض چند متر و تا عمق ۲۰ متر هستند که در طول بیشتر از یک کیلومتر توسعه یافته‌اند. امتداد بیشتر این شکاف‌ها در دور تا دور حوضه‌ی آبریز، با امتداد سرایشی‌های تندی که در مجاورت ارتفاعات قرار دارند، مطابقت دارد. این سرایشی‌های تند احتمالاً سطوح گسلی مخفی یا مدفون شده‌ای هستند که در حال حاضر بوسیله رسوبات پوشانده شده‌اند.



افزایش نشست از اطراف منطقه‌ی بهره‌برداری به طرف مرکز منطقه ممکن است بعلت بهره‌برداری بیشتر آب‌های زیرزمینی در مرکز منطقه و در نتیجه کاهش بیشتر سطح آب در این منطقه باشد. همچنین احتمال دارد افزایش نشست، به علت وجود لایه‌های ضخیم رس در مرکز منطقه باشد که هر چه به سمت اطراف منطقه‌ی بهره‌برداری پیش می‌رویم از ضخامت لایه‌ی رس کاسته می‌شود.

در مناطقی که سنگ کف زیر لایه‌های تراکم پذیر بالا می‌باشد ممکن است در اثر پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، در سطح زمین شکاف‌هایی به وجود آید. در این مناطق معمولاً ضخامت لایه تراکم پذیر کمتر از مناطق دیگر است، بنابراین مقدار نشست از این مناطق به مناطق اطراف افزایش می‌یابد و این خود باعث ایجاد شکاف در سطح زمین می‌گردد.

در شهر آریزونای آمریکا، شکاف‌های ایجاد شده در زمین باعث ایجاد خسارات شدید در سیستم آبیاری و خطوط راه آهن شده‌اند.

در منطقه کاساگراندی (**Casa Grande**) استخراج آب از سفره‌های زیرزمینی مطلقاً ممنوع شده است و آب توسط کانال بزرگی (**Central Arizona Project**) از رودخانه‌ی کلرادو به منطقه آورده می‌شود. در نواحی مرکزی آریزونا، شکاف‌های زمین و کاهش سطح آب زیرزمینی، باعث نابودی زمین‌های کشاورزی دارای سیستم‌های پیشرفته آبیاری شده است.



در سال ۱۹۶۹ میلادی در جنوب شرقی پیکسلی (**Pixley**) در دره سان واکوین کالیفرنیا، شکاف‌هایی بوجود آمد. این شکاف‌ها در منطقه‌ای که استخراج بیش از اندازه آب زیرزمینی صورت گرفته و از دهه ۱۹۵۰ میلادی نشست منطقه‌ای در آن مشاهده گردیده، بوجود آمده‌اند.

یکی از شکاف‌های گزارش شده دارای طول حدود ۸۰۰ متر، عرض حدود ۲/۴ متر و عمق ۱/۸ متر بوده است. خاکبرداری از قسمت‌های سطحی نشان داد که شکاف‌هایی با عرض ۷/۶ سانتیمتر تا عمق ۱۷ متر گسترش یافته‌اند.

## راهکارهای پیشنهادی برای شناخت دقیق تر و توقف نشست زمین

۱- در مناطقی که در اثر برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی، سطح زمین نشست می‌کند، با انجام آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی باید رفتار لایه‌های تحکیم پذیر به صورت دقیق مشخص و از پارامترهای بدست آمده برای آنالیز نشست منطقه‌ای استفاده گردد.

۲- برداشت‌های منظم ارتفاعی (ماهانه و سالانه) با نصب پنج مارک‌های (علامت مرجع جهت تعیین ارتفاعات در روی زمین) لازم انجام و مقادیر واقعی نشست زمین و همچنین سرعت نشست مشخص شوند. در این صورت می‌توان بین آنالیز شبیه سازی‌های علمی و مقادیر واقعی نشست منطقه‌ای مقایسه کاملی انجام داده و رفتار آتی منطقه‌ی مورد نظر را با دقت بسیار خوبی پیش‌بینی کرد.



۳- برای منطقه‌ای که در اثر پمپاژ از یک چاه منفرد، سطح آب زیرزمینی پایین برده می‌شود، می‌توان کاهش سطح آب را به دبی پمپاژ مربوط کرده و بر اساس دبی پمپاژ، نشست منطقه‌ای را در زمان‌های مختلف برآورد کرد.

۴- در اثر برداشت مستمر و طولانی آب‌های زیرزمینی و کاهش زیاد سطح آب، رفتار لایه‌های تحکیم پذیر ممکن است تغییر کند و نتوان از ضرایب الاستیسیته ثابتی در طول آنالیز استفاده کرد. در این

موارد توصیه می‌گردد آنالیز را در فواصل زمانی کوتاه‌تر انجام داده و برای هر محدوده‌ی زمانی، مشخصات خاک را اندازه‌گیری کرده و برای آنالیز به کار گرفت.

۵- از آنجا که برای آنالیز و شبیه‌سازی‌های علمی نشست منطقه‌ای، شرایط اولیه باید مشخص باشند، لازم است تنش‌های پیش‌تحکیم لایه‌های تحکیم‌پذیر، همچنین فشار آب منفذی اولیه بصورت دقیق مشخص گردند.

۶- با انجام آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی باید رفتار لایه‌های تحکیم‌پذیر بصورت دقیق مشخص گردد.



۷- با توجه به اینکه پدیده‌ی نشست و ترک‌خوردگی سطح زمین عکس‌العملی طبیعی در مقابل بهره‌برداری بیش از اندازه‌ی آب‌های زیرزمینی است، که می‌تواند بر اساس شرایط هر منطقه به



عوامل متعدد دیگری نیز بستگی داشته باشد، لذا پیشنهاد می‌گردد این پدیده بطور جدی و فراگیر مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار گیرد.

۸- مطالب و مواردی که در رابطه با ایجاد شکاف در سطح زمین مطرح گردید گرچه می‌تواند پاره‌ای از دلایل ترک‌خوردگی را تعیین نماید لیکن دستیابی به علت ایجاد شکاف در هر منطقه باید با بررسی همه جانبه عوارض سطحی، زیرزمینی و ساختمانی آن منطقه توأم باشد. با در نظر گرفتن روند روبه افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی و خسارات بالقوه نشست و ترک‌خوردگی سطح زمین که عمدتاً در اثر بهره‌برداری بیش از اندازه از آب‌های زیرزمینی است، لزوم مطالعات بیشتر برای علل و پیش‌بینی محل ترک‌خوردگی که در آینده ممکن است اتفاق افتد، بیش از پیش احساس می‌شود.

۹- برای جلوگیری از نابودی منابع آب مورد نیاز مصارف مختلف حال و آینده، باید در نحوه‌ی نگرش و برداشت ما از آب تغییر اساسی بوجود آید و مدیریت جامع آب بعنوان یک مسئولیت منطقه‌ای و ملی با قدرت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی قوی اعمال گردد.



۱۰- نکته بسیار مهم جهت جلوگیری از کاهش شدید و مستمر سطح آب زیرزمینی و نشست‌های ناشی از آن کاهش جدی برداشت منابع آب زیرزمینی است.

۱۱- با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد آب‌های برداشتی از منابع فوق در بخش کشاورزی مصرف می‌شود بایستی :

الف- الگوهای کشت مناسب و کم آب طلب، جایگزین الگوهای کشت فعلی شود.  
ب- راندمان (بهره‌وری) آبیاری در بخش کشاورزی به طور چشمگیری افزایش یابد تا ضمن صرفه‌جویی قسمت عمده‌ای از آب آبیاری، اجازه دهیم این مقدار آب صرفه‌جویی شده صرف تغذیه آب‌های زیرزمینی شود. در عوض راندمان تولید محصولات کشاورزی را به وسیله روش‌های نوین به‌زراعی ارتقاء دهیم.



ج- همزمان با حفظ و افزایش درآمد فعلی کشاورزان، می‌باید سطوح زیر کشت فعلی را کاهش داد که لازمه‌ی آن افزایش تولید در واحد سطح و جایگزین نمودن کشت‌های گلخانه‌ای به جای کشت سنتی می‌باشد.

د- با توجه به تجربیات گذشته، چون بخش کشاورزی قادر به ایجاد تغییرات گفته شده در زمان کوتاه مدّت نمی‌باشد لذا می‌باید از طریق اختصاص یارانه‌های پیشگیرانه تا رسیدن به اهداف یاد شده؛ میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی را کاهش داد.

و- مشکلات، مخاطرات و تعریف مسئله بصورت مداوم جهت آگاهی عموم از رسانه‌های جمعی در دسترس جامعه قرار گیرد.

## خروج از بحران منابع آب با کشت گلخانه‌ای صنعتی

با توجه به اینکه میزان مصرف آب از میزان تولید آن سبقت گرفته است لذا بحران آب بوجود آمده است. برای خروج از این بحران، اصلی‌ترین و تنهاترین راهکار موجود، کاهش مصرف آب می‌باشد. شایان ذکر است میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب کشور به ترتیب ۹۲، ۲ و ۶ درصد می‌باشد لذا کاملاً روشن است که بخش کشاورزی با مصرف بسیار بالا و متأسفانه بهره‌وری پایین در مصرف آب بایستی میزان مصرف آب را در این بخش کاهش دهد. از جمله راه‌های کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی حذف روش‌های آبیاری سنتی و جایگزین نمودن آن با روش‌های مدرن آبیاری (بدون افزایش سطح کشت) و ایجاد و توسعه‌ی گلخانه‌های صنعتی می‌باشد.

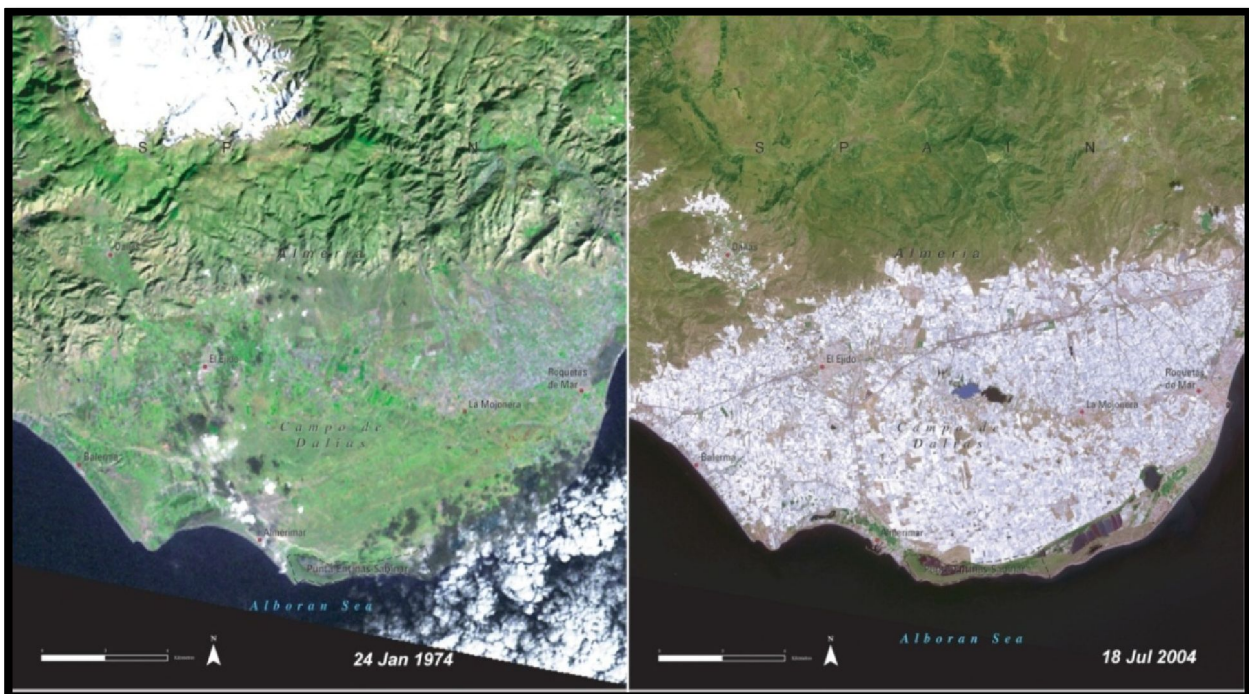


متوسط مصرف آب در بخش کشاورزی در سایر کشورهای دنیا حدود ۷۰ درصد است، لذا می‌باید با ارائه‌ی راهکارهایی که تضمین‌کننده‌ی حفظ سطح زندگی، اشتغال و افزایش درآمد بخش کشاورزی کشور باشد میزان آب مصرفی این بخش را کاهش داد.



### گلخانه‌های صنعتی در اسپانیا (ایالت آلمریا)

مصرف آب در گلخانه‌های صنعتی حدود یک پنجم تا یک دهم کشت‌های سنتی و میزان تولید و اشتغال‌زایی آن حدود ۳۰ برابر کشاورزی سنتی می‌باشد.



### توسعه گلخانه‌های صنعتی در اسپانیا (ایالت آلمریا)

توضیح: نقاط سفید رنگ در عکس سمت راست در سال ۲۰۰۴ میلادی، سطح زیر پوشش گلخانه‌های صنعتی را در مقایسه با سال ۱۹۷۴ میلادی نشان می‌دهد.

