توسعه محیط زیست با استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران

ضیاءالدین شعاعی*

* دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری (zshoaei@gmail.com)

چکیده

رشد جمعیت، افزایش مصرف، و رشد و توسعه فرهنگ مصرف‌گرایی باعث شده تا امروزه شاهد رشد شدید بهره‌برداری از منابع طبیعی در راستای رفع نیازهای انسانی بدون توجه به ظرفیت این منابع مطرح باشد. عدم برنامه‌ریزی در راستای کنترل رشد مناطق شهری و روستایی متناسب با توان و استعداد هر منطقه و در نتیجه توسعه بی رویه مصرف آب باعث شده تا بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی که در شرایط معمولی باید ۴۸٪ میزان تغذیه باشند، به بیش از ۱۰۰ درصد میزان تغذیه افزایش پیدا کند. این مصرف بی‌رویه و مدیریت نشده باعث افت شدید سطح سفره آب و بروز پدیده فرونشست زمین در اغلب دشتها و خشک شدن تالاب‌ها و رشد سرعت بیابانی شدن مناطق بحرانی شده است. از سوی دیگر، افزایش نیاز غذایی باعث توسعه دامداری، چرای بی‌رویه و از دست رفتن پوشش طبیعی زمین موجب تشدید طوفان‌های گرد و غبار شده است. این روند تخریب در مواجهه با خشکسالی دهه‌های اخیر به شدت تشدید شده است. بطوریکه در دو دهه اخیر فرآیند رشد شدید تعداد و شدت طوفان‌های گرد و غبار در مناطق مختلف کشور و غرب آسیا بخوبی تایید کننده وقوع این بحران است. بررسی دو حادثه مهم فرونشست و طوفان‌های گرد و غبار که تاثیر منفی بسیار شدیدی بر محیط زیست و اراضی کشاورزی دارد، نشان می‌دهد که هردو پدیده بر اثر کمبود آب و متعاقبا عدم مدیریت صحیح و کارآمد در تخصیص و استفاده از منابع آب محدود در سال‌های بحرانی بوده است. لذا با توجه به تعریف مدیریت جامع حوزه آبخیز باید در تدوین بهره‌برداری آب در مقیاس حوضه، به این دو عامل باید توجه ویژه شود. محدودیت منابع آبی موجود برای مقابله با این پدیده ها اقتضا دارد تا به دنبال راه حلی عملی برای تامین آب بود. سامانه های سطوح آبگیر باران که با بهره‌گیری از تفکر استفاده از بخش تبخیر و تعرق مطروحه در روش محاسبه بیلان آب کشور مطرح ششده، راهکاری عملی در مقابله موثر با افت سطح آب زیرزمینی و افزایش مناطق مستعد تولید طوفان‌های گرد و غبار معرفی شده است که با توجه به تجارب موفق در این نوشتار مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: بیابانی شدن، سطوح ابگیر، محیط زیست، گرد و غبار

۱- مقدمه

بر اساس گزارش‌های IPCC (برنامه بین‌دولی تغییرات آب و هوا، ۱۹۹۰-۲۰۱۴)، افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو، احتمالا باعث افزایش دمای هوا در بیشتر سطوح زمین می شود که این تغییرات در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود. نتیجه این افزایش در درجه حرارت جهانی می‌تواند منجر به افزایش خطر خشکسالی و افزایش شدت طوفان، از جمله سیکلون‌های گرمسیری با سرعت باد بالاتر، تغییر جریانهای مرطوب، تشدید جبهه های گرم و تغییر شدید مدل ها و الگوهای بارش، کاهش منابع آب اعم از آشامیدنی و کشاورزی، کاهش تولید در بخش کشاورزی و دامی، شیوع بیماری های جدید تهدید کننده، افزایش شرایط خیلی گرم و خشک و یا خیلی سرد و مرطوب و نهایتا تهدید امنیت غذایی شود. با توجه به تغییرات مورد انتظار، تغییرات وضعیت بارش و منابع آب در کشور، روند تغییرات در تعداد و شدت وقوع پدیده‌های موسوم به بلایای طبیعی (Natural Disaster) و یا وقایع شدید (Extreme Event) بسیار محتمل است که ششواهد متعددی از بروز این تحول قابل لمس است. یکی از شایع‌ترین بلای طبیعی که منجر به تغییرات ششدید در زیست بومهای مناطق حساس می شود، وقوع خشکسالی های متناوب، کاهش منابع آبی و افت شدید در تولید مراتع است. ثابت بودن مصرف آب در ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها و همچنین و میزان بهره‌برداری از منابع طبیعی و مراتع، روند پسرفت تشدید شونده‌ای را بر منابع طبیعی تحمیل می‌کند.

بر اساس تعریف، برنامه مدیریت جامع حوزه آبخیز برنامه‌ای است که ضمن تنظیم ضوابط و مقررات بهره‌برداری از منابع اصل پایداری و جلوگیری از پسرفت منابع طبیعی را مد نظر قرار می‌دهد. است. بر این اساس در برنامه مدیریت یک حوضه، ضمن تنظیم میزان بهره‌برداری متناسب با بارش هر سال، باید تمهیداتی اندیشیده شود تا از فرصت‌های ترسالی‌ها برای جبران کمبود رطوبت در خشکسالی‌ها بهره‌برداری بهینه شود. استفاده از سامانه های سطوح آبگیر باران به منظور تعریف حلقه اتصال ترسالی‌ها به خشکسالی‌ها و تامین بخشی از نیازهای پوشش گیاهی در منابع طبیعی، راهکارهایی است که تا حدود زیادی می‌تواند به کاهش اثرات کم آبی در دوره‌های خشکسالی ها کمک کند. در این نوشتار با معرفی برخی از اثرات وقوع خشکسالی‌های طولانی مدت، به معرفی راهکارهای تجربه شده برای مقابله با آنها پرداخته خواهد شد.

۲ - خشکسالی

تغییرات و تنوع اقلیمی در چند دهه اخیر و کاهش چشمگیر میزان بارش در برخی از مناطق جهان، خشکسالی را در زمره یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی قرار داده است. در منابع مختلف تعاریف متعددی برای خشکسالی ارائه شده است: مثلا در یک تعریف، خشکسالی به شرایطی اطلاق می‌شود که یک کمبود رطوبت شدید کمتر از حد انتظار برای مدتی اتفاق بیفتد و باعث محدودیت برخی از انواع فعالیت‌ها شود (Wilhite و همکاران ۲۰۰۶). بر اساس تعریف WMO (World Meteorological Organization)، خشکسالی عبارت است از کاهش بارش به نحوی که نیازهای معمول را برآورده نکند (WMO، ۱۹۷۵). البته در این تعریف هیچ اشاره‌ای به نحوه ارزیابی میزان نیاز نشده است. علی‌رغم وجود توصیف‌های متعدد، تقریبا اغلب تعاریف ارائه شده بر کاهش چشمگیر بارش و کاهش منابع آبی به نحوی که بر منابع ذخیره فشار وارد کرده مورد اتفاق نظر است. همچنین در اغلب منابع، خشکسالی به انواع خشکسالی اقلیمی، هیدرولوژیکی، کشاورزی و اخیرا هم خشکسالی اقتصادی-اجتماعی تقسیم‌بندی شده است که در این نوشتار، بیشتر خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی مد نظر قرار خواهد گرفت.

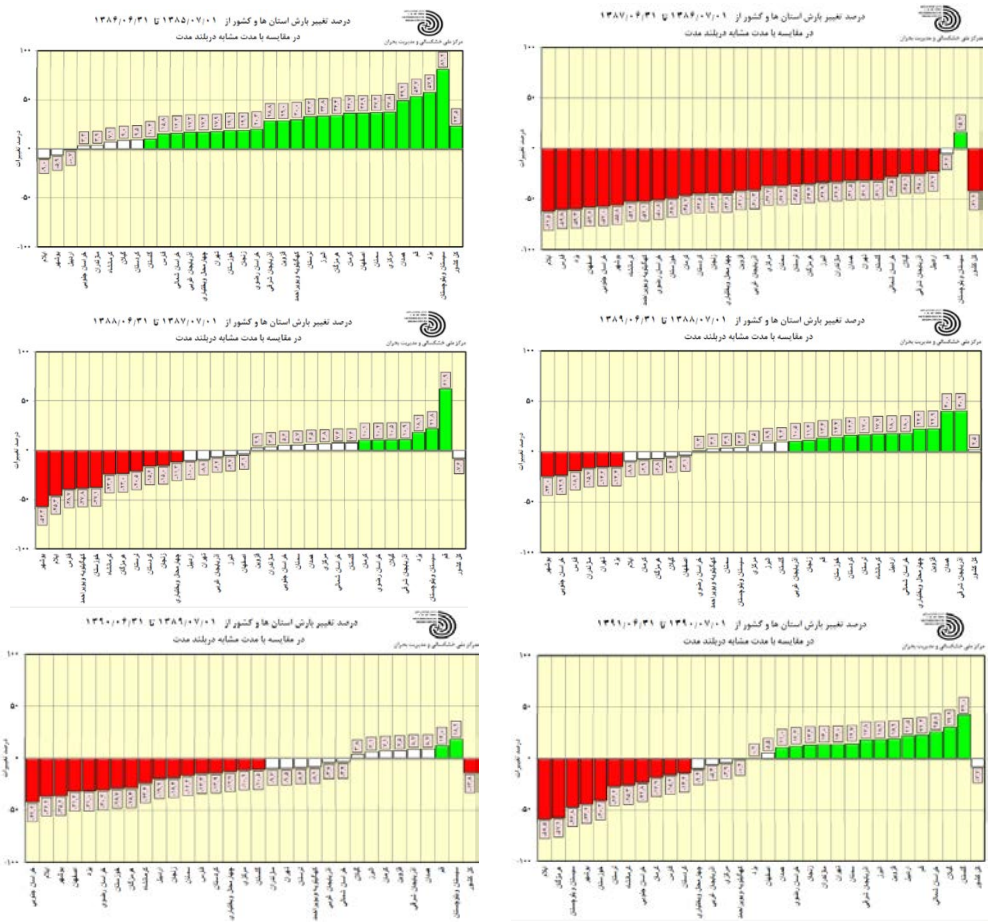
در ۱۵۰۰ سال گذشته، زمین چندین بار شاهد روند سرد و گرم شدن بوده و این روندها آثار عمدهای بر زندگی انسان گذاشته است. قبل از ورود به قرن ۱۸، تاثیر تغییرات اقلیم بیشتر ناشی از عوامل طبیعی بوده، اما در سال‌های اخیر، علاوه بر عوامل طبیعی، تاثیر عامل انسانی نیز به در روند تاثیر این تغییر کمک زیادی کرده است (Alizadeh، ۲۰۱۰). تغییر در اکوسیستم‌ها، به دلیل تغییر میزان دما و بارش از مشهودترین آثار تنوع اقلیمی است. معمولا فرایندهای هیدرولوژیکی، فرآیندهای ایستایی هستند، ولی، مطالعات جدید نشان داده که بسیاری از سری‌های زمانی هیدرولوژیکی روند و تغییرپذیری بلندمدت دارند که شاید ناشی از تأثیر عوامل انسانی یا ویژگی‌های طبیعی آب و هوای کرهٔ زمین باشد. شاید بهترین شاخص برای بررسی وضعیت خشکسالی، مقایسه میزان بارش با متوسط دراز مدت باشد، بر این اساس، بررسی میزان بارش دریافتی کشور در دو دهه گذشته حکایت از این واقعیت دارد که تغییرات قابل قابل توجهی در میزان بارش در سال‌های آبی اتفاق افتاده است. اگر تعریف خشکسالی را دریافت بارش کمتر از متوسط بدانیم،

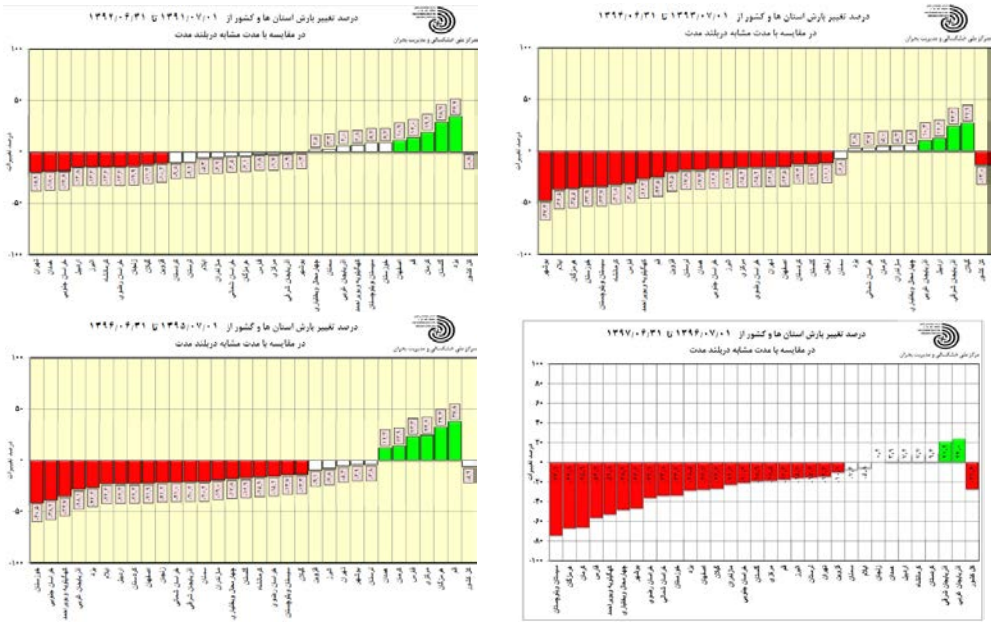
آمار بارنگی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ نشان دهنده توسعه خشکسالی‌ها متعدد در این بازه زمانی در کشور ایران دارد. نمونه هایی از نمودار بارش سالانه در استان‌های کشور در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.

خشکسالی‌ها در کنار تاثیرات ملموس، نظیر کمبود آب کشاورزی و کاهش تولید، تاثیر بر تولیدات دامی به دلیل کاهش کمیت و کیفیت علوفه بخصوص در سیستم دامداری متحرک، از دست رفتن سرمایه های مردم به دلیل خشکیدگی باغات، دارای اثرات غیر مستقیمی نظیر اخلال در نظام بهره برداری از منابع آب، کاهش سطح سفره‌های آب و نشست زمین، وقوع طوفان‌های گرد و غبار و شیوع بیماری های دامی و انسانی، مهاجرت مردم و شیوع حاشیه نشینی و... می‌شود. بحث تشدید طوفان‌ها ی گرد و غبار و فرونشست زمین در دو دهه اخیر یکی از چالش‌های جدی زیست محیطی است که سلامت مردم و تولیدات کشاورزی را تهدید میکند، در زمره بلایای طبیعی دهه‌های اخیر قرار گرفته است.

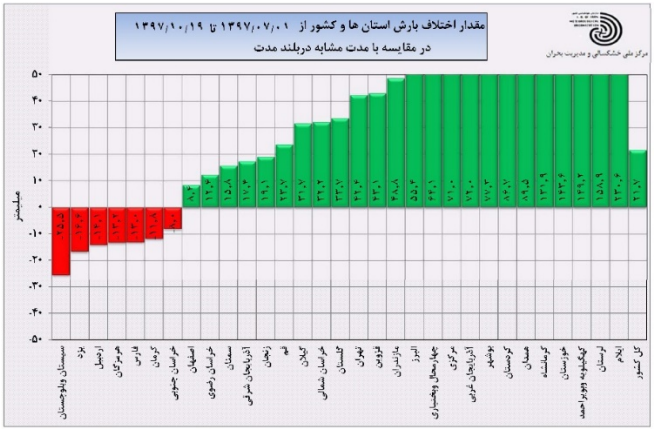
۳- خشکسالی و بحران‌های زیست محیطی

همانطور که در بخش قبال اشاره شد، خشکسالی و کاهش منابع آبی برای یک بازه نسبتا طولانی موجب بروز چالش‌های جدی در محیط زیست و منابع طبیعی می‌شود. میزان خشکسالی از نظر تعداد سال‌های وقوع در نقاط مختلف جهان بسیار متفاوت است. یکی از چالش‌های مهم در دو دهه اخیر تغییر شگفت‌آور تعداد و شدت طوفان‌های گرد و غبار در سطح جهان بخصوص در غرب قاره آسیا بوده است.





شکل ۱ نمونه‌هایی از آمار بارش سالانه در استان‌های کشور از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷



شکل ۲ تغییر در میزان بارش و نمودار اختلاف بارش از ۱۳۹۷/۷/۱ تا ۱۳۹۷/۱۰/۱۹

بر اساس گزارش کنوانسیون مقابله با بیابانزایی ملل متحد (UNCCD، ۲۰۱۵) هرساله تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار سالانه بالغ بر ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلیون تن خاک در سطح جهان منتشر وجابجا می‌شود. این پدیده آتمسفری در هر منطقه دارای فرآیند خاص بوده ولی در طول دهه‌های اخیر در اغلب نقاط جهان روند افزایشی داشته است. گزارش‌های حاصل از مطالعات و تحقیقات انجام شده اخیر حاکی از آن است که افزایش طوفان‌های گرد غبار می‌تواند ناشی از روند تغییرات اقلیم و کاهش شدید بارش در مناطق خاصی از کره خاکی است. نکته در خور تامل در دهه اخیر افزایش تعداد وقوع (روزهای گرد وغباری) و شدت طوفان‌های گرد و غبار است که در ۲۰ سال اخیر بشدت افزایش یافته به نحوی‌که فراوانی آنها در کشور ایران تنها در طول ۳ سال اخیر ۱۰ برابر شده است. از بین رفتن منابع زیست انسانی در مناطق تحت تاثیر، مهاجرت جوامع روستایی و شهری، افزایش میزان خسارات و حوادث جاده‌ای و بروز اختلال در شبکه حمل و نقل، افزایش آلودگی هوای شهرها و گسترش شیوع بیماری‌های قلبی تنفسی و نیز بیماری‌های چشمی تنها بخشی از پیامدهای مخرب این پدیده است که سلامت جوامع زیست انسانی را مورد تهدید قرار داده است. به همین دلیل در سال‌های اخیر به عنوان یکی از بلایای طبیعی مطرح شده است. از سویی دیگر، تخریب خاک و افت حاصلخیزی اراضی در مناطق برداشت و متاثر از این پدیده، عامل بروز تخریب سرزمین (Land Degradation)، فقر پوشش گیاهی خاک و در نتیجه بیابانزایی (Desertification) بوده است. غرب آسیا با دارا بودن اقلیم خشک و نیمه خشک از دیرباز همیشه تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار قرار داشته است. از دیرباز

طوفان‌های گرد و غبار در غرب آسیا جزء شرایط ذاتی اقلیم منطقه بوده است، ولی در دو دهه اخیر، این پدیده از لحاظ شدت، وسعت منطقه تحت تاثیر و تکرار واقعه در طول یک سال افزایش چ شمگیری دا شته ا ست که بر غرب، جنوب و مرکز ک شور ایران نیز تاثیرات منفی زیادی داشته است. به منظور بررسی علل تشدید این پدیده در دهه اخیر، تحولات منطقه باید مورد واکاوی قرار گیرد.

مطالعات در مورد زمان وقوع خ شک سالی‌های دراز مدت و ت شدید طوفان‌های گرد و غبار حکایت از این واقعیت دارد که این پدیده می‌تواند حا صل وقوع خ شک سالی در منطقه با شد. ، کاهش بارش، کاهش پو شش گیاهی طبیعی د شت‌ها، کاهش شدید رواناب‌های سطحی عواملی هستند که سطح زمین را مستعد وقوع طوفان‌های گرد و غبار می‌کند. علاوه بر تاثیر خشکسالی بر تشدید گرد و غبار، نقش مدیریت ناصحیح منابع آب حوضه‌ای مستعد را باید به آن اضافه نمود. عدم توجه به استعداد اراضی پایین دست در تولید طوفان‌های گرد و غبار، کنترل حداکثری تمامی منابع آب در سرشاخه‌ها و بالادست حوضه‌ها، ایجاد اختلال در چرخه طبیعی آب، منجر به خ شکیدگی تالاب‌ها و کاهش رطوبت زمین‌های پایین د ست و نهایتا تولید کانون های گرد و غبار شده ا ست. تغییر کاربری ارا ضی و کنترل آب در سرشاخه‌های حوضه‌های مرزی و مشترک نیز مزید بر علت بوده است.

کنترل آب در سرشاخه‌های حوزه آبخیز هامون و کنترل آب در سرشاخه‌های رودخانه‌های مرزی شرق، و احداث سدهای متعدد در مسیر رودخانه‌های اصلی دجله و فرات توسط کشورهای همسایه ایران بدون توجه به حقابه‌های پائین د ست، از مصادیق بارز این گونه مدیریت‌های یک سویه است. بطوری‌که اثرات این سوء مدیریت، امروزه به صورت بحران‌های عظیم بروز طوفان‌های گرد و غبار در مناطق غرب و شرق ک شور ایران بروز کرده ا ست. بطوریکه تعداد روزهای گرد و غباری در ای ستگاه شهر اهواز از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۷ افزایش قابل توجهی داشته است. بررسی اجمالی این نوسانات حکایت از تاثیر میزان بارش در سال‌های مختلف دارد. میزان غلظت حداکثر طوفان‌های گرد و غبار در این مقطع زمانی متفاوت بوده و برای اولین بار در سال ۲۰۰۶ به بالاتر از ۸۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب رسیده و در ادامه در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به حد ماکزیمم توان ابزار سنجنده یعنی ۱۰۰۰۰ میکروگرم بر متر مکعب رسیده است.

تقریبا در دو دهه اخیر به دلیل وقوع خشکسالی‌های منطقه‌ای و متاسفانه اجرای طرح‌های مدیریت آب، کشور ما در از دو منشاءداخلی و خارجی تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار قرار گرفته است. این مناطق شامل: شرق کشورهای سوریه و اردن، غرب مرکز و شرق کشور عراق و منطقه بین النهرین، شمال غرب، مرکز و جنوب شبه جزیره عربستان و بخشی از افغانستان و بخشی از منطقه آرال در کشور ترکمنستان به عنوان منشاء خارجی و جنوب استان خوزستان، استان‌های هرمزگان و بوشهر، جنوب استان کرمان، شرق استان سیستان و بلوچستان، کویر مرکزی به عنوان منشاءهای داخلی می‌باشند. بررسی‌های آمارها حکایت از کاهش همزمان بارش در این کشورها داشته است.

موضوع دیگر که امروزه اغلب دشت‌های کشور را با بحران مواجه کرده است، مسئله فرونشست زمین به دنبال وقوع خشکسالی‌های طولانی و مدیریت ناصحیح منابع آب زیرزمینی است. خشکسالی طولانی و کاهش منابع آب، هجوم غیر مجاز به منابع باقیمانده از سفره‌های آب زیرزمینی و بروز تهدید فرونشست در اغلب د شت‌های کشور امروزه به عنوان یک تهدید جدی مطرح است. فرونشست دشت‌های آب از نظر تعریف، فرونشینی تدریجی و ناگهانی سطح زمین، پدیده‌های است که تحت تأثیر تحولات طبیعی و مصنوعی صورت می‌گیرد که صدمات ناشی از این نوع فرونشینی‌ها گاهی می‌تواند فاجعه بار باشد (رنجبر و جعفری، ۱۳۸۸).

در مقیاس جهانی، خطر فرونشست زمین بر اثر افت سطح آب در بین سال‌های ۱۹۵۰ -۱۹۷۰ که همزمان با صنعتی شدن و رشد شهرنشینی ا ست به اوج خود ر سید (Waltam,۱۹۸۹). گزارش‌های متعددی از فرونشست زمین خصوصا از نقاط خشک وکم باران در سراسر جهان ارائه گردیده است. (Quanlong, 2006, Larson et al., 2001, Hu et al., 2002, ؛ Pacheco et al., 2006 Stiros, 2001)

این پدیده در گذ شته در بسیاری از نقاط دنیا مانند مکزیک، تایلند، ژاپن و امریکا (Poland, ۱۹۸۱) ، بانکوک (Phien-wej et al., 2006) شانگهای و نقاط دیگری از چین رخ داده است. هر چند علّت اصلی فرونشست زمین با توجّه به مطالعات صورت گرفته در د شت‌های ایران که م ستعد این پدیده ا ست، حاکی از عواملی همچون افت سطح سیالات زیرزمینی، انحلال ت شکیلات زیر سطحی و ریزش کارست گزارش شده، لیکن دیگر فعّالیّت‌های بشری همچون تغییر کاربری زمین، احداث، بهره‌برداری و یا بارگذاری سازه‌های مهندسی، زهکشی خاک‌های آلی، معدنکاری زیرسطحی و یا پمپاژ نفت نیز از جمله دلایل وقوع فرونشست محسوب می‌شود .

فرونشینی سطح زمین از جمله مخاطرات محیطی است که همانند، خشکسالی، ناشی از کم آبی بوده و از جمله موانع توسعه

اقتصادی- اجتماعی و عمرانی به شمار می‌رود. نتایج تحقیقات نشان داده که افت شدید آب زیرزمینی در سال‌های اخیر منجر به بروز مخاطره‌ی ژئومورفولوژیکی فرونشست در تعداد زیادی از دشت‌ها شده است. بر اثر این نشست، ترک‌ها و شکاف‌هایی در دشت با اشکال و عمق و طول متفاوت ایجاد شده است. تغییرات این اشکال در طول زمان موجب ایجاد فرم‌های متفاوت و عوارض متعددی به ویژه در شمال غرب، جنوب و جنوب شرق دشت شده که شامل شکاف‌های طولی ممتد، شکاف‌های منقطع، حفرات مدوّر، چاله‌های وسیع و فروچاله‌ها بوده که این عوارض باعث تخریب برخی از اراضی کشاورزی و کانال‌های آبیاری شده و همچنین باعث تغییر شیب زمین در برخی نواحی و تهدید شبکه‌های انتقال نفت و گاز و سایر تأسیسات عمرانی از جمله خط آهن سراسری تهران به مشهد و کاهش برگشت ناپذیر ظرفیت مخزن آبخوان‌ها شده است.

اوّلین دشتی که در آن نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی گزارش شده است دشت رفسنجان بوده که به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی حدود ۴۱ سانتی‌متر نشست سطح زمین گزارش شده است (لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). در سه دهه‌ی اخیر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت کاشمر باعث افت بیش از ۱۹ متر در سطح آب زیرزمینی شده و هر ساله حدود ۱۶ میلیون مترمکعب بر کسری حجم مخزن افزوده می شود (لشکری پور و همکاران،۱۳۸۷) سطح آب زیرزمینی در دشت کاشان نیز دارای روندی کاهنده است؛ بطوریکه در طی ۱۹ سال (۱۳۶۹-۱۳۸۸) به میزان ۱۰/۱ متر افت داشته و میزان افت متوسط سالانه آن ۵۳ سانتی‌متر گزارش شده است (عطایی و هوشمند ، ۱۳۹۵) در دشت معین آباد ورامین و جنوب باختری تهران (مناطق ۱۸ و ۱۹ شهرداری) نشست‌هایی رخ داده که مرتبط با افت سفره‌ی آب زیرزمینی بوده است (شمشکی و همکاران، ۱۳۸۴) با توجّه به فراگیر شدن مخاطره‌ی محیطی فرونشست زمین در بسیاری از دشت‌های بحرانی کشور که هم اکنون تعداد دشت‌های بحرانی بر اساس گزارشات به ۳۰۰ دشت می‌رسد که لزوم بررسی این مخاطره و پیامدهای ژئومورفولوژیکی آن حائز اهمّیت است. در این میان در دشت نیشابور با کسری مخزن ۱۴۸ میلیون مترمکعب در سال (آمار سال ۱۳۹۲) نشست زمین رخ داده است. این دشت در سال‌های اخیر به علّت برداشت زیاد از آب‌های زیرزمینی برای مصارف کشاورزی با مشکل افت شدید سطح آب زیرزمینی مواجه شده است. بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور فرونشست زمین در یک میلیون هکتار از دشت‌های ایران در حال وقوع است. بر اساس این گزارش بیلان منفی آب‌های زیرزمینی کشور باعث فرونشست یک میلیون هکتار از عرصه‌های کشور در ۲۳۰ دشت حاصلخیز کشور شده است.

۴- مدیریت جامع حوزه آبخیز

بر اساس تعاریف پذیرفته شده، مدیریت جامع حوزه آبخیز به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که بهره‌برداری از منابع حوضه را به نحوی مدیریت می‌کند تا ضمن ارتقاء معیشت آبخیزنشینان بهره‌برداری پایدار از منابع را ساماندهی کند. بر اساس این تعریف بخوبی قابل اثبات است که یکی از ابزارهای تدوین برنامه‌های منطبق با مدیریت جامع حوزه آبخیز، دسترسی به اطلاعات کامل از منابع یک حوضه بوده تا با توجه به این پتانسیل تدابیر لازم جهت تدوین برنامه‌های متعدد مرتبط با مدیریت جامع حوضه اتخاذ شود. به همین دلیل آمایش سرزمین یکی از ضرورت‌های کلیدی و ابزاری اجتناب ناپذیر جهت دستیابی به بسته های مدیریت جامع حوزه آبخیز است.

آمایش سرزمین، در حقیقت ارزیابی نظام‌مند استعدادهای طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی یک عرصه است، بنحوی بر اساس آن بسته‌های مدیریتی لازم را به منظور انتخاب گزینه‌هایی مناسب برای افزایش و پایداری توان سرزمینی در جهت برآورد نیازهای جامعه ارائه کند. به بیانی دیگر توزیع متوازن و هماهنگ جغرافیای کلیه فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی در پهنه سرزمین نسبت به قابلیت‌ها و منابع طبیعی و انسانی را آمایش سرزمین می‌گویند. ملاحظه می‌شود در تعریف آمایش سرزمین نیز تا حدود زیادی تشابه با تعریف مدیریت جامع حوزه آبخیز وجود دارد. شاید تلفیقی از این دو تعریف بتواند نیازهای دستیابی به مدیریت جامه حوزه آبخیز را مرتفع سازد. بر اساس این جمع‌بندی تعریف زیر توصیه می‌شود:

"مدیریت جامع حوزه آبخیز به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که با توجه به ظرفیت‌های یک حوضه که در برنامه آمایش سرزمین شناسایی شده است، بهره‌برداری از منابع حوضه را به نحوی مدیریت می‌کند تا ضمن ارتقاء معیشت آبخیزنشینان بهره‌برداری پایدار از منابع را تضمین کند."

ملاحظه می‌شود که در تمام تعاریف برنامه‌ریزی باید بر اساس ظرفیت‌های یک حوضه انجام شود. تحولات و تغییراتی که در دو

دهه اخیر در کشـور اتفاق افتاده و پایش روند این تغییرات و وقوع اتفاقات جدیدی که در بخش‌های قبل به آن اشـاره شـد، حکایت از این واقعیت دارد که تغییرات شـدید اتفاق افتاده در کاهش میزان منابع ورودی و نبود برنامه ای مدون در مدیریت منابع موجود، شـاید یکی از علل اصـلی بروز چالش‌های جدی زیسـت محیطی در عرصـه منابع طبیعی وزیرمجموعه های آن در دو دهه اخیر باشـد. کاهش شدید میزان دریافت بارش در دو دهه اخیر شاهد غیر قابل انکاری ا ست که ک شور در دو دهه دچار نق صان شدید بارش شده ا ست (شکل‌های ۱ و ۲) . لذا بدون تردید باید به این واقعیت اذعان دا شت که شناخت منابع و ا ستعدادها در مقوله آمایش سرزمین و بحث تنظیم نظام بهره‌برداری پایدار از منابع در مقوله مدیریت جامع آبخیز طبعا نباید از یک مدل واحد و ثابتی تبعیت کند. به عبارت دیگر هردو مقوله آمایش سرزمین و مدیریت جامع حوضه‌ها باید بر مبنای برنامه‌های شناور و مبتنی بر سناریوهای منطبق با کاهش و افزایش منابع دریافتی حوضه‌ها در سال‌های متوالی و یا مقاطع زمانی تعریف شده باشد.

متو سط بارش ک شور بر ا ساس آمار ۴۵ ساله در حدود ۴۱۳ میلیارد متر مکعب برآورد می شود. بر اساس روش ارائه شده در طرح جامع آب ک شور با احت ساب ۲۷۰ میلیارد مترمکعب تبخیر، میزان آب باقیمانده ۱۴۳ میلیار متر مکعب بوده که با لحاظ توزیع زمانی و کیفیت، مقدار ۱۳۰ میلیارد آن آب قابل استحصال برای مصارف کشاورزی، شرب و صنعت بر آورد می‌شود (**وزارت نیرو، مرداد ۱۳۸۸**). این در حالی است در دوره آماری موجود (حدود ۴۵ سال) آمار سال‌های ترسالی با حدود ۶۰۰ میلیارد متر مکعب و سال‌های خشکسالی با بارش کمتر از ۲۰۰ میلیارد متر مکعب را می‌توان م شاهده نمود. علاوه بر اختلاف فاحش بین تر سالی ها و خ شک سالی‌ها در ک شور، اختلاف در میزان بارش در حوضه‌های مختلف نیز قابل تامل است، بطوریکه در یک سال آبی در یک حوزه ممکن است ترسالی شدید و در همان سـال در حوزه‌ای دیگر خشـکسـالی داشـته باشـیم. بطوریکه در یک بازه منتخب از دوره آماری، مجموع متوسـط بارش در حوضه‌های دچار خشکسالی به حدود ۱۶۴ میلیارد متر مکعب و در همان دوره در استان‌های دچار ترسالی به ۱۰۷۳ میلیارد متر مکعب رسـیده اسـت. در کنار این تغییرات متناوب منابع در حوزه آبخیز که بطور طبیعی منجر به افزایش وقوع بلایای طبیعی و کاهش تولید می‌شود، باید به یک متغییر مهم دیگر یعنی رشد جمعیت، ارتقاء سطح زندگی مردم و افزایش شدید نیاز غذایی نیز توجه کرد. با توجه به رشد جمعیت در کشور که در دهه اخیر تا حدودی کاهش یافته است و با توجه به افزایش نیاز غذایی مردم و ضرورت افزایش کمی و کیفی تولیدات ک شاورزی، پیش‌بینی می شود که با لحاظ نرخ بهره‌وری و نیاز آبی ک شور در سال ۱۴۰۰ حدود ۱۵۰ میلیارد مترمکعب بر سد. این میزان بر اساس مطالعات اولیه انجام شده حدود ۱۳٪ بیشتر از پتانسیل بالقوه منابع آب تجدید شونده کشور است. بنابر این در برنامه تدوین طرح‌های مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز چه در سطح ملی و چه در سطح حوضه‌ای باید این متغییر نیز ملحوظ شود. قطعا اولین راهکار پیش‌روی تدوین سیاست‌ها و استراتژی های استفاده از تمامی منابع آب، همراه با فناوری‌های نوین به منظور افزایش بهره‌وری آب ا ست. در یک برآورد کلی مطرح می شود که برای جبران این کمبود در آینده باید ضمن صرفه‌جویی و کاهش تلفات آب در مرحله تولید، صرفه جویی در مصرف آب از طریق کاهش درصد ضایعات محصولات کشاورزی نیز می‌تواند گزینه قابل توجه و موثری در استفاده بهینه از منابع آب باشد. مقدار این شاخص در ایران براساس محاسبات کلان مصرف آب و تولیدات کشاورزی فاریاب به طور متو سط حدود ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب ا ست که بر اساس محا سبات ، برای تامین غذای جمعیت با روند ر شد فعلی باید عدد کارایی مصرف آب کشاورزی تا سال ۱۴۰۰ به ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یابد.

با توجه به موارد فوق‌الاشـــاره، میتوان نتیجه گرفت که برنامه‌ریزی در شـــرایط خاص اقلیم ایران به منظور بهره‌برداری از تمامی ظرفیت آبی کشور فقط با استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران میسر می‌شود. مروری دوباره به چند نمونه از نمودار اختلاف بارش سالانه در طول یک دوره ۱۲ ساله نشان میدهد که علی رغم پائین بوده متوسط دراز مدت سالانه در مقایسه با متوسط جهانی (۲۵۰ در مقابل ۸۶۰ میلی‌متر) هر چند سال یکبار ک شور با بارش ن سبتا قابل توجه مواجه ا ست (به عنوان مثال در سال آبی ۱۳۸۵-۱۳۸۶ در ا شکال ۱ و ۲) که با تمهیدات لازم و بهره‌گیری از روش‌های تجربه شده، باید آب‌های تر سالی‌ها به نحو مقت ضی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. گرچه ا ساس تئوری‌های مورد ا ستفاده در طراحی سدهای ذخیره‌ای رایج، ذخیره و تنظیم جریان در خروجی یک حو ضه ا ست، ولی به دلایل متعدد نظیر پر هزینه بودن، عدم امکان اجرا در سطح وسیع با مشارکت مردم، تبخیر بسیار بالا از سطح دریاچه، عمر مفید نامتناسب با هزینه اجرا، تاثیر بر حقابه پایین دست و تخریب منابع طبیعی و نهایتا بهم زدن چرخه طبیعی هیدرولوژیکی نتوانسته است نقش تنظیمی خود را بخوبی ایفا کند.

همانطور که اشاره رفت، بلایای طبیعی ناشی از خشکسالی نظیر فرونشست و طوفان‌های گرد و غبار که مستقیما تحت تاثیر کمبود

منابع آب و مدیریت غلط منابع محدود، اتفاق می‌افتد باید با کمک اجرای سامانه‌های سطوح آبگیر باران به تعادل برسد، تا به کمک این طرح‌ها تا حدود قابل توجهی خلا بین تر سالی‌ها و خ شکسالی‌ها جبران شود. سامانه‌های سطوح آبگیر باران به عنوان ابزاری قدرتمند قادر است حلقه اتصالی مطمئنی در کاهش اثرات منفی خشکسالی ایجاد کند.

۵- سامانه‌های سطوح آبگیر باران

در این بخش سعی شده با معرفی سامانه‌های سطوح آبگیرباران به عنوان ابزاری در راستای مدیریت جامع حوزه آبخیز، راهکارهای مناسب برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی به منظور مقابله با فرونشست و همچنین استفاده از روش‌های مقیاس بزرگ پخس سیلاب برای کنترل کانون‌های وقوع گرد و غبار معرفی شود.

مدیریت منابع آب با بهره‌گیری از فن و دانش احداث سدهای مخزنی و انحرافی برروی رودخانه‌های دائمی و ف صلی به دلیل اندک بودن تعداد رودخانه ها، عدم امکان انتقال آب دخیره و یا منحرف ششده به مناطق مصرف، نبود نقاط مناسب احداث سدها و یا کم شماربودن آنها و بالاخره نیازهای برنامه ریزی برای بهره‌برداری و نگهداری از چنین سامانه هایی افزون بر کاهش سریع عمر مفید آنها در اثر انباشت ر سوبات نا شی از فر سایش خاک در حوزه های آبخیز سدهای بزرگ، قادر به بهره‌گیری از تمامی ظرفیت آب یک حوضه نمی‌با شند. مهند سین آب و سازه‌های آبی همواره تلاش دارند تا از طریق احداث سدهای مخزنی و انحرافی بر روی رودخانه‌ها اقدام به ذخیره‌سازی و تأمین آب برای مصارف مختلف بنمایند. در صورت انتخاب محل مناسب و هماهنگی کامل با طرح‌های توسعه‌ای بخش کشاورزی، تا حدودی روش سد سازی در حفظ توان آبی می‌تواند کار ساز با شد. این تفکر برای بهینه سازی ا ستفاده از نزولات جوی به ویژه در مناطقی که فاقد رودخانه است، و یا محل مناسب برای احداث سازه‌های مورد نظر ندارد، ارائه نمی‌دهند. این در حالی است که مطالعات انجام ششده در سسطح بین الملل نششان می‌دهد، مجموع حجم آبهائی که توسسط رودخانه‌ها تخلیه می‌ششود و حجم آبهای زیرزمینی به طور متوسط کمتر از ۴۰ درصد کل بارش‌های سالانه است. به طوری که از ۶۰ درصد باقیمانده بخشی وارد چرخه تبخیر و تعرق شده و بخش عمده‌ای نیز از طریق تبخیر از سطح خاک و تبخیر مستقیم از تالاب‌ها، مانداب‌ها، مرداب‌ها و دریاچه ها از دسترس خارج میشود (Pacey, ۱۹۸۶ و Cullis). از سسوی دیگر، مجموعه آب‌هائی که از طریق رودخانه‌ها تخلیه می‌ششود کمتراز ۴ درصد مجموعه بارش‌های سالانه در جهان است که حتی با فرض قابل مهار بودن کلیه آب‌های جاری در رودخانه‌ها امکان انتقال آب به مناطق خارج از شبکه‌ای رودخانه‌ای یا به سهولت میسر نیست و یا به لحاظ اقتصادی امکان پذیر نمی‌باشد. (Lonides,۱۹۷۶).

برر سی‌های انجام شده درباره تاریخ ک شاورزی در جهان ن شانگر این واقعیت ا ست که در بین تمدنهای اولیه، ک شاورزی در مناطق نیمه بیابانی عرب ستان، صحرای سینا، شمال آفریقا و مکزیک با وجود این که شرایط آب و هوائی منا سب‌تری ن سبت به زمان حا ضر نداشته‌اند، دارای رونق بیشتری بوده است. به طوری که عامل اصلی آن نیز استفاده از روش‌های جمع آوری و استحصال نزولات جوی و فن و دانش حفظ رطوبت در پروفیل خاک بدون استفاده از آب رودخانه‌ها بوده است (Pacey, ۱۹۸۶ و Cullis). براساس گزارش UNEP (۱۹۸۳) ا ستفاده از روش‌های سنتی مختلف برای ا ستح صال م ستقیم نزولات جوی به ویژه آب باران با هدف تأمین آب برای م صارف متفاوت در بسیاری از ملل جهان رایج بوده‌است. جمع‌آوری آب باران از پشت بام خانه‌ها، سنگفرش حیاط‌ها، سطح دامنه‌های شیب‌دار و صخره-های مناطق کوهستانی و هدایت آب‌های جمع آوری شده (استحصال شده) به مخازن برای بهره‌برداری در مواقع مورد نیاز، از جمله روش‌های ب سیار قدیمی بوده‌اند که هنوز نیز در برخی از نقاط جهان از آنها ا ستفاده می شود. از متداول‌ترین رو شهای تأمین آب برای کشاورزی می‌توان به زراعت سیلابی اشاره نمود. به طوری که در دوران گذشته از این روش در مناطقی استفاده می‌شده است که به طور عمده دارای اقلیم نیمه خشک بوده‌اند. تحقیقات انجام شده در آمریکای شمالی حاکی از آن است که قبل از سکونت اروپایی‌ها در سرزمین مکزیک و جنوب غربی ایالات متحده آمریکا، بومیان منطقه در شرایط اقلیمی نیمه خ شک، ک شاورزی پررونقی را از طریق هدایت رواناب‌های سطحی به اراضی کشاورزی داشته اند (Critchley, ۱۹۸۷).

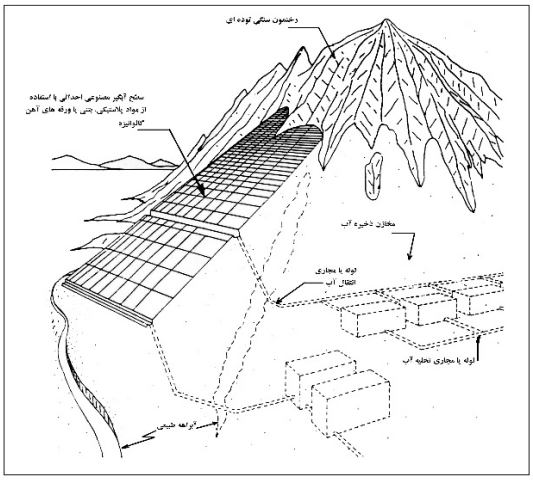
امروزه نیز صرفنظر از جنبه‌های تاریخی، از سامانه‌های سطوح آبگیر و بهره‌برداری از آنها در مناطق خشک و نیمه خشک، و استفاده از شیوه‌های سازگار با شرایط اقلیمی به منظور بهینه‌سازی بهره‌برداری از نزولات جوی استفاده می‌شود. تفکر حاکم بر لزوم بهینه‌سازی بهره‌برداری از نزولات جوی برخاسته از این اندیشه است که استحصال ریزش‌های جوی یکی از راهکاری اجرایی مدیریت و بهره برداری از آب قابل د سترس به ویژه برای احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی ا ست. زیرا به هنگامی که ا ستحصال آب برای ذخیره سازی

آن در توده خاک مد نظر باشد، در این‌صورت سهولت دسترسی گیاهان به آب را به دنبال خواهد داشت. تحقیقات نشان داده است که میزان آب موجود در پروفیل خاک به ویژه در لایه‌های سطحی خاک تابعی از رطوبت موجود در عمق‌های زیرین است، و استحصال ریزش‌های جوی درمحل نزول، عامل اساسی در افزایش رطوبت مورد نیاز گیاهان تلقی می شود. به عبارت دیگر استحصال ریزش‌های جوی و رواناب‌های سطحی در اولین مراحل تشکیل (قبل از تمرکز و پیوستن آنها به آبراهه ها و رودخانه ها) ذخیره رطوبت در پروفیل خاک را موجب می‌شود. به نحوی که این نکته محور اصلی سامانه های سطوح آبگیر در کشاورزی را تشکیل می‌دهد. باید توجه داشت که استحصال آب به کاربست سامانه‌های سطوح آبگیر تنها نمی‌تواند محدود به ذخیره سازی آب‌های استحصال شده در پروفیل خاک و در محل نزول بارش‌ها و یا محل جمع آوری آب‌های سطحی در اولین مراحل تشکیل شود، بلکه در برخی موارد الزاماً استفاده از شیوه های انتقال آب‌های ذخیره شده اجتناب ناپذیر می‌شود. به دیگر سخن، در مواردی که حتی ریزش‌های جوی کافی بوده اما آب قابل دسترس برای گیاهان به دلایلی نظیر عدم نفوذ آب در توده خاک و یا تبدیل سریع ریز شهای جوی به رواناب‌های سطحی در اثر زیاد بودن شیب اراضی اندک باشد، در این صورت ضرورت دارد به منظور افزایش ذخیره آب در توده خاک، افزودن برافزایش نفوذ پذیری خاک عامل و یا عوامل مؤثر در هدر رفت آب از طریق تبدیل ریزش‌های جوی به رواناب‌های سطحی را کاهش داد (Willcocks,۱۹۷۹).

مجموعه مطالب فوق مبین این نکته است که استحصال آب از طریق سامانه های سطوح آبگیر به مفهوم استفاده از ریزش‌های جوی از طریق مدیریت بارندگی‌ها (Precipitation management) به ویژه باران و فراهم نمودن امکان مهار رواناب‌ها سطحی در اولین مراحل تشکیل است. به نحوی که با این اقدام می‌توان از یکسو با بهینه سازی استفاده از ریزش‌های جوی، آب مورد نیاز را برای مصارف مختلف، بسته به کل مقدار ریزش‌های جوی استحصال و ذخیره سازی نمود و از سوی دیگر در صورت ذخیره سازی آب‌های استحصال شده در پروفیل خاک، از فرسایش خاک، تمرکز رواناب‌های سطحی و جاری شدن سیلاب‌ها و در موارد خاص از کاهش کیفیت آب جلوگیری نمود. اصولاً استفاده از سامانه های سطوح آبگیر با توجه به تنوع فراوان آنها علاوه بر شرایط اقلیمی و خصوصیات ریزش‌های جوی به شرایط محل استفاده و هدف مورد نظر بستگی دارد. به طوری که در بسیار از موارد سطح آبگیر و یا ایجاد کننده رواناب‌های سطحی (سطح جمع آوری آب) ممکن است از محل ذخیره سازی آب‌های استحصال شده از یکدیگر مجزا باشند. به طور مثال احداث بندهای کوچک خاکی و سنگریزه ای در آبراهه های طبیعی به دلیل کاهش سرعت جریان موجب افزایش نفوذ آب در پروفیل خاک و در برخی موارد باعث افزایش جریان‌های زیر قشری در خاک می‌شود. چنین سامانه‌هایی در عمل نظیر احداث سکو در اراضی شیب‌دار است، با این تفاوت که در سکوها سطح آبگیر و محل ذخیره حالت پیوسته دارد در حالی که در بندهای یاد شده، سطح آبگیر مجزا از محل ذخیره آب‌های استحصال شده می باشد. بحث قابل توجه دیگر درباره سامانه‌های سطوح آبگیر استفاده از آنها به عنوان سامانه های تأمین آب برای آبیاری تکمیلی در کشاورزی است. به این ترتیب می‌توان چنین استنباط نمود که در صورت بهره‌گیری از سامانه های سطوح آبگیر در امر کشاورزی، لازم است تعاریف مشخص از آنرا ارائه نمود که بیانگر روش‌های آبیاری متکی بر ریزش های جوی از یکسو و جریان‌های متمرکز آب در اولین مراحل تشکیل از سوی دیگر باشد.

در مجموع لازم است به این نکته تأکید ویژه شود که هر چند استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر محدود به اقلیم یا اقالیم خاصی نمی شود و بسته به هدف مورد نظر حتی در مناطق پرباران نظیر مناطق استوائی نیز ممکن است برای تأمین آب برای انسان و دام و مصارف خانگی از آنها استفاده شود. اما توجه به این نکته ضروری است که بیشترین مورد استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر به ویژه برای احیای منابع طبیعی و توسعه کشاورزی، مربوط به مناطق خشک و نیمه خشک است.

یکی از برجسته‌ترین کاربردهای سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ذخیره‌سازی آب پشت بام‌ها و ذخیره آن‌ها در مخازن زیرسطحی و یا سطحی است. در روش‌های ذخیره‌ای هدف استفاده از آب ذخیره شده برای آبیاری پوشش گیاهی و شرب دام و انسان است. ذخیره‌گاه‌های آب ناشی از بارش ها و سیلاب‌ها می‌تواند مصنوعی و یا طبیعی باشند. ذخیره‌گاه‌های مصنوعی می‌تواند منبع‌های پلاستیکی یا ساخته شده با مصالح باشد که معمولا به دلیل کنترل دما و حفاظت در عمق کم نصب یا احداث شده و بهره‌برداری از این ذخیره با استفاده از تلمبه‌های سبک و یا دستی صورت می‌گیرد. بدیهی است در صورت مدیریت صحیح و استفاده از روش‌های آبیاری نوین می‌توان با مقدار آب کم، سطح قابل توجهی از اراضی اطراف نقاط مسکونی را با پوشش گیاهی در راستای مقابله با وقوع طوفان‌های گرد و غبار پوشش داد. دو نمونه از سامانه‌های ذخیره‌سازی کوچک و میان مقیاس در شکل (۳) نشان داده شده است.



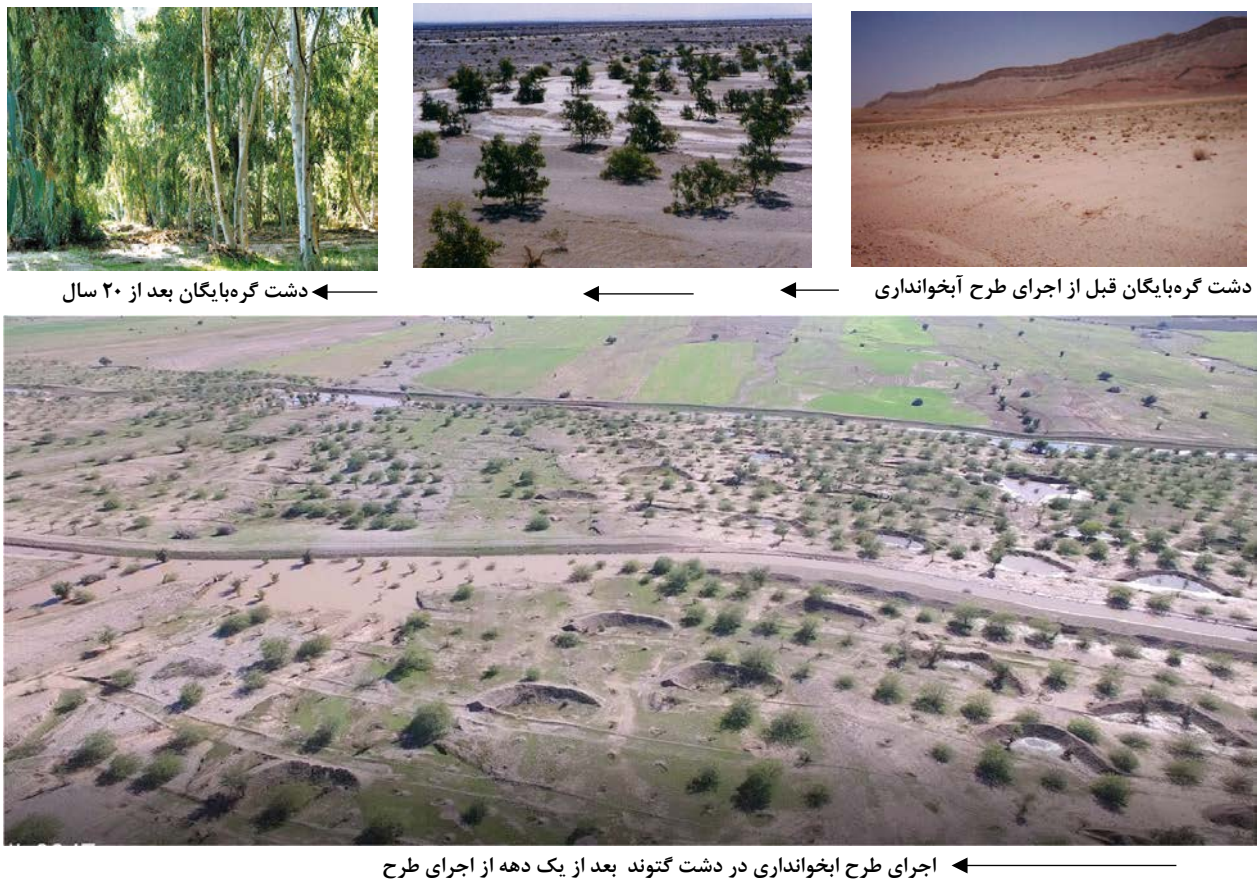
شکل ۳. دونمونه از مقیاس کوچک و متوسط استفاده از سطوح آبگیر باران در ذخیره بارش‌ها

همانطور که ملاحظه می‌شود در مقیاس‌های بزرگتر و غیر خانگی مقیاس طرح متناسب با بازده طرح و بررسی اقتصادی هزینه احداث سطوح غیر قابل نفوذ تصمیم‌گیری می‌شود. استفاده از سطوح رسی و نفوذ ناپذیر که می‌تواند در بارش‌های شدید میزان قابل توجهی رواناب تولید کند، یکی از راهکارهای توسعه مقیاس کار بوده که معمولا به روش سنتی آب ذخیره شده جهت توسعه کشاورزی و ایجاد پوشش مرتعی استفاده می‌شود.

هدف دیگر از اجرای طرح‌های بهره‌برداری از سامانه‌های سطوح آبگیر باران ذخیره سازی رطوبت بارش‌ها در خاک و استفاده از این فرصت در راستای توسعه پوشش گیاهی است. البته در این روش، متناسب با شرایط محیطی نظیر شیب زمین، نفوذ پذیری خاک سطحی، تخلخل ضخامت لایه آبخوان در عمق، و میزان آب ورودی به سیستم این روش در دراز مدت می‌تواند به تغذیه سفره آب زیرزمینی منجر شود. در نوع دوم تجارب بسیار مفیدی در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تحت عنوان طرح آبخوانداری در ۳۵ نقطه کشور با شرایط اقلیمی و محیطی متنوع بدست آمده است. با توجه به محدودیت این نوشتار روش‌های حفظ رطوبت و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی بطور اجمال معرفی می‌شود.

شاید ساده‌ترین روش در این نوع طرح‌ها ، احداث خاکریزهای طویل برروی خطوط تراز در پای دامنه‌های پرشیب مناطق تپه ماهوری و صخره‌ای که امروزه به آنها آهار (Ahar) گفته می شود برای جمع‌آوری و ذخیره رواناب‌های سطحی با هدف تأمین آب برای مصارف مختلف به ویژه کشاورزی و توسعه منابع طبیعی استفاده می شده است. در خراسان در برخی مناطق آثاری قدیمی کشف شده‌اند که نشان دهنده ایجاد شیار در جهت عمود به شیب اراضی در دشت‌های سیلابی با هدف جمع‌آوری سیلاب‌ها و نفوذ دادن آب به توده خاک برای کشت غلات بوده است. استفاده از این سامانه آبگیر افزون بر استحصال آب، وترسیب بار معلق سیلاب‌ها می‌شود و از این طریق اراضی زراعی حاصلخیزی نیز برای زراعت ایجاد می‌شود. در بخش نیمه بیابانی (صحرایی) آفریقا، شیوه‌های سنتی سطوح آبگیر با هدف حفاظت آب و خاک بکار گرفته می‌شده است که هر چند علاوه بر استحصال آب هدف تثبیت شن‌های روان و کاهش گرد و غبار بوده است، ولی شیوه مشابه سایر سطوح آبگیر می‌باشد (Reij, et al. ۱۹۸۶). مرور اجمالی فوق نشان می‌دهد که استفاده ازسامانه‌های سطوح آبگیر نه تنها نمونه‌ای از یک روش مدیریت منابع آب در دنیای قدیم بوده است، بلکه روش کار آمدی نیز برای بهینه‌سازی و استفاده مستقیم از ریزش های جوی است که همواره با بهره‌وری از آب‌های قابل استحصال در گستره‌های پهناور موجود در خارج از شبکه رودخانه‌های اصلی در حال حاضر و آینده مورد توجه بوده است. این موضوع با توجه به گستره وسیع مناطق خشک و نیمه خشک در جهان و به ویژه ایران از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا در مناطق خشک و نیمه خشک اصولاً مقدار ریزش‌های جوی در دوره رویش گیاهی برای تأمین آب مورد نیاز، کافی نمی‌باشد. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق بالقوه در طول دوره خشک سال از مقدار بارش‌های جوی از خصوصیات بارز چنین مناطقی به حساب می‌آید که در نهایت همراه با کمبود آب موجب تخریب خاک و کاهش پوشش گیاهی و بالاخره حاکمیت شرایط بیابانی در آنها می شود. از اینرو، در مناطق خشک و نیمه خشک بدون استفاده از شیوه‌های استحصال آب امکان تأمین آب برای استفاده در دوره‌های خشک سال وجود ندارد.

به همین منظور پروژه آبخوانداری با دو هدف تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و استفاده از رسوب و رطوبت حاصل از پخش سیلاب‌ها در ایجاد اراضی مستعد کشت، تثبیت زمین با پوشش گیاهی و رسوب پخش شده، می‌تواند راهکاری عملی در کاهش اراضی مستعد تولید گرد و غبار و تغذیه سفره های آب زیرزمینی شود. تجربه اجرای طرح آبخوانداری در دشت نرماشیر بم حکایت از این واقعیت دارد که پخش سیلاب در عرصه چند هزار هکتاری در این دشت با توجه به نفوذ پذیری مناسب و ظرفیت ذخیره آبخوان آن بخوبی توانسته بر کمبود آب ناشی از وقوع خشکسالی در منطقه غلبه کند بطوریکه در آبدهی قنوات پایین دست منطقه پخش اثر کم آبی مشهودی ملاحظه نشد. (شعاعی و همکاران، ۱۳۸۱). بدیهی است با اعمال اصول اولیه مدیریت جامع حوزه آبخیز و مدیریت منابع آب مبنی بر مدیریت مصرف متناسب با بارش هرساله طرح های آبخوانداری به منظور جبران کاهش آب زیرزمینی و ایجاد تعادل در مصرف می‌تواند از بروز پدیده فرونشست زمین جلوگیری کند. باید توجه داشت که فرونشست زمین متاسفانه علاوه بر تخریب خاک و زمین‌ها، موجب از دست رفتن تخلخل آبخوان‌ها شده به نحوی که در سال‌های پرآبی دیگر قادر به ذخیره‌سازی آب با احجام قبلی نیست. تصاویری از مناطقی که آبخوانداری با هدف توسعه محیط زیست و منابع طبیعی و تغذیه سفره آب زیرزمینی به منظور جبران بیلان منفی دشت در شکل ۴ نشان داده شده است. در بحث مقابله با طوفان‌های گرد و غبار و طوفان‌های شن اجرای این طرح‌ها عملکرد بسیار مطلوبی داشته است. بطوریکه پخش ذرات دانه ریز موجود در سیلاب‌ها موجب اصلاح خاک شده بطوریکه با رطوبت به تله افتاده قادر به پوشش گیاهی مناسب در سطح وسیع می‌شود. نمونه‌هایی از این موفقیت در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴. عرصه‌های طرح آبخوانداری با هدف توسعه محیط زیست و احیای منابع طبیعی و جبران کسری بیلان آب زیرزمینی

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به تعریف مدیریت جامع حوزه آبخیز و تاکید تعاریف پذیرفته شده، تدوین بسته‌های مدیریتی باید بر اساس ظرفیت‌های یک حوضه صورت پذیرد. همانطور که اشاره شد در کشور ایران تنوع اقلیم باعث می‌شود تا توزیع بارندگی در سال‌های مختلف دارای

نو سانات بـ سیار شدید بوده و به عبارتی ا ستفاده از متو سط دراز مدت در تدوین برنامه های مدیریت جامع راهگـ شا نخواهد بود. از سوی دیگر، شرایط اقلیمی کـشور و اطلاعات پایش شده نـشان می‌دهد که در را ستای تنوع و تغییر اقلیم در سطح جهان، تغییرات قابل مشاهده‌ای در منطقه آسیا و ایران قابل مشاهده است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که تدوین طرح‌های مدیریت جامع حوضه آبخیز باید بر ا ساس تغییرات شدید ظرفیت‌ها صورت پذیرد. بهره‌برداری از سامانه‌های سطوح آبگیر باران از جمله طرح‌های آبخوانداری و سـدهای زیرزمینی در پژوهشـکده حفاظت خاک و آبخیزداری و سـازمان جنگل‌ها و آبخیزداری نشـان داد که بخش قابل توجهی از میزان آب در نظر گرفته شده در سر جمع تبخیر و تعرق در روش محاسبه بیلان آب، می‌تواند با استفاده از سامانه های سطوح آبگیر باران به سـرجمع منابع آب قابل دسـترس اضـافه شـود. لذا منابع آب قابل دسـترس با لحاظ این واقعیت باید محاسـبه و مورد بهره برداری قرار گیرد. متا سفانه مدیریت منابع آب در کـشور نه تنها اهتمامی در را ستای افزایش توان آبی کـشور و برنامه‌ریزی در جهت مدیریت جامع و علمی آن ندارد، بلکه به دلیل عدم توجه به وظایف نظارتی خود سبب شده تا امروز با صدها هزار چاه غیر مجاز و بهره برداری بیش از حد در چاه‌ها مجاز، مواجه با افت شـدید در بیش از صـدها دشـت کشـور، افت شـدید سـطح سـفره‌های آب و فرونشست زمین باشیم. مضاف بر این، با توجه به عدم اشراف به نظام‌های بهره‌برداری امکان تدوین برنامه مصرف متناسب با دریافت بارش شامل تعدیل میزان مصرف و اصلاح الگوی کشت عملا غیر ممکن شده است. از سویی دیگر احداث سدهای متعدد بدون توجه به حقابه‌های پایین د ست موجب قطع تالاب‌ها شده ا ست که در دهه اخیر به صورت کانون‌های تولید گرد و غبار محیط زیـ ست و سلامت مردم را مورد تهدید قرار داده است.

اجرای طرح های پخش سیلاب با هدف بیابانزدایی در استانهای سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی

اجرای طرح های پخش سیلاب در استان خوزستان -منطقه هندیجان با هدف استقرار پوشش گیاهی و کنترل کانون‌های گرد و غبار

شکل ۵. عرصه های طرح آبخوانداری با هدف توسعه محیط زیست و احیای منابع طبیعی و کنترل بیابان‌ها و طوفان‌های گرد و غبار

با توجه به نکات قوت و ضعف یادشده شده، تدوین نظام جامع مدیریت آبخیزها علاوه بر اصول رایج پذیرفته شده باید به چالش‌های دهه‌های اخیر نظیر خشک شدن تالاب‌ها، فرونشست زمین توجه ویژه داشته باشد. در این راستا شاید استفاده از سیستم سطوح آبگیر باران و ایجاد استعداد آبی جدید به منظور مقابله با این چالش‌ها تنها راهکار باقیمانده باشد. تشدید بلایای طبیعی نظیر فرونشست‌های شدید و طوفان‌های گرد و غبار حکایت از این واقعیت دارد که در مدیریت جامع حوزه آبخیز و برآور ریسک خطر ناشی از سوء مدیریت‌ها باید به عنوان اجزاء مهم بسته‌های مدیریتی مد نظر قرار گیرد. اهم نکات مهم که در تدوین یک برنامه جامع و متناسب با رفتار حوضه‌ها به شرح زیر اشاره می‌شود:

- شناخت ظرفیت های کلی یک حوضه بر اساس مدل‌های آمایشی
- شناخت ظرفیت‌های حوضه بر اساس سناریوهای مختلف

- تعریف کرانه‌های تغییرات ظرفیت‌های حوضه بر اساس تجزیه و تحلیل حوضه اعم از تغییرات ناشی از رفتار حوضه و یا فرآیندهای تغییرات منطقه‌ای و جهانی و تغییر در الگوهای مصرف، و کلاسه‌بندی آنها بر اساس این ظرفیت‌ها
- تدوین سناریوهای مدیریتی مختلف بر اساس متغیرهای تعریف شده
- توجه به برنامه‌های تعادل بخشی به منابع و مصارف و تلاش برای تامین حقابه تالاب‌ها، آبگیرها و نقاط مستعد تولید گرد و غبار
- کنترل سطح بحرانی سفره‌های آب زیرزمینی از طریق اعمال برنامه‌های کاهش مصرف، حفظ سطح تولید
- توسعه فناوری‌های نوین و توسعه طرح‌های آبخیزداری و بهره برداری از سامانه‌های سطوح آبگیر باران نظیر آبخوانداری، به منظور ذخیره‌سازی و اتصال ترسالی‌ها به خشکسالی‌ها و تثبیت زمین‌های حساس به فرسایش و تولید گرد و غبار

در بحث مقابله با بحران فرونشست در دشت‌های کشور اهم نکات مهمی که در تدوین برنامه مدیریت جامع حوضه بخصوص مدیریت آب باید مد نظر قرار گیرد به شرح زیر است:

- برنامه‌ریزی برای تعیین بهره‌برداری مجاز و حفظ سطح آب در بالای سطح بحرانی وقوع فرونشست
- رعایت استاندارد مجاز بهره‌برداری (بر اساس برخی منابع بهره‌برداری باید بین ۴۵ تا ۵۰ درصد تغذیه باشد)
- الزام به تهیه پیوست مرتبط با نشست زمین در همه طرح‌های برنامه‌ریزی آب و خاک
- پایش مستمر سطح سفره آب و تغییرات در نرخ فرونشست برای تعیین آستانه مجاز بهره‌برداری
- انجام تمهیدات لازم برای تغذیه اضطراری سفره‌های آب زیرزمینی در ماه‌های پر آبی

و بالاخره در بحث مقابله با بحران تشدید طوفان‌های گرد و غبار در قالب کنترل منشاء ها و مقابله با شکل‌گیری منشاءهای جدید نکات زیر توصیه می‌شود:

- برنامه‌ریزی حوضه‌ای به منظور تعیین دقیق نیازهای آبی زیست محیطی
- اولویت به تامین حقابه تالاب‌ها و مناطقی که منشاء گرد و غبار هستند
- تهیه نیازهای آبی طرح‌های مقابله با کانون‌های گرد و غبار به عنوان نیاز اولیه و ضروری

در پایان اضافه می‌شود که مدیریت و حاکمیت کارآمد، شرط موفقیت برنامه‌های توسعهٔ پایدار در مدیریت منابع آب بوده که باید مبتنی بر رویکرد مدیریت به هم پیوسته باشد. بطوریکه، نظام «مدیریت یکپارچه و ملی آب» با هدف ایجاد مدیریت ملی مقتدر و توانمند برای یکپارچه‌سازی نیازهای سراسری و ملی و اقتصاد کشور به آب و خدمات وابسته به آن ایجاد شود و در این راستا سیاست‌گذاری، مدیریت کلان تخصیص آب، تدوین برنامه‌های ملی منابع آب، تنظیم و تدوین قوانین و مقررات راهبردی، تهیه استانداردهای عمومی و فنی، ایجاد ظرفیت‌های مدیریتی، اجرایی، پژوهشی، نیروی انسانی و سایر امور کلان استراتژیک، مدیریت رودخانه‌های مرزی و منابع آب مشترک و اتخاذ دیپلماسی آبی فعال در این زمینه در دستور کار این مدیریت قرار گیرد. سازماندهی مدیریت ملی آب به گونه‌ای باشد که از یک سو مدیریت منطقه‌ای (حوضه آبریز/ استانی) و محلی با هدف تفویض اختیارات به واحدهای دولتی در سطوح پایین‌تر میسر شود و از سوی دیگر با بهره‌گیری از ظرفیت‌های قانون سیاست‌های اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی انتقال بخش‌هایی از مسئولیت‌های مدیریت دولتی به مجامع غیردولتی، بخش خصوصی، تعاونی و انواع تشکل‌های منطقه‌ای، شهری، روستایی و جوامع محلی و بطور کلی خصوصی‌سازی امکان‌پذیر شود.

منابع

- اسکانی کزازی، غلامحسین، حامدی، مریم و الله سیاه پیرانی، میترا. ۱۳۸۹ . فرونشست زمین، بحران، ریسک و مدیریت آن، مجموعه مقالات همایش ملی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.
- رنجبر، محسن و جعفری، نسرین. ۱۳۸۸. بررسی عوامل مؤثر در فرونشست زمین دشت اشتهارد. جغرافیا، نشریه علمی ـ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، دوره جدید، سال ششم، شماره ۱۹ ۱۸ ، پاییز و زمستان ۱۳۸۸.

- شعاعی ضیاءالدین، عبدالرسول تلوری، جمال قدوسی، محمد حسین مهدیان، عبدالمحمد غفوری، تقی امانپور. ۱۳۸۱. سیستم‌های سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی، گزارش طرح پژوهشی شماره ۸۲۳ مصوب شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۵۵۴ صفحه.
- شمشکی, امیر؛ محمدجواد بلورچی و ایمان انتظام سلطانی. ۱۳۸۴. فرونشست زمین در دشت تهران عوامل مؤثر در شکل‌گیری آن، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین شناسی، https://www.civilica.com/Paper-GSI24-GSI24_071.html
- عطایی، هوشمند و فائزه زمانی پور. ۱۳۹۵. بررسی فرونشست دشت تهران، دومین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین، https://www.civilica.com/Paper-ISCONF02-ISCONF02_007.html
- کمک پناه، علی،۱۳۷۳. روش‌های پهنه‌بندی خطر لغزش، مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی راهبردهای کاهش خسارات زمین‌لغزه در کشور، انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۶۲۵ صفحه.
- لشکری پور، غلامرضا. ۱۳۸۷. بررسی نشست زمین در دشت نیشابور و ارتباط با افت سطح آبهای زیرزمینی، طرح پژوهشی شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، دانشگاه فردوسی مشهد
- لشکری پور، غلامرضا، غفوری، محمد، کاظمی گلیان، رمضان و دمشناس، مهدی. ۱۳۸۶. نشست زمین در اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت نیشابور، پنجمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ص ۱۰۹۲-۱۰۸۲.
- مرادی، حمیدرضا، محمدی، مجید و پورقاسمی، حمیدرضا. ۱۳۹۱، حرکات دامنه‌ای (حرکات توده ای) با تاکید بر روش‌های کمی تحلیل وقوع زمین‌لغزش ، انتشارات سمت ، ص ۲
- وزارت نیرو دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا. ۱۳۸۸. مطالعات بهنگام سازی طرح جامع آب کشور، مرداد ۱۳۸۸
- Alizadeh. A. 2010. Hydrology Applied of Principals, Imam Reza University press, 545, edition 29th, 2,912p.
- Carminati, E., and Martinelli, G. 2002. Subsidence rates in the Po Plain, northern Italy: the relative impact of natural and anthropogenic causation. Engineering Geology, 66:241-255.
- Critchley W.R.B. 1986. Runoff harvesting for crop production; experience in Kitui District; 1984-1986. Paper presented to the Third National Soil and Water Conservation Workshop, Nairobi, Kenya.
- Hu, R.L., Wang, S.J., Lee, C.F., and Li, M.L. 2002. Characteristics and trends of land subsidence in Tanggu, Tianjin, China. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 61:213-225.
- IPCC. 1990. First Assessment Report Overview and Policymaker, IPCC, (FAR) 1990
- IPCC. 1992. Supplementary Reports. The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment, IPCC (SR) 1992
- IPCC. 1995. Second Assessment Report: Climate Change, Full Report, IPCC, (SAR) 1995
- IPCC. 2001. Third Assessment Report: Climate Change. IPCC (TAR), 2001
- IPCC, 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)
- IPCC. 2014. Fifth Assessment Report, Climate Change 2014
- Larson. K.J., Basagaoglu, H., and Marino, M.A. 2001. Prediction of optimal safe ground water yield and land subsidence in the Los Banos-Kettleman City area, California, using a calibrated numerical simulation model. Journal of Hydrology, 242:79-102.
- Londies, Andrew.1997. Utilization of water for recreational purposes in Taiwan, 8th ICRCS, Iran.
- Pacey A. and Cullis A. 1986) Rainwater harvesting, the collection of rainfall and runoff in rural areas. IT Publication, London, UK.
- Pacey A. and Cullis A. 1986. Rainwater harvesting, the collection of rainfall and run-off in rural areas, intermediate technology publications, London.
- Pacheco, J., Arzate, J., Rojas, E., Arroyo, M., Yutsis, V., and Ochoa, G. 2006. Delimitation of ground failure zones due to land subsidence using gravity data and finite element modelling in the Queretaro valley, Mexico. Engineering Geology, 84:143-160. Phien
- Phien-wej, N., Giao, P.H., & Nutalaya, P. 2006. Land subsidence in Bangkok, Thailand. Engineering Geology, 82,187-201
- Poland, J.F., 1981. The occurrence and control of land subsidence due to groundwater withdrawal with special reference to the San Joaquin and Santa Clara Valleys, California, Ph.D. Dissertation, Stanford University, Palo Alto, California.
- Quanlong, W. 2006. Land subsidence and water management in Shanghai, Master Thesis, Delft University, Netherlands.
- Reij, C. Turner, S. and Kuhlman, T. 1986. Soil and water conservation in Sub-Saharan Africa: issues and options

IFAD/CDCS, Free University, Amsterdam.
- Schuster, R.L., and R.W. Fleming. 1986. Economic Losses and Fatalities due to landslides. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, Vol. 23, No. 1, pp. 11-28.
- Stiros, S.C. 2001. Subsidence of the Thessaloniki (northern Greece) coastal plain, 1960-1999. Engineering Geology, 61:243-256.
- UNEP 1983. Rain and storm water harvesting in rural areas. ed. United Nations Environmental Program. Dublin: Tycooly International.
- UNEP 1983. Rain and storm water harvesting in rural areas. Tycooly, Dublin.
- UNEP 1983. Rain and storm water harvesting in rural areas. Ed. UNEP, Tycooly International, Dublin.
- Willcocks T.J. 1979. What form of tillage is necessary in the semi-arid soils of Botswana, Paper presented at the FAO Symposium on Rain fed Agriculture, Amman, May, 1979.
- WMO .1975. Drought – Lectures presented at the twenty-sixth session of the WMO Executive Committee, Special Environmental Report No. 5, WMO, Geneva
- Waltham, A.C. 1989. Ground subsidence. Blackie & Son Limits. Zhou, G.Y., & Esaki, T.J., 2003. GIS based spatial and predication system development for regional land subsidence hazard mitigation. Environmental Geology, 44:665-678.
- Wilhite, D.A.; Svoboda, M.D.and Hayes, M.J. 2006. Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought mitigation and preparedness. Water Resources Management, 21: 763-774.