

مدیریت جامع حوزه آبخیز و چالش تشدید بلایای طبیعی

* ضیاءالدین شعاعی^۱، فرود شریفی^۲، سیما رحیمی بندر آبادی^۳

۱- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (zshoei@gmail.com)

۲- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (fs1338@gmail.com)

۳- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (rahimi_si@yahoo.com)

چکیده

مدیریت جامع حوزه آبخیز در تعریف به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که ضمن بهره‌برداری از ظرفیت‌های یک حوضه، تضمین کننده پایداری آن نیز باشد. به عبارتی در فرایند آمایش یک حوضه باید کلیه محدودیت‌ها و ظرفیت‌ها شناسایی و براساس این اطلاعات توسعه پایدار برنامه‌ریزی شود. همان‌طور که مشخص است در بسیاری از موارد ظرفیت منابع یک حوضه ثابت نبوده و به شدت تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی از جمله تغییر الگوهای بارش و تأثیر بر منابع آبی در مقاطع زمانی مختلف قرار دارد. لذا انتظار می‌رود در مناطقی که دارای شرایط ویژه بوده نظیر کشور ایران، در تعریف مدیریت جامع حوزه آبخیز دقت بیشتری صورت پذیرد. به عبارتی دیگر "مدیریت جامع حوزه آبخیز به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق شود که با توجه به تغییرات در منابع یک حوضه در سناریوهای مختلف، ضمن بهره‌برداری از ظرفیت‌های یک حوضه پایداری آن‌ها را تضمین نماید." در این تعریف بدیهی است که بحث تغییرات شدید و سریع که به بلایای طبیعی نیز تعبیر می‌شود باید مورد توجه ویژه قرار گرفته به نحوی که با پیش‌بینی تمهیدات مناسب در سناریوی مدیریت مرتبط، اثرات منفی این پدیده‌ها به نحو مقتضی مدیریت شود. با توجه به تغییرات مورد انتظار در اثر تغییرات مشاهده شده در تغییرات وضعیت بارش افزایش بلایای طبیعی در دهه‌های اخیر به شدت مشهود است. در این مقاله به بررسی شایع‌ترین وقایع منتج از تغییرات و تنوع اقلیم پرداخته و در ادامه با تجزیه و تحلیل عوامل وقوع و تشدید این حوادث به راهکارها اشاره می‌شود.

واژه های کلیدی: مدیریت جامع، بلایای طبیعی، راهکارها

مقدمه

اگرچه بررسی میزان رابطه تغییرات مورد توافق در سطح کره خاکی با تغییرات قابل مشاهده در ایران نیاز به تحقیقات بیشتری دارد و قضاوت در مورد این ارتباط باید با احتیاط صورت پذیرد، ولی بررسی اطلاعات مربوط به اقلیم و هواشناسی حکایت وقوع از تغییراتی عمده بر میزان و الگوهای بارش و وقوع وقایع مرتبط با آن دارد. بررسی تحولات چند دهه اخیر حکایت از این واقعیت دارد که بحران‌های مختلفی که امروزه کشور ایران از جمله کم آبی، تشدید طوفان‌های گرد و غبار، تشدید وقایع سیل‌های مخرب، افزایش وقوع زمین‌لغزش‌ها و وقوع خشکسالی‌های متعدد با تغییرات اقلیمی رابطه مستقیم و غیر مستقیم دارد. شاید اولین تغییر مشهود که در چند دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است، تغییرات و تنوع اقلیمی باشد که محققین در این چند دهه به دنبال یافتن شواهدی از این تغییرات بوده‌اند. البته تاثیر بسیاری از تغییرات دهه‌های اخیر نظیر گرم شدن کره زمین و تغییر در الگوهای بارش را به تغییرات اقلیم نسبت می‌دهند. افزایش دما می‌تواند در جایی موجب گرما و ورود آب بیشتری به جو و افزایش شدت بارش‌ها گشته، و در نقطه‌ای دیگر منجر به از دست رفتن منابع آبی و خشکسالی شود. گرم‌تر شدن سطح دریاها نیز می‌تواند موتور محرکی برای افزایش سرعت باد و طوفان‌های گرمسیری باشد که از سال ۱۹۸۰ دمای سطح آب اقیانوس‌ها را سه درجه سانتیگراد افزایش و طبق مدل، توان بادی طوفان‌ها را تا یک گره افزایش داده است. افزایش سطح آب دریاها می‌تواند ریسک زندگی در این نواحی را تا حدود زیادی بالا ببرد. در سومین گزارش IPCC (برنامه بین‌دولتی تغییرات آب و هوا، ۲۰۰۱) اعلام شده که انتظار می‌رود گرمایش جهانی سطح دریاها را تا ۲۱۰۰ به میزان محسوسی افزایش دهد.

اثرات تغییرات اقلیمی در نقاط مختلف منجر به بروز تحولاتی در شرایط اقلیم و متعاقباً تولیدات کشاورزی شده است. در آمریکای شمالی کاهش بارش برف در کوه‌های غربی؛ پنج تا ۲۰ درصد افزایش تولید کشاورزی دیم در برخی مناطق؛ افزایش تعداد فرکانس، شدت و طول مدت امواج گرما در شهرهای مختلف از شواهدی است که در این قاره قابل مشاهده است. که در حال حاضر نیز آن‌ها را تجربه می‌کنند. در آمریکای لاتین، تعویض تدریجی جنگل‌های گرمسیری به وسیله ساوانا در شرق آمازون؛ خطر از دست دادن تنوع زیستی قابل توجه از طریق انقراض گونه‌ها؛ تغییرات قابل ملاحظه در منابع آب در دسترس برای مصرف انسان، کشاورزی و تولید انرژی بخوبی قابل استناد است. در اروپا، افزایش خطر وقوع سیلاب‌های داخل حوضه‌ای و مناطق ساحلی و افزایش فرسایش؛ عقب نشینی یخچال‌ها در مناطق کوهستانی؛ کاهش بارش و برف؛ تلفات گونه‌های گسترده؛ کاهش تولید محصول در جنوب اروپا، از شواهدی هستند که در دهه اخیر گزارش شده است. در قاره آفریقا، پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۲۰، بین ۷۵ تا ۲۵۰ میلیون نفر در معرض افزایش استرس آب قرار گیرند. میزان تولید کشاورزی در اراضی دیم ممکن است تا سال ۲۰۲۰ در برخی مناطق تا ۵۰ درصد کاهش یابد؛ و به همین دلیل تولید کشاورزی و دسترسی به غذا برای مردم این منطقه ممکن است به شدت در معرض خطر قرار گیرد. در آسیا، بر اساس سناریوهای مدل شده، در اواخر دهه ۲۰۵۰، دسترسی به آب شیرین در آسیای مرکزی، جنوب، شرق و جنوب شرقی به شدت کاهش خواهد یافت؛ مناطق ساحلی به دلیل افزایش سیل در معرض خطر هستند؛ میزان مرگ و میر ناشی از بیماری مرتبط با سیل و خشکسالی‌ها در برخی مناطق افزایش خواهد یافت. با توجه به شواهد موجود و اثراتی که تغییرات اقلیم می‌تواند بر چرخه‌های طبیعی داشته باشد، وقوع و تغییر در فرکانس وقوع و شدت بلایای طبیعی بسیار محتمل می‌باشد. اثرات این تغییرات بر بلایای طبیعی و علل اصلی آنرا می‌توان بصورت زیر دسته بندی نمود:

- ✓ تشدید در تغییرات دمایی و وقوع حوادث آب و هوایی نظیر گرمادگی و سرما زدگی
- ✓ افزایش تعداد سال‌های خشکسالی به دلیل کاهش دوره‌های بارشی
- ✓ افزایش احتمال وقوع آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع و تالاب‌ها به دلیل کمبود بارش و خشکی
- ✓ بهم خوردن مدل‌های بارش در مناطق مختلف و وقوع دوره‌های بارشی و خشکسالی شدید و استثنایی
- ✓ کاهش منابع آب به دلیل تغییر الگوهای بارش
- ✓ افزایش حوادث زمین‌لغزش ناشی از وقوع بارش‌های استثنایی
- ✓ افزایش سطح دریاها به دلیل ذوب ناگهانی منابع یخچالی و به دنبال آن وقوع حوادث تهدید کننده جوامع ساحلی
- ✓ افزایش طوفان و سیل‌های مخرب به دلیل برهم خوردن تعادل طبیعی

✓ فرونشست زمین به دلیل مصرف بی رویه و تغذیه ضعیف منابع آب زیرزمینی

باید اضافه کرد که تغییرات آب و هوایی از دو جنبه بر افزایش بلایای طبیعی تاثیرگذار است. اولین عامل، تأثیرمستقیم تغییرات آب هوایی بر شرایط پایدار طبیعی و وقوع بلایای طبیعی متأثر از آن، و دومین عامل مهم، بروز تغییر در رفتار انسانی در مدیریت منابع طبیعی است که متأثر از کاهش منابع و افزایش نیازها است که نهایتاً منجر به بهم خوردن تعادل و تشدید بلایای طبیعی می‌شود. به عنوان مثال، تغییر آب و هوا می‌تواند منجر به تغییر در استفاده از زمین و پوشش آن شود که متعاقب آن کاهش پوشش طبیعی، افزایش سرعت بیابانی شدن سرزمین و وقوع پدیده‌هایی مانند طوفان‌های گرد و غبار را به همراه دارد. در بخش کشاورزی، به دلیل وقوع محدودیت‌های جدید، زارعین ممکن است از تولید محصولات متعارف تغییر رفتار داده و بیشتر با رویکرد اقتصادی به سمت و سوی محصولاتی با بازده اقتصادی بالاتری روی آورند که با شرایط تغییرات به وجود آمده سازگار نباشد. مثلاً به تولید محصولاتی بپردازند که در شرایط تغییر شرایط آب و هوایی درجه حرارت بالاتری را بر سطح ایجاد نمایند که علاوه بر کاهش میزان پوشش، مصرف آب بیشتر را موجب گردند. البته اینها مثال‌های ساده‌ای هستند و طبعاً برآورد صحیح و کمی و درک صحیح تعاملات بین تغییرات آب و هوا و استفاده از زمین نیاز به تحقیقات علمی وسیع‌تری دارد.

۱- چالش تشدید بلایای طبیعی

بر اساس گزارشات IPCC (برنامه بین‌دولتی تغییرات آب و هوا، ۱۹۹۰-۲۰۱۴)، افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو، احتمالاً باعث افزایش دمای هوا در بیشتر سطوح زمین می‌شود 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 جبهه‌های گرم و تغییر شدید مدل‌ها و الگوهای بارش، کاهش منابع آب اعم از آشامیدنی و کشاورزی، کاهش تولید در بخش کشاورزی و دامی، شیوع بیماری‌های جدید تهدید کننده، افزایش شرایط خیلی گرم و خشک و یا خیلی سرد و مرطوب و نهایتاً 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 شواهد متعددی از بروز این تحول قابل لمس است.

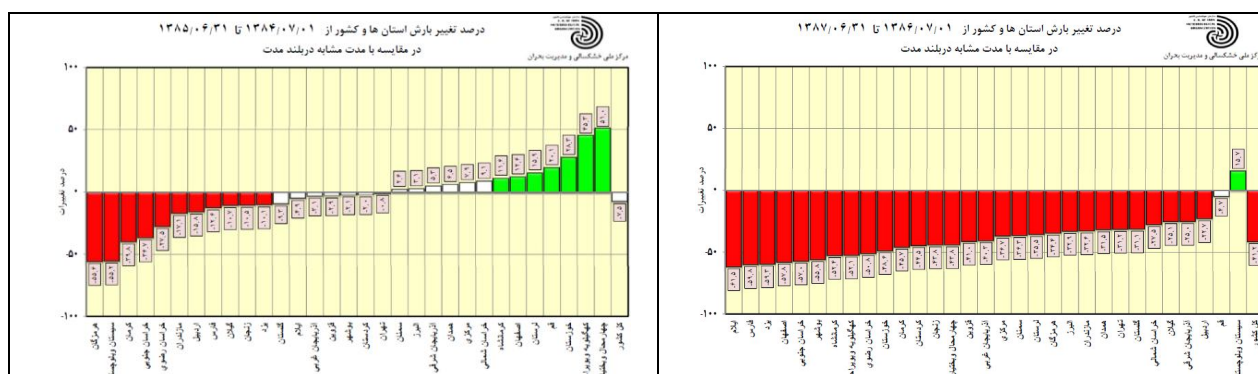
۲-۱- وقوع خشکسالی‌ها در کشور

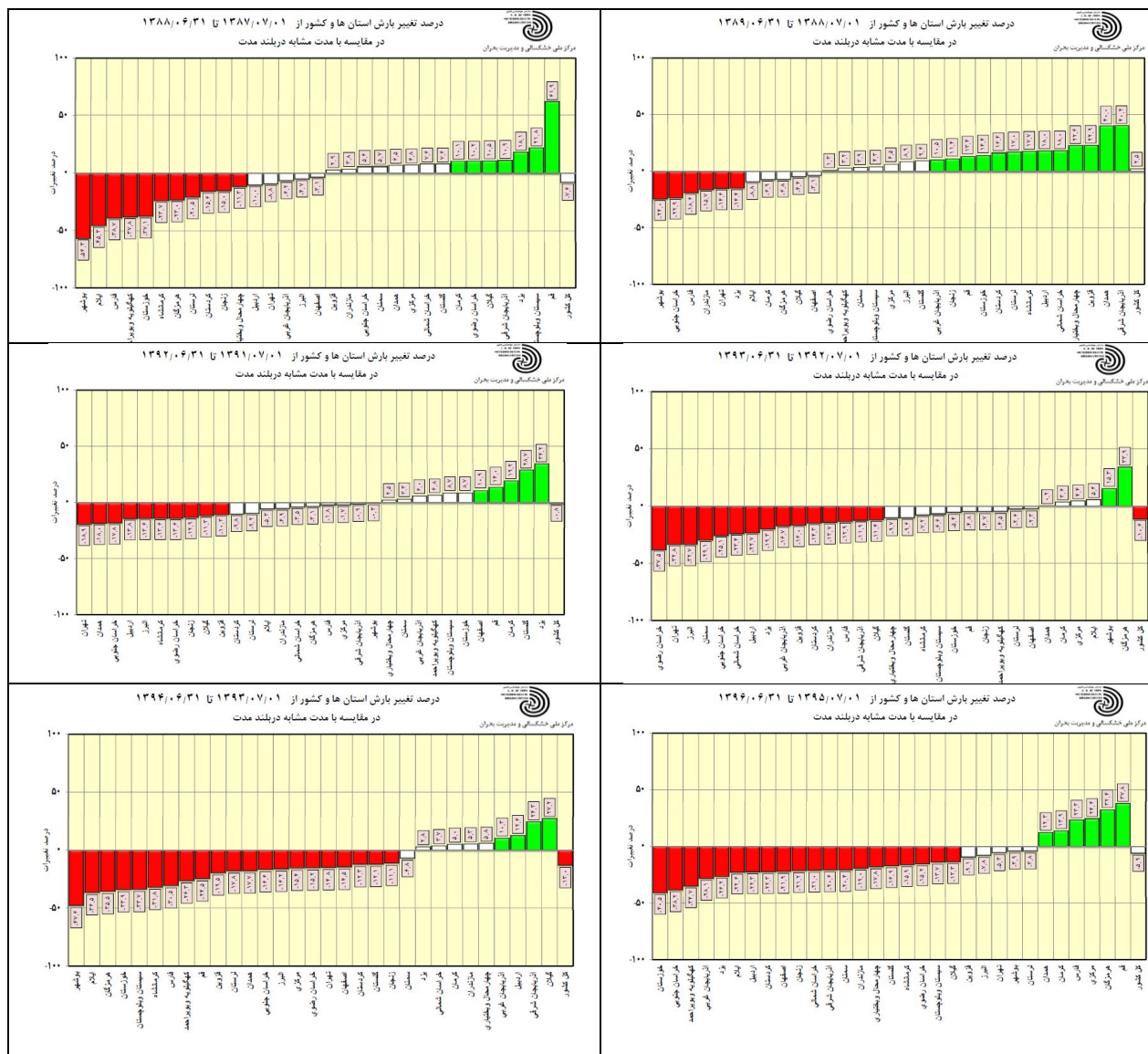
خشکسالی از نظر تعریف به شرایطی اطلاق می‌شود که یک کمبود رطوبت شدید کمتر از حد انتظار برای مدتی اتفاق بیفتد و باعث محدودیت برخی از انواع فعالیت‌ها شود (Wilhite et al., 2006). بررسی میزان بارش دریافتی کشور در دو دهه گذشته حکایت از این واقعیت دارد که تغییرات قابل توجهی در میزان بارش در سال‌های آبی اتفاق افتاده است. در ۱۵۰۰ سال گذشته، زمین چندین بار شاهد روند سرد و گرم شدن بوده، این روندها آثار عمده‌ای بر زندگی انسان گذاشته است. قبل از ورود به قرن ۱۸، تأثیر تغییرات اقلیم بیشتر ناشی از عوامل طبیعی بوده، اما در سال‌های اخیر، علاوه بر عوامل طبیعی، تأثیر عامل انسانی نیز به در روند تأثیر این تغییر کمک زیادی کرده است (Alizadeh, 2010). تغییر در اکوسیستم‌ها، به دلیل تغییر میزان دما و بارش از مشهودترین آثار تنوع اقلیم است. معمولاً فرایندهای هیدرولوژیکی، فرایندهای 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 کره زمین باشد. اگر تعریف خشکسالی دریافت بارش کمتر از متوسط باشد، آمار بارنگی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۷ نشان دهنده توسعه خشکسالی‌ها متعدد در این بازه زمانی در کشور ایران دارد. آمار بارش در استان‌های کشور برای چند سال نمونه در این بازه زمانی در شکل ۱ نشان داده شده است که می‌تواند شاهد قابل قبولی برای وقوع تغییرات جدی در شرایط بارشی منطقه باشد.

۲-۲- تشدید طوفان‌های گرد و غبار

بر اساس گزارش کنوانسیون مقابله با بیابانزایی ملل متحد (UNCCD, 2015) هر ساله تحت تأثیر طوفان‌های گرد و غبار سالانه بالغ بر ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلیون تن خاک در سطح جهان منتشر و جابجا می‌شود. این پدیده آتمسفری در هر منطقه دارای فرایند خاص بوده ولی در طول دهه‌های اخیر در اغلب نقاط جهان روند افزایشی داشته است. گزارشات 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 باشد. نکته در خور تأمل در دهه اخیر افزایش تعداد وقوع (روزهای گرد و غباری) و شدت طوفان‌های گرد و غبار است که در ۲۰ سال اخیر بشدت افزایش یافته به نحوی که فراوانی آن‌ها در کشور ایران تنها در طول سه سال اخیر ۱۰ برابر شده است. از بین رفتن منابع زیست انسانی در مناطق تحت تأثیر، 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 تأثیر طوفان‌های گرد و غبار قرار داشته است. در غرب آسیا طوفان‌های گرد و غبار جزو شرایط ذاتی اقلیم منطقه بوده است، ولی در دو دهه اخیر، از لحاظ شدت، وسعت و تکرار در منطقه افزایش چشمگیری داشته است که بر غرب، جنوب و مرکز کشور ایران تأثیرات منفی زیادی داشته است. به منظور بررسی علل تشدید این پدیده در دهه اخیر، تحولات منطقه باید مورد واکاوی قرار گیرد.

همان‌طور که در بخش قبلی اشاره شد، شاید اولین تظاهر وقوع خشکسالی‌های بلند مدت، از بین رفتن منابع آب سطحی، کاهش پوشش گیاهی و وقوع طوفان‌های گرد و غبار باشد. این پدیده بیشتر از دو دهه منطقه غرب آسیا را درگیر کرده است. علاوه بر تأثیر خشکسالی بر تشدید گرد و غبار، نقش مدیریت ناصحیح منابع آب حوضه‌های مستعد را باید به آن اضافه نمود. به‌طوری‌که بدون توجه به استعداد تولید طوفان گرد و غبار، تمامی منابع آب در سرشاخه‌ها را کنترل کرده و با ایجاد اختلال در چرخه طبیعی آب، زمینه و خشکیدگی تالاب‌ها و کاهش رطوبت پایین دست و نهایتاً ایجاد کانون‌های گرد و غبار را فراهم آورده است. تغییر کاربری اراضی و کنترل آب در سرشاخه‌های حوضه‌های مرزی و مشترک نیز مزید بر علت بوده است.



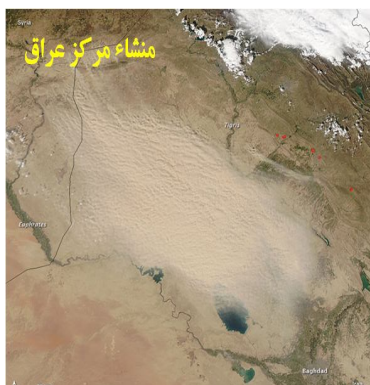


شکل ۱- نمونه ای از جدول بارش های استانی در کشور در سال های نمونه بین ۱۳۸۵ و ۱۳۹۶

مدیریت آب در سرشاخه های حوزه آبخیز هامون و کنترل آب در سرشاخه های رودخانه های دجله و فرات به وسیله کشورهای همسایه ایران و عراق بدون توجه به حقایق پائین دست از مصادیق بارز این گونه مدیریت یک سویه است. به طوری که اثرات این سوء مدیریت، امروزه به صورت بحران های عظیم بروز طوفان های گرد و غبار در مناطق غرب و شرق کشور ایران بروز کرده است. نمونه ای از تصاویر ماهواره ای طوفان های گرد و غبار در دهه اخیر در در شکل ۲ نشان داده شده است. روند تشدید طوفان های گرد و غبار (تعداد روزهای گرد و غباری و غلظت گرد و غبار) در مناطق غربی کشور نیز که موید وجود این تحول در منطقه است، در شکل ۳ نشان داده شده است. به عنوان مثال، تعداد روزهای گرد و غباری در ایستگاه شهر اهواز از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۷ دارای افزایش معنی داری بوده ولی شدت این طوفان ها دارای نوسانات زیادی است. بررسی اجمالی این نوسانات حکایت از تاثیر میزان بارش در سال های مختلف دارد. در شکل سمت چپ (ب) میزان غلظت بیشینه طوفان های 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 سال های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به حد بیشینه توان ابزار سنجنده یعنی ۱۰۰۰۰ میکروگرم بر متر مکعب رسیده است.



طوفان گرد و غبار با منشاء تالاب هامون در شرق ایران

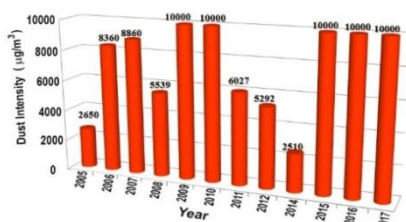


طوفان گرد و غبار تاثیر گذار بر جنوب ایران با منشاء مرکز عراق

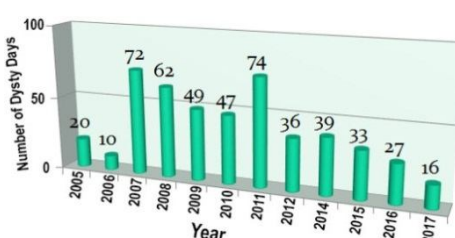


طوفان گرد و غبار با منشاء داخلی (جنوب استان خوزستان و مرکز عراق)

شکل ۲ - نمونه هایی از تصاویر ماهواره ای طوفان های گرد و غبار



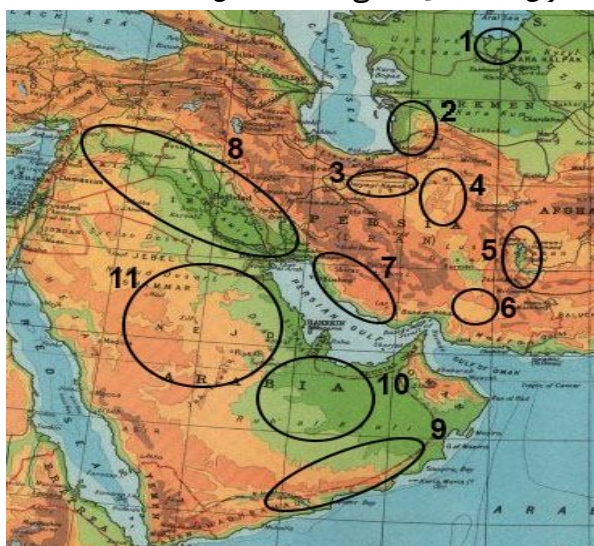
(ب)



(الف)

شکل ۳ - تعداد روزهای گرد و غباری در استان خوزستان (الف) و شدت حداکثر گرد و غبار (ب) در سالهای ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۷

تقریباً در دو دهه اخیر به دلیل وقوع خشکسالی های منطقه ای و متاسفانه اجرای طرح های مدیریت آب، ایران در از دو منشاء داخلی و خارجی تحت تأثیر طوفان های 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، استان های هرمزگان و بوشهر، جنوب استان کرمان، شرق استان سیستان و بلوچستان، کویر مرکزی به عنوان منشاء های داخلی هستند (شکل ۴).



شکل ۴ - منشاء های گرد و غبار تهدید کننده کشور ایران

۲-۳- افزایش وقوع زمین لغزش‌ها

گزارش‌های سازمان‌ها و آژانس‌های بین‌المللی حکایت از افزایش چشمگیر بلایای طبیعی در دهه‌های اخیر از جمله زمین‌لغزش‌ها دارد که عمدتاً ناشی از سوء مدیریت بهره‌برداری از زمین است. خسارات ناشی از زمین‌لغزش‌ها شامل خسارات مستقیم و غیرمستقیم است. خسارات مستقیم شامل خسارت‌های ناشی از جابجایی‌ها، بازسازی‌های ناشی از وقوع زمین‌لغزش و از بین رفتن اموال مردم و تاسیسات اقتصادی است (Schuster, 1996). در مقابل، خسارات غیرمستقیم را می‌توان به این صورت خلاصه کرد: سقوط ارزش اقتصادی زمین‌ها در نواحی که مورد تهدید زمین‌لغزش می‌باشد، کاهش تولیدات اقتصادی، کشاورزی، بهره‌وری جنگل‌ها ناشی از وقوع زمین‌لغزش‌ها و ایجاد خسارت و از بین رفتن امکانات و شبکه‌های حمل و نقل، تحمیل تلفات انسانی و حیوانی و کاهش میزان بهره‌وری آن‌ها، تحمیل هزینه‌های پیش‌گیری و کنترل فعالیت زمین‌لغزش‌ها. هزینه‌های بخش خصوصی شامل خسارات وارد شده به اموال و مایملک افراد و شرکت‌های خصوصی است. زمین‌لغزش‌ها می‌توانند باعث از بین رفتن کامل اموال و دارایی‌های افراد شوند چرا که امکاناتی مانند بیمه و دیگر ابزاری که بتوان از آن‌ها برای جبران این خسارات استفاده نمود معمولاً در دسترس قرار ندارند.

همه ساله پدیده زمین‌لغزه در بیشتر استان‌های کشور موجب خسارات اقتصادی به راه‌ها، خطوط راه‌آهن، بنادر، فرودگاه‌ها، خطوط لوله، خطوط نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبیاری و آبرسانی و تاسیسات معدنی، تاسیسات استخراج، تصفیه و پالایش نفت و گاز، شبکه شریان‌های حیاتی داخل شهرها، کارخانجات و مراکز صنعتی، سدها و دریاچه‌های مصنوعی و طبیعی، جنگل‌ها و مراتع و منابع طبیعی، مزارع و نقاط مسکونی شهری و روستایی می‌شود طی سال‌های اخیر، رویداد زمین‌لغزش در کشورها صدها تن تلفات جانی، ده‌ها هزار آواره و بی‌خانمان و هزارها میلیارد ریال خسارات مالی به جای گذاشته است. به این خسارات مستقیم، باید خسارات غیر مستقیم دیگر ناشی از نابودی مسکن و زمین‌های کشاورزی و منابع و نیز خسارات ناشی از اتلاف وقت و سرمایه‌ها و عدم بهره‌برداری از تاسیسات اقتصادی را افزود. گیلان، مازندران، چهارمحال و بختیاری، آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، تهران، مرکزی، زنجان، کهگیلویه و بویراحمد، فارس، کردستان، کرمانشاه، خراسان و لرستان از استان‌هایی هستند که تعداد گزارشات وقوع و خسارات وارده از زمین‌لغزش‌ها در آن‌ها چشمگیرتر است.

شاید بتوان علت تشدید وقوع زمین‌لغزشها در ایران را علاوه بر تغییرات شرایط آب و هوایی و بارش‌ها، رشد پرشتاب جمعیت و به دنبال آن توسعه پروژه‌های عمرانی سمت مناطق مرتفع‌تر شهرها و روستاها و استفاده از زمین به صورت مدیریت نشده دانست. حدود. پی‌آمد این توسعه افزایش چشمگیر تعداد وقوع زمین‌لغزش‌ها است که از موارد بارز آن می‌توان به زمین‌لغزش‌های شهرهای شمال کشور، روستاهای واقع در منطقه البرز، حاشیه گذرگاه‌های ارتباطی تهران به شمال، شهرک‌های شمال شهر تهران، شهرهای تبریز و سمنجان و شهرهای واقع در نقاط مرتفع منطقه زاگرس اشاره نمود. با توجه به تنوع اقلیمی در مناطق مختلف ایران، در حال حاضر زمین‌لغزش‌ها جزو یکی از بلایای طبیعی مطرح در ایران است.

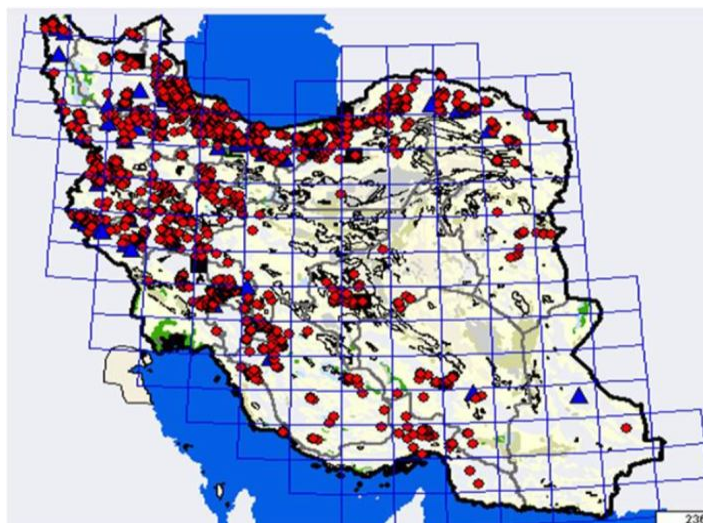
کشور ایران، به عنوان یکی از ۱۰ کشور در معرض تهدید مخاطرات طبیعی، تقریباً همه ساله شاهد وقوع انواع مخاطرات ناشی از وقوع زمین‌لغزش‌ها است. در ایران در مورد خسارات ناشی از زمین‌لغزش‌ها مطالعاتی صورت گرفته است. چنانچه خسارات ناشی از ۴۹۰۰ زمین‌لغزش ثبت شده از سال ۱۳۷۲ تا پایان شهریور ۱۳۸۶ در کشور ۱۲۶۸۹۳ میلیارد ریال برآورد شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱). خسارات سالانه زمین‌لغزش در ایران بدون احتساب خسارات وارده بر منابع طبیعی حدود ۵۰۰ میلیارد ریال برآورد شده است (کمک‌پناه، ۱۳۷۳). همچنین بر اساس برآورد صورت گرفته از بانک اطلاعات زمین‌لغزش‌های کشور کل خسارت مستقیم ۴۵۸۴ مورد زمین‌لغزش ثبت شده تا انتهای سال ۱۳۸۶ برابر ۲۶۰۲۵۹ میلیارد ریال برآورد شده است. بر اساس این بانک، حجم کل مصالح ۴۵۸۴ مورد زمین‌لغزش ۵۶۲۷۰ میلیون مترمکعب و مساحت آن‌ها حدود ۱۹۴/۴ هزار هکتار محاسبه شده است. زمین‌لغزش‌های ثبت شده در بانک اطلاعات زمین‌لغزش‌های شناسایی شده در کشور به‌وسیله سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور در شکل ۵ نشان داده شده است.

۲-۴- فرونشست زمین

از نظر تعریف، فرونشینی، تدریجی و ناگهانی سطح زمین، پدیده‌های است که تحت تأثیر تحولات طبیعی و مصنوعی صورت می‌گیرد و

صدمات ناشی از این نوع فرونشینی‌ها گاهی می‌تواند فاجعه بار باشد (رنجبر و جعفری، ۱۳۸۸). انسان با بهره‌برداری غیراصولی و غیرمنطقی از منابع طبیعی بر شدت و تعداد این مخاطرات افزوده است. هر چند علت اصلی فرونشست زمین با توجه به مطالعات صورت گرفته در دشت‌های ایران که مستعد این پدیده می‌باشد، حاکی از عواملی همچون افت سطح سیالات زیرزمینی، انحلال تشکیلات زیرسطحی و ریزش کارست گزارش شده، لیکن دیگر فعالیت‌های 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 (اسکانی کزازی و همکاران، ۱۳۸۹).

فرونشینی سطح زمین از جمله مخاطرات محیطی است که همانند سایر مخاطرات مانند زلزله، خشکسالی، سیل، طوفان و زمین‌لغزش 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 گردیده 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 مدور، 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.



شکل ۵ - نقشه گسترش زمین‌لغزش‌ها در سطح کشور و تمرکز آن در امتداد رشته کوه‌های البرز و زاگرس

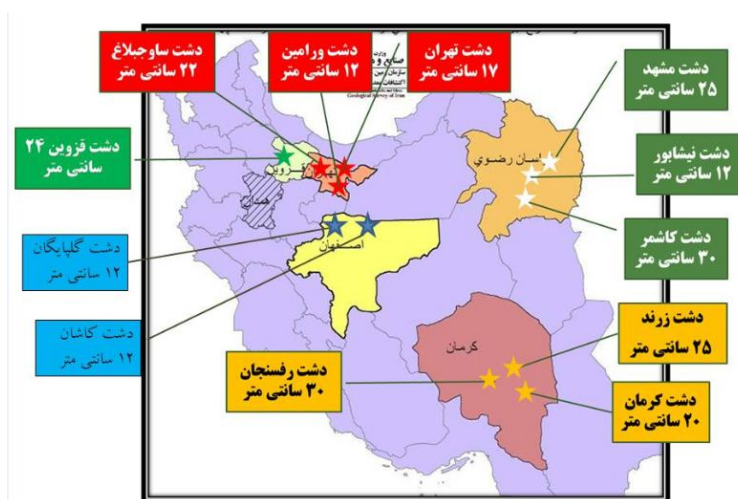
در بسیاری از نقاط مانند: مکزیک، استرالیا، کلمبیا، چین، آمریکا، تایلند، هند، ژاپن، ایتالیا، هلند، ونزوئلا، مصر، عربستان سعودی، انگلستان، فرانسه، فلسطین اشغالی، لهستان و سوئد پدیده فرونشست زمین اتفاق گزارش شده است (لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). اولین دشتی که در آن نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی گزارش شده است دشت رفسنجان بوده که به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی حدود ۴۱ سانتی‌متر نشست سطح زمین گزارش شده است. تعدادی از تصاویر فرونشست در کشور در شکل ۶ نشان داده شده است. 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 می‌شود (لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). سطح آب زیرزمینی در دشت کاشان نیز دارای روندی کاهنده است؛ به‌طوری‌که 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 توجه به فراگیر شدن مخاطره‌ی محیطی فرونشست زمین در بسیاری از دشت‌های بحرانی کشور که هم‌اکنون تعداد دشت‌های بحرانی بر اساس گزارشات به ۳۰۰ دشت می‌رسد، لزوم بررسی این مخاطره و پیامدهای ژئومورفولوژیکی آن حائز اهمیت 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 علت 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.



شکل ۶- شواهد سطحی فرونشست‌ها در دشت‌های مختلف کشور

بر اساس گزارش سازمان زمین‌شناسی بحرانی‌ترین مناطق کشور از نظر فرونشست زمین در استان خراسان رضوی، استان کرمان، استان تهران، استان قزوین، استان اصفهان بوده که در شکل ۷ به موقعیت این مناطق اشاره شده است.



شکل ۷- نمودار نشان دهنده میزان فرونشست پایش شده در یک سال در نقاط مختلف کشور

۲-۵- تشدید سیلاب‌های مخرب

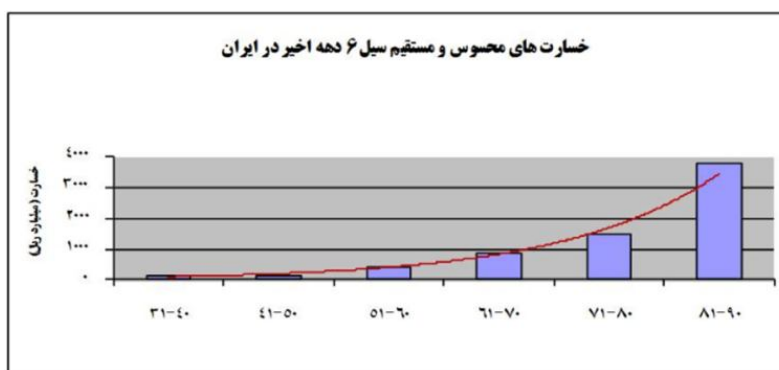
بررسی آمار نشان می‌دهد که خسارات سیلاب در پنج دهه اخیر بیش از نیمی از کل خسارات ناشی از بالایای طبیعی در دنیا را به خود اختصاص داده است. آمار و تحقیقات نشان می‌دهد سالانه بیش از ۱۹۰ میلیون نفر از ۹۰ کشور جهان در معرض وقوع سیل هستند و در ایران نیز بنا به دلایل متعدد روند افزایش سیلاب بسیار جدی بوده به‌طوری‌که تعداد وقوع سیل هم‌اکنون نسبت به پنج دهه پیش، بیش از ۱۰

برابر شده است. شرایط اقلیمی و جغرافیایی ایران نیز به گونه‌ایست که هر ساله تعداد زیادی رخداد پدیده سیلاب همراه با خسارات فراوان آن گزارش می‌شود. رخداد سیلاب در ایران مختص به منطقه خاصی نبوده و تمام کشور از این پدیده متأثر است. البته نوع و مشخصات سیلاب بسته به هر منطقه متفاوت است. به طور مثال در مناطق شمالی کشور که دارای رودخانه‌های با شیب تند و طول کوتاه است، سیلاب‌های سالیانه علاوه بر خسارات زیاد منجر به تلفات جانی هموطنان می‌شود. در حالی که در مناطق جنوبی ایران، رخداد سیلاب‌های تدریجی و ناشی از بارش‌های سنگین در مناطق بالادست و ذوب برف با ویژگی تلفات کم ولی خسارات بسیار بالا به اراضی کشاورزی، مسکونی و صنعتی می‌باشد، نکته حائز اهمیت این است که در دوره‌های کم آبی و خشکسالی نیز رخداد این پدیده متوقف نشده و بلکه با شدت بزرگتر و حجم خسارات بالاتر رخ می‌دهد. بنابر این می‌توان اذعان داشت که تنوع بوقوع پیوسته در شرایط اقلیم عامل تشدید شدت و افزایش تعداد وقوع سیلاب‌ها در کشور شده است. مطالعات نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر سیل‌ها خیلی زودتر از دوره‌های بازگشت طبیعی به وقوع می‌پیوندند. سیل اگرچه در زمره سوانح طبیعی دسته‌بندی می‌شود اما در ایران بیشتر سیل‌های رخ داده بیش از آن که منشأ آن طبیعی باشد، حاصل دخالت‌های مدیریت نشده انسانی است. سیل سال ۱۳۸۸ در قمرود استان قم که به صدها نفر از مردم و خودروهای پارک شده آسیب زد، حاصل تجاوز انسان به حریم و بستر رودخانه بوده است. بر اساس اعلام سازمان حفاظت محیط زیست، از ۴۲۱ مورد سیل اتفاق افتاده از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۰ نزدیک به ۷۴ درصد آن تنها مربوط به سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۰ می‌شود. یعنی در فاصله سال‌های ۶۰ تا ۸۰ میزان سیل ۲۰ برابر شده در حالی که تغییرات زیادی در بارندگی‌های منطقه جز چند مورد استثنای وجود نداشته است.

بر اساس اطلاعات موجود در بانک اطلاعات سیل سازمان جنگلها و مراتع کشور، خسارات ناشی از سیل بالغ بر ۱۰۰۰۰ میلیارد ریال در سال است و از سال ۱۳۳۰ لغایت ۱۳۸۳ باعث کشته شدن ۱۱ هزار و ۷۳۹ نفر و مفقود الاثر شدن ۲۳۸۱ نفر دیگر شده است. دو میلیون و ۳۰۰ هزار هکتار از مزارع کشور در همین بازه زمانی آسیب دیده و یک میلیون و ۵۸۰ هزار رأس دام تلف شده است. اگرچه هر ساله کشور شاهد وقوع سیلابهای متعددی است و ویرانگر گلستان در ۲۰ مرداد ۱۳۸۰ که منجر به کشته و مفقودالاثر شدن بیش از ۵۰۰ نفر از هموطنان شد، هنوز هم عنوان نخست فجایع سیل کشور را به خود اختصاص داده است. وسعت تخریبی این سیل که به گفته کارشناسان تماماً در اثر تخریب جنگلها و مراتع در بالادست حوضه آبریز گرگانرود است، حدود ۵۰۰۰ کیلومتر را در برگرفت و طبق اعلام سازمان ملل در اوت سال ۲۰۰۱ سیل گلستان در این سال رتبه یک تلفات انسانی سیل در جهان را به خود اختصاص داد. شکسته شدن سد شهید وفایی نیز مزید بر علت شد و حجم عظیمی از آب با سرعتی باور نکردنی جاده گلستان و خودروهای عبوری را گرفته تا جنگلهای بکر داخل پارک ملی گلستان را با خود برد. سیل گلستان بار دیگر در سال ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۴ درست در حول و حوش سالگرد سیل نخست تکرار و منجر به کشته شدن بیش از یکصد نفر دیگر شد. سیل میدان تجریش تهران در سال ۱۳۶۶، دومین سیل مخرب کشور از نظر تلفات انسانی لقب گرفته است. ۴ مرداد ۱۳۶۶ ساعت یک بعدازظهر، بر اثر بارش شدید باران و جاری شدن سیلاب در دره‌های دربند و گلابدره، در شمال تهران رخ داد. اما آنچه خسارات سیل را تشدید کرد شکسته شدن سد دیگری بود که روی رودخانه گلابدره ساخته شده بود. ناگهان حجم عظیمی از آب روانه میدان تجریش و خیابان شریعتی و مناطق اطراف شد. شدت رگبار به گونه‌ای بود که در مدت ۱۰۷ دقیقه ۲۸ میلی‌متر بارش ثبت شد در مدت کوتاهی سیلاب عظیمی از رودخانه گلابدره به حرکت درآمد و در مسیر خود سد ساخته شده را تخریب و صدها تن گل‌ولای و سنگ را در مسیر رودخانه گلابدره و جعفرآباد به سمت میدان تجریش به حرکت درآورد. سیل‌های نکا و ماسوله در دهه ۷۰، سیل کوه‌دشت لرستان، سیل قم و سیل بهشهر و سیل‌های سال گذشته تهران و ایلام از دیگر سیل‌های پر خسارت سه دهه گذشته کشور هستند که در نتیجه آن بیش از ۳۰۰ نفر دیگر کشته شدند. اگرچه هیچ یک از سیل‌های ایران هنوز هم با سیل‌های ویرانگر کشورهای همسایه و اطراف همچون سیل ۲۰۱۴ هند و پاکستان و سیل ۱۹۹۸ چین که منجر به کشته شدن بیش از ۴۰۰۰ نفر و وارد آمدن خسارت ۴۰ میلیارد دلاری به زیر ساخت‌های این کشور شد قابل مقایسه نیست، اما با توجه به نقش مدیریت در وقوع این سیلاب‌ها می‌توان نتیجه گرفت که جلوگیری از وقوع این سیلاب‌ها با تصحیح روش‌های مدیریتی، پراحتی قابل حصول است.

طبق گزارش‌های طرح ملی آمادگی و کنترل سوانح طبیعی کشور ایران در ۲۵ سال گذشته با ۹۶۷ سیل روبرو بوده است که از میان ۱۱۷ سیل مهم و با خسارت و تلفات همراه بوده است. طی این سال‌ها به‌طور متوسط با ۳۹ سیل در سال ۹۱۶ تومان خسارت به

کشور وارد کرده که متوسط خسارات سالانه ۳۷ میلیارد تومان است. بر اساس جدیدترین آمار ارائه شده، در ایران در طول ۵۳ سال گذشته تا ۱۳۸۳ تعداد ۴۱۸۵ مورد سیل حادثه خیز به ثبت رسیده است. آمار مذکور نشان می‌دهد که فراوانی وقوع سیل در دهه ۱۳۳۰ تا ۱۳۳۹ تعداد ۱۷۹ مورد بوده است و این تعداد در دهه ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹ به ۲۰۵۳ مورد افزایش پیدا کرده است. نمودار شکل ۸ روند افزایش خسارات وقایع سیل در کشور را نشان می‌دهد.

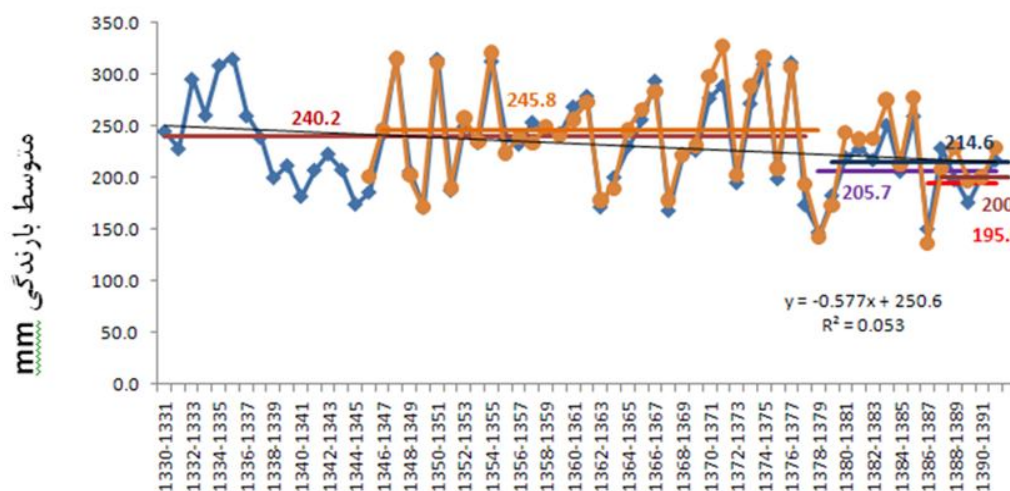


شکل ۸ خسارات مستقیم سیل در ۶ دهه اخیر در ایران

۳- مدیریت جامع حوزه آبخیز و آمایش سرزمین

همان‌طور که در بخش‌های قبلی مرور شد مدیریت جامع حوزه آبخیز به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که بهره‌برداری از منابع حوزه را به نحوی مدیریت می‌کند تا ضمن ارتقاء معیشت آبخیزنشینان بهره‌برداری پایدار از منابع را ساماندهی نماید. بر اساس این تعریف به‌خوبی قابل اثبات است که یکی از ابزارهای تدوین برنامه‌های منطبق با مدیریت جامع حوزه آبخیز، دسترسی به اطلاعات کامل از منابع یک حوزه بوده تا با توجه به این پتانسیل تدابیر لازم برای تدوین برنامه‌های متعدد مرتبط با مدیریت جامع حوزه اتخاذ شود. به همین دلیل آمایش سرزمین یکی از ضرورت‌های کلیدی و ابزاری اجتناب ناپذیر برای دستیابی به بسته‌های 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 نماید. 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 جامع 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 حوزه که در برنامه آمایش سرزمین شناسایی شده است، بهره‌برداری از منابع حوزه را به نحوی مدیریت می‌کند تا ضمن ارتقاء معیشت آبخیزنشینان بهره‌برداری پایدار از منابع را تضمین نماید." ملاحظه می‌شود که در تمام تعاریف برنامه‌ریزی باید بر اساس ظرفیت‌های یک حوزه انجام شود. تحولات و تغییراتی که در دو دهه اخیر در کشور اتفاق افتاده و پایش روند این تغییرات و وقوع اتفاقات جدید که در بخش‌های قبل به آن اشاره شد، حکایت از این واقعیت دارد که تغییرات شدید اتفاق افتاده در میزان منابع ورودی و سوء مدیریت در مدیریت منابع موجود شاید یکی از علل اصلی بروز چالش‌های جدی زیست محیطی در عرصه منابع طبیعی و زیرمجموعه‌های آن در دو دهه اخیر باشد. کاهش شدید میزان دریافت بارش در دو دهه اخیر (شکل ۱) شاهد غیر قابل انکاری است که کشور در دو دهه دچار نقصان شدید در این منبع خدادادی شده است. لذا بدون تردید باید به این واقعیت توجه داشت که بحث شناخت منابع و استعدادها در مقوله آمایش سرزمین و بحث تنظیم نظام بهره‌برداری پایدار از منابع در مقوله مدیریت جامع آبخیز طبعاً نباید از یک مدل واحد و ثابتی طبعیت نماید. به عبارت دیگر هر دو مقوله آمایش سرزمین و مدیریت جامع حوزه‌ها باید بر مبنای برنامه‌های شناور و مبتنی بر سناریوهای منطبق با کاهش و افزایش منابع در سال‌های متوالی و

یا مقاطع زمانی تعریف شده باشد. به عنوان مثال متوسط بارش کشور ۴۱۳ میلیارد متر مکعب بوده که با احتساب ۲۷۰ میلیارد مترمکعب تبخیر، میزان آب باقیمانده ۱۴۳ میلیارد 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 می شود. این در حالی است در دوره آماری موجود (حدود ۴۵ سال) سال های آبی کم بارش و پر بارش با حجم ۲۰۰ میلیارد متر مکعب و ۶۰۰ میلیارد متر مکعب نیز ثبت شده است. در نمودار شکل ۹ تغییرات ثبت شده در متوسط دراز مدت در طی ۶ دهه و روند نزولی آن نشان داد شده است.



شکل ۹ - تغییرات ثبت شده در متوسط دراز مدت در طی ۶ دهه و روند نزولی

علاوه بر اختلاف فاحش ذکر شده در متوسط بارش کشور، اختلاف در میزان بارش حوضه ها نیز قابل تامل است، به طوری که در یک سال آبی در یک حوضه ممکن است ترسالی شدید و در همان سال در حوضه های دیگر خشکسالی وجود داشته باشد. به طوری که در یک بازه منتخب از دوره آماری، مجموع متوسط بارش در حوضه های دچار خشکسالی به حدود ۱۶۴ میلیارد متر مکعب و در همان دوره در استان های دچار ترسالی به ۱۰۷۳ میلیارد متر مکعب رسیده است. در بخش های ۲-۱ تا ۲-۷ بیان شد که عدم توجه به تاثیرات این تغییرات در بروز چالش های متعدد نظیر تشدید تاثیر تنوع و تغییر اقلیم، تشدید طوفان های گرد و غبار، فرو نشست زمین، افزایش فرسایش های توده های و زمین لغزش ها نقش مستقیم داشته و به همین دلیل در برنامه ریزی های جامع مدیریت حوزه آبخیز، باید این تاثیرات هم در تخصیص منابع آبی مد نظر قرار گیرد.

در کنار این تغییرات متناوب منابع در حوزه آبخیز که به طور طبیعی منجر به افزایش وقوع بلایای طبیعی و کاهش تولید می شود، باید به یک متغیر مهم دیگر یعنی رشد جمعیت، ارتقاء سطح زندگی مردم و افزایش شدید نیاز غذایی نیز توجه کرد. باتوجه 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 کشاورزی، پیش بینی می شود که با لحاظ نرخ بهره وری و نیاز آبی کشور در سال ۱۴۰۰ حدود ۱۵۰ میلیارد مترمکعب برسد. این میزان بر اساس مطالعات اولیه انجام شده حدود ۱۳ درصد بیشتر از پتانسیل بالقوه منابع آب تجدید شونده کشور است. بنابر این در برنامه تدوین طرح های مدیریت جامع حوزه های آبخیز چه در سطح ملی و چه در سطح حوضه ای باید این متغیر نیز ملحوظ شود. قطعاً اولین راهکار پیش روی تدوین سیاست ها و استراتژی های استفاده از منابع آب همراه با فناوری های نوین به منظور افزایش بهره وری آب می باشد. در یک برآورد کلی گفته می شود که برای جبران این کمبود در آینده باید ضمن صرفه جویی و کاهش تلفات آب در مرحله تولید، صرفه جویی در مصرف آب از طریق کاهش درصد ضایعات محصولات کشاورزی نیز می تواند 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 متوسط حدود ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب است که براساس محاسبات، برای تامین غذای جمعیت با روند رشد فعلی باید عدد کارایی مصرف آب کشاورزی تا سال ۱۴۰۰ به ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یابد.

۴- 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 نوسانات بسیار شدید بوده و به عبارتی استفاده از متوسط دراز مدت در تدوین برنامه‌های مدیریت جامع راهگشا نخواهد بود. از سویی دیگر شرایط اقلیمی کشور و اطلاعات پایش شده نشان میدهد که در راستای 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 اساس تنوع شدید ظرفیت‌ها صورت پذیرد. در ایران متأسفانه مدیریت آب و منابع طبیعی کشور نه تنها تلاش جدی در تدوین برنامه‌های منطبق با تغییرات زمانی ظرفیت‌ها ندارد، بلکه هیچ اقدام مثبتی در راستای کنترل بهره‌برداری از منابع حوضه‌ها به‌عمل نیاورده است. وجود صدها هزار چاه غیر مجاز، و تخریب منابع طبیعی به بهانه افزایش تولید، عدم استفاده از الگوهای کشت متناسب با محدودیت‌های آبی و ده‌ها مورد دیگر، همگی حکایت از این واقعیت تلخ دارد. وقوع و تشدید بلایای طبیعی که به تعدادی از آن‌ها در بخش‌های قبلی اشاره شد، نشان می‌دهد که وقوع پدیده‌های جدید نظیر طوفان‌های گرد و غبار و فرونشست زمین و تشدید برخی از پدیده نظیر سیل و زمین‌لغزش‌ها حکایت از این واقعیت دارد که در مدیریت جامع حوزه آبخیز و برآور ریسک خطر ناشی از سوء مدیریت‌ها باید به‌عنوان اجزاء مهم بسته‌های مدیریتی مد نظر قرار گیرد. که به اهم نکات مهم که در تدوین یک برنامه جامع و متناسب با رفتار حوضه‌ها به شرح زیر اشاره می‌شود:

- شناخت ظرفیت یک حوزه بر اساس مدل‌های آمایشی
- تفکیک ظرفیت‌های ثابت و متغیر حوضه
- تعریف کرانه‌های تغییرات ظرفیت‌های حوضه بر اساس تجزیه و تحلیل حوزه اعم از تغییرات ناشی از رفتار حوضه و یا فرآیندهای تغییرات منطقه‌ای و جهانی و طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس این ظرفیت‌ها
- تدوین سناریوهای مختلف بر اساس متغیرهای تعریف شده
- توجه به برنامه‌های تعادل بخشی به منابع و مصارف و تلاش برای تامین حقایق 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 آبخیزداری به منظور ذخیره‌سازی و در راستای اتصال ترسالی‌ها به خشکسالی‌ها
- بیشتر منابع و کاهش تبخیر و نهایتاً تعادل بخشی به منابع و مصارف
- تدوین ضوابط و نظارت بر اجرای آن‌ها به منظور پرهیز از بروز زمین لغزش‌ها و فرسایش توده‌ای در پروژه‌های توسعه در اراضی شیب دار و پرهیز از دستکاری در اراضی حساس و تغییر کاربری در آن‌ها
- پیشنهاد اصلاح الگوهای کشت به منظور تنظیم منابع و مصارف و پایداری تولید با حفظ بحث امنیت غذایی
- توصیه برنامه‌های جایگزین به منظور ارتقاء معیشت جایگزین و جلوگیری از توسعه نامتناسب فعالیت‌های مصرف کننده آب بیشتر
- تدوین ساختار لازم به منظور جایگزینی و یا اصلاح ساختار موجود مدیریت آب در کشاورزی و سایر مصارف
- در راستای تحقق اهداف فوق و کنترل چالش‌های معرفی شده راهکارهای زیر توصیه می‌شود:
- در بحث افزایش تولید و کاهش آسیب‌پذیری امنیت غذایی:
- ✓ مدیریت تقاضا
- ✓ کاشت در محیط‌های قابل کنترل و توسعه تولیدات کشاورزی در محیط‌های کنترل‌شده و استفاده از ارقام گیاهی و نظام‌های تولیدی که سبب ذخیره آب و حفظ میزان تولید محصول در زمان‌های کمبود آب می‌شود
- ✓ هوشمندسازی کشاورزی
- ✓ توجه به الگوی مصرف و توجه به واردات آب مجازی

- ✓ برنامه ریزی برای استفاده کاشت فراسرزمینی
- ✓ تقویت هم افزایی و هماهنگی بین برنامه های آب، غذا، زمین، زیست بوم و تغییرات اقلیم و اقتصاد مقاومتی
- ✓ اصلاح ساختار مدیریتی و تقویت روح خودباوری و خوداتکایی
- ✓ استفاده بیشینه از همه ظرفیت ها و بهره برداری بهینه از منابع موجود
- ✓ استفاده از ارقام گیاهی و نظام های تولیدی که سبب ذخیره آب و حفظ سطح تولید محصول در زمان های کمبود آب می شود
- ✓ لحاظ ارزش منطقه ای آب و ارزش اقتصادی متفاوت تولید
- ✓ تنوع بخشی سرمایه گذاری ها و مشارکت مردم
- ✓ تامین آب مورد نیاز از طریق آب های غیرمتعارف و آب باران
- ✓ بهره برداری از آب های غیرمتعارف نظیر استفاده از منابع آب شور، باز یافت فاضلاب، باز چرخانی
- ✓ توسعه سامانه های اقتصادی آب شیرین کن

• در بحث فرونشست زمین:

- ✓ برنامه ریزی برای رسیدن به سطح مجاز بهره برداری (۴۰ درصد میزان تغذیه) از منابع آب زیرزمینی
- ✓ الزام به تهیه پیوست مرتبط با نشست زمین در همه طرح های برنامه ریزی آب و خاک
- ✓ پایش مستمر به منظور تامین نیازهای اضطراری سفره های آب زیرزمینی

• در بحث گرد و غبار

- ✓ برنامه ریزی حوضه ای به منظور تعیین دقیق نیازهای آبی زیست محیطی
- ✓ اولویت به تامین حقابه تالاب ها و مناطقی که منشاء گرد و غبار هستند
- ✓ تهیه نیازهای آبی طرح های مقابله با کانون های گرد و غبار به عنوان نیاز اولیه و ضروری

• در بحث کاهش سیل خیزی حوزه ها

- ✓ تدوین ظرفیت مجاز برای مراتع به منظور حفظ پوشش گیاهی
- ✓ اجرای طرح های تعادل دام و مرتع
- ✓ عدم دخل و تصرف در شرایط طبیعی مناطق
- ✓ حفظ بستر و حریم رودخانه ها
- ✓ اجرای عملیات طرح های مقابله با ایجاد سیلاب های مخرب در سطح ابراهه ها، رودخانه ها و سطح حوضه

در عین حال پیشنهاد می شود در تدوین برنامه های کلان و منطقه ای کشور لازم است سئوالات زیر مورد مذاقه قرار گیرد و بر اساس پاسخ های محتمل برنامه های لازم تدوین شود:

- ✓ با توجه به نیاز آبی در افق ۱۴۰۰ (۱۵۰ میلیارد متر مکعب) چه میزان از این نیاز از طریق صرفه جویی در مصرف، کاهش تبخیر، عملیات آبخیزداری و آبخوانداری، استفاده از آب های غیر متعارف و باز چرخانی قابل تامین است.
- ✓ این نیاز در سناریوهای ترسالی و خشکسالی چگونه مرتفع خواهد شد.
- ✓ بر اساس چالش های حاصله از تجربه دهه اخیر، چه روشی در برنامه ریزی تخصیص آب باید اتخاذ نمود تا رخداد و تشدید بحران های تجربه شده دوباره بروز نکنند.
- ✓ تدوین برنامه برداشت پایدار آب از منابع چه هزینه هایی را به بخش کشاورزی و تامین نیازهای غذایی کشور وارد می کند
- ✓ تأثیر افزایش برداشت آب های غیر متعارف بر جریان های هیدروژیکی حوضه ها چگونه ارزیابی می شود.

- ✓ چگونه می‌توان با استفاده از آب‌های آزاد، وابستگی صنعت آبرزی پروری را از آب‌های داخلی کاهش داد.
- ✓ چه روش‌هایی (اجرایی، زراعی، ژنتیکی، طرح‌های آبیاری تکمیلی، مدیریت تغذیه، ذخیره‌سازی) را می‌توان برای افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی توسعه داد و این روش‌ها چقدر مقرون به صرفه هستند؟
- ✓ برای افزایش تولید مواد غذایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک چه ترکیب و نسبتی از جنگلداری، کشاورزی، مرتع‌داری، سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و امکانات ذخیره‌سازی آب، گیاهان زراعی مقاوم به خشکی و فناوری‌های حفظ آب مورد نیاز است و این اقدامات تا چه حد می‌توانند موثر و مقرون به صرفه باشند؟
- ✓ چگونه می‌توان آب موجود را بین کشاورزی فاریاب و مصارف زیست‌محیطی آن به طور بهینه توزیع کرد؟
- ✓ کدام سیاست مبتکرانه و فناوریانه‌ای می‌تواند رقابت بین مصرف آب برای آبیاری مزارع و کارکردهای آن در سلامتی بوم نظام‌های طبیعی، را به کمینه برساند؟

و در پایان اضافه می‌شود که مدیریت و حاکمیت کارآمد شرط موفقیت برنامه‌های توسعه پایدار در مدیریت منابع آب بوده که باید مبتنی بر رویکرد مدیریت به هم پیوسته باشد. به‌طوری‌که، 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 طرف 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

مرادی، حمیدرضا، محمدی، مجید، پورقاسمی، حمیدرضا. ۱۳۹۱، حرکات دامنه‌ای (حرکات توده ای) با تاکید بر روش‌های کمی تحلیل وقوع زمین‌لغزش، انتشارات سمت، ص ۲.

کمک‌پناه، علی، ۱۳۷۳. روش‌های پهنه‌بندی خطر لغزش، مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی راهبردهای کاهش خسارات زمین‌لغزه در کشور، انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۶۲۵ صفحه.

رنجبر، محسن، جعفری، نسرين. ۱۳۸۸. بررسی عوامل مؤثر در فرونشست زمین دشت اشتهارد. جغرافیا، نشریه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، دوره جدید، سال ششم، شماره ۱۹، ۱۸، پاییز و زمستان ۱۳۸۸.

اسکانی کزازی، غلامحسین، حامدی، مریم، الله سیاه پیرانی، میترا. ۱۳۸۹. فرونشست زمین، بحران، ریسک و مدیریت آن، مجموعه مقالات همایش ملی جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.

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، 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.

شمشکی، امیر؛ محمدجواد بلورچی، ایمان انتظام سلطانی. ۱۳۸۴. فرونشست زمین در دشت تهران عوامل مؤثر در شکل‌گیری آن، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین‌شناسی، <https://www.civilica.com/Paper-GSI24->

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-](https://www.civilica.com/Paper-ISCONF02-ISCONF02_007.html)

ISCONF02_007.html

Alizadeh. A. 2010. Hydrology Applied of Principals, Imam Reza university press, 545, edition 29th, 2,912p.

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

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.

Wilhite, D.A.; Svoboda, M.D.; Hayes, M.J. (2006). Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water Resources Management*, 21: 763-774.