



تبیینی چند سطحی و بین‌رشته‌ای از حادثه قطع برق ۲۳ بهمن ۱۳۹۵ و پدیده ریزگردها در استان خوزستان

## ریزگردها، قطع برق و پیچیدگی در استراتژیک‌ترین استان ایران

حادثه قطع برق در استان خوزستان در ۲۳ بهمن ماه ۱۳۹۵، علیرغم آنکه ممکن است در نگاه اول و با تاکید بر علل سطح اول وقوع این پدیده، به راحتی قابل تبیین باشد، اما با دیدی عمیق‌تر به موضوع و واکاوی مجموعه لایه‌های دوم و سوم موثر بر این رخداد می‌توان به مجموعه پیچیده‌ای از عوامل دست یافت که همین پیچیدگی مجموعه عوامل، ارائه راهکارهایی دقیق و ثمربخش برای آن را دشوار می‌نماید.

مقدمه

سجاد فتاحی؛ دکتری جامعه‌شناسی و پژوهشگر سیستم‌های حکمرانی

بامداد ۲۳ بهمن ماه ۱۳۹۵، استان خوزستان با یکی از بی سابقه‌ترین بحران‌های خود در چند دهه اخیر مواجه شد که بخشی از نارضایتی‌های ناشی از وقوع این بحران به همراه نارضایتی‌های انباشته شده از سایر مسائل این استان در سال‌های گذشته خود را در شکل اعتراضات و تجمع‌های مردمی در روزهای بعد نشان داد. در این روز با از مدار خارج شدن تعداد زیادی از پست‌های فشار قوی و نیروگاه‌های مهم استان، برق بیش از ۹۰ درصد مشترکان استان قطع و به دلیل وابستگی عملکردی، تجهیزات تامین آب شرب استان نیز از مدار خارج و آب بخش قابل توجهی از مشترکان استان نیز قطع گردید.

وقوع این حادثه علاوه بر آنکه حاصل در کنار هم قرارگیری مجموعه پیچیده‌ای از عوامل در سطوح و حوزه‌های گوناگون است، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی قابل توجهی را نیز در پی خواهد داشت که عدم توجه به آنها می‌تواند عمق و شدت بحران‌های ایجاد شده در این استان استراتژیک کشور را افزایش دهد. این متن در تلاش است با تکیه بر اظهار نظرهای صورت گرفته از سوی متخصصینی از رشته‌های مختلف، در گام نخست تبیینی بین رشته‌ای و مبتنی بر علم پیچیدگی در ارتباط با این حادثه ارائه داده و در وهله بعد به برخی از مهمترین راهکارهایی که به نظر می‌رسد برای مواجهه بهینه با این موضوع و جلوگیری از وقوع رخداد‌های مشابه در آینده باید به آنها اندیشید و بر آنها تکیه کرد اشاره نماید. شایان ذکر است که تاکید بر حلقه‌های انتهایی زنجیره علی این حادثه، نادیده گرفتن علل ریشه‌ای‌تر و عدم توجه به پیامدهای اجتماعی آن (افزایش تمایل به مهاجرت، کاهش سرمایه اجتماعی نهادهای حکومتی و ...) می‌تواند با توجه به موقعیت استراتژیک استان خوزستان، تبعات امنیتی سیاسی قابل ملاحظه‌ای برای این استان و کل کشور در پی داشته باشد.

در سیستم‌های پیچیده، که سیستم‌های جغرافیایی سیاسی از قبیل کشورها و استان‌ها نیز نمونه‌هایی از این سیستم‌ها هستند، وقوع یک حادثه و یا ایجاد تغییر در بخشی از سیستم، حاصل در کنار هم قرارگیری مجموعه‌ای از علل با منشاها درون و برون سیستمی در حوزه‌ها و سطوح گوناگون است که بدون توجه به آنها تبیین ارائه شده پیرامون تغییر حالت سیستم و یا وقوع یک حادثه در آن تقلیل‌گرایانه و گمراه‌کننده بوده و راهکارهای مبتنی بر چنین تبیینی نه تنها کمکی به حل چالش‌های پیش‌روی سیستم نخواهد کرد، بلکه می‌تواند بواسطه نادیده گرفتن اثرات مخرب حاصل از اجرای راهکارهای سطحی و شتاب‌زده بر ابعاد، اجزا و لایه‌های گوناگون سیستم، قابلیت پایداری آن را با چالش‌هایی اساسی مواجه نماید. بر این اساس ارائه تبیینی بین‌رشته‌ای از یک پدیده در یک سیستم پیچیده نیز نیازمند کشف این مجموعه عوامل و برقراری ارتباطی نظام‌مند بین آنهاست.

باید توجه داشت که پیچیدگی موجود در جهان، باعث می‌شود مجموعه علی از سطوح و لایه‌های گوناگونی تشکیل شود که در برخی موارد وقوع یک رخداد را به وقوع رخدادی دیگر در سال‌ها و حتی قرن‌های گذشته پیوند می‌دهد. هرچه رخداد و پدیده مورد نظر پیچیده‌تر باشد بر تعداد عوامل موثر و پیچیدگی روابط بین آنها افزوده خواهد شد. برای ارائه تبیینی دقیق از یک پدیده و یا رخداد باید این مجموعه عوامل در حوزه‌ها و سطوح گوناگون شناسایی شده و ارتباطی منطقی بین آنها برقرار گردد. تنها پس از دست یافتن به چنین تبیینی است که می‌توان راهکارهایی را برای مواجهه بهینه با پدیده مورد نظر ارائه نمود. بر این اساس در این مطالعه به گونه‌ای اکتشافی تلاش شده است با مطالعه اظهار نظرهای صورت گرفته پیرامون علل وقوع حادثه، مجموعه علل موثر در وقوع حادثه نهایی را شناسایی نموده و با قرار دادن این مجموعه عوامل در کنار یکدیگر و برقراری رابطه‌ای علی بین آنها تبیینی بین‌رشته‌ای از وقوع حادثه نهایی در سه سطح ارائه نماییم. باید توجه داشت که ارائه تبیینی دقیق و کامل‌تر نیازمند مطالعه اسناد و مدارک تاریخی موجود و واکاوی عللی است که در لایه‌های سوم، چهارم و حتی پنجم مجموعه علی قرار دارند.

### سطوح گوناگون مجموعه علی

با توجه به مطالب اشاره شده در بخش روش، مجموعه علی موثر بر وقوع حادثه ۲۳ بهمن ماه در خوزستان دارای سطوح مختلفی است که در این متن به دلیل محدودیت‌های موجود تنها به سه لایه ابتدایی آن پرداخته خواهد شد؛ گرچه به نظر می‌رسد برای ارائه تبیینی دقیق‌تر پیرامون این حادثه و ارائه راهکارهایی ثمربخش در ارتباط با آن نیازمند واکاوی مجموعه علی تا لایه‌های چهارم و پنجم هستیم.

### سطح اول مجموعه علی

علل سطح نخست یک پدیده، بیرونی‌ترین و در معرض دیدترین علل موثر بر وقوع آن هستند. مطالعه این سطح گرچه

حاوی اطلاعات ارزشمندی پیرامون پدیده مورد مطالعه است اما باقی ماندن در آن و منحصر کردن تبیین‌ها به عوامل آشکار شده در این سطح می‌تواند به شدت گمراه کننده بوده و در بهترین حالت منتهی به ارائه راهکارهایی سطحی و مقطعی گردد. سیاست‌مداران بواسطه آنکه عموماً به دنبال ساده‌سازی واقعیت و دست یافتن به راهکارهایی برای مواجهه هر چه سریعتر با آن هستند معمولاً بر علل این سطح تمرکز می‌کنند. یکی از ایرادهای وارد بر دستگاه‌ها و نهادهای دولتی و حکومتی در ایران، منحصر کردن تبیین‌های خود پیرامون پدیده‌های گوناگون به این سطح است؛ که توهّم امکان غلبه بر مسائل و چالش‌های پیچیده را با اتکا به راهکارهای عموماً فنی و مهندسی ایجاد می‌نماید؛ راهکارهایی که در بسیاری موارد نه تنها کمکی به حل مساله نخواهند کرد بلکه می‌توانند موجبات تشدید و تعمیق بحران‌ها را فراهم کنند. در ادامه این بخش به سه علت سطح نخست وقوع حادثه ۲۳ بهمن ماه در خوزستان اشاره خواهد شد. یکی از این عوامل شرط کافی و دو عامل دیگر شرط لازم برای وقوع حادثه نهایی بوده‌اند.

### کاهش ضریب عایقی مقره‌ها

انتهایی‌ترین عامل وقوع این رخداد در زنجیره علی، که می‌توان آن را شرط کافی وقوع حادثه نهایی دانست، کاهش ضریب عایقی مقره‌ها، افزایش قدرت رسانایی آنها و در نهایت اتصال کوتاه ناشی از این پدیده بوده که در برخی موارد بواسطه عدم عملکرد و یا عملکرد نامناسب سیستم‌های حفاظتی، صدمات قابل توجهی را به مقره‌ها وارد کرده که همین موضوع زمان بازگرداندن سریع شبکه به وضعیت عادی را طولانی نموده است.

### انباشت ذرات گرد و خاک حاوی ترکیبات و املاح خاص بر روی مقره‌ها

انباشت ذرات گرد و غبار حاوی املاح خاص [۱] بر روی مقره‌ها یکی از شروط لازم برای وقوع حادثه نهایی بوده است. وقوع پدیده ریزگردها در چند دهه گذشته و تشدید این پدیده در سال‌های اخیر به همراه عدم شستشوی مقره‌ها که در بخش‌های بعدی توضیحاتی پیرامون آن ارائه خواهد شد علل اصلی این انباشت بوده است.

### رطوبت بالای ۹۰٪

مه شدید و رطوبت بالا، شرط لازم دیگر برای وقوع حادثه نهایی بوده است. با رسیدن میزان رطوبت در خوزستان در

روزهای ۲۲ و ۲۳ بهمن ماه به نزدیک ۱۰۰٪، خاک انباشت شده بر روی مقره‌ها بواسطه تجمع ذرات گرد و غبار، به گل تبدیل شده و نهایتاً موجبات کاهش ظریب عایقی مقره‌ها، اتصال کوتاه و وقوع حادثه نهایی را پدید آورده است.

### سطح دوم مجموعه علی

همانطور که پیشتر نیز بیان شد، تمرکز بر علل سطح نخست مجموعه علی و عدم توجه به علل ریشه‌ای‌تر این حادثه می‌تواند منجر به تکرار اتفاقاتی مشابه در ابعادی گسترده‌تر در آینده گردد. از این رو در این بخش به معرفی مهمترین علل حاضر در سطح دوم مجموعه علی پرداخته خواهد شد. این بخش به این پرسش‌ها پاسخ می‌دهد که علل وقوع برخی عوامل قابل کنترل از قبیل انباشت ذرات گرد و غبار بر روی مقره‌ها و عدم عملکرد مناسب سیستم‌های حفاظتی چه بوده است، چرا که در صورت حذف این عوامل این حادثه به وقوع نمی‌پیوست و یا خسارات ناشی از آن به شدت کاهش می‌یافت.

### عدم آگاهی درباره تاثیرات پدیده ریزگردها بر شبکه برق

یکی از علل عدم اقدام مناسب و به موقع وزارت نیرو و ادارات و سازمان‌های تابعه این وزارتخانه در استان خوزستان در جهت حذف عوامل کنترل‌پذیر بر وقوع حادثه نهایی، از قبیل شستشوی مقره‌ها، عدم اشراف و آگاهی آنها نسبت به اثرات پدیده ریزگردهای استان خوزستان با توجه به ترکیبات و املاح خاص آن بر زیرساخت‌های تحت نظارت آنها یعنی شبکه برق استان و با فرض اشراف اطلاعاتی، عدم انجام اقدامات لازم در این زمینه بوده است. به عبارتی کشور به صورت عام و یکی از استراتژیک‌ترین استان‌های کشور به صورت خاص، بیش از یک دهه است که با بحران محیط زیستی ریزگردها مواجه است، اما مطالعه‌ای جامع و دقیق پیرامون اثرات این پدیده بر کارکرد یکی از مهمترین زیرساخت‌های کشور یعنی شبکه برق صورت نپذیرفته است؛ بدیهی است که به نظر می‌رسد اثرات این پدیده و سایر پدیده‌های مشابه نیز بر سایر ابعاد اجتماعی، سیاسی، بهداشتی و زیست محیطی کشور نیز چندان مورد توجه قرار نگرفته و همین امر کشور را از نظر اشراف به بحران‌هایی که در آینده پیش‌روی آن قرار دارند بسیار آسیب‌پذیر نموده است.

این امر به نظر می‌رسد ناشی از وجود خلأی در وزارت نیرو به صورت عام و دستگاه‌های تابعه آن در استان‌ها به صورت خاص است؛ که بنا بر شواهد موجود احتمال وجود این خلأ در سایر وزارتخانه‌ها، نهادها و سازمان‌های مهم کشور نیز وجود دارد. عدم وجود نهادهای مطالعاتی کارآمد در این وزارتخانه، عدم وجود اندیشکده‌های تخصصی در هر حوزه و یا عدم ارتباط سیستماتیک این وزارتخانه و دستگاه‌ها با بخش‌های دانشگاهی جهت شناسایی اثرات پدیده‌های نوظهوری چون ریزگرد بر حوزه‌های عملکردی وزارت نیرو و ادارات تابعه آن یکی از عواملی بوده که سبب عدم اشراف این وزارتخانه و ادارات تابعه آن به تاثیرات پدیده ریزگردها بر شبکه برق استان و در نتیجه عدم اقداماتی از قبیل شستشوی

مقره‌ها جهت از بین بردن علل نهایی موثر بر وقوع حادثه بوده است. البته با توجه به علت بعدی که در ادامه به آن اشاره خواهد شد به نظر می‌رسد حتی در صورت اشراف به موضوع، کیفیت و کارایی عملکردی نه چندان رضایت بخش ادارات تابعه در این زمینه و کمبود امکانات و تجهیزات لازم برای شستشوی مقره‌ها، احتمال انجام اقدامات موثر جهت جلوگیری از وقوع حادثه نهایی را کاهش می‌داده است.

### ضعف در زمینه تست عملکرد سیستم‌های حفاظتی

بنا بر اطلاعات موجود، عدم عملکرد مناسب سیستم‌های حفاظتی پس از وقوع حادثه ۲۳ بهمن ماه، در برخی موارد منجر به وارد آمدن آسیب‌ها و خساراتی جدی به مقره‌ها و شبکه برق استان شده که مدت زمان بازگشت به شرایط عادی را به شدت افزایش داده است. این موضوع گویای وجود نقاط ضعفی اساسی در فرایند تست و آزمون سیستم‌های حفاظتی جهت عملکرد مناسب و بهینه در شرایط خطر و حادثه بوده است که علت آن را باید در وجود ضعف‌های ساختاری و مدیریتی در ادارات تابعه وزارت نیرو در استان جستجو کرد؛ که در سطح چهارم مجموعه علی باید مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

با توجه به علل بر شمرده شده در سطح دوم، دو عامل ناکارآمدی ساختار وزارت نیرو و دستگاه متولی شبکه برق استان از حیث برقراری ارتباط با مراکز دانشگاهی و یا ایجاد بخش‌های مطالعاتی کارآمد که با دیدی بین رشته‌ای اثرات پدیده‌های گوناگون را بر حوزه کاری و عملکردی خود بررسی نموده و راهکارهایی را برای مواجهه بهینه با آنها ارائه نمایند و ضعف در زمینه انتخاب کنشگران کلیدی‌ای که نسبت به اهمیت چنین مراکز و چنین مطالعاتی اشراف داشته باشند در مقایسه با علل سطح نخست در زنجیره علی عوامل مهم‌تری در وقوع حادثه نهایی بوده‌اند.

### تهی‌سازی بدنه دستگاه‌های متولی از نیروهای کارآمد

برخوردهای امنیتی صورت گرفته با برخی مقام‌های ارشد دستگاه‌های تابعه وزارت نیرو در استان خوزستان در ماه‌ها و سال‌های گذشته موجب شده است که کیفیت نیروی انسانی در لایه‌های بالایی این دستگاه‌ها کاهش یابد و همین امر زمینه را برای اثرگذاری بیشتر دو عامل دیگر در این سطح فراهم نموده است.

مجموعه علی موثر بر وقوع حادثه خوزستان منحصر به عوامل بر شمرده شده در سطح دوم نیز نمی‌شود و با عمق بخشیدن به تبیین و ورود به لایه‌های زیرین در سطح سوم، به عواملی خواهیم رسید که بر پیچیدگی موضوع می‌افزاید. یکی از مهمترین شروط لازم در قطع شبکه برق در خوزستان، پدیده ریزگردها و تشدید آن در سال‌های اخیر بوده که نهایتاً با قرار گرفتن در کنار علل سطح اول و دوم منجر به وقوع حادثه نهایی شده است. در ادامه در سطح سوم مجموعه علی به عواملی پرداخته شده است که با قرارگیری در کنار یکدیگر موجبات ایجاد و یا تشدید پدیده ریزگردها را که یکی از شروط لازم رخداد نهایی بوده فراهم کرده‌اند. باید توجه داشت که هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی پدیده ریزگردها بر نظام سلامت، پوشش گیاهی، کشاورزی (از طریق مختل کردن فرایند فتوسنتز) و دامداری کشور (سقط زود هنگام جنین، کاهش فعالیت و کیفیت زنبورهای عسل و ...) بسیار فراتر از هزینه‌هایی است که با وقوع حادثه قطع برق در ۲۳ بهمن ماه بر کشور و استان خوزستان تحمیل شده است؛ این حادثه، تنها نوک کوه یخ اثرات مخرب پدیده ریزگردها بر کشور است.

مهمترین عامل وقوع پدیده ریزگردها و تشدید آن در سال‌های اخیر، کاهش منابع آبی و رطوبت در منطقه (ایران، عراق، سوریه، لبنان، عربستان و ...) به صورت عام و در استان خوزستان به صورت خاص بوده است. کاهش منابع آبی و رطوبت در منطقه موجب شده که با افزایش شوری زمین‌ها و قلیایی شدن خاک موجبات پودر شدن آن فراهم گردد.

بنا بر اظهار نظرها و برآوردهای صورت گرفته، خاستگاه ۳۵ درصد از پدیده ریزگردها، کانون‌های تولید ریزگرد در داخل کشور بوده که استان خوزستان، بخشی از مهمترین آنها را در خود جای داده است؛ ۶۵٪ ریزگردهای وارد شده به کشور نیز تحت تاثیر کانون‌های خارجی تولید ریزگرد (۴۰ درصد عراق و ۲۵ درصد در سوریه، اردن، کویت عربستان و ...) بوده است. باید توجه داشت از حیث اثرگذاری پدیده ریزگردها بر وقوع حادثه نهایی با توجه به ترکیب‌های ریزگردهایی با منشا داخلی، ریزگردهای داخلی کشور بیشترین اثر را بر کاهش ضریب عایقی مقره‌ها داشته‌اند. در ادامه به برخی از مهمترین علل موثر بر وقوع و تشدید پدیده ریزگردها در کشور در سطح سوم مجموعه علی پرداخته شده است.

#### کاهش منابع آبی و رطوبت در منطقه و استان خوزستان

همانطور که پیشتر نیز بیان شد یکی از مهمترین علل موثر بر وقوع پدیده ریزگردها، کاهش منابع آبی و رطوبت در منطقه و استان خوزستان بوده که این امر را می‌توان تحت تاثیر عوامل زیر دانست.

در چند دهه گذشته، تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم، کمیت و کیفیت و الگوی بارش‌ها تغییر کرده و همین امر یکی از عوامل موثر بر کاهش رطوبت در منطقه بوده است؛ اما باید توجه داشت که این عامل در شرایط فقدان یک سیستم حکمرانی کارآمد که وظیفه کنترل و تنظیم روابط در درون یک قلمروی سرزمینی را برای افزایش و حفظ قابلیت پایداری و کنترل اثرات نامناسب عوامل اخلاص‌گر درونی و بیرونی را بر عهده دارد مجال اثرگذاری قابل ملاحظه یافته است.

### عدم همخوانی مصارف آبی با تغییر میزان بارندگی

در چند دهه گذشته علیرغم کاهش میزان بارندگی‌ها و تغییر الگوی آن نه تنها از میزان مصارف از طریق افزایش راندمان کاسته نشده بلکه بر مقدار مصرف در حوزه‌های گوناگون کشاورزی، شرب و صنعت نیز افزوده شده است. یک سیستم حکمرانی کارآمد باید به عنوان مثال با کاهش ۱۰ درصدی منابع آبی با استفاده از روش‌های تنظیم‌گری مناسب، که تجارب موفق‌تری در این زمینه در جهان نیز وجود دارد، اقدام به کاهش مصارف به همین میزان نماید تا قابلیت پایداری سیستم جغرافیایی-سیاسی تحت نظارت آن با مخاطره مواجه نگردد. در چند دهه گذشته علیرغم کاهش بارندگی‌ها و تغییر الگوی آنها، سیستم حکمرانی کشور نه تنها در زمینه کاهش مصارف موفق نبوده بلکه با سیاست‌گذاری‌هایی که منجر به افزایش بی‌رویه مصارف در حوزه‌های گوناگون شده، خود به منزله عاملی در کاهش منابع آبی و رطوبت در کشور به صورت عام و استان استراتژیک خوزستان به صورت خاص عمل کرده است.

### سدسازی

سدسازی‌های صورت گرفته در داخل کشور و برخی کشورهای منطقه از قبیل ترکیه یکی از مهمترین عوامل موثر بر کاهش منابع ورودی آب به منطقه و کاهش رطوبت در آن و نهایتاً وقوع پدیده ریزگردها و تشدید آن بوده است. این پروژه‌های سدسازی، که علیرغم تامین برخی از نیازهای آبی کشور و منطقه، بدون توجه به اثرات آنها بر قابلیت پایداری منطقه و کشور صورت گرفته به شدت منابع ورودی آب به منطقه به صورت عام و استان خوزستان به صورت خاص را کاهش داده و با کاهش رطوبت نقشی مهم و اساسی در ایجاد کانون‌های تولید ریزگرد در استان خوزستان و برخی کشورهای منطقه از قبیل عراق داشته است. در ارتباط با موضوع سدسازی‌ها، می‌توان نحوه عملکرد دو وزارتخانه مهم کشور یعنی وزارت امور خارجه در موضوع سدسازی‌های صورت گرفته در کشورهای منطقه که بارزترین نمونه آن پروژه آناتولی است و وزارت نیرو در زمینه سدسازی‌های صورت گرفته در داخل کشور را مورد انتقاد قرار داد.

در طول چند دهه گذشته، کاهش بارندگی‌ها و مهمتر از آن سدسازی‌های صورت گرفته بر روی رودخانه‌های دجله و فرات، که عموماً در کشور ترکیه صورت گرفته، سبب شده است که مقدار آورد رودخانه فرات به کشور عراق در سال‌های اخیر از ۳۰ میلیارد متر مکعب به ۱۸ میلیارد متر مکعب در سال و مقدار آورد رودخانه دجله به عراق از ۲۲ میلیارد متر مکعب به ۱۶ میلیارد متر مکعب کاهش یابد. با توجه به ادامه داشتن پروژه‌های سد سازی در کشور ترکیه در سال‌های آتی و امکان ساخت سدهایی در کشور عراق برای تامین آب شرب بعضی شهرهای مهم این کشور از قبیل بصره، باید در انتظار کاهش بیشتر رطوبت و منابع آبی در منطقه و تشدید پدیده ریزگردها باشیم. مهمترین عامل داخلی که مجال اجرای چنین پروژه‌های مخربی در کشورهای همسایه را از حیث اثرگذاری بر قابلیت پایداری ایران به صورت عام و استان خوزستان به صورت خاص فراهم نموده ضعف عملکرد وزارت خارجه ناشی از ناکارآمدی‌های ساختاری و مدیریتی این وزارتخانه در چند دهه گذشته بوده است. به عبارتی این وزارتخانه بواسطه عدم بهره‌مندی از ساختار تخصصی لازم و عدم توجه به موضوع تاثیرات اقدام‌های زیست محیطی کشورهای منطقه بر امنیت ملی کشور در طول دهه‌ها و سال‌های گذشته با بی توجهی به اقدام‌های کشورهای همسایه که به نوعی بر قابلیت پایداری کشور در حوزه محیط زیستی اثرگذار بوده در پیدایش حادثه قطع برق در استان خوزستان و وضعیت نامناسب کنونی آن در ارتباط با پدیده ریزگردها موثر بوده است. به نظر می‌رسد ایجاد یک دیپارتمان مطالعات محیط زیستی در این وزارتخانه که وظیفه رصد اقدامات کشورهای منطقه از حیث اثرگذاری آنها بر وضعیت محیط زیستی کشور را بر عهده داشته باشد، ایجاد زمینه برای مشارکت و فعالیت نیروهایی با توانایی‌های تخصصی بیشتر در بدنه این وزارتخانه و یا برقراری ارتباطات سازمانی بیشتر با سازمان‌هایی چون سازمان حفاظت از محیط زیست بتواند اطلاعات و تحلیل‌های لازم برای ورود موثر این وزارتخانه به چنین موضوعاتی در جهت دفاع از امنیت ملی کشور را فراهم نماید. البته باید توجه داشت که وضعیت روابط ایران با کشورهای قدرتمند و تاثیرگذار در جهان و منطقه در این زمینه بسیار اثرگذار خواهد بود و در صورت عدم بازنگری در سیاست‌های خارجی کشور، امکان ورود ایران به ائتلاف‌های جهانی و منطقه‌ای موثر، که لازمه افزایش قدرت اثرگذاری کشور بر تصمیم‌هایی در کشورهای منطقه است که با قابلیت پایداری ایران ارتباط می‌یابد را دشوار می‌نماید.

علاوه بر اقدام‌های برخی کشورهای همسایه که منجر به کاهش رطوبت در منطقه و ایجاد کانون‌های تولید ریزگرد شده است، افراط در اجرای پروژه‌های سدسازی بر روی منابع آب ورودی به استان خوزستان و بویژه رودخانه کارون نیز یکی از عوامل مهم در کاهش منابع آبی، کاهش رطوبت و ایجاد کانون‌های ریزگرد در استان خوزستان بوده است. بواسطه کاهش بارندگی‌ها، تغییر الگوی بارش و مهمتر از همه پروژه‌های سدسازی بی رویه، آورد رودخانه کارون به استان خوزستان از ۲۰ میلیارد متر مکعب در سال به ۱۴ میلیارد، رودخانه کرخه از ۵.۲ میلیارد متر مکعب به کمتر از ۲.۵ میلیارد، رودخانه زهره از ۲.۵ میلیارد متر مکعب به ۱.۱ میلیارد و رودخانه مارون از ۱.۵ میلیارد به ۸۵۰ میلیون متر مکعب کاهش یافته است. این کاهش منابع آبی در استان منجر به کاهش رطوبت و عدم ورود آب کافی به برخی پهنه‌های آبی استان و در نهایت تبدیل شدن آنها به کانون‌های تولید ریزگرد شده است. باید توجه داشت که برخی ایده‌های طرح شده برای کنترل شوری آب سد گتوند از قبیل انتقال آب این سد به حوضچه‌های تبخیری، می‌تواند تبعات ناشی از پدیده ریزگردها را افزایش دهد.



جاده‌سازی در دشت‌های مسطح، بدون توجه به تاثیرات جاده‌های احداث شده بر سیستم هیدرولوژیکی منطقه، همانند سد عمل کرده و اگر راه‌های گذر آبی به درستی طراحی نشده باشد، می‌تواند نقش مهمی در خشکی دشت‌ها و تبدیل شدن آنها به کانون‌های تولید ریزگرد داشته باشد. جاده‌سازی‌های صورت گرفته در استان خوزستان که برخی از آنها بدون توجه به سیستم هیدرولوژیکی این استان صورت گرفته است یکی دیگر از عوامل موثر بر پیدایش کانون‌های تولید ریزگرد در استان است. این موضوع علاوه بر وزارت‌خانه‌های نیرو و خارجه و سازمان حفاظت از محیط زیست، وزارت راه و شهرسازی و وزارت نفت، که برخی از این جاده‌ها در جهت پاسخگویی به نیازهای این وزارت‌خانه ایجاد شده است، را به موضوع ریزگردها و نهایتاً حادثه ۲۳ بهمن ماه در خوزستان وارد می‌کند. برخی از جاده‌هایی که به نظر می‌رسد با تغییر سیستم هیدرولوژیکی منطقه در ایجاد کانون‌های تولید ریزگرد در داخل استان خوزستان نقش داشته‌اند عبارتند از: جاده‌های آبادان به ماهشهر، ماهشهر به هندیجان و تالاب هورالعظیم.

### کاهش وسعت جنگل‌های زاگرس

در طول هفت دهه گذشته وسعت جنگل‌های زاگرس از ۱۲ میلیون هکتار به ۶ میلیون هکتار کاهش یافته و در سال‌های اخیر تحت تاثیر پدیده خشکیدگی بلوط سرعت کاهش وسعت این جنگل‌ها به شدت افزایش یافته به گونه‌ای که برآورد می‌شود در هفت سال گذشته تحت تاثیر این پدیده یک میلیون هکتار دیگر از وسعت این جنگل‌ها کاسته شده است. با توجه به این امر که این جنگل‌ها نقشی اساسی در تامین آب حوضه کارون به صورت عام و آب ورودی به استان خوزستان به صورت خاص دارند، اگرچه تا کنون مطالعه جامعی در این زمینه صورت نگرفته است، اما می‌توان بیان نمود که یکی از عوامل مهم موثر بر کاهش منابع آب ورودی به این استان، کاهش رطوبت در آن و وقوع پدیده ریزگردها کاهش وسعت این جنگل‌ها بوده است.

بر هم خوردن نسبت دام به مرتع

یکی دیگر از علل پیدایش کانون‌های تولید ریزگرد در استان خوزستان، بر هم خوردن تعادل دام و مرتع در این استان

است، در استان خوزستان، در نیمی از سال بیش از ۹.۲ میلیون واحد دامی در دو و نیم میلیون هکتار مرتع این استان تعلیف می‌کنند. در نتیجه این امر، حدود ۱ میلیون هکتار از مراتعی که در دشت واقع شده در اثر چرای بی رویه و فرسایش خاک، تبدیل به بیابان و تپه‌های شنی‌ای شده‌اند که در پیدایش پدیده ریزگردها نقش داشته‌اند. این موضوع پای سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور را نیز به موضوع باز می‌کند.

علل فوق، مهمترین عواملی بودند که در سطح اول، دوم و سوم مجموعه عللی می‌توان به آنها اشاره کرد. اگرچه این متن با توجه به محدودیت‌های موجود، امکان فراتر رفتن از سطح سوم و بررسی علل ریشه‌ای‌تری را که مسبب برخی عوامل اشاره شده در لایه‌های سه‌گانه فوق بودند را نیافت؛ اما برای ارائه تبیینی کامل از حادثه ۲۳ بهمن ۱۳۹۵ و پدیده ریزگردها در استان خوزستان و شناسایی کامل مکانیزم و فرایند موثر بر وقوع این رخدادها، که مقدمه ارائه راهکارهایی مفید و اثربخش برای مواجهه بهینه با علل پدید آورنده آنها است، فراتر رفتن از این سطوح و پرداختن به علل ریشه‌ای‌تر، لازم و ضروری است.

در سطح‌های چهارم و پنجم تبیین، پرسش‌هایی از این دست که نقش دستگاه‌های نظارتی و قضایی در ارتباط با اقدامات صورت گرفته چه بوده است؟ نقش سیاست‌های خارجی کشور در میزان توان اثرگذاری ایران بر تصمیم‌گیری‌های کشورهای منطقه که با وضعیت محیط زیستی ایران ارتباط می‌یابد چیست؟ نقش سیاست‌های کشور در ارتباط با بحث امنیت غذایی، گسترش کشاورزی و افراط در پروژه‌های سدسازی چه بوده است؟ نمایندگان مجلس شورای اسلامی و مکانیزم انتخاب آنها چه نقشی در شکل‌گیری هر یک از علل موثر بر وقوع حادثه نهایی داشته است؟ و ... امکان پاسخ می‌یابند؛ پرسش‌هایی مهم که بدون پاسخ‌گویی به آنها امکان انجام اقداماتی موثر در جهت جلوگیری از وقوع رخدادهایی مشابه در آینده امکان‌پذیر نیست.

## راهکارها

در سیستم‌های پیچیده، هیچ راهکار کوتاه‌مدت، تک رشته‌ای، سریع و سهل‌الوصولی برای مواجهه با چالش‌های مرتبط با پایداری این سیستم‌ها وجود ندارد، ارائه و اجرای راهکار، بدون کسب حداکثر آگاهی و اطلاعات ممکن پیرامون سیستم موضوع مداخله، بواسطه پیچیدگی روابط بین اجزای درونی سیستم و پیچیدگی رابطه آن با سایر سیستم‌های بیرونی می‌تواند منجر به صدور پاسخ‌هایی غیر منتظره از سیستم شده و موجبات تشدید و تعمیق بحران‌های مرتبط با پایداری سیستم را فراهم نماید. از سوی دیگر مواجهه بهینه سیستم‌های پیچیده با چالش‌هایی عمیق در زمینه پایداری، بدون تن دادن به دشواری اجرای برخی راهکارها و اصلاح روندهای نامناسب و ناپایدار کننده گذشته ممکن نیست و همین دشواری، مانعی ذهنی را برای کنشگران و تصمیم‌گیرندگان کلیدی در سیستم‌های مصنوع انسانی در جهت اصلاح روندها و تغییر مسیرهای گذشته ایجاد می‌کند.

به عنوان مثال و با توجه به حادثه ۲۳ بهمن ماه در خوزستان و مساله ریزگردها در این استان، اگرچه اخیرا برخی

سازمان‌ها و افراد بر مالچ پاشی و کاشت گیاهان برای مواجهه با مشکل ریزگردها تاکید نموده و حتی اقداماتی را در این زمینه آغاز کرده‌اند، اما برخی متخصصین [۲] این اقدامات را درمان مشکلات خوزستان در این زمینه ندانسته و بلکه چنین مداخلات و اقداماتی را در سرزمینی که از بحران ترانزیشن اکولوژیکی رنج می‌برد یعنی عبور از مرحله تالابی به بیابانی- بسیار مخرب و خطرناک دانسته و آن را سبب ایجاد مشکلاتی جدید در خوزستان و حتی تشدید پدیده گرد و خاک و بیابان‌زایی در این استان می‌دانند. با توجه به توضیح‌های فوق در ادامه به برخی از مهمترین راهکارها برای افزایش آگاهی نسبت به پدیده و حادثه مورد مطالعه و سطوح گوناگون آن اشاره می‌شود؛ بدیهی است که راهکارهای اثربخش نهایی از دل اجرای این راهکارهای مقدماتی بیرون خواهند آمد.

تشکیل مراکز دیسپاچینگ ملی و استانی جهت رصد دوره‌ای وضعیت کشور در ارتباط با مجموعه شاخص چند بعدی قابلیت پایداری [۳].

شناسایی علل حاضر در سطوح چهارم و پنجم مجموعه‌ی علی

آسیب‌شناسی ساختار وزارت نیرو و ادارات تابعه در استان با توجه به مطالب اشاره شده در سطح دوم و استعفا یا برکناری مدیرانی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم با اثرگذاری بر مجموعه علل بر شمرده شده در این سطح در حادثه نهایی و خسارات وارد شده نقش داشته‌اند. تاکید بر مسئولیت اجتماعی مقام‌های عالی‌رتبه و کنشگران از آن روست که توجه به این موضوع می‌تواند مدیران را نسبت به توجه بیشتر به مسئولیت‌هایشان در قبال سیستم‌های مدیریتی تحت مدیریت و اصلاح ضعف‌های ساختاری موجود در آنها حساس نماید.

شناسایی مهمترین مسائل در حوزه‌های عملکردی ادارات تابعه وزارت نیرو در استان و برقراری ارتباطی سیستماتیک با مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی داخلی و خارجی برای دست یافتن به راهکارهایی عملی و بهینه برای مواجهه با این مسائل تشکیل کمیته‌ای بین رشته‌ای متشکل از متخصصین داخلی و خارجی در حوزه‌ها و رشته‌های گوناگون برای دست‌یابی به راهکارهای بهینه پدیده ریزگردها. هرگونه راهکاری در این زمینه باید با نظر این کمیته اجرایی و عملیاتی شود. باید توجه داشت که برخی اقدامات از قبیل کاشت نهال که اخیراً در دستور کار قرار گرفته است از این جهت که می‌تواند با کاهش بیشتر رطوبت در منطقه و افزایش ناپایداری خاک حاصل از کشت و کار، پدیده ریزگردها را تشدید نموده و بقای گونه‌های بومی را به خطر اندازد مورد مخالفت برخی متخصصین [۴] است. توصیه می‌شود، چنین اقداماتی تا تشکیل این کمیته و دریافت نظرات متخصصین حوزه‌های گوناگون متوقف شود.

تشکیل کارگروهی مستقل برای تشخیص اثرات سدها بر پدیده ریزگردهای خوزستان و در صورت لزوم بازنگری در برخی از آنها

کارآمدسازی ساختار وزارت امور خارجه و تقویت بدنه کارشناسی این وزارت‌خانه از حیث دیپلماسی محیط زیست، جهت رصد اقدامات کشورهای همسایه در حوزه‌های محیط زیستی، ارزیابی اثرگذاری آنها بر وضعیت محیط زیست کشور و دست‌یابی به راهکارهایی دیپلماتیک در جهت کنترل اقداماتی که بر قابلیت پایداری کشور اثرات منفی بر جای می‌گذارند. تدوین لایحه حفاظت از خاک توسط گروهی متشکل از حقوق‌دانان و دانشمندان با توجه به اثرگذاری آن بر پدیده ریزگردها

با توجه به زمان بر بودن کاهش و یا حل مشکل پدیده ریزگردها ایجاد زیرساخت‌های متناسب با این وضعیت در استان خوزستان و ارائه آموزش‌های لازم به مردم در جهت کاهش اثرات مخرب این پدیده

#### جمع‌بندی

حادثه قطع برق در استان خوزستان در ۲۳ بهمن ماه ۱۳۹۵، علیرغم آنکه ممکن است در نگاه اول و با تاکید بر علل سطح اول وقوع این پدیده، به راحتی قابل تبیین باشد، اما با دیدی عمیق‌تر به موضوع و واکاوی مجموعه لایه‌های دوم و سوم موثر بر این رخداد می‌توان به مجموعه پیچیده‌ای از عوامل دست یافت که همین پیچیدگی مجموعه عوامل، ارائه راهکارهایی دقیق و ثمربخش برای آن را دشوار می‌نماید. باید توجه داشت که این متن بنا بر محدودیت‌های موجود مجال فراتر رفتن از لایه سوم مجموعه عوامل موثر بر حادثه را نیافت در حالی که به نظر می‌رسد واکاوی لایه‌های چهارم و پنجم مجموعه علی موثر بر وقوع این رخداد، برای کسب فهمی عمیق‌تر نسبت به این واقعه، ارائه راهکارهایی دقیق‌تر و جلوگیری از وقوع رخدادهایی مشابه لازم و ضروری باشد. مباحث طرح شده در این متن را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

مجموعه علی موثر بر قطع شبکه برق و آب در خوزستان: { مجموعه علی سطح اول، مجموعه علی سطح دوم، مجموعه علی سطح سوم و ... }  
مجموعه علی سطح اول = { کاهش ضریب عایقی مقره‌ها = { انباشت ذرات گرد و خاک حاوی ترکیبات و املاح خاص بر روی مقره‌ها + رطوبت بالای ۹۰٪ }  
مجموعه علی سطح دوم = { عدم آگاهی پیرامون تاثیرات پدیده ریزگردها بر شبکه برق، ضعف در زمینه تست عملکرد سیستم‌های حفاظتی، تهی‌سازی بدنه دستگاه‌های متولی از نیروهای کارآمد }

مجموعه علی سطح سوم = { پدیده ریزگردها = { کاهش منابع آبی و رطوبت در منطقه و استان خوزستان = { تغییر اقلیم و تغییر الگوی بارندگی، عدم همخوانی مصارف آبی با تغییر میزان بارندگی، سدسازی‌های بی رویه، جاده‌سازی، کاهش وسعت جنگل‌های زاگرس }، بر هم خوردن نسبت دام به مرتع }

[۱] ذرات گرد و غبار موجود در خوزستان بواسطه این امر که کانون‌های تولید ریزگرد در این استان بیشتر بدنه‌های آبی بوده و یا پساب‌های کشاورزی و صنعتی به آنها وارد می‌شده است دارای شوری و املاح فراوانی هستند که همین امر خاصیت رسانایی آنها را در مقایسه با ریزگردهای متشکل از ذراتی با شوری و املاح کمتر، از قبیل ماسه، بسیار بیشتر می‌کند. به نظر می‌رسد برخی اقدامات از قبیل راهکار انتقال آب سد گتوند به حوضچه‌های تبخیری به منظور کنترل شوری آب این سد، می‌تواند منجر به افزایش املاح موجود در گرد و غبار و ریزگردها شده و احتمال اثرگذاری مخرب ریزگردها را به شدت افزایش دهد که می‌بایست حتماً به این موضوع توجه نمود.

[۲] حسین آخانی. استاد گیاه‌شناسی دانشگاه تهران

[۳] رجوع کنید به ۱۳۱۹۴۷=//.:

[۴] حسین آخانی. استاد گیاه‌شناسی دانشگاه تهران