



آینده‌پژوهی سیل و چالش‌های پیش رو

سیل یکی از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین پدیده‌های طبیعی است که تکرار آن در اغلب مناطق دنیا، رو به افزایش بوده و خسارت‌های زیادی چه از نظر انسانی و چه غیرانسانی به وجود می‌آورد (Dottori و همکاران، ۲۰۱۸؛ Mishra و Vu، ۲۰۱۹). از این رو لازم است شرایط فعلی ریسک سیل، چالش‌های فعلی و چالش‌های آینده حکمرانی ریسک سیل (FRG)^۱ مورد توجه قرار گیرد. جهت‌گیری‌های تحقیقاتی در حوزه شناخت انواع سیل، شناسایی شده‌اند و موضوعات جدیدی که برای کاهش خطرات سیل به کار بیشتری نیاز دارند، مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به ترکیب تأثیرات تغییرات اقلیمی پیش‌بینی می‌شود که در آینده، سیستم‌های شهری با خطر سیلاب بیش‌تری مواجه خواهند شد. در رابطه با پایش سیل و نقشه‌برداری، برای برقراری تعامل مناسب بین قابلیت‌های مدل و نیاز کاربران، به یک رابط چند مقیاسی مورد نیاز است. این رابط می‌تواند به کمک ورودی‌های ذی‌نفعان و دانش‌های علوم اجتماعی و شهروندی، مدل‌های چند مقیاسی را با هم ادغام کند و باعث بهبود عملکرد و دقت روش‌های پایش سیل و نقشه‌برداری گردد. می‌توان از سناریوهای کوچک‌تر استفاده نمود و مجموعه مواردی که تغییرات آب و هوا و کاربری زمین را در نظر می‌گیرند، مدنظر قرار داد. پیش‌بینی به‌موقع سیلاب‌های شهری، کمی‌سازی اثرات اجتماعی-اقتصادی سیل و توسعه استراتژی‌های کاهش ریسک سیل، همچنان چالش‌برانگیز خواهد بود (Mishra و همکاران، ۲۰۲۲).

- مبانی و اصول پیش‌بینی

برای مدل‌سازی و ارزیابی مخاطرات ترکیبی، همچنین کمک به کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی، نیاز به پژوهش‌های بیشتری است. تعاملات پویا و پیچیده بین اقلیم، تغییرات اجتماعی، فرآیندهای حوضه آبخیز و عوامل انسانی که اغلب با عدم اطمینان زیادی مواجه می‌شوند، نیاز به تحقیقات فرارشته‌ای بین سیاست‌گذاران و ذی‌نفعان برای کاهش ریسک سیل و توانایی آسیب‌پذیری اجتماعی را برجسته می‌کند. این تحقیقات شامل مطالعاتی در زمینه شناسایی و پیش‌بینی ریسک سیل، ارزیابی تأثیرات سیل بر جامعه و محیط‌زیست، تدابیر پیشگیری در برابر سیل و توسعه راهکارهای ارتقای آمادگی و مقابله با سیل می‌باشند.

- ابزار بکارگیری

با استفاده از سنجش از دور که شامل تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمین‌شناسی می‌شود، محققان در حوزه محیط‌زیست و مدیریت بحران می‌توانند بهتر از پیش، پیش‌بینی، پیشگیری و مدیریت سیل را به منظور کاهش خسارات احتمالی انجام دهند. همچنین، با پیشرفت تکنولوژی و داده‌های حس‌گر، می‌توان ریسک سیلاب را مدیریت نمود. به‌عنوان مثال، می‌توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با دقت بالا و داده‌های حس‌گر به مراتب بهترین پوشش اطلاعات را در اختیار مدیریت بحران قرار داد تا بتوانند با سرعت بیشتری و در مقیاس بزرگ‌تری به تشخیص سیل و برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات احتمالی، بپردازند. همچنین، استفاده از حس‌گرهای اینترنت اشیا (IoT)^۲ برای کنترل سیلاب، می‌تواند به عنوان یک راهکار موثر در مدیریت سیلاب و پیش‌گیری از خسارات آن، مورد استفاده قرار گیرد. این حس‌گرها می‌توانند به صورت مستقیم در سدها، رودخانه‌ها و سایر سازه‌های آبی نصب شوند تا در مورد حجم و سرعت جریان آب، اطلاعات جمع‌آوری کنند. این اطلاعات سپس می‌تواند به مدیریت بحران و دیگر مسئولان مربوطه ارسال گردد تا بتوانند برنامه‌ریزی مناسبی برای کنترل سیلاب و پیش‌بینی خسارت انجام دهند. به طور کلی، استفاده از داده‌های جدید و پیشرفت تکنولوژی، باعث می‌شود که مدیریت سیل با سرعت، دقت، بهره‌وری و قطعیت بیشتری انجام شود و خسارت‌های ناشی از سیل به حداقل کاهش یابد. عوامل مختلفی چون باران شدید، ذوب سریع برف، طوفان‌های گرمسیری، سونامی، رانش زمین، شکست سد و... باعث ایجاد سیلاب می‌گردند و این علل می‌توانند با عوامل فیزیومورفولوژیکی مختلف ترکیب شوند که منجر به انواع سیل گردد، این علل و عوامل اغلب به هم مرتبط هستند و در طول زمان در پاسخ به تغییرات آب و هوا، شهرنشینی و سایر عوامل تغییر می‌کنند (Sofia و Nikolopoulos، ۲۰۲۰). ولی عوامل دیگری مانند رفتار غیرمستولانه، مانع پیشگیری و مدیریت درست بحران می‌شود. در نهایت، نباید فراموش کرد که فقدان مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب برای مقابله با بحران و پیشگیری از بروز سیل نیز ممکن است سبب شدیدتر شدن این حوادث گردد. گرمایش جهانی و تغییر کاربری زمین منجر به تسریع چرخه هیدرولوژیکی و در نتیجه افزایش فراوانی، مدت و شدت طوفان و همچنین تغییر در الگوهای فصلی بارش شده است (Fowler و همکاران، ۲۰۲۱؛ Singh و همکاران، ۲۰۲۰). شواهد نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوا و پوشش زمین، محرک‌های هیدرولوژیکی سیل را در مقیاس محلی و جهانی تغییر می‌دهد. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات آب و هوایی احتمالاً ریسک سیل را در نقاط مختلف جهان تشدید می‌کند. روند مرتبط با افزایش جمعیت، شهرنشینی و وقوع بارندگی‌های شدید می‌تواند سیل شهری را تشدید کند (Merz و همکاران، ۲۰۲۱؛ Konapala

و همکاران، ۲۰۲۰). اثر درهم آمیخته شهرنشینی سریع جهانی، تغییرات آب و هوایی، توپوگرافی محلی و فقدان زیرساخت‌های زهکشی کافی، سیل شهری را چالش برانگیزتر می‌کند. اگرچه نمی‌توان از سیل جلوگیری کرد، اما دشت‌های سیلابی و مناطق مستعد سیل را می‌توان برای کاهش خسارت‌های جانی و مالی مدیریت نمود. مدیریت ریسک سیل را می‌توان با درک بهتر عوامل بروز سیل، با توسعه مدل‌سازی و پایش سیل همچون (پیش‌بینی، تجزیه و تحلیل، مدل‌سازی سیل شهری و کاربردهای سنجش از دور)، یکپارچه سازی اطلاعات آب و هوا در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های زیرساخت مدنی و توسعه راه‌حل‌های نهایی برای جوامع، ایجاد نمود. برای نمونه، روش یادگیری ماشین، رویکردهای ترکیبی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت و میان‌مدت، برای پیش‌بینی سیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک سیستم کارآمد پیش‌بینی سیل باید زمان کافی را برای ذی‌نفعان فراهم کند تا اقدامات مناسب برای به حداقل رساندن تلفات جانی و اثرات اجتماعی-اقتصادی صورت گیرد. برای این منظور، مدل‌های پیش‌بینی سیل می‌توانند از یک مدل آماری ساده تا مدل‌های فیزیکی دقیق، متفاوت باشند. ذکر این نکته ضروری است که هر مدلی مزایا و معایب خاص خود را دارد. رویکرد مدل‌سازی یادگیری ماشین مبتنی بر داده و مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌تواند جایگزین قدرتمندی برای توسعه مدل پیش‌بینی سیل باشد. چنین مدل‌هایی در درجه اول به داده‌های تاریخی وابسته هستند و عموماً فرآیندهای دینامیکی غیرخطی را فرض نمی‌کنند. الگوریتم‌های رایج یادگیری ماشین را می‌توان در منابع علمی مشاهده نمود (Han و Coulibaly، ۲۰۱۷؛ Tian و همکاران، ۲۰۱۹).

- رویکرد غیرسازه‌ای

مدیریت ریسک سیل (FRM)^۲ با هدف شناسایی خطرات سیل، اثرات بالقوه آن و توسعه راهبردها آغاز می‌گردد. پیش‌بینی می‌شود که در آینده به دلیل اثرات ترکیبی تداوم تغییرات آب و هوایی و تشدید استفاده از زمین، سیل‌های عظیمی به وقوع بپیوندند. در حالی که ابزارهای علوم فیزیکی می‌توانند به ما در پیش‌بینی و مدل‌سازی سیلاب کمک کنند، اما به دلیل وجود عوامل اجتماعی-اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و محیط‌زیستی در تصمیمات مدیریت ریسک سیلاب، ضروری است که ابزارهای علوم اجتماعی نیز در بهبود تاب‌آوری در برابر سیلاب مشارکت داشته باشند. در واقع، برای بهبود توانایی مدیریت ریسک سیلاب، نیاز به توسعه فناوری‌های علمی و بهبود درک اجتماعی-اقتصادی و مشارکتی است. بدون ارائه اطلاعات کافی به جامعه، افراد نمی‌توانند در مقابل خطرات سیلاب اقدام به تدابیر مناسبی نمایند. از این رو، بهینه‌سازی مدیریت ریسک سیلاب به تلاش برای بهبود توانایی مدیریت ریسک و کاهش آسیب جامعه در مواجهه با خطرات سیلاب کمک می‌کند. همچنین،

توسعه فناوری‌های علوم اجتماعی می‌تواند به جامعه کمک کند تا درک بهتری در مورد خطرات سیلاب پیدا نمایند. آموزش، افزایش آگاهی، طراحی سیستم‌های هشدار سیلاب، پیشگیری، اقدامات آمادگی، تسهیلات و تجهیزات لازم، شناسایی و مدیریت منابع طبیعی و محیط‌زیست، و برنامه‌ریزی برای مدیریت بحران سیلاب می‌توانند بهبود را به دنبال داشته باشند (Klijn و همکاران، ۲۰۲۱). نگرش همه‌سویه و ارتقای مدیریت ریسک سیلاب مبتنی بر تاب‌آوری، می‌تواند جامعه را در برابر ریسک سیلاب مقاوم‌پذیرتر کند. در مدیریت ریسک سیلاب، نگرش همه‌سویه به مفهوم این است که تمامی ارکان جامعه، به ویژه دولت، نهادهای مرتبط با مدیریت بحران، عموم مردم، واحدهای تولیدی و صنعتی و سایر نهادهای ذی‌ربط باید به صورت هماهنگ، در جهت مدیریت و کاهش ریسک سیلاب تلاش کنند. در واقع، شناخت و آگاهی مردم، تهیه و آماده‌سازی پلان‌های اضطراری و هماهنگی میان نهادها و سازمان‌ها، از جمله عوامل موثر در ارتقای نگرش همه‌سویه در جامعه برای مقابله با سیلاب هستند. با توجه به تغییرات اقلیمی و آسیب‌های بالقوه آن بر شدت و حجم سیلاب‌ها، تاب‌آوری به عنوان یک استراتژی کاهش ریسک سیلاب بسیار مهم است. برای این منظور، فرآیندهای مهمی مانند کاهش آسیب‌های ناشی از سیلاب، تخصیص مسئولیت‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی مدیریت بحران، به کارگیری فنون، تکنولوژی‌های نوین، ارتقای آموزش و آگاهی‌بخشی به جامعه و مدیران محلی، از جمله راهکارهای موثر در تقویت تاب‌آوری جامعه در برابر ریسک سیلاب هستند. استفاده از رویکرد تاب‌آوری در مدیریت و حکمرانی ریسک سیلاب می‌تواند منجر به افزایش آگاهی جامعه در برابر سیلاب شود (Yang و همکاران، ۲۰۲۲). توجه و همکاری ذی‌نفعان، اثربخشی سیاست‌های مدیریت سیلاب، عملکرد ساختارهای نهادی مدیریت سیلاب، ابزارهایی برای تهیه برنامه‌های پیش‌بینی سیلاب و چارچوب‌هایی برای سازماندهی مؤسسات و حمایت از اجرای مدیریت ریسک سیلاب بوده‌اند. با این حال، هنوز راه‌های زیادی برای بهبود مدیریت و حکمرانی ریسک سیلاب و تقویت تاب‌آوری در برابر سیلاب وجود دارد و بیشتر نیاز به افزایش همکاری میان ذی‌نفعان، استفاده از روش‌های جدید، پیشرفته و ایجاد شفافیت و پاسخگویی در فرآیندهای این حوزه است (Morrison و همکاران، ۲۰۱۸). بررسی وضعیت حکمرانی ریسک سیل در ایران، بیانگر عدم توجه و اهمیت به رودخانه در شهرسازی و طراحی زیرساخت‌ها، فقدان انجام صحیح و به موقع مسئولیت‌های نهادی، تداخل ساختارهای مدیریتی در شرایط بحران، عدم استفاده کارآمد از منابع موجود و تأکید بر مدیریت دولت‌محور سیل می‌باشد. ابزارهای غیرسازه‌ای همچون بیمه سیلاب و شفافیت و سهولت دسترسی مردم و ذی‌نفعان به اطلاعات ریسک سیلاب، می‌تواند در آینده روزهای روشنی را برای کشور تداعی کند.

Aerts, J. C., Bates, P., ... & Macdonald, E. (2021). Causes, impacts and patterns of disastrous river floods. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 592-609.

Mishra, A., Mukherjee, S., Merz, B., Singh, V. P., Wright, D. B., Villarini, G., ... & Stedinger, J. R. (2022). An overview of flood concepts, challenges, and future directions. *Journal of hydrologic engineering*, 27(6), 03122001.

Morrison, A., Westbrook, C. J., & Noble, B. F. (2018). A review of the flood risk management governance and resilience literature. *Journal of Flood Risk Management*, 11(3), 291-304.

Singh, J., Karmakar, S., PaiMazumder, D., Ghosh, S., & Niyogi, D. (2020). Urbanization alters rainfall extremes over the contiguous United States. *Environmental Research Letters*, 15(7), 074033.

Sofia, G., & Nikolopoulos, E. I. (2020). Floods and rivers: A circular causality perspective. *Scientific reports*, 10(1), 5175.

Tian, J., Liu, J., Yan, D., Ding, L., & Li, C. (2019). Ensemble flood forecasting based on a coupled atmospheric-hydrological modeling system with data assimilation. *Atmospheric Research*, 224, 127-137.

Vu, T. M., & Mishra, A. K. (2019). Nonstationary frequency analysis of the recent extreme precipitation events in the United States. *Journal of Hydrology*, 575, 999-1010.

Yang, F., Xiong, S., Ou, J., Zhao, Z., & Lei, T. (2022). Human Settlement Resilience Zoning and Optimizing Strategies for River-Network Cities under Flood Risk Management Objectives: Taking Yueyang City as an Example. *Sustainability*, 14(15), 9595.

1-Flood Risk Governance

2-Internet of Things

3-Flood Risk Management

Dottori, F., Szewczyk, W., Ciscar, J. C., Zhao, F., Alfieri, L., Hirabayashi, Y., ... & Feyen, L. (2018). Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming. *Nature Climate Change*, 8(9), 781-786.

Fowler, H. J., Lenderink, G., Prein, A. F., Westra, S., Allan, R. P., Ban, N., ... & Zhang, X. (2021). Anthropogenic intensification of short-duration rainfall extremes. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(2), 107-122.

Han, S., & Coulibaly, P. (2017). Bayesian flood forecasting methods: A review. *Journal of Hydrology*, 551, 340-351.

Klijn, F., Marchand, M., Meijer, K., van der Most, H., & Stuparu, D. (2021). Tailored flood risk management: Accounting for socio-economic and cultural differences when designing strategies. *Water Security*, 12, 100084.

Konapala, G., Mishra, A. K., Wada, Y., & Mann, M. E. (2020). Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation. *Nature communications*, 11(1), 3044.

Merz, B., Blöschl, G., Vorogushyn, S., Dottori, F.,



حکمرانی سیل در آینه نگاه مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز

وقایع فرینی مانند سیلاب‌ها، از برهم خوردن تعادل بین فرساینده‌گی باران و فرسایش‌پذیری خاک شکل می‌گیرند که این دو عامل بین عوامل، روابط و رفتارهای متأثر از تغییر اقلیم، الگوهای متفاوتی را تجربه می‌کنند. ارزیابی و پایش این تعادل با برآورد میزان سلامت حوزه‌های آبخیز و امنیت بوم‌سازگان، به‌عنوان گامی مهم برای حفاظت اکولوژیکی، ضمن ارائه هشدارهای اولیه تخریب منابع طبیعی، می‌تواند علت و ریشه مشکلات موجود برای شکل‌گیری رخدادهای فرین اقلیمی مانند سیل و خشکسالی را هم شناسایی نماید. به کمک ارزیابی اکولوژیکی بوم‌سازگان، درک ما از وضعیت گذشته، حال و آینده سیمای سرزمین در مقابله با پیش‌ران‌ها و تهدیدهای تغییر اقلیم و یا حکمرانی نامطلوب انسانی، افزایش می‌یابد. با توجه به اندرکنش مولفه‌های تنوع زیستی حوزه‌های آبخیز در امنیت بوم‌سازگان و ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، اکولوژیکی، اقلیمی، ژئومورفولوژیکی، خاکشناسی و هیدرولوژیکی برای هر مخاطره محیطی مانند سیل، خشکسالی، فرورانش و لغزش، بدیهی است نگرش تک‌بعدی و بخشی‌نگری برای غلبه بر پیامدهای آن نمی‌تواند کارآمد و موثر باشد. در چنین شرایطی لزوم جامع‌نگری و حکمرانی جامع، یکپارچه و سیستمی در حکمرانی مطلوب سرزمین، اتخاذ بهترین تصمیم‌ها، قانون‌گذاری‌ها و سناریوهای مختلف مدیریتی برای کنترل رواناب و سیل ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

از میان راهبردهای تک‌بعدی و بخشی‌نگر مدیریت مخاطرات محیطی به ویژه در حکمرانی آب در سال‌های اخیر (راهبرد پیشگیری، راهبرد دفاعی، راهبرد کاهش، راهبرد آمادگی و راهبرد دفاعی) در نگاه مدرن، به راهبردهای چند بعدی و هم‌افزا و هم‌سو که به ارتقای تاب‌آوری بوم‌سازگان در حوزه‌های آبخیز می‌انجامد، می‌توان توجه جدی‌تری داشت.

حکمرانی موفق مخاطراتی نظیر سیل و فرسایش، ریشه در شناخت علت و تعریف مسأله، ارزیابی، انتخاب راه حل‌ها، اجرای پروژه‌ها، پایش مداوم و نظارت بر اقدامات و تجارب گذشته و پیش‌بینی نقش کنشگران و بازیگران کلیدی در برنامه دارد. برنامه‌های هم‌افزا و یکپارچه که راهبردهای آن در چهارچوب‌های اسناد بالادستی، قوانین، عرف و فرهنگ‌ها، سیاست‌ها و تصمیمات ملی و منطقه‌ای، برای کاهش خطرات، به اجماع نسبی و ادبیات مشترک بین تصمیم‌گیران، مدیران و مردم رسیده باشند.

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری به عنوان یکی از نهادها و

دستگاه‌های تصمیم‌گیر برای مدیریت یکپارچه حوزه‌های آبخیز کشور و برای دستیابی به حکمرانی مطلوب رواناب‌ها، دست کم در برنامه‌ها و پروژه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری، تغییرات نرم و هوشمندانه‌ای را در رفتار، ساختار، فرآیند و برنامه‌های خود با هدف غلبه قوت‌ها بر ضعف‌ها و برتری فرصت‌ها بر تهدیدها در نظر گرفته است. این سازمان در شرایط گذار از روش‌های سنتی و کلاسیک به روش‌های جدید و رویکردهای نوین مأموریت گراست. رویکردهایی برگرفته از دیدگاه‌ها و استراتژی‌های حاکمیتی، شناسایی کنشگران و نقش آفرینان کلیدی، تکمیل و ترمیم قوانین و سامانه‌های مورد نیاز و نیز تلفیق رویکردهای بالا به پایین و پایین به بالا، مشارکتی و سازگار که در اقلیم در حال تغییر کشور، نیازمند تدوین است.

الف. شناسایی آسیب‌های کلیدی

حکمرانی سیلاب‌ها از طریق توسعه آبخیزداری و آبخوان‌داری در کشور و ذخیره‌سازی بارش‌ها و نفوذ باران به زمین و در راستای مدیریت رواناب در سیل‌ها، کاهش تبخیر آب، تقویت آبدهی چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات و جلوگیری از تشدید فرورانش زمین به ویژه در سال‌های پر بارش مانند مانسون‌های تابستان و وقوع الینو در پاییز و زمستان تحقق می‌یابد که خود نیازمند شناخت آسیب‌ها و استفاده از فرصت‌هاست.

• مساحت حوزه‌های آبخیز کشور که در قلمرو فرسایش آبی قرار گرفته و نیازمند فعالیت‌های آبخیزداری هستند، معادل ۱۲۵ میلیون هکتار است که ۴۲ میلیون هکتار از آن شامل حوزه‌های آبخیز سدها و ۸۳ میلیون هکتار آن در حوزه‌های فاقد سد هستند.

۲۸ درصد سطح کشور در معرض سیل‌های شدید و طغیانی و الباقی در درجات مختلفی از سیل‌خیزی قرار دارند، تعداد ۷۳۲۲ مورد رخداد سیل بزرگ و کوچک از ابتدای دهه ۳۰ تاکنون در کشور ثبت شده است، که بیش از ۱۶۰۰ سیل در دهه اخیر در کشور رخ داده است، و تعداد ۶۵۰ شهر و ۸۶۵۰ روستا در معرض تهدید سیل قرار دارند.

از سوی دیگر خشکسالی و کم‌آبی مناطق وسیعی از کشور ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش تعداد آبخوان‌های ممنوعه و بحرانی در کشور به ۴۱۰ دشت و بیلان منفی و کسری ۱۴۰ میلیارد مترمکعب در آبخوان‌های کشور وضعیت نگران‌کننده‌ای را به وجود آورده است. بیش از ۵۰ درصد دشت‌های کشور با فرورانش مواجه‌اند. نرخ فرورانش از ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر در اکثر دشت‌های مهم کشور پایش شده است. ادامه این روند تعادل اکولوژیکی حوزه‌های آبخیز کشور را تهدید و حیات طبیعی و تنوع زیستی در این مناطق را به ویژه با افزایش گرما و تغییرات اقلیمی با چالش جدی روبرو ساخته است. به این ترتیب علاوه بر مدیریت مصرف آب در بخش‌های مختلف به ویژه کشاورزی و صنعت، استفاده از سیلاب‌ها برای کاهش کسری حجم آب آبخوان‌ها، موضوعی مهم و ارزشمند است.

به طور کلی حوزه‌های آبخیز دارای مطالعات تفصیلی - اجرایی در کشور، ۴۱ میلیون هکتار می‌باشد که تاکنون ۲۶ درصد حوزه‌های آبخیز کشور تحت پوشش طرح‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری قرار گرفته اند. اجرای عملیات آبخیزداری در برنامه ششم توسعه با پیش‌بینی ۱۰ میلیون هکتار بوده که ۶۳ درصد آن محقق شده است. در حال حاضر سطح مطالعه آماده اجرا حدود ۲۰ میلیون هکتار می‌باشد که در دست برنامه‌ریزی برای اجرای اقدامات مکانیکی، بیومکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی تحت چتر سند راهبردی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور برای کنترل سیلاب و رواناب‌ها در سال‌های ابتدایی برنامه هفتم توسعه است.

از دیگر آسیب‌ها، نقاط ضعف و تهدیدهای موجود در مدیریت پایدار منابع طبیعی و آبخیزداری کشور به ویژه در مواجهه با مخاطراتی نظیر سیلاب‌ها، می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ضعف در تبیین نقشه راه شفاف برای تحقق اهداف کمی برنامه‌های ملحوظ در اسناد بالادستی کشور

- ضعف در توسعه شبکه اطلاعات و پایگاه داده هوشمند، جامع و موثر و کمبود تخصیص اعتبارات ملی ماموریت‌گرا برای تبیین، ترسیم یا به‌روزرسانی نقشه‌های مورد نیاز برای معیارها و شاخص‌های سلامت حوزه‌های آبخیز و امنیت بوم‌سازگان و نیز فقدان رویکرد ماموریت‌گرا در انتقال داده‌ها و اطلاعات

- عدم هماهنگی و هم‌سویی مناسب در سطوح مختلف تصمیم‌گیری برای حکمرانی مخاطرات محیطی و یا تصمیم‌گیری برای ارتقای سلامت حوزه‌های آبخیز.

- فقدان رویکرد ماموریت‌گرا و پایدار ملی در برنامه‌های پیش و ارزیابی سیلاب‌ها، سلامت آب، سلامت خاک و سلامت حوزه‌های آبخیز و امنیت بوم‌سازگان

- عدم تبیین مطلوب حکمرانی مخاطرات محیطی مانند سیلاب و تصویب قوانین و سازماندهی تشکیلات بر پایه عوامل، رفتارها و روابط بین قلمرو اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و اکولوژیکی بوم‌سازگان

- ضعف در ارزیابی اثرات بهره‌برداری و بررسی نظام بهره‌برداری فعلی و تحلیل استراتژیک و آینده‌نگری از منابع حوزه‌های آبخیز

- ضعف در بررسی اثربخشی دقیق اقدامات آبخیزداری و آبخوان‌داری و مدیریت جامع و یکپارچه حوزه‌های آبخیز در کشور - عدم ارزش‌گذاری خدمات بازاری و غیر بازاری اکوسیستم‌ها و محاسبه اثر فرسایش بادی و آبی ناشی از مخاطراتی نظیر سیلاب در معادلات و حسابهای ملی که می‌تواند مدیران و آبخیزنشینان را برای مواجهه با تخریب زمین و پوشش گیاهی پاسخگو نماید.

ب. اقدامات و سیاست‌های مهم برای مواجهه با چالش‌هایی مانند

سیل برای تحقق مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز

تحلیل شبکه و شناسایی دقیق و صحیح دست‌اندرکاران یا ذی‌نفعان،

توان‌افزایی جوامع محلی در جهت مشارکت فعال جامعه محلی با استفاده از رویکردهای تسهیلگری اجتماعی، ایجاد بانک اطلاعات مکانی، استقرار نظام پایش و ارزیابی مداوم و هدف‌گرا، طراحی و توسعه سامانه تصمیم‌یار مکانیر (DSS) و داشبورد ارزیابی سلامت و مدیریت حوزه‌های آبخیز، تغییر برنامه‌های آموزشی از رویکرد حکمرانی اکولوژیک محور به مدیریت نظام اجتماعی - اکولوژیک محور، توجه به تدوین نقشه فرصت‌های کسب و کار طبیعت‌محور در کل کشور و مشاغل سبز با توجه به حسابداری کربن و حسابداری آب و آبخیز، همگی در حکمرانی پایدار سیلاب‌ها موثرند.

طبق برنامه آبخیزداری کشور، طرح عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری برای مدیریت مخاطراتی مانند سیلاب‌ها ذیل توجه به موارد فوق‌الذکر، در سطح ۹۰ میلیون هکتار، با اعتباری معادل ۷۳۹ هزار میلیارد تومان (همت) طی ۱۰ سال کامل خواهد شد. برای برنامه هفتم ۴۰ میلیون هکتار با اعتباری معادل ۱۸۲ همت و برنامه هشتم ۵۰ میلیون هکتار معادل ۵۵۷ همت برنامه‌ریزی با برش استانی و سالانه ارائه شده است. ارزش اقتصادی بازاری اجرای عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری حاصل از پنج فاکتور کنترل فرسایش، مدیریت رسوب، استحصال آب، کاهش خسارت سیل و افزایش تولید علوفه به میزان ۳۴۹۳ همت معادل ۴/۷ برابر مجموع هزینه مطالعه و اجرای طرح آبخیزداری و آبخوان‌داری می‌باشد.

تمرکز بر حوزه‌های سیل‌خیز و بحرانی (۲۸ میلیون هکتار)، حوزه‌های مرزی و ساحلی (به مساحت ۲۵ میلیون هکتار)، حوزه‌های مشرف بر کانون‌های جمعیتی، حوزه‌های بالادست نظام‌های کشاورزی و باغات سنتی جیاس (GIAS) (مانند انگور و کشمش ملایر، انجیر استهبانات، باغات قزوین، زعفران قائنات و...) و حوزه‌های بالادست قنات، از مهم‌ترین اولویت‌های مدیریت جامع آبخیزهای کشور در این برنامه ۱۰ ساله است. از مجموع بیش از ۴۰ هزار رشته قنات کشور، تاکنون تنها در بالادست حدود ۱۰ هزار رشته قنات، اقدامات آبخیزداری و آبخوان‌داری با طرح «آبخیز تا جالیز» انجام گرفته است که نتیجه آن، افزایش آبدهی متوسط ۱/۵ تا ۳ برابری قنات‌های تحت پوشش آبخیزداری بوده است. لذا جهت احیاء حداقل ۳۰۰۰۰ رشته قنات به مساحت حوزه آبخیز ۱۴ میلیون هکتار، ضرورت در برنامه‌ریزی وجود دارد.

از سوی دیگر تمرکز بر پخش سیلاب در برنامه‌های هفتم و هشتم توسعه، می‌تواند با رویکرد نفوذ رواناب ضمن مدیریت سیلاب‌ها، از تبخیر فراوان آب‌های سطحی هم جلوگیری نماید. وجود ۶۳ میلیون هکتار اراضی کاملاً نفوذپذیر در کشور، که ۲۲ میلیون هکتار آن، نهشته‌های کوتاه‌تر هستند و ۹ میلیون هکتار آن را مخروط‌های افکنه‌ها با آبرفت‌های درشت دانه تشکیل داده‌اند، ظرفیت مناسبی برای این برنامه‌ریزی محسوب می‌شوند. در هر صورت تاکنون ۱۴/۵ میلیون هکتار عرصه‌های مستعد پخش سیلاب در سطح حوزه‌های آبخیز کشور شناسایی شده است که در مدیریت جامع حوزه‌های

آبخیز برای کنترل سیلاب مورد توجه خواهد بود.

به هر صورت مشارکت از تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری تا اقدام و نظارت و پایش در این برنامه، نیازمند آگاهی‌بخشی به ذی‌نفعان و استفاده از ظرفیت تشکلهای و تعاونی‌های منابع طبیعی و آبخیزداری دارد. استفاده از ظرفیت بند ب ماده ۲۹ قانون احکام دائمی کشور برای حمایت از تشکلهای و تعاونی‌های منابع طبیعی و آبخیزداری که امروزه ۱۲۰۰ مورد از آنها با قوانین وزارت تعاون و رفاه اجتماعی و ۲۷۶ مورد با قوانین سازمان تعاون روستایی ایران تا سال ۱۴۰۱ تأسیس شده‌اند، می‌تواند گام موثرتری برای مشارکت ذی‌نفعان و ذی‌حقوقان در پروژه‌های آبخیزداری و آبخیزداری باشد. فرای برنامه‌های آبخیزداری برای کنترل سیلاب‌ها، توجه به کنترل کانون‌های ریزگرد کشور و بیابان‌زدایی و نیز تلاش برای مدیریت مراتع از طریق طرح‌های مرتع‌داری و استفاده از ظرفیت سامانه‌ای عرفی هم در همین راستا و مدیریت رواناب‌ها قابل تعریف است. همچنین صیانت از جنگل‌های قدیمی و تنوع زیستی در رویشگاه‌های کشور و نیز اجرای هوشمندانه طرح کاشت مردمی یک میلیارد درخت، زیر چتر تفکر جامع و نگاه یکپارچه حکمرانی سرزمین در حوزه‌های آبخیز است. لذا خلاصه اقدامات آینده را می‌توان در طرح‌های کلان ذیل در مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز برای حکمرانی مخاطراتی نظیر سیلاب‌ها در کشور دانست.

- طرح تحول احیا و توسعه پوشش گیاهی و تولید علوفه در مراتع در سطح ۵۰ میلیون هکتار
- طرح مقابله با بیابان‌زایی و کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در سطح ۸ میلیون هکتار
- طرح کاشت مردمی یک میلیارد درخت در چهار سال

- طرح صیانت از جنگل‌ها برای حفظ تنوع ژنتیکی کشور

- طرح حفاظت فیزیکی و بیولوژیکی از عرصه‌های ملی

- طرح سامانه پنجره واحد مدیریت زمین

- طرح جبران عقب‌ماندگی اجرای طرح‌های آبخیزداری و آبخیزداری در کشور از ۲۶ درصد به ۱۰۰ درصد با رعایت و تأکید بر موارد ذیل:

• رعایت تناسب در اجرای پروژه‌های سدسازی، آبخیزداری و آبخیزداری مطابق سیاست‌های کلی نظام در کشور به مساحت ۴۲ میلیون هکتار

• تخصیص کامل درآمدهای سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور جهت اجرای برنامه‌های طرح احیاء سرزمین

• ضرورت مشارکت، انسجام‌بخشی و هماهنگی دستگاه‌های اجرایی با مشارکت مردم برای مدیریت جامع حوزه آبخیز با محوریت استانداران در قالب طرح مدیریت جامع حوزه آبخیز کشور

• تدوین قوانین، مقررات و شیوه‌نامه اجرایی جهت مشارکت مردم در منافع حوزه آبخیز کشور با همکاری دستگاه‌های اجرایی (طرح مردمی‌سازی منابع طبیعی)

• استفاده از ظرفیت «مرکز بین‌المللی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و منابع زیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک» تحت نظارت یونسکو برای تولید علم، تبادل دانش و اطلاعات و تجارب بین‌المللی و دانش بومی، تبیین دستورالعمل‌ها و فرآیندهای مدیریت جامع مشتمل بر گام‌های تحلیل سیستم و شناسایی ساختار مشکلات، ارائه مدل مفهومی، ارائه و توسعه راه‌حل‌ها، مدل‌سازی برای انتخاب راه‌حل‌ها، اجرای راه‌حل‌ها و پایش و ارزش‌یابی دستاوردها در سطح ملی، استان‌ها و جوامع محلی با مشارکت وزارت جهاد کشاورزی، وزارت کشور، وزارت نیرو و سازمان حفاظت از محیط زیست.

یادداشت کوتاه

حکمرانی ریسک سیل



علی نجفی‌نژاد / استاد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بطور اجمالی به حکمرانی سیل و الزامات آن پرداخته خواهد شد. حکمرانی یک مفهوم بحث‌برانگیز است، اما اتفاق نظر وجود دارد که حکمرانی در دستیابی به یک هدف جمعی، بیشتر نمایان می‌شود. بحث‌های نظری در مورد شیوه‌های مختلف حکمرانی وجود دارد که به نقش بازیگران مختلف از قبیل بخش دولتی، خصوصی و شهروندان عادی، نحوه توزیع قدرت و ساختارهای نهادی، مرتبط است. برخی حکمرانی را گذار از تصمیم‌گیری سنتی توسط دولت، و از بالا به پایین، به سمت شبکه پیچیده بازیگران و فرآیندهای غیرسلسله‌مراتبی می‌دانند.

حکمرانی بطور کلی دارای ویژگی‌هایی است که عبارتند از شفافیت، تصمیم‌گیری فراگیر و مشارکتی، پاسخگویی، عدالت، و پذیرش اجتماعی. این ویژگی‌ها در حکمرانی ریسک سیل نیز قابل تعمیم است. با توجه به چالش‌های فزاینده ناشی از ریسک سیل، نیاز مبرمی به حکمرانی بهتر ریسک سیل برای افزایش تاب‌آوری وجود دارد. در حکمرانی خوب مواردی که باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از: نقش‌ها و

مسئولیت‌ها، هماهنگی بین بخشی، داده‌ها و اطلاعات، تأمین مالی، صداقت و شفافیت، مشارکت ذی‌نفعان، پایش و ارزشیابی.

مدیریت مخاطرات طبیعی از جمله سیل یک مشکل پیچیده حکمرانی است. مدیریت مخاطرات طبیعی مستلزم اقدام در همه مقیاس‌ها - از سطح محلی تا سطح ملی - است. ایجاد هماهنگی بین بخش‌های مختلف اعم از دولتی و خصوصی، یک چالش کلیدی است. اگرچه دولت‌ها از اختیار و مشروعیت قانونی برای کاهش ریسک خطرات طبیعی برخوردارند، ولی سایر بازیگران غیردولتی از جمله جوامع محلی و شهروندان نیز دانش و منابع زیادی در اختیار دارند. این وابستگی متقابل، نیاز به همکاری گسترده دارد و ایجاد هماهنگی برای مدیریت ریسک سیل و کاهش خسارت‌های آن در شرایط وجود شکاف‌های گسترده بین سازمان‌ها و پراکندگی مسئولیت‌ها، چالش بزرگی است که به راهبری ماهرانه نیاز دارد. کاهش ریسک سیل نیازمند یک استراتژی یکپارچه در همه مراحل است که یک چالش حکمرانی مهم می‌باشد. در مدیریت ریسک سیل، مشارکت ذی‌نفعان، ایجاد هماهنگی در اقدامات بخش‌های عمومی و خصوصی و به کارگیری ابزارهای مختلف سیاستی، می‌تواند تاب‌آوری اجتماعی را تقویت کند، کارایی بیشتری فراهم کرده و مشروعیت تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات کاهش خطر سیل را افزایش دهد.

حکمرانی ریسک سیل شکل خاصی از حکمرانی ریسک است و به ماهیت و اصول و مبانی حکمرانی مربوط به زمینه ریسک مورد نظر و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با ریسک، مربوط می‌شود. حکمرانی مستلزم در نظر گرفتن شبکه پیچیده بازیگران، قوانین، قراردادهای فرآیندها و سازوکارهای مربوط به نحوه جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و انتقال اطلاعات مربوط به ریسک و نحوه تصمیم‌گیری است. حکمرانی ریسک سیل به شبکه بازیگران، قوانین، منابع، گفت‌وگوها و سازوکارهای هماهنگی چند سطحی اطلاق می‌شود که از طریق آنها، ریسک سیل مدیریت می‌شود.

اغلب مجامع علمی تأیید کرده‌اند که سیل فقط با راه‌حل‌های مهندسی قابل کنترل نیست، زیرا روش‌های کنترل مهندسی، حفاظت کامل ایجاد نمی‌کند و از نظر اقتصادی پرهزینه بوده و در درازمدت پایدار نیستند. بنابراین، در حکمرانی ریسک سیل باید از افزایش ظرفیت و توانایی بازیابی جوامع حمایت شود. تنوع در اقدامات مداخله و مدیریت، باعث می‌شود تا مشکل در مقیاس‌های چندگانه از یک قطعه زمین زراعی تا سطح آبخیز، مدیریت شود. در این حالت هم افراد و صاحبان زمین و هم سازمان‌های منطقه‌ای و ملی، نقش خود را ایفا خواهند کرد.

مخاطره سیل با عدم قطعیت و پیچیدگی زیاد، تعدد بازیگران و تنوع نظرات و دیدگاه‌های گاه متناقض همراه است. مدیریت مناسب این شرایط مستلزم بکارگیری اصول حکمرانی سیل مناسب و انعطاف‌پذیر در همه سطوح، ملی، منطقه‌ای و محلی است. حکمرانی مؤثر، کارآمد و فراگیر مدیریت سیل در طیف گسترده‌ای از اقدامات شامل

پیش‌بینی، پیشگیری/کاهش و آمادگی و پاسخ و بازیابی، تحقق می‌یابد. مدیریت سیل، مسئولیت مشترک همه ذی‌نفعان است، بسته به اقدامات مورد نیاز، و طیف گسترده ذی‌نفعان، یک چارچوب حکمرانی چند سطحی برای به حداقل رساندن پراکندگی، پیچیدگی و همپوشانی‌ها مورد نیاز است. نیاز به همکاری در سطوح مختلف، برای سیاست‌گذاری، تبادل اطلاعات، نظارت، ارزشیابی، تنظیم مقررات و تأمین منابع مورد نیاز وجود دارد.

گزارش ملی سیلاب‌ها (۱۳۹۹) حکمرانی سیل را دارای چهار بعد می‌داند: «کنشگران، گفت‌وگوها، قواعد و منابع. کنشگران متخصص و توانمند باید مسئولیت خود را پذیرا باشند و برای اجرای این راهبردها با یکدیگر همکاری کنند؛ راهبردها باید در گفت‌وگو حاکم بر ذهنیت و کنش کنشگران و سازمان‌های مرتبط با آنها حاکم شود؛ قواعد رسمی و غیررسمی ذهنیت‌ها و فرهنگ‌های سازمانی، پارادایم‌های فکری از اجرای این راهبردها حمایت کنند؛ و کنشگران از قدرت و منابع لازم - در سطح فردی و سازمان‌ها - برای اجرای راهبردها برخوردار باشند.»

یکی از اصول مهم حکمرانی ریسک سیل مشارکت ذی‌نفعان است که در حال حاضر در کشور ما ذی‌نفعان کلیدی از جمله صاحبان اراضی در مدیریت رواناب و سیل، نقشی ندارند. به عنوان مثال در استان گلستان، با توجه به نقش اراضی زراعی شیب‌دار در تولید رواناب و سیل در مناطق بالادست گرگان رود و علی‌رغم مصوبات متعدد، برنامه‌ای برای مدیریت این اراضی مشاهده نمی‌شود.

مشارکت ذی‌نفعان می‌تواند موجب اعتمادسازی شود، آگاهی در مورد خطرات را افزایش دهد، تضادهای مدیریت کند و به تعیین اهداف همگرا در سیاست‌گذاری کمک کند. بنابراین لازم است همه کسانی که در مدیریت سیل مشارکت دارند یا احتمالاً تحت تأثیر تصمیمات مدیریت سیل قرار می‌گیرند، مشارکت مؤثر داشته باشند. برای مدیریت بهتر ریسک سیل باید به مشارکت همه بازیگران اصلی و مهم، توجه بیشتری صورت گیرد. لازم است برای اطمینان از تعامل سازنده، بسترهای تعامل مناسب با ذی‌نفعان برای ارتباط مستمر و تبادل اطلاعات برای تصمیم‌گیری، فراهم گردد. علاوه بر این موارد، ارزشیابی منظم فرآیندها و بررسی نتایج و میزان تحقق اهداف برای یادگیری و تعیین درس آموخته‌های کلیدی برای اصلاح، بهبود و سازگاری، باید مدنظر قرار گیرد.

ویژگی پدیده سیل و وجود عوامل متعدد در مراحل مختلف از لحظه برخورد قطرات باران با سطح زمین تا افزایش دبی رودخانه و خروج از کانال و وقوع خسارت و تبدیل شدن به بحران، حکم می‌کند که برای مدیریت آن هیچ راهی جز حکمرانی فراگیر خردمندانه و با مشارکت مؤثر همه بازیگران وجود ندارد. بنابراین لازم است گفت‌وگو حکمرانی ریسک سیل در سطوح مختلف گسترش یابد و ابعاد مختلف این شیوه نگرش به چالش مهم سیل در سطوح مختلف ملی و منطقه‌ای و محلی، تبیین گردد.