

مدیریت بحران در طوفان‌های حاره‌ای شمال اقیانوس هند (سواحل مکران) با تاکید بر نقش سازمان هواشناسی

محمد رضا سالاری فنودی^{۱*}، چکاوک خواجه امیری خالدی^۲

۱- دکترای اقلیم‌شناسی، رئیس اداره هواشناسی دریایی چابهار.

۲- دکترای اقلیم‌شناسی، استادیار گروه اقیانوس‌شناسی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار.

چکیده

طوفان‌های حاره‌ای شمال اقیانوس هند از جمله مخاطرات طبیعی با قدرت تخریب بالا هستند که در دهه‌های اخیر، تحت تأثیر تغییرات اقلیم، از نظر فراوانی و شدت دستخوش تغییر شده‌اند. سواحل مکران به‌عنوان یکی از نواحی ساحلی راهبردی ایران، به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، جغرافیایی و اجتماعی خاص، در برابر پیامدهای این طوفان‌ها آسیب‌پذیری قابل توجهی دارد. هدف این پژوهش بررسی وضعیت مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران و تحلیل چالش‌ها و ظرفیت‌های موجود در مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی است. در ادامه با رویکرد کاربردی، چارچوبی برای مدیریت بحران در مواجهه با طوفان‌های حاره‌ای ارائه می‌دهد و نقش کلیدی سازمان هواشناسی در پیش‌بینی، هشدار به موقع، هماهنگی بین‌سازمانی و پشتیبانی داده‌محور را تحلیل می‌کند. پژوهش حاضر بر مبنای بررسی اسناد راهبردی، تجربیات مدیریت بحران و راهکارهای عملی در قالب چرخه مدیریت بحران شامل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی تدوین گردیده است. پژوهش حاضر با رویکردی تحلیلی-کاربردی تلاش می‌کند ضمن شناسایی خلأهای مدیریتی و نهادی، نقش عوامل اقلیمی و انسانی را در تشدید یا کاهش پیامدهای طوفان‌های حاره‌ای تبیین کند. نتایج این مطالعه می‌تواند به ارتقای تاب‌آوری جوامع ساحلی، بهبود نظام‌های هشدار سریع و کارآمدسازی سیاست‌های مدیریت بحران در سواحل مکران کمک کند و مبنایی علمی برای برنامه‌ریزی منطقه‌ای در شرایط تغییر اقلیم فراهم آورد. نتایج نشان می‌دهد که تقویت ظرفیت‌های پیش‌بینی هواشناسی، سیستم‌های هشدار سریع، ارتباط مؤثر با نهادهای پاسخ‌گو و جامعه محلی و تمرین‌های مشترک بین‌سازمانی باعث کاهش چشمگیر خسارات جانی و مالی خواهد شد. این مقاله راهنمایی قابل اجرا برای برنامه‌ریزان، مدیران بحران و تصمیم‌گیران فراهم می‌آورد تا با افزایش اثربخشی اقدامات، تاب‌آوری ساحلی ارتقاء یابد.

کلید واژه‌ها: طوفان‌های حاره‌ای، مدیریت بحران، تغییر اقلیم، تاب‌آوری، سواحل مکران، شمال اقیانوس هند.

مقدمه

سواحل مکران، واقع در شمال اقیانوس هند و در مجاورت دریای عمان، یکی از پهنه‌های ساحلی راهبردی و در عین حال آسیب‌پذیر ایران به شمار می‌رود که در دهه‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر مخاطرات طبیعی با منشأ اقلیمی قرار گرفته است. در میان این مخاطرات، طوفان‌های حاره‌ای به‌عنوان پدیده‌هایی کم‌فراوان اما با شدت تخریب بالا، نقش مهمی در بروز بحران‌های انسانی، اقتصادی و زیست محیطی ایفا می‌کنند. افزایش فراوانی و شدت این طوفان‌ها در حوضه شمال اقیانوس هند، که در بسیاری از پژوهش‌های اقلیمی به تغییرات اقلیم جهانی و افزایش دمای سطح آب دریا نسبت داده شده است، ضرورت توجه ویژه به مدیریت بحران در این منطقه را دوچندان کرده است.

طوفان‌های حاره‌ای با پیامدهایی نظیر بارش‌های حدی، سیلاب‌های ناگهانی، امواج طوفانی، فرسایش شدید سواحل، تخریب زیرساخت‌های حیاتی و تهدید سکونتگاه‌های انسانی، به‌ویژه در نواحی کم‌برخوردار ساحلی، می‌توانند چرخه توسعه پایدار را با چالش‌های جدی مواجه سازند. سواحل مکران به دلیل ویژگی‌هایی نظیر پراکنش نامتوازن جمعیت، ضعف نسبی زیرساخت‌های مقاوم، وابستگی معیشتی جوامع محلی به دریا و محدودیت دسترسی به سامانه‌های هشدار سریع، از حساسیت بالایی در برابر این نوع مخاطرات برخوردارند. این شرایط باعث می‌شود که حتی طوفان‌هایی با شدت متوسط نیز به بحران‌هایی گسترده تبدیل شوند.

در این میان، مدیریت بحران به‌عنوان رویکردی نظام‌مند و چندبُعدی، نقش کلیدی در کاهش خسارات و افزایش تاب‌آوری جوامع ساحلی ایفا می‌کند. مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای صرفاً به اقدامات واکنشی در زمان وقوع حادثه محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از فعالیت‌ها شامل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی را در بر می‌گیرد. ضعف در هر یک از این مراحل می‌تواند اثربخشی کل چرخه مدیریت بحران را کاهش داده و پیامدهای مخاطره را تشدید کند. از این رو، تحلیل وضعیت موجود مدیریت بحران در سواحل مکران و شناسایی چالش‌ها و خلأهای نهادی، فنی و اجتماعی آن، از اهمیت بالایی برخوردار است.

سواحل مکران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود در حاشیه دریای عمان، در معرض خطرات متعدد اقلیمی از جمله طوفان‌های حاره‌ای قرار دارند. طوفان‌های حاره‌ای، که

به‌واسطه انرژی حاصل از آب‌های گرم اقیانوسی شکل می‌گیرند، می‌توانند با بادهای شدید، بارش‌های سیلابی و امواج توفان‌زا موجب خسارات جانی و مالی گسترده شوند. تغییرات اقلیمی و افزایش دمای سطح آب دریاها باعث تشدید این پدیده و افزایش احتمال برخورد آن با سواحل جنوبی کشور شده است، به‌گونه‌ای که روند وقوع طوفان‌های گرمسیری در شمال اقیانوس هند و دریای عمان در سه دهه اخیر افزایشی بوده است (لایقی، ۱۴۰۳). این تغییرات خطر، اهمیت تدوین و اجرای راهکارهای مؤثر مدیریت بحران را بیش از پیش برجسته می‌سازد.

مدیریت بحران به‌عنوان فرایند نظام‌مند برنامه‌ریزی، هماهنگی و واکنش در برابر خطرات طبیعی، شامل مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی است که هر یک نقش مهمی در کاهش پیامدهای منفی حوادث دارند. یکی از مؤلفه‌های اساسی در مدیریت بحران‌های جوی، سازمان‌های هواشناسی ملی و منطقه‌ای هستند که با ارائه پیش‌بینی‌های دقیق و هشدار به‌موقع می‌توانند توان پاسخ‌دهی سایر نهادهای درگیر را افزایش دهند. سازمان جهانی هواشناسی (WMO) تأکید می‌کند که سیستم‌های هماهنگ ملی و منطقه‌ای پیش‌بینی و هشدار طوفان‌های حاره‌ای برای کاهش تلفات و خسارات ضروری است، به‌طوری‌که این سیستم‌ها شامل داده‌های هواشناسی، مدل‌های پیش‌بینی، و شبکه‌های اطلاع‌رسانی هستند (WMO, 2023). به‌کارگیری این ظرفیت‌ها در کنار توسعه داده‌محور چرخه مدیریت بحران می‌تواند اثربخشی کلی اقدامات در سواحل مکران را افزایش دهد.

از سوی دیگر، مطالعات نشان می‌دهد که در بسیاری از مناطق ساحلی شمال اقیانوس هند، فاصله معناداری میان دانش علمی تولیدشده درباره طوفان‌های حاره‌ای و کاربرد عملی آن در نظام‌های تصمیم‌گیری و مدیریت بحران وجود دارد. این شکاف دانشی - عملی در سواحل مکران نیز مشهود است؛ به‌گونه‌ای که علی‌رغم پیشرفت‌های نسبی در پایش‌های هواشناسی و اقلیمی، نتایج این پایش‌ها به‌طور مؤثر در برنامه‌ریزی‌های محلی، آموزش جوامع ساحلی و ارتقای آمادگی نهادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

اهمیت نقش سازمان هواشناسی در مدیریت بحران‌های ناشی از بلایای جوی فراتر از ارائه داده‌های پیش‌بینی است؛ این سازمان باید در هماهنگی بین‌سازمانی، اطلاع‌رسانی عمومی، و برنامه‌ریزی سناریوهای واکنش، نقش هدایتی ایفا نماید.

پژوهش‌های مدیریت بحران نشان می‌دهند که انسجام بین سازمانی، تعامل مستمر و تبادل اطلاعات صحیح میان نهادهای مختلف از جمله ادارات محلی، سازمان‌های امدادی و جامعه محلی موجب ارتقاء تاب‌آوری جوامع ساحلی در برابر مخاطرات طبیعی می‌شود (ترکیان و دانشفرد، ۱۴۰۱). بنابراین، تدوین یک راهنمای عملی برای مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای که نقش‌های مشخص، ابزارها و فرایندهای اجرایی را تعریف کند، از واجبات توسعه پایدار در سواحل مکران است. با توجه به چشم‌انداز آینده تغییر اقلیم و احتمال افزایش رخدادهای حدی در منطقه، پرداختن به موضوع مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران نه تنها یک ضرورت علمی، بلکه یک نیاز راهبردی در حوزه برنامه‌ریزی منطقه‌ای و امنیت انسانی محسوب می‌شود. بر این اساس، این مقاله تلاش دارد با تمرکز بر ویژگی‌های اقلیمی، جغرافیایی و اجتماعی سواحل مکران، به بررسی ابعاد مختلف مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای پرداخته و ضمن تحلیل نقاط ضعف و قوت موجود و بررسی نقش سازمان هواشناسی کشور، راهکارهایی برای بهبود تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری این منطقه ارائه دهد.

بیان مسئله

سواحل مکران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود در مجاورت شمال اقیانوس هند، در معرض مخاطرات متعددی با منشأ اقلیمی قرار دارد که در میان آن‌ها طوفان‌های حاره‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. هرچند وقوع این طوفان‌ها در مقایسه با سایر مخاطرات طبیعی از فراوانی کمتری برخوردار است، اما شدت اثرگذاری و گستره خسارات ناشی از آن‌ها می‌تواند پیامدهای عمیق و بلندمدتی بر سکونتگاه‌های انسانی، زیرساخت‌های حیاتی، فعالیت‌های اقتصادی و محیط‌زیست ساحلی برجای گذارد. در سال‌های اخیر، شواهد علمی متعددی از افزایش دمای سطح آب دریا و تغییر الگوهای گردش جوی در شمال اقیانوس هند حکایت دارد که می‌تواند زمینه‌ساز تشدید مخاطرات مرتبط با طوفان‌های حاره‌ای باشد. با وجود این شرایط، نظام مدیریت بحران در سواحل مکران با چالش‌هایی نظیر ضعف هماهنگی نهادی، محدودیت زیرساخت‌های مقاوم، ناکارآمدی نسبی سامانه‌های هشدار سریع و پایین بودن سطح آگاهی و آمادگی جوامع محلی مواجه است. این چالش‌ها سبب می‌شود که طوفان‌های حاره‌ای، حتی

در مواردی با شدت متوسط، به بحران‌هایی گسترده تبدیل شوند. از این رو، مسئله اصلی این پژوهش، بررسی این است که مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران تا چه اندازه با ویژگی‌های اقلیمی و اجتماعی منطقه هم‌خوانی دارد و چه خلأهایی در چرخه مدیریت بحران وجود دارد که منجر به افزایش آسیب‌پذیری می‌شود.

اهداف پژوهش

هدف کلی

تحلیل وضعیت مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران با تأکید بر کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری جوامع ساحلی در شرایط تغییر اقلیم.

اهداف ویژه

- بررسی ویژگی‌های اقلیمی و الگوهای وقوع طوفان‌های حاره‌ای در شمال اقیانوس هند با تمرکز بر سواحل مکران
- تحلیل میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌های ساحلی در برابر طوفان‌های حاره‌ای
- ارزیابی کارآمدی نظام مدیریت بحران در مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی
- شناسایی چالش‌ها و محدودیت‌های نهادی، فنی و اجتماعی مدیریت بحران در منطقه
- ارائه راهکارهای علمی و کاربردی برای بهبود مدیریت بحران و ارتقای تاب‌آوری ساحلی

نوآوری پژوهش

نوآوری اصلی این پژوهش در تلفیق رویکرد اقلیمی و مدیریتی برای تحلیل طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران نهفته است. در حالی که بسیاری از مطالعات پیشین صرفاً بر جنبه‌های هواشناسی یا خسارات فیزیکی طوفان‌ها تمرکز داشته‌اند، این پژوهش با نگاهی جامع، چرخه کامل مدیریت بحران را در بستر تغییر اقلیم مورد بررسی قرار می‌دهد. تمرکز بر سواحل مکران به‌عنوان منطقه‌ای کمتر مطالعه‌شده، تحلیل هم‌زمان عوامل طبیعی و انسانی، و ارائه راهکارهای بومی‌سازی‌شده برای مدیریت بحران، از دیگر جنبه‌های نوآورانه این تحقیق محسوب می‌شود.

سؤالات تحقیق

۱. مهم‌ترین ویژگی‌ها و روندهای اقلیمی مرتبط با طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران کدام‌اند؟

در سال‌های اخیر، افزایش وقوع و تشدید مخاطرات اقلیمی به‌ویژه طوفان‌های حاره‌ای در شمال اقیانوس هند، توجه پژوهشگران را به پیامدهای آن بر سواحل جنوبی ایران معطوف کرده است. مطالعات اقلیمی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم و افزایش دمای سطح آب دریا نقش تعیین‌کننده‌ای در تقویت سامانه‌های توفان‌زای دریای عرب ایفا می‌کند و این امر موجب افزایش فراوانی و شدت طوفان‌های حاره‌ای مؤثر بر سواحل مکران شده است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۷؛ سازمان هواشناسی کشور، ۱۴۰۰).

در این راستا، لایقی و همکاران (۱۴۰۲)، با بررسی روندهای اقلیمی و داده‌های توفان‌های گرمسیری، به این نتیجه رسیده‌اند که سواحل جنوب کشور در دهه‌های اخیر با افزایش معنادار ریسک مخاطرات ناشی از طوفان‌های حاره‌ای مواجه بوده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تشدید پدیده‌هایی نظیر بارش‌های حدی، امواج طوفانی و سیلاب‌های ساحلی، پیامد مستقیم تغییرات اقلیمی در منطقه شمال اقیانوس هند است. این یافته‌ها مبنای علمی مهمی برای برنامه‌ریزی مدیریت بحران و کاهش خطر در سواحل مکران فراهم می‌کند و از منظر مدیریت بحران نیز حائز اهمیت است؛ زیرا بر ضرورت تقویت سامانه‌های هشدار سریع، بازنگری در برنامه‌ریزی کاربری اراضی ساحلی و ارتقای تاب‌آوری جوامع محلی در برابر پیامدهای توفان‌های شدید تأکید دارد. از سوی دیگر، مطالعات هم‌دید و دینامیکی انجام‌شده توسط عزیزی و همکاران (۱۳۹۸) بیانگر آن است که الگوهای جوی حاکم بر دریای عرب، به‌ویژه در فصول انتقالی، شرایط مساعدی برای شکل‌گیری و تقویت طوفان‌های حاره‌ای فراهم می‌آورد. این شرایط در صورت هم‌زمانی با افزایش دمای سطح دریا، می‌تواند منجر به تشدید اثرات مخرب این طوفان‌ها در نواحی ساحلی جنوب شرق ایران شود.

در حوزه مدیریت بحران، پژوهش‌ها بر ضرورت ارتقای تاب‌آوری جوامع ساحلی و تقویت سازوکارهای آمادگی و پاسخ تأکید دارند. مؤمنی و همکاران (۱۳۹۵) نشان می‌دهند که نبود برنامه‌ریزی یکپارچه و ضعف در سامانه‌های هشدار سریع، میزان آسیب‌پذیری مناطق ساحلی را در برابر مخاطرات طبیعی افزایش می‌دهد. همچنین گزارش‌ها و اسناد سازمان مدیریت بحران کشور (۱۳۹۹) بر لزوم تلفیق داده‌های اقلیمی، پیش‌بینی مخاطرات و مدیریت کاربری اراضی ساحلی به‌عنوان

۲. میزان آسیب‌پذیری جوامع و زیرساخت‌های ساحلی مکران در برابر طوفان‌های حاره‌ای چگونه است؟
۳. نظام مدیریت بحران موجود تا چه اندازه توان پاسخ‌گویی مؤثر به طوفان‌های حاره‌ای را دارد؟
۴. مهم‌ترین چالش‌ها و خلأهای مدیریتی در چرخه مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در منطقه چیست؟
۵. چه راهکارهایی می‌تواند به ارتقای تاب‌آوری و کاهش خسارات ناشی از طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران کمک کند؟

مرور ادبیات تحقیق

اقیانوس هند شمالی یکی از حوضه‌های فعال در شکل‌گیری طوفان‌های حاره‌ای محسوب می‌شود که اگرچه سهم کمتری از تعداد کل طوفان‌های جهانی را به خود اختصاص می‌دهد، اما از نظر تلفات انسانی و خسارات اقتصادی یکی از پرریسک‌ترین مناطق جهان به شمار می‌رود (Kabir et al., 2022). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ویژگی‌های جغرافیایی این حوضه، از جمله پهنه‌های ساحلی کم‌ارتفاع، تراکم بالای جمعیت و وابستگی اقتصادی جوامع ساحلی به منابع دریایی، موجب تشدید اثرات مخرب طوفان‌های حاره‌ای می‌شود. مطالعات فیزیکی طوفان‌ها نیز نشان داده‌اند که پارامترهایی نظیر شدت باد، شعاع بیشینه باد و بارش‌های هم‌زمان، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان خسارات دارند و عدم توجه به این ویژگی‌ها در برنامه‌ریزی مدیریت بحران، می‌تواند منجر به برآورد نادرست ریسک شود (Yadav & Das, 2023). بخش قابل توجهی از ادبیات پژوهشی اخیر بر بررسی ارتباط میان تغییر اقلیم و تشدید طوفان‌های حاره‌ای متمرکز است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دمای سطح آب دریا و تغییر الگوهای گردش جو-اقیانوس، موجب افزایش انرژی در دسترس طوفان‌ها شده و در نتیجه شدت بارش و پایداری آن‌ها را افزایش داده است (Singh & Roxy, 2020). این روند به‌ویژه در شمال اقیانوس هند مشهود بوده و باعث افزایش احتمال وقوع طوفان‌های شدیدتر در دریای عرب و خلیج بنگال شده است. برخی پژوهش‌ها تأکید می‌کنند که حتی در شرایطی که تعداد کل طوفان‌ها تغییر محسوسی نداشته باشد، افزایش شدت آن‌ها می‌تواند پیامدهای مخرب‌تری برای مناطق ساحلی به همراه داشته باشد (Sharma, 2022). این موضوع اهمیت توجه به سناریوهای اقلیمی آینده را در مدیریت بحران ساحلی برجسته می‌سازد.

راهبردی کلیدی در کاهش خسارات ناشی از طوفان‌های حاره‌ای تأکید دارند.

مطالعات متعددی نشان می‌دهد که پیامدهای طوفان‌های حاره‌ای فراتر از تخریب فیزیکی بوده و شامل اختلال در معیشت، افزایش فقر، جابه‌جایی جمعیت و آسیب به اکوسیستم‌های حساس ساحلی است. (Tiwari et al., 2022) پژوهش‌های حوزه ارزیابی خسارت بیانگر آن است که ضعف زیرساخت‌ها و توسعه نامتوازن در نواحی ساحلی، نقش مهمی در تشدید خسارات دارد. بررسی‌های تطبیقی در مناطق ساحلی مختلف نشان داده‌اند که خسارات انسانی در مناطقی که سطح آمادگی نهادی و آگاهی اجتماعی پایین‌تری دارند، به مراتب بیشتر است؛ حتی اگر شدت طوفان مشابه سایر مناطق باشد (Prehospital and Disaster Medicine, 2022). این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت عوامل انسانی و مدیریتی در کنار عوامل طبیعی است.

ادبیات مدیریت بحران بر این نکته تأکید دارد که مدیریت مؤثر طوفان‌های حاره‌ای باید مبتنی بر چرخه کامل بحران شامل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی باشد. (Hoque et al., 2017). با این حال، بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که در عمل، تمرکز اصلی سیاست‌ها بر مرحله پاسخ پس از وقوع حادثه است و اقدامات پیشگیرانه و آمادگی کافی مورد توجه قرار نمی‌گیرد. پژوهش‌های جدیدتر بر ضرورت ادغام داده‌های اقلیمی، تحلیل‌های فضایی و مشارکت اجتماعی در نظام مدیریت بحران تأکید کرده‌اند و نشان می‌دهند که استفاده از رویکردهای یکپارچه می‌تواند به کاهش چشمگیر تلفات و خسارات منجر شود (Sustainability, 2025). این رویکردها به‌ویژه برای مناطق کمتر توسعه‌یافته ساحلی اهمیت دوچندان دارند.

در مجموع، مرور منابع نشان می‌دهد که پیوند میان تغییر اقلیم، افزایش شدت طوفان‌های حاره‌ای و ضرورت بازنگری در راهبردهای مدیریت بحران در سواحل مکران، یک خلأ پژوهشی و اجرایی مهم را آشکار می‌سازد. بهره‌گیری از نتایج مطالعات اقلیمی در کنار رویکردهای نوین مدیریت بحران می‌تواند نقش مؤثری در کاهش ریسک، افزایش آمادگی و ارتقای تاب‌آوری سواحل مکران در برابر طوفان‌های حاره‌ای ایفا کند. با وجود گسترش مطالعات مرتبط با طوفان‌های حاره‌ای و مدیریت بحران، همچنان شکاف‌های مهمی در ادبیات پژوهشی وجود دارد. مهم‌ترین این شکاف‌ها شامل

فاصله میان دانش اقلیمی و کاربرد آن در سیاست‌گذاری، کمبود مطالعات بومی در مناطق خاص مانند سواحل مکران، و ضعف تحلیل‌های تلفیقی میان عوامل طبیعی و نهادی است (Kabir et al., 2022).

در این راستا، پژوهش حاضر تلاش می‌کند با تمرکز بر سواحل مکران، این خلأ را پر کرده و با پیوند دادن تحلیل‌های اقلیمی با ارزیابی مدیریت بحران، چارچوبی کاربردی برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری ساحلی ارائه دهد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی است که با رویکردی ترکیبی (کمی-کیفی) انجام شده است. در این تحقیق تلاش شده است با تلفیق داده‌های اقلیمی، اطلاعات مکانی و شاخص‌های مدیریتی، وضعیت مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران مورد ارزیابی قرار گیرد.

۱- داده‌ها و منابع اطلاعاتی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل دو دسته اصلی است:

داده‌های اقلیمی و هواشناسی: شامل اطلاعات مربوط به مسیر، شدت، فراوانی و ویژگی‌های طوفان‌های حاره‌ای شمال اقیانوس هند طی چند دهه اخیر، داده‌های بارش حدی، سرعت و جهت باد و دمای سطح آب دریا که از منابع معتبر ملی و بین‌المللی گردآوری شده‌اند.

داده‌های انسانی و مدیریتی: شامل اطلاعات مربوط به توزیع جمعیت، کاربری اراضی ساحلی، زیرساخت‌های حیاتی، اسناد بالادستی مدیریت بحران، گزارش‌های خسارات گذشته و نتایج مطالعات پیشین.

۲- روش‌های تحلیل

برای دستیابی به اهداف پژوهش، از روش‌های زیر استفاده شده است:

- تحلیل آماری و روندی به منظور بررسی تغییرات زمانی و مکانی طوفان‌های حاره‌ای و شاخص‌های اقلیمی مؤثر
- تحلیل فضایی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌های ساحلی

- مخاطره اقلیمی (Hazard): شامل ویژگی‌های طوفان‌های حاره‌ای نظیر شدت، فراوانی، مسیر حرکت و پیامدهای مستقیم آن‌ها مانند بارش حدی و امواج طوفانی.
- آسیب‌پذیری (Vulnerability): متأثر از عوامل کالبدی (کیفیت زیرساخت‌ها، کاربری اراضی)، اجتماعی (تراکم جمعیت، سطح آگاهی) و اقتصادی (وابستگی معیشتی به دریا).
- ظرفیت مدیریت بحران (Coping Capacity): شامل ساختارهای نهادی، سیاست‌ها، سامانه‌های هشدار سریع، میزان آمادگی و هماهنگی سازمان‌های مسئول در مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی.
- تاب‌آوری (Resilience): به‌عنوان پیامد نهایی تعامل میان مخاطره، آسیب‌پذیری و ظرفیت مدیریت بحران که نشان‌دهنده توان بازگشت و سازگاری جوامع ساحلی پس از وقوع طوفان‌های حاره‌ای است.

توصیف چارچوب مفهومی پژوهش

شکل ۱ چارچوب مفهومی پژوهش را در قالب یک مدل سیستمی نمایش می‌دهد. در سمت چپ شکل، مخاطره اقلیمی شامل ویژگی‌های طوفان‌های حاره‌ای (شدت، فراوانی، مسیر حرکت و پیامدهای مستقیم نظیر بارش‌های حدی و امواج طوفانی) قرار دارد. این مخاطره در تعامل مستقیم با آسیب‌پذیری ساحلی که متشکل از عوامل کالبدی، اجتماعی و اقتصادی است، منجر به بروز بحران می‌شود. در این چارچوب، فرض بر این است که افزایش کارآمدی مدیریت بحران و ارتقای ظرفیت‌های نهادی و اجتماعی می‌تواند اثرات منفی طوفان‌های حاره‌ای را کاهش داده و منجر به افزایش تاب‌آوری سواحل مکران شود. این چارچوب مفهومی مبنایی برای تحلیل نتایج و ارائه راهکارهای اجرایی پژوهش فراهم می‌کند.

- تحلیل کیفی اسناد و سیاست‌ها به‌منظور ارزیابی کارآمدی چارچوب‌های نهادی و مدیریتی موجود
- تحلیل تطبیقی میان وضعیت مدیریت بحران در سواحل مکران و الگوهای پیشنهادی مدیریت بحران در مناطق ساحلی مشابه

۳- شاخص‌ها و متغیرهای پژوهش

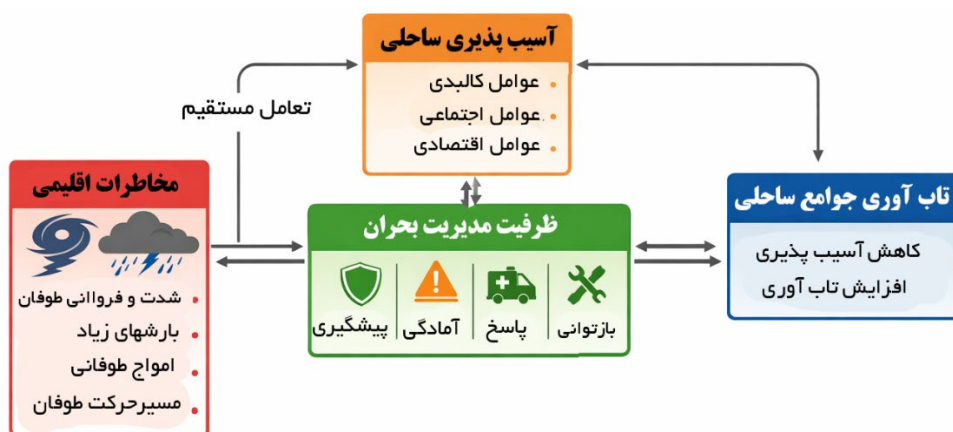
در این مطالعه، آسیب‌پذیری به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل اقلیمی، کالبدی، اجتماعی و مدیریتی به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند. شاخص‌هایی نظیر شدت و فراوانی طوفان‌ها، تراکم جمعیت ساحلی، سطح آمادگی نهادی، کیفیت زیرساخت‌ها و میزان دسترسی به سامانه‌های هشدار سریع، در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

قلمرو پژوهش

قلمرو مکانی پژوهش شامل نوار ساحلی مکران در جنوب شرق ایران و قلمرو زمانی آن متناسب با دسترسی به داده‌های اقلیمی و مدیریتی چند دهه اخیر تعریف شده است.

چارچوب مفهومی پژوهش

چارچوب مفهومی این پژوهش بر پایه ارتباط متقابل میان مخاطره اقلیمی، آسیب‌پذیری، ظرفیت مدیریت بحران و تاب‌آوری شکل گرفته است. در این چارچوب، طوفان‌های حاره‌ای به‌عنوان عامل مخاطره‌زا، در تعامل با ویژگی‌های طبیعی و انسانی سواحل مکران، زمینه بروز بحران را فراهم می‌کنند. به‌طور مشخص، چارچوب مفهومی پژوهش شامل اجزای زیر است:



شکل ۱ - چارچوب مفهومی

در بخش میانی شکل، ظرفیت مدیریت بحران به‌عنوان عامل تعدیل‌کننده اثر مخاطره بر آسیب‌پذیری نمایش داده شده است. این بخش شامل چهار مؤلفه اصلی چرخه مدیریت بحران یعنی پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازتوانی است. پیکان‌های دوطرفه میان آسیب‌پذیری و مدیریت بحران نشان‌دهنده رابطه متقابل این دو مؤلفه هستند.

در نهایت، در سمت راست شکل، تاب‌آوری جوامع ساحلی به عنوان خروجی نهایی سیستم قرار گرفته است که تحت تأثیر هم‌زمان شدت مخاطره، سطح آسیب‌پذیری و کارآمدی مدیریت بحران شکل می‌گیرد. بر اساس این مدل، ارتقای ظرفیت مدیریت بحران می‌تواند منجر به کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری سواحل مکران در برابر طوفان‌های حاره‌ای شود.

سواحل مکران به‌عنوان یکی از مناطق راهبردی کشور در شمال اقیانوس هند، در سال‌های اخیر با افزایش ریسک طوفان‌های حاره‌ای مواجه شده است. تغییرات اقلیم، افزایش دمای سطح آب دریا و گسترش سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌ها در پهنه‌های پرخطر، موجب شده است که پیامدهای این طوفان‌ها به تهدیدی جدی برای امنیت انسانی، اقتصاد محلی و پایداری زیرساخت‌های حیاتی تبدیل شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نظام مدیریت بحران موجود بیشتر ماهیتی واکنشی دارد و پاسخ‌گوی چالش‌های پیچیده و فزاینده طوفان‌های حاره‌ای نیست.

- طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران گرچه کم‌فراوان هستند، اما خسارات آن‌ها گسترده و بلندمدت است.
- آسیب‌پذیری بالا ناشی از ضعف زیرساخت‌ها، توسعه نامتوازن ساحلی و محدودیت آمادگی نهادی است.
- سامانه‌های هشدار سریع و انتقال پیام به جوامع محلی کارایی کافی ندارند.
- مشارکت جوامع محلی در مدیریت بحران محدود بوده و آموزش هدفمند ناکافی است.
- پیوند مؤثری میان داده‌های اقلیمی و تصمیم‌گیری اجرایی برقرار نشده است.

پیام‌سیاستی

کاهش خسارات ناشی از طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران تنها با گذار از مدیریت بحران واکنشی به مدیریت

بحران پیشگیرانه و تاب‌آور مبتنی بر سازگاری با تغییر اقلیم امکان‌پذیر است. سرمایه‌گذاری در آمادگی، هشدار سریع، هماهنگی نهادی و توانمندسازی جوامع محلی، اثربخشی بالاتری نسبت به تمرکز صرف بر پاسخ پس از بحران دارد.

اقدامات اولویت‌دار پیشنهادی

- تقویت هشدار سریع: توسعه سامانه‌های هشدار بومی و قابل فهم برای جوامع ساحلی.
- هماهنگی نهادی: تدوین برنامه جامع مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای ویژه سواحل مکران.
- کاهش ریسک زیرساختی: مقاوم‌سازی زیرساخت‌های حیاتی و بازنگری در کاربری اراضی ساحلی.
- مشارکت اجتماعی: آموزش، اطلاع‌رسانی و مشارکت فعال جوامع محلی در مدیریت بحران.
- سازگاری با تغییر اقلیم: ادغام سناریوهای اقلیمی آینده در برنامه‌های توسعه و مدیریت بحران.
- نهادهای کلیدی مسئول
- سازمان مدیریت بحران کشور، سازمان هواشناسی، وزارت کشور، وزارت راه و شهرسازی، سازمان بنادر و دریانوردی، سازمان حفاظت محیط زیست، استانداری‌های ساحلی و شوراهای محلی.
- اجرای اقدامات پیشنهادی منجر به کاهش تلفات انسانی، محدود شدن خسارات اقتصادی، افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌ها و تقویت امنیت انسانی در سواحل مکران خواهد شد و مسیر توسعه پایدار این منطقه راهبردی را هموار می‌سازد.

پیشنهادهای اجرایی

- ۱- تقویت سامانه‌های هشدار سریع و پایش اقلیمی
- توسعه و بومی‌سازی سامانه‌های هشدار سریع طوفان‌های حاره‌ای متناسب با شرایط سواحل مکران
- افزایش پوشش ایستگاه‌های هواشناسی و دریایی و بهبود دسترسی نهادهای محلی به داده‌های به‌روز اقلیمی
- ایجاد سازوکارهای مؤثر برای انتقال سریع و قابل فهم هشدارها به جوامع محلی

اقلیم، به یکی از تهدیدهای جدی برای امنیت انسانی، زیرساخت‌های حیاتی و توسعه پایدار منطقه تبدیل شده‌اند. آسیب‌پذیری بالای سکونتگاه‌های ساحلی، ضعف نسبی زیرساخت‌ها و محدودیت ظرفیت‌های نهادی مدیریت بحران سبب شده است که پیامدهای این طوفان‌ها فراتر از ابعاد طبیعی، به بحران‌های اجتماعی و اقتصادی گسترده منجر شود. جمع‌بندی مدیریتی پژوهش حاکی از آن است که رویکرد غالب در مدیریت بحران منطقه همچنان واکنشی و حادثه‌محور است و کمتر بر پیشگیری، آمادگی و تاب‌آوری بلندمدت تمرکز دارد. این در حالی است که نتایج مطالعه نشان می‌دهد ارتقای ظرفیت نهادی، تقویت پیوند میان دانش اقلیمی و تصمیم‌گیری اجرایی و افزایش مشارکت جوامع محلی می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش خسارات ایفا کند. از این منظر، مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران نیازمند گذار از مدیریت مقطعی به مدیریت یکپارچه، آینده‌نگر و مبتنی بر سازگاری با تغییر اقلیم است.

راهنمای عملی و قابل اجرا

برای مدیریت بحران در طوفان‌های حاره‌ای ویژه سواحل مکران این راهنما طوری طراحی شده که هم برای مدیران فرماندهی بحران (ستاد مدیریت بحران استانی/شهرستان)، هم برای نیروهای امدادی (هلال‌احمر، آتش‌نشانی، نیروی انتظامی، دریابانی)، و هم برای جامعه محلی و مدیران زیر ساختی (بنادر، برق، آب، درمان) قابل استفاده باشد.

اصول کلی

پیش‌آمادگی (Preparedness) اصل اول است. بیشتر خسارت‌ها با آمادگی کاهش می‌یابند: نقشه‌برداری خطر، آموزش جامعه، سامانه هشدار سریع، و آماده‌سازی زیرساخت‌ها.

چرخه مدیریت بحران:

پیش‌گیری → آمادگی → هشدار و واکنش → بازسازی و بازتوانی (PPRR).

پایبندی به هماهنگی چندسازمانی: ستاد فرماندهی مشترک با نمایندگان استانداری، فرمانداری، هلال‌احمر، دریابانی، بنادر، پلیس، بهداشت و مدیریت بحران شهرستان/بخش.

۲- ارتقای آمادگی نهادی و هماهنگی سازمانی

- تدوین و به‌روزرسانی برنامه‌های جامع مدیریت بحران ویژه طوفان‌های حاره‌ای در سطح منطقه‌ای
- تقویت هماهنگی میان سازمان‌های مسئول از جمله مدیریت بحران، هواشناسی، بنادر، شهرداری‌ها و نهادهای محلی
- برگزاری مانورهای دوره‌ای و تمرین‌های مشترک برای افزایش آمادگی عملیاتی

۳- کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و سکونتگاه‌های ساحلی

- مقاوم‌سازی زیرساخت‌های حیاتی نظیر راه‌ها، بنادر، شبکه‌های برق و تأسیسات آب و فاضلاب
- بازنگری در الگوهای کاربری اراضی ساحلی با تأکید بر پرهیز از توسعه در پهنه‌های پرخطر
- استفاده از راهکارهای مبتنی بر طبیعت نظیر حفاظت از مانگروها و اکوسیستم‌های ساحلی برای کاهش شدت امواج طوفانی

۴- توانمندسازی و مشارکت جوامع محلی

- ارتقای سطح آگاهی عمومی درباره مخاطرات طوفان‌های حاره‌ای و شیوه‌های مقابله با آن
- مشارکت دادن جوامع محلی در فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مدیریت بحران
- حمایت از معیشت‌های جایگزین و پایدار برای کاهش وابستگی اقتصادی به فعالیت‌های پرخطر ساحلی

۵- پیوند مدیریت بحران با سیاست‌های سازگاری با تغییر اقلیم

- ادغام ملاحظات تغییر اقلیم در برنامه‌های توسعه منطقه‌ای سواحل مکران
- استفاده از سناریوهای اقلیمی آینده در برنامه‌ریزی مدیریت بحران
- حمایت از پژوهش‌های کاربردی و میان‌رشته‌ای در حوزه مخاطرات ساحلی و طوفان‌های حاره‌ای
- یافته‌ها نشان می‌دهد که طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران، در شرایط تشدید مخاطرات اقلیمی ناشی از تغییر

ساختار عملیات (وظایف کلیدی)
ستاد فرماندهی بحران (سطح استان/شهرستان)
تصمیم‌گیری درباره اعلام وضعیت اضطراری، تخلیه اجباری،
و تخصیص منابع.
هماهنگی با مرکز ملی هواشناسی و RSMC/IMD برای
دریافت بهترین پیش‌آگاهی‌ها.
گروه عملیات میدانی
اجرای تخلیه، راهنمایی مردم، و مدیریت مکان‌های اسکان
اضطراری.
گروه پشتیبانی لجستیک

تأمین سوخت، غذا، آب بسته‌بندی، چادر، ملزومات پزشکی،
ژنراتور و نیروهای تخلیه.
گروه ارتباطات و اطلاع‌رسانی
انتشار هشدارها، مسیرهای امن، مکان پناهگاه‌ها، و مدیریت
شایعات در شبکه‌های اجتماعی و رادیو محلی.
گروه بهداشت و درمان
آماده‌سازی بیمارستان‌ها، ارسال تیم‌های ارتش و هلال‌احمر
برای کمک به مراکز درمانی، مدیریت تریاژ و
واکسن/داروهای حیاتی.

جدول ۱- خلاصه سیاستی و پیشنهادهای اجرایی مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران

پیامد مورد انتظار	نهادهای مسئول	اقدام پیشنهادی	چالش کلیدی	حوزه سیاستی
کاهش تلفات انسانی و افزایش زمان واکنش	سازمان هواشناسی، مدیریت بحران کشور، استانداری‌ها	توسعه سامانه هشدار سریع بومی و چندسطحی (ملی-منطقه‌ای-محلی)	ضعف پوشش و انتقال مؤثر هشدارها	پایش و هشدار سریع
افزایش انسجام و کارآمدی پاسخ	سازمان مدیریت بحران، وزارت کشور	تدوین برنامه جامع مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای ویژه سواحل مکران	پراکندگی وظایف و ضعف هماهنگی	برنامه‌ریزی و هماهنگی نهادی
ارتقای آمادگی و کاهش سردرگمی در بحران	هلال احمر، شهرداری‌ها، فرمانداری‌ها	برگزاری مانورهای دوره‌ای و آموزش تخصصی نیروهای محلی	کمبود تمرین و مانورهای تخصصی	آمادگی عملیاتی
کاهش خسارات اقتصادی و اختلال خدمات	وزارت راه، وزارت نیرو، بنادر و دریانوردی	مقاوم‌سازی زیرساخت‌های ساحلی و حیاتی	آسیب‌پذیری بالا در برابر امواج و سیلاب	زیرساخت‌های حیاتی
کاهش ریسک بلندمدت و خسارات آتی	وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها	بازنگری طرح‌های توسعه و محدودیت ساخت‌وساز در مناطق پرخطر	توسعه نامتوازن در پهنه‌های پرخطر	کاربری اراضی ساحلی
کاهش شدت امواج طوفانی و فرسایش	سازمان محیط زیست، منابع طبیعی	حفاظت و احیای مانگروها و پوشش‌های طبیعی ساحلی	تخریب اکوسیستم‌های ساحلی	راهکارهای مبتنی بر طبیعت
افزایش تاب‌آوری اجتماعی	آموزش و پرورش، دهیاری‌ها، رسانه‌ها	آموزش جوامع محلی و مشارکت آن‌ها در مدیریت بحران	پایین بودن سطح آگاهی عمومی	آگاهی و مشارکت اجتماعی
کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی	وزارت تعاون، جهاد کشاورزی	حمایت از معیشت‌های جایگزین و پایدار	وابستگی بالا به فعالیت‌های پرخطر	معیشت و اقتصاد محلی
افزایش سازگاری و پایداری منطقه	سازمان برنامه و بودجه، مراکز پژوهشی	ادغام تغییر اقلیم در برنامه‌ریزی بحران	بی‌توجهی به سناریوهای اقلیمی آینده	تغییر اقلیم و آینده‌نگری
تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد	دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی	حمایت از پژوهش‌های کاربردی و انتقال دانش به سیاست	شکاف علم و اجرا	پژوهش و دانش‌بنیان

قبل از طوفان (اقدامات کوتاه‌مدت و میان‌مدت)

نقشه‌برداری و شناسایی مخاطرات

تولید نقشه‌های GIS از مناطق ساحلی کم‌ارتفاع، مسیر
سیلاب، مسیرهای تخلیه و مکان‌های پناهگاه.
تعیین نقاط حساس: بنادر صیادی، تلمبه‌خانه‌های آب،
ایستگاه‌های برق، مخازن سوخت، بیمارستان‌ها.

تهیه نقشه مسیرهای تخلیه با گنجایش و زمان لازم برای
خروج (محاسبه ظرفیت خودرو/پیاده).
تعیین اولویت تخلیه: سالمندان، بیمارستان‌ها، مدارس-
مهدکودک‌ها، مناطق با سازه ضعیف.

آموزش و تمرین

مانور سالیانه ترکیبی با حضور جامعه محلی، هلال احمر، نیروی انتظامی و شهرداری.
آموزش خانه‌ای: بسته اضطراری خانوار (آب، غذا ۷۲ ساعته، چراغ قوه، رادیو با باتری، داروها).

مقاوم‌سازی ساده زیرساخت

اجرای اقدامات کوتاه‌مدت مثل مهار دیواره‌های ساحلی موقت، بالابردن تابلوهای برق حساس، تثبیت مخازن سوخت.

تخصیص منابع و ذخایر

ایجاد «کیت لجستیکی استانی»: چادر، پتو، کیت‌های بهداشتی، آب آشامیدنی، سوخت، ژنراتور.

سامانه هشدار و اطلاع‌رسانی

خط تماس اضطراری، پیامک منطقه‌ای، همکاری با رادیو محلی، تابلوهای LED در مسیرها، شبکه‌های اجتماعی رسمی ستاد. وقتی هشدار می‌دهند (۷۲-۴۸ ساعت تا رسیدن طوفان)

سطح هشدارها و تصمیم‌گیری

در فاز «هشدار» (پیش‌بینی تأییدشده): اعلام توصیه‌ها، آماده‌سازی پناهگاه‌ها و تحکیم قایق/کشتی‌ها.
در فاز «هشدار شدید/تخلیه» (زمان برآوردی کمتر از ۲۴-۳۶ ساعت یا پیش‌بینی طوفان نزدیک و خطرناک): آغاز تخلیه اولویت‌ها و آماده‌سازی منابع لجستیکی. (توجه: آستانه‌های عددی دقیق - مثل میزان پیش‌بینی‌شده طوفان/طوفان‌زایی یا ارتفاع موج، باید با مرجع هواشناسی ملی هماهنگ شود).

اقدامات فوری

تعطیلی بندرها و تأسیسات دریایی، ثابت‌بندی شناورها/کشتی‌ها تحت هدایت دریابانی.
خاموشی کنترل‌شده در نقاطی که خطر برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی وجود دارد.

آماده‌سازی تیم‌های نجات و قایق‌های نجات در نقاط امن.
باز کردن و تجهیز پناهگاه‌ها؛ ثبت نام افراد تخلیه‌شده و مدیریت ظرفیت.

هنگام طوفان (اقدامات واکنشی - در جریان حادثه)

حفظ جان اولویت اول: اجرای کامل تخلیه‌های اجباری، عدم اقدام به عبور از مناطق سیلاب‌زده یا ساحل.

حفظ ارتباطات حیاتی: استفاده از رادیو، شبکه‌های VHF برای هماهنگی دریایی، و پیامک‌های منطقه‌ای.

پاسخ سریع به حادثه‌های بحرانی: نجات و تخلیه از مناطق احاطه‌شده توسط آب، خاموشی‌های گسترده، مهار نقاط آتش‌سوزی.

گزارش‌گیری مداوم به ستاد: ارسال وضعیت لحظه‌ای (casualties, infrastructure damage, shelter occupancy, roads blocked).

بلافاصله پس از طوفان (فاز نجات و ثبات بخشی)

ارزیابی سریع خسارت (Rapid Needs Assessment)
تیم‌های ارزیاب به سرعت وضعیت دسترسی، مجروحین، آب/غذای مورد نیاز و آسیب به زیرساخت‌ها را گزارش دهند.

اولویت‌بندی خدمات

حفظ مراکز امدادی: آب آشامیدنی، پناهگاه، مراقبت‌های اولیه پزشکی، ارتباطات.

پاک‌سازی و بازگشایی مسیرها

اولویت بازگشایی مسیرهای اصلی برای ورود کمک‌های لجستیکی و امدادی.

ثبت و مدیریت نیازها

استفاده از سامانه ثبت خانواده‌ها/نیازمندی‌ها برای جلوگیری از دوباره‌کاری در توزیع کمک.

حفاظت از جمعیت آسیب‌پذیر

تأمین دسترسی به داروهای حیاتی، بهداشت روانی، و توانبخشی اولیه.

بازسازی و بازتوانی (میان‌مدت تا بلندمدت)

بازسازی زیرساخت‌های مقاوم: بندها و اسکله‌ها، ایستگاه‌های برق، شبکه آب و فاضلاب با استانداردهای مقاوم در برابر طوفان و سیلاب.

۴. ثبت و شناسایی افراد و نیازهای خاص (کودکان، سالمندان، بیماران)
۵. نمونه کوتاه SOP برای اعلان تخلیه (قالب)
- پیش شرط: دریافت اخطار هواشناسی از مرجع رسمی/IMD مرکز ملی (با احتمال برخورد $\geq X\%$)
- اقدام فوری ستاد: انتشار پیامک/رادیویی + اعلام در میکروفون.
- اجرای تخلیه اولویت: سالمندان، بیمارستان‌ها، مدارس- مسیرهای مشخص و اتوبوس‌ها اعزام می‌شوند.
- گزارش: ثبت افراد تخلیه‌شده در سامانه پناهگاه (نام، شماره تماس، نیازهای ویژه).
- پایان عملیات: اعلام «ایمن» بعد از اعلام ستاد مبنی بر عبور خطر.

نکات عملی بومی برای سواحل مکران

- قابلیت دسترسی ساحل محور: جاده‌های ساحلی باریک و نقاط دورافتاده — برنامه‌ریزی برای دسترسی از چند مسیر و استفاده از قایق‌های نجات برای مناطق صعب‌العبور.
- پراکندگی جمعیتی و روستاهای کوچک: آموزش محلی و نقش‌آفرینی شوراهای روستاها (دهیاران) برای اجرای سریع تخلیه.
- حفظ معیشت صیادان: ایجاد نقاط امن لنگر، تضمین پالایش سریع تر قایق‌ها پس از حادثه و ارائه کمک‌های هدفمند برای بازگشت کسب‌وکار.
- استفاده از رادیو محلی و پایگاه‌های دریایی برای اطلاع رسانی به قایق‌های سبک و صیادان دور از ساحل.
- ابزارها و داده‌هایی که توصیه می‌شود داشته باشید
- نقشه GIS از ارتفاعات ساحلی، مسیرهای سیلاب، واحدهای جمعیتی و زیرساخت‌های حیاتی.
- سامانه پیامک منطقه‌ای و رادیو محلی برای اطلاع‌رسانی سریع.
- پایگاه داده خانوارها / آسیب‌پذیرها برای برنامه‌ریزی تخلیه هدفمند.

جمع‌بندی و پیشنهادات نهایی

- ایجاد و تمرین سالیانه یک «مانور طوفان» در سطح استان/شهرستان با حضور تمام ذینفعان.

- برنامه‌های بازتوانی اقتصادی: کمک به صیادان، تعمیر قایق‌ها، حمایت از مشاغل کوچک ساحلی.
- بازنگری طرح‌های مدیریت بحران: پس‌ازعملکرد (AAR — After Action Review)، اصلاح SOP ها و به‌روزرسانی نقشه‌های خطر بر اساس تجربیات حادثه.
- شاخص‌ها، تریگرها و معیارهای تصمیم‌گیری (نمونه پیشنهادی)
- هشدار اولیه: (Watch) پیش‌بینی طوفان با احتمال برخورد به ساحل در ۴۸-۷۲ ساعت.
- هشدار جدی: (Warning) پیش‌بینی برخورد در کمتر از ۲۴-۳۶ ساعت یا احتمال بالا برای طوفان قوی.
- اقدام تخلیه: وقتی پیش‌بینی ارتفاع موج/طوفان یا شواهد مدل‌سازی نشان‌دهنده «خطر سیلاب ساحلی قابل توجه» یا ایمنی سازه‌ها در معرض خطر جدی است. (تذکر: اعداد دقیق ارتفاع موج/سرعت باد باید توسط سازمان هواشناسی IMD/ محلی تعیین شوند و در پروتکل‌ها درج گردد)

چک‌لیست‌های عملی (قابل چاپ و توزیع)

چک‌لیست خانوار (قبل از طوفان)

۱. آب آشامیدنی برای ۳ روز (هر نفر حداقل ۳ لیتر/روز).
 ۲. غذا غیرقابل فساد برای ۳ روز.
 ۳. چراغ قوه و باتری، رادیو با باتری یا شارژی.
 ۴. پک کمک‌های اولیه و داروهای روزانه.
 ۵. مدارک مهم در کیسه ضدآب.
 ۶. برنامه ملاقات خانواده (نقطه امن تعیین‌شده).
- ❖ چک‌لیست ستاد محلی (۲۴-۷۲ ساعت قبل)
۱. فعال‌سازی پناهگاه‌ها و تهیه آب/غذا برای حداقل X نفر ($X =$ جمعیت هدف منطقه).
 ۲. اختصاص وسایل نقلیه برای تخلیه (شمار ون/اتوبوس لازم = جمعیت/ظرفیت هر وسیله).
 ۳. آماده‌سازی تیم‌های پزشکی و تجهیزات انتقال مجروح.
 ۴. هماهنگی با بنادر برای لنگراندازی ایمن کشتی‌ها.

چک‌لیست پناهگاه

۱. ظرفیت و محل خواب (پتو، تشک)
۲. بهداشت (محل دستشویی/فضای بهداشتی جداگانه)
۳. آب آشامیدنی کافی و آشپزخانه اضطراری

- تقویت سامانه هشدار سریع و ارتباطات محلی (رادیو، پیامک، تابلوهای محلی)
 - تهیه ذخایر لجستیکی متمرکز در نقاط استراتژیک (نه تنها در مرکز شهرها)
 - بازنگری و به‌روزرسانی معیارهای تخلیه براساس داده‌های هواشناسی رسمی و تجربیات رخداد‌های اخیر.
 - مشارکت جامعه مدنی و آموزش محلی - مردم باید بدانند چه زمانی و چگونه باید واکنش نشان دهند.
 - با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی سواحل مکران (از چابهار تا جاسک)، طوفان‌های حاره‌ای اغلب با بادهای شدید، امواج بلند، بارش سنگین و سیلاب همراه هستند. این چک لیست بر اساس راهنماهای رسمی سازمان مدیریت بحران کشور، سازمان بنادر و دریانوردی، و منابع اضطراری مانند راهنمای
- آمادگی بلایا تدوین شده است. چک لیست به دو بخش ارگان‌های دولتی (مانند سازمان بنادر، هواشناسی، هلال احمر و مدیریت بحران) و مردم تقسیم شده و مراحل قبل از طوفان، حین طوفان و بعد از طوفان را پوشش می‌دهد. هدف، کاهش خسارات انسانی، اقتصادی و زیست محیطی است.

چک لیست برای ارگان‌های دولتی

این اقدامات بر پایه تجربیات طوفان‌های گذشته مانند شاهین (۱۴۰۰) و آشوبا (۱۳۹۴) و دستورالعمل‌های سازمان بنادر تدوین شده است. تمرکز بر هماهنگی، هشدار و عملیات نجات است.

جدول ۲- دستورالعمل‌های سازمان بنادر

مرحله	اقدامات کلیدی
قبل از طوفان (آمادگی و هشدار)	- صدور هشدارهای هواشناسی سطح قرمز/زرد از طریق سازمان هواشناسی و اطلاع‌رسانی به بنادر، شیلات و جوامع محلی (پیامک، VHF، ناوتکس). تشکیل ستاد مدیریت بحران استانی/منطقه‌ای در جاسک، چابهار و کنارک؛ هماهنگی با بنادر همجوار (بوشهر، خوزستان، لنگه، کیش) برای جابجایی شناورها به دریای عمان. آمادگی شناورهای امداد و نجات؛ استقرار شناور نجات در بنادر سیریک و جاسک. هماهنگی با شیلات استان برای ممنوعیت صید و خروج شناورهای سبک؛ ارسال هشدار به ناوگان نیروی دریایی، دریابانی و کشتیرانی. مدل‌سازی مسیر طوفان و پیش‌بینی سیلاب با ابزارهای هیدرودینامیک (مانند GETM) تهیه نقشه‌های آب‌گرفتگی ساحلی. ذخیره‌سازی تجهیزات لجستیکی (ژنراتور، کیسه شن، انبارهای اضطراری) و برگزاری مانورهای مشترک با هلال احمر.
حین طوفان (پاسخ و عملیات)	- ممنوعیت کامل تردد دریایی و هوایی؛ نظارت مستمر بر طوفان از طریق رادار (در صورت وجود) و مدل‌سازی - اعزام تیم‌های امدادی به مناطق پرخطر (کنارک، چابهار)؛ هماهنگی با اورژانس برای پشتیبانی ساحلی و پزشکی - اعلام مداوم اخطار از مراکز کنترل بنادر (جاسک، چابهار)؛ ارسال پیامک هشدار به صیادان و ذی‌نفعان - حفاظت از تأسیسات بندری (سیریک، جاسک) با تمهیدات ایمنی؛ آماده‌باش کامل در بنادر تجاری و صیادی - نظارت بر اثرات جانبی مانند سیلاب و قطع برق؛ فعال‌سازی سیستم فرماندهی حادثه (ICS) برای هماهنگی بین‌سازمانی.
بعد از طوفان (بازسازی و ارزیابی)	- ارزیابی خسارات (شناورها، کشاورزی، شیلات) و برآورد مالی؛ جبران سریع خسارات با بودجه اضطراری - پاکسازی ساحل از آلودگی‌ها و بازسازی جاده‌ها/بنادر؛ بازگشایی تدریجی تردد‌ها پس از تأیید ایمنی - گزارش‌دهی به ستاد ملی مدیریت بحران؛ به‌روزرسانی دستورالعمل‌ها بر اساس درس‌های آموخته‌شده (مانند نصب رادار هواشناسی) - حمایت از جوامع محلی با توزیع کمک‌های اولیه و آموزش‌های پس‌بحرانی.

چک لیست برای مردم (خانواده‌ها و جوامع محلی)

این چک لیست بر اساس راهنمای آمادگی اضطراری (مانند "آیا آماده‌اید؟") و نکات ایمنی عمومی تدوین شده است. تمرکز بر حفاظت شخصی، خانواده و اموال است. جعبه اضطراری شامل آب (۳ گالن/نفر/روز)، غذا، رادیو باتری‌دار، کمک‌های اولیه و اسناد مهم باشد.

جدول ۳- چک لیست برای مردم (خانواده‌ها و جوامع محلی)

مرحله	اقدامات کلیدی
قبل از طوفان (آمادگی)	- نقشه منزل را بکشید و حداقل دو مسیر فرار برای هر اتاق مشخص کنید؛ مکان ملاقات خانوادگی خارج از منزل انتخاب کنید (حیوانات خانگی را هم در نظر بگیرید) - جعبه اضطراری بسازید: رادیو NOAA، چراغ قوه، باتری، کنسرو، آب، لباس گرم، داروها، جعبه کمک‌های اولیه و منبع برق پشتیبان - بیمه اموال و سلامت را به‌روز کنید؛ فهرست تماس‌های اضطراری (پزشک، همسایگان، بستگان خارج از منطقه) تهیه کنید - اثاثیه را به طبقات بالاتر منتقل کنید؛ پنجره‌ها را با نوار محافظ بپوشانید و حیوانات را به داخل بیاورید (قلاده و کارت شناسایی آماده کنید) - به هشدارهای هواشناسی (رادیو/تلویزیون) توجه کنید؛ برنامه تخلیه را با خانواده مرور کنید و از سفرهای غیرضروری اجتناب کنید - برای صیادان/کشاورزان: شناورها را به مکان امن منتقل کنید؛ محصولات را حفاظت کنید.
حین طوفان (حفاظت)	- در منزل بمانید (مگر دستور تخلیه صادر شود)؛ به اتاق داخلی بدون پنجره (راهرو/حمام) پناه ببرید و دراز بکشید - از تلفن/لوازم برقی اجتناب کنید؛ تهویه را خاموش کنید و درها/پنجره‌ها را محکم ببندید - اگر بیرون هستید: به مکان پست و باز پناه ببرید، چمباتمه بزنید و سر را بین زانوهای بگذارید؛ از درختان/تیرهای برق دور شوید - رادیو را روشن نگه دارید؛ از رانندگی در جاده‌های سیل‌گیر یا نزدیک ساحل خودداری کنید - اگر تخلیه لازم است: برق را قطع کنید، شیر آب را ببندید و اسناد/جعبه اضطراری را بردارید؛ به مناطق مرتفع بروید.
بعد از طوفان (بازگشت و مراقبت)	- منتظر اعلام ایمنی از مقامات بمانید؛ از ورود به مناطق سیل‌زده یا آسیب‌دیده (به دلیل خطر تیرهای برق/آلودگی) اجتناب کنید - گاز/برق را چک کنید؛ آب را جوشانده بنوشید تا تأیید شود - به مراکز امدادی (هلال احمر) مراجعه کنید؛ خسارات را گزارش دهید و از کمک‌های دولتی استفاده کنید - سلامت روانی/جسمی را پیگیری کنید؛ حیوانات را واکسینه و غذا دهید - برنامه خانوادگی را به‌روزرسانی کنید و در مانورهای محلی شرکت کنید.

- قبل: جعبه اضطراری آماده کنید (آب، غذا، رادیو)؛ بیمه به‌روز؛ اثاثیه به طبقات بالا؛ توجه به هشدارها؛ برنامه تخلیه خانوادگی.
 - حین: در منزل بمانید (اتاق داخلی)؛ رادیو روشن؛ اجتناب از برق/تلفن؛ تخلیه ایمن اگر لازم.
 - بعد: منتظر اعلام ایمنی؛ چک گاز/آب؛ گزارش خسارات؛ مراقبت سلامت؛ به‌روزرسانی برنامه.
- نکته: هماهنگی ارگان‌ها و مردم کلیدی است. برای جزئیات بیشتر، به ndmo.ir مراجعه کنید.

نقش سازمان هواشناسی

در دو دهه‌ی اخیر، طوفان‌هایی نظیر «گونو» (۲۰۰۷)، «پیت» (۲۰۱۰) و «شاهین» (۲۰۲۱) خسارات سنگینی بر سواحل مکران وارد کرده‌اند. افزایش دمای سطح دریا و تغییر الگوهای گردش جوی، احتمال نفوذ طوفان‌ها به سمت شمال و سواحل ایران را افزایش داده است. در چنین شرایطی، ضرورت تقویت توانمندی‌های پیش‌بینی، هشدار سریع، و مدیریت ریسک توسط سازمان هواشناسی کشور بیش از پیش احساس می‌شود. نقش سازمان هواشناسی کشور در پایش، پیش‌بینی و

نکته پایانی: هماهنگی بین ارگان‌های دولتی و مردم کلیدی است. برای اطلاعات به‌روز، به سایت سازمان مدیریت بحران (ndmo.ir) یا اپلیکیشن‌های هواشناسی مراجعه کنید. اجرای منظم این چک لیست می‌تواند جان‌ها و اموال را نجات دهد. چک لیست مختصر مدیریت بحران طوفان حاره‌ای سواحل مکران. این چک لیست بر اساس تجربیات طوفان‌های گذشته (مانند شاهین ۱۴۰۰) و دستورالعمل‌های سازمان مدیریت بحران تدوین شده است. تمرکز بر نکات کلیدی برای ارگان‌های دولتی و مردم در مراحل قبل، حین و بعد از طوفان.

۱- ارگان‌های دولتی (بنادر، هواشناسی، هلال احمر، مدیریت بحران)

- قبل: صدور هشدار قرمز/زرد؛ تشکیل ستاد و مانور؛ ممنوعیت صید/تردد دریایی؛ مدل‌سازی سیلاب؛ ذخیره تجهیزات.
 - حین: ممنوعیت تردد؛ اعزام امداد؛ نظارت مستمر؛ حفاظت تأسیسات؛ هماهنگی اورژانس.
 - بعد: ارزیابی خسارات؛ پاکسازی و بازسازی؛ گزارش و جبران؛ آموزش پسابحرانی.
- ۲- مردم (خانواده‌ها و جوامع محلی)

هشدار به موقع، به عنوان خط مقدم مدیریت ریسک اقلیمی، حیاتی است.

وضعیت موجود و اقدامات انجام شده

سامانه پایش و هشدار سریع

سازمان هواشناسی کشور طی سال‌های اخیر اقدام به راه‌اندازی سامانه هشدار چندسطحی (زرد، نارنجی، قرمز) برای مخاطرات دریایی کرده و از طریق مدل‌های عددی هواشناسی (WRF و ECMWF) و داده‌های ماهواره‌ای اقدام به پیش‌بینی مسیر و شدت طوفان‌های گرمسیری می‌نماید. در هنگام وقوع طوفان، هشدارها از طریق پیامک، رسانه‌های محلی، رادیوهای دریایی و اطلاعیه‌های رسمی منتشر می‌شود.

پایش دریایی و اقیانوسی

ایستگاه‌های هواشناسی دریایی در چابهار و جاسک، به همراه بویه‌های سنجش موج و دما، نقش مهمی در ثبت داده‌های بلندرنگ دارند. با این حال، پوشش مکانی این تجهیزات هنوز محدود بوده و نیازمند توسعه در مناطق بین‌بندر و نقاط دور از ساحل است.

هماهنگی بین‌بخشی

در زمان هشدار طوفان، هماهنگی میان سازمان هواشناسی، بندر و دریانوردی، هلال‌احمر و مدیریت بحران استان‌ها از

طریق ستادهای استانی انجام می‌شود. اما نبود یک مرکز فرماندهی واحد و منسجم در سطح ملی برای مدیریت بلایای دریایی، از نقاط ضعف موجود است.

آموزش و آگاهی عمومی

برخی طرح‌های آموزشی برای صیادان و ساکنان مناطق ساحلی اجرا شده است، اما استمرار و جامعیت کافی ندارد. ارتقای سطح آگاهی عمومی از نحوه واکنش در برابر هشدارهای جوی ضروری است.

چالش‌های موجود

جدول زیر (جدول ۴) چالش‌های اصلی مرتبط با مدیریت طوفان‌های حاره‌ای را در حوزه‌های مختلف نشان می‌دهد. در بُعد فنی، کمبود داده‌های دقیق و محدودیت مدل‌های پیش‌بینی، دقت هشدارها را کاهش می‌دهد. از نظر مدیریتی، نبود ساختار هماهنگ ملی مانع از مدیریت یکپارچه بحران می‌شود. در حوزه اجتماعی، آگاهی پایین برخی جوامع محلی و بی‌اعتمادی به هشدارهای رسمی، میزان آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهد. همچنین، تغییرات اقلیمی با افزایش فراوانی و شدت طوفان‌ها، چالش اقلیمی مهمی ایجاد کرده و در نهایت، محدودیت منابع مالی، توسعه و نگهداری زیرساخت‌های پایش و هشدار را با مشکل مواجه می‌سازد.

جدول ۴- چالش‌های موجود

حوزه	چالش‌های اصلی
فنی	کمبود بویه‌ها و رادارهای دریایی، ضعف در داده‌های لحظه‌ای، و محدودیت مدل‌های عددی منطقه‌ای
مدیریتی	عدم وجود ساختار هماهنگ ملی در مدیریت طوفان‌های حاره‌ای
اجتماعی	ناآگاهی برخی جوامع محلی از هشدارها و بی‌اعتمادی به اطلاعیه‌های رسمی
اقلیمی	افزایش فرکانس و شدت طوفان‌ها در اثر گرمایش اقیانوس‌ها
مالی	محدودیت منابع برای نگهداری و توسعه زیرساخت‌های پایش و هشدار

چارچوب پیشنهادی اقدامات بهینه

- ارتقای سامانه پایش و پیش‌بینی
- توسعه شبکه بویه‌های دریایی در مناطق کلیدی مکران
- استفاده از مدل‌های جفت‌شده جو-دریا (Coupled Models)
- بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای و سامانه‌های سنجش از دور
- ایجاد سامانه هشدار سریع جامع
- طراحی سامانه EWS ملی با ارتباط مستقیم به اپراتورهای تلفن همراه
- اطلاع‌رسانی لحظه‌ای به صیادان از طریق اپلیکیشن و پیام صوتی
- تعیین سطح هشدارها با رنگ‌بندی و دستورالعمل‌های مشخص

- مدیریت ریسک و تاب‌آوری
- تدوین نقشه خطرپذیری ساحلی برای طغیان دریا و سیلاب‌های ناشی از طوفان
- اجرای مانورهای دوره‌ای بین نهادهای امدادی، بنادر و هواشناسی
- طراحی سناریوهای تخلیه اضطراری در مناطق پرخطر
- آینده‌نگری اقلیمی
- انجام مطالعات اقلیم‌شناسی آینده‌محور تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5
- انتشار اطلس اقلیم آینده مکران تا سال ۲۱۰۰
- بررسی اثر تغییر اقلیم بر الگوهای مسیر طوفان و شدت آن‌ها
- آموزش و آگاهی عمومی
- اجرای طرح «هواشناسی برای جامعه» در مدارس و جوامع محلی
- آموزش صیادان و کاربران دریایی در زمینه تفسیر هشدارها
- تولید محتوای رسانه‌ای به زبان محلی برای افزایش پذیرش عمومی
- اقدامات سازمان هواشناسی**
- در زیر برخی از اقدامات و تمهیداتی که سازمان هواشناسی کشور (یا دستگاه‌های مرتبط با بخش هواشناسی و هشدارهای جوی) برای مواجهه با طوفان‌های گرمسیری و حوادث مرتبط در سواحل مکران انجام می‌دهند یا پیشنهاد شده است، همراه با چالش‌ها و ضعف‌ها، آورده شده است:
- ❖ اقدامات انجام‌شده یا در دست اجرا
- ✓ صدور هشدار سریع و چندمرحله‌ای
- ✓ پیش‌بینی و رصد وضعیت طوفان یا چرخند گرمسیری با استفاده از مدل‌های عددی هواشناسی و داده‌های هواشناسی دریایی
- ✓ اعلام هشدار به سطوح رنگی (نارنجی، قرمز) برای مناطق ساحلی در معرض خطر
- ✓ هشدار به عموم مردم، نهادهای محلی، بنادر، تعاونی‌های دریایی از طریق پیامک، رسانه‌ها، کانال‌های رادیویی و VHF دریایی
- ✓ هشدار وضعیت نامساعد دریایی برای ناوگان دریایی، شرکت‌های کشتیرانی، بنادر و صیادان
- ✓ تقویت شبکه پایش و زیرساخت‌های هواشناسی دریایی
- ✓ توسعه ایستگاه‌های ساحلی، بویه‌های هواشناسی و موج (wave buoys).
- ✓ به‌روزرسانی مدل‌های پیش‌بینی دریایی و تلفیق آن‌ها با مدل‌های هواشناسی.
- ✓ تهیه نقشه‌های خطرپذیری طوفان در سواحل مکران بر اساس جمعیت و کاربری‌ها برای کمک به برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران.
- ✓ هماهنگی میان سازمان‌ها و دستگاه‌های دریایی و ساحلی
- ✓ هماهنگی با سازمان بنادر و دریانوردی، اداره کل شیلات استان‌ها، سازمان‌های دریایی، گارد ساحلی کشورهای همسایه جهت اطلاع‌رسانی و اقدامات پیشگیرانه.
- ✓ تشکیل ستاد بحران یا هماهنگ‌کننده شرایط اضطراری جوی برای تصمیم‌گیری سریع در سواحل مکران و استان‌های ساحلی I+az. Report.
- ✓ الزام نهادهای محلی مانند شهرداری‌ها، آبفا، خدمات شهری به آماده‌سازی تجهیزات، پاکسازی کانال‌ها، لایروبی مسیرهای آب، تهویه آب سطحی.
- ✓ محدودیت و ممنوعیت فعالیت دریایی
- ✓ ممنوعیت تردد شناورها در زمان هشدار طوفان.
- ✓ اطلاع‌رسانی به شناورهای صیادی و تجاری برای توقف فعالیت یا جابه‌جایی به مناطق امن
- ✓ استقرار شناورهای امداد و نجات در بنادر حساس و آماده به کار برای عملیات احتمالی نجات.
- ❖ پیش‌آگاهی در مورد تغییر اقلیم و روند افزایشی طوفان‌ها
- ✓ بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر افزایش فرکانس طوفان‌های گرمسیری و ورود آن‌ها به دریای عمان و سواحل مکران.
- ✓ لزوم الزامی کردن پیوست اقلیمی در طرح‌ها و پروژه‌های توسعه‌ای نواحی ساحلی مکران برای پایداری بیشتر.
- ✓ مشارکت منطقه‌ای در پایش طوفان‌های گرمسیری و همکاری با مراکز بین‌المللی و کشورهای منطقه (مانند کنفرانس طوفان‌های گرمسیری اقیانوس هند).

- ❖ تحلیل و مدل‌سازی اثرات طوفان
- ✓ انجام مطالعات عددی برای محاسبه افزایش سطح آب ناشی از طوفان‌های گرمسیری در سواحل مکران، برای پیش‌بینی میزان آب‌گرفتگی‌های ساحلی
- ✓ بررسی و تحلیل امواج ناشی از طوفان و الگوهای موج طوفانی با استفاده از مدل‌های عددی مختلف.
- ✓ ارزیابی مخاطره‌پذیری سواحل مکران نسبت به طوفان، بالا آمدن سطح دریا و سیلاب‌های ساحلی برای تصمیم‌گیری مدیریتی
- ❖ محدودیت‌ها، چالش‌ها و نقاط ضعف
- ✓ گسترش محدود تجهیزات پایش ساحلی و در دریا (بویه‌ها، ایستگاه‌ها) در همه نواحی مکران کافی نیست.
- ✓ خطا و عدم قطعیت مدل‌های عددی در پیش‌بینی مسیر دقیق طوفان و شدت آن، خصوصاً در منطقه دریای عمان به دلیل پیچیدگی‌های جوی و تأثیرات محلی.
- ✓ ضعف هماهنگی بین‌بخشی در برخی مواقع؛ زمان‌بندی هشدارها یا تأخیر در انتقال پیام‌های هشدار ممکن است باعث نقصان در کارایی گردد.
- ✓ زیرساخت‌های محلی (کانال‌ها، مسیرهای آب، سیستم فاضلاب) ممکن است برای سیلاب‌های شدید و بارش‌های سنگین آماده نباشند.
- ✓ میزان آگاهی عمومی و مشارکت جامعه محلی (صیادان، ساکنان ساحلی) در رعایت هشدارها و اقدامات ایمنی گاهی کم است.
- ✓ منابع مالی و ظرفیت نیروی انسانی برای نگهداری و ارتقاء شبکه پایش و مدل‌سازی محدود است.
- ✓ اثر تغییر اقلیم باعث می‌شود که الگوهای سابق ممکن است در آینده به درستی پیش‌بینی نکنند؛ نیاز به به‌روزرشدن مداوم مدل‌ها، داده‌ها و سناریوها وجود دارد.
- ۳. محور سوم: مدیریت مخاطرات و برنامه‌ریزی بحران
- هدف: کاهش اثرات فیزیکی، زیربنایی و انسانی طوفان
- ❖ اقدامات کلیدی:
- تهیه نقشه‌های خطرپذیری ساحلی شامل احتمال طغیان دریا (Storm Surge)، فرسایش ساحلی و آب‌گرفتگی.
- توسعه شبکه پایش دریایی با استقرار بویه‌های هواشناسی و موج‌نگار در سواحل چابهار، کنارک، جاسک و بريس.
- استفاده از مدل‌های ترکیبی (Coupled Ocean-Atmosphere Models) برای شبیه‌سازی طوفان‌های گرمسیری.
- ارتقای همکاری داده‌ای با مراکز منطقه‌ای اقیانوس هند (RSMC – India Meteorological Department).
- ایجاد سامانه‌ی پایش لحظه‌ای تصاویر ماهواره‌ای در مرکز پیش‌بینی هواشناسی بندر چابهار.
- ابزارها: مدل‌های عددی WRF، ECMWF، HYCOM.
- سامانه رادار چابهار
- نهادهای همکار: سازمان بنادر و دریانوردی، پژوهشگاه اقیانوس‌شناسی، نیروی دریایی
- ۲. محور دوم: سامانه هشدار سریع (EWS) و اطلاع‌رسانی عمومی
- هدف: افزایش اثربخشی هشدارها برای کاهش خسارات انسانی و اقتصادی
- ❖ اقدامات کلیدی:
- تدوین پروتکل هشدار چندسطحی (زرد، نارنجی، قرمز) با تعریف دقیق آستانه‌ها.
- توسعه‌ی اپلیکیشن هشدار مردمی (دریا-هوا) برای اطلاع‌رسانی لحظه‌ای به صیادان و ساکنان ساحلی.
- هماهنگی با رادیو و تلویزیون محلی برای پخش پیام‌های فوری.
- استفاده از سامانه VHF دریایی و پیامک‌های منطقه‌ای برای شناورها.
- ابزارها: سامانه هشدار ملی، پایگاه داده مخاطرات، شبکه اپراتورهای تلفن نهادهای همکار: هلال‌احمر، وزارت ارتباطات، استانداری‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان
- ۱- محور اول: پایش و پیش‌بینی دقیق طوفان
- هدف: ارتقای دقت و سرعت پیش‌بینی مسیر و شدت طوفان‌های حاره‌ای
- ❖ اقدامات کلیدی:

- برگزاری مانور مشترک میان سازمان هواشناسی، بنادر و نیروهای امدادی.
- تشکیل کمیته دائمی مدیریت طوفان‌های حاره‌ای در منطقه مکران.
- طراحی سناریوهای تخلیه اضطراری برای روستاها و اسکله‌های ساحلی.
- ایجاد شبکه داوطلبان «رصدگر مردمی» برای گزارش وضعیت آب‌وهوا و طوفان.
- گنجاندن سرفصل «اقلیم و مخاطرات دریایی» در برنامه‌های آموزش مدارس ساحلی.
- نهادهای همکار: آموزش و پرورش، صدا و سیما، شیلات، دهیاری‌ها

ابزارها GIS: سامانه‌های مدل‌سازی سیلاب، داده‌های ارتفاعی (DEM)

نهادهای همکار: مدیریت بحران کشور، شهرداری‌های ساحلی، نیروی انتظامی، هلال احمر

۴. محور چهارم: پژوهش و آینده‌نگری اقلیمی

هدف: شناخت روندهای بلندمدت و اثرات تغییر اقلیم بر رفتار طوفان‌ها

❖ اقدامات کلیدی:

- اجرای پروژه‌های تحقیقاتی درباره‌ی افزایش فرکانس و شدت طوفان‌های مکران تحت سناریوهای اقلیمی (RCPs).
- همکاری علمی با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی برای مدل‌سازی آینده طوفان‌ها.
- تهیه «اطلس اقلیم آینده سواحل مکران» تا سال ۲۱۰۰.
- بررسی تأثیر گرمایش سطح دریا بر احتمال گسترش طوفان‌ها به سمت شمال.

ابزارها: مدل‌های اقلیم منطقه‌ای (CORDEX)، داده‌های ماهواره‌ای SST

نهادهای همکار: پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، دانشگاه تهران، سازمان محیط‌زیست

۵. محور پنجم: آموزش، آگاهی و مشارکت محلی

هدف: افزایش تاب‌آوری جوامع ساحلی در برابر بلایای دریایی

❖ اقدامات کلیدی:

- آموزش صیادان، دانش‌آموزان و شوراهای محلی درباره‌ی رفتار در زمان طوفان.
- انتشار بروشورهای آموزشی و مستندات چندرسانه‌ای در استان‌های ساحلی.

۶. محور ششم: زیرساخت و پشتیبانی فنی

هدف: تضمین پایداری و بهره‌وری سیستم‌های پایش و پیش‌بینی

❖ اقدامات کلیدی:

- نوسازی ایستگاه‌های هواشناسی دریایی و اتصال آنها به شبکه ملی.
- تأمین بودجه پایدار برای نگهداری تجهیزات و آموزش نیروهای متخصص.
- ایجاد مرکز داده (Data Center) یکپارچه برای ثبت، تحلیل و آرشیو داده‌های دریایی و جوی.

جدول اولویت اقدامات

جدول زیر (جدول ۵) چارچوب پیشنهادی اقدامات اجرایی برای مدیریت و کاهش مخاطرات طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران را بر اساس سطح اولویت، نهاد مسئول و زمان‌بندی اجرا نشان می‌دهد. اقدامات فوری بر توسعه سامانه‌های هشدار سریع و استقرار تجهیزات پایش متمرکز است، در حالی که اقدامات میان‌مدت و بلندمدت بر تدوین اطلس خطرپذیری و مدل‌سازی اقلیم آینده تأکید دارند. همچنین، آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی به‌عنوان اقدامی مستمر، نقش کلیدی در افزایش آمادگی و تاب‌آوری جوامع محلی ایفا می‌کند.

جدول ۵-اولویت اقدامات

نهاد مسئول اصلی	زمان‌بندی پیشنهادی	اقدام کلیدی	سطح اولویت
سازمان هواشناسی کشور	ماه ۶	سامانه هشدار سریع چندسطحی	بسیار فوری
هواشناسی و بنادر	ماه ۱۲	استقرار بویه‌های پایش در مکران	فوری
پژوهشگاه هواشناسی	ماه ۱۸	تدوین اطلس خطرپذیری طوفان‌های مکران	میان‌مدت
دانشگاه‌ها و سازمان هواشناسی	ماه ۳۶-۲۴	اجرای پروژه مدل‌سازی اقلیم آینده	بلندمدت
استاندارداری‌ها و رسانه‌ها	مداوم	آموزش عمومی و اطلاع‌رسانی	مستمر

سازمان هواشناسی کشور می‌تواند با تقویت سامانه‌های پایش، هشدار سریع، همکاری بین‌نهادی و آموزش عمومی، نقش کلیدی در کاهش خطرات و ارتقای تاب‌آوری جوامع ساحلی ایفا کند. در نهایت، هم‌افزایی علمی، فنی و اجتماعی در مدیریت طوفان‌های حاره‌ای، شرط لازم برای تحقق توسعه پایدار در سواحل مکران خواهد بود.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران، به‌رغم فراوانی نسبتاً محدود، از پتانسیل بالایی برای ایجاد بحران‌های گسترده برخوردارند. نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن است که ترکیب عوامل اقلیمی تشدید شونده ناشی از تغییر اقلیم با آسیب‌پذیری‌های ساختاری و اجتماعی منطقه، زمینه‌ساز افزایش خسارات انسانی و اقتصادی شده است. این نتایج با مطالعات پیشین در مناطق ساحلی شمال اقیانوس هند هم‌خوانی دارد که بر نقش افزایش دمای سطح آب دریا در تشدید شدت طوفان‌های حاره‌ای تأکید کرده‌اند. از منظر مدیریت بحران، نتایج پژوهش بیانگر آن است که تمرکز اقدامات بیشتر بر مرحله پاسخ پس از وقوع حادثه بوده و به مراحل پیشگیری و آمادگی توجه کافی نشده است. ضعف سامانه‌های هشدار سریع محلی، محدودیت هماهنگی نهادی و کمبود آموزش‌های هدفمند برای جوامع ساحلی، از جمله مهم‌ترین چالش‌هایی هستند که اثربخشی مدیریت بحران را کاهش داده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدیریت بحران در سواحل مکران هنوز از رویکردی واکنشی تبعیت می‌کند و کمتر به سمت رویکرد پیشگیرانه و تاب‌آورانه حرکت کرده است.

همچنین تحلیل چارچوب مفهومی پژوهش نشان داد که افزایش ظرفیت نهادی و اجتماعی مدیریت بحران می‌تواند به‌طور معناداری اثرات منفی طوفان‌های حاره‌ای را تعدیل کند. به بیان دیگر، حتی در شرایط افزایش مخاطرات اقلیمی،

چالش‌ها و راهکارهای بهینه در نقش سازمان هواشناسی کشور در مدیریت طوفان‌های حاره‌ای سواحل مکران: چارچوب پیشنهادی بهینه

محور ۱: ارتقای شبکه پایش و مدل‌سازی

استقرار بویه‌های سنجش موج و دما در چابهار، کنارک، بريس و جاسک، و بهره‌گیری از مدل‌های Coupled Ocean-Atmosphere برای شبیه‌سازی دقیق‌تر مسیر طوفان‌ها.

محور ۲: توسعه سامانه هشدار سریع

ایجاد سامانه هشدار ملی (National EWS) با قابلیت ارسال پیامک و اعلان فوری به صیادان، بنادر و ساکنان محلی به زبان فارسی و بلوچی.

محور ۳: مدیریت ریسک و تاب‌آوری

تهیه نقشه خطرپذیری طوفان و برگزاری مانورهای امدادی مشترک میان سازمان هواشناسی، بنادر و نیروهای نظامی مستقر در منطقه.

محور ۴: آینده‌نگری اقلیمی

تحلیل روند تغییرات دما و فشار سطح دریا تحت سناریوهای اقلیمی و انتشار «اطلس اقلیم آینده سواحل مکران» تا افق ۲۱۰۰.

محور ۵: آموزش و آگاهی عمومی

اجرای طرح «هواشناسی جامعه‌محور» با همکاری آموزش و پرورش و صدا و سیما، برای آموزش رفتار ایمن در زمان هشدار طوفان.

نتیجه‌گیری

طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران نه تنها یک تهدید طبیعی بلکه نشانه‌ای از تغییرات اقلیمی گسترده‌تر در منطقه است.

سازمان هواشناسی کشور می‌تواند با اجرای چارچوب پیشنهادی پنج‌محوری، گامی مهم در جهت کاهش آسیب‌پذیری سواحل مکران در برابر طوفان‌های حاره‌ای بردارد. پیشنهاد می‌شود تشکیل «مرکز ملی پایش و هشدار طوفان‌های حاره‌ای» با رویکرد چندنهادی، به عنوان راهبرد کلان در دستور کار قرار گیرد. ادغام علم اقلیم‌شناسی با مدیریت بحران، توسعه پایدار و آموزش عمومی، کلید موفقیت در سازگاری با تغییرات اقلیمی آینده است یافته‌ها نشان می‌دهد که سازمان هواشناسی کشور تاکنون اقداماتی از جمله ایجاد سامانه هشدار چندسطحی، به‌کارگیری مدل‌های عددی و همکاری با نهادهای دریایی را اجرا کرده است، اما ضعف‌هایی مانند محدودیت زیرساخت‌های پایش، فقدان سامانه جامع هشدار سریع، و کمبود آموزش‌های عمومی همچنان محسوس است. در این پژوهش، مدلی پنج محوری برای بهبود مدیریت طوفان‌های حاره‌ای در مکران پیشنهاد شده است.

منابع

1. Assessing the impact of climate change on land-falling tropical cyclones over the North Indian Ocean. (2025). Journal of Climate Change and Coastal Hazards (Article discusses increase in intensity of tropical cyclones under climate change). Science Direct.
2. Evaluation of Tropical Cyclone disaster loss using machine learning approaches. (2025). Sustainability, 15(16), 12261. (Decision-support tools for risk management). MDPI
3. He, X., ... et al. (2022). Impact-based forecasting for improving the capacity of typhoon-related disaster risk reduction in typhoon committee region. Tropical Cyclone Research and Review, 11(3). ScienceDirect.
4. Hoque, M. A., Phinn, S., & Roelfsema, C. (2017). A systematic review of tropical cyclone disaster management research using remote sensing and spatial analysis. International Journal of Disaster Risk Reduction (Systematic review of disaster management and spatial analysis). ResearchGate.
5. Kabir, R., Ritchie, E. A., & Stark, C. (2022). Tropical Cyclone Exposure in the North

بهبود کیفیت برنامه‌ریزی، تقویت زیرساخت‌ها و ارتقای آگاهی عمومی می‌تواند نقش کلیدی در کاهش آسیب‌پذیری ایفا کند. این موضوع اهمیت پیوند میان دانش اقلیمی و سیاست‌گذاری اجرایی را در مدیریت بحران‌های ساحلی برجسته می‌سازد.

پژوهش حاضر با هدف تحلیل مدیریت بحران طوفان‌های حاره‌ای در سواحل مکران انجام شد و نتایج آن نشان داد که این منطقه به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، جغرافیایی و اجتماعی خاص، از آسیب‌پذیری بالایی در برابر این مخاطره برخوردار است. افزایش احتمال رخداد‌های حدی در نتیجه تغییر اقلیم، ضرورت بازنگری در رویکردهای مدیریت بحران ساحلی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

بر اساس یافته‌های پژوهش، مهم‌ترین عامل کاهش خسارات ناشی از طوفان‌های حاره‌ای، تقویت چرخه کامل مدیریت بحران با تأکید بر پیشگیری و آمادگی است. توسعه سامانه‌های هشدار سریع بومی، ارتقای هماهنگی میان نهادهای مسئول، بهبود تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی و افزایش مشارکت جوامع محلی، از جمله راهبردهای کلیدی پیشنهادی این مطالعه به شمار می‌روند.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که حرکت از مدیریت بحران واکنشی به سمت مدیریت بحران مبتنی بر تاب‌آوری و سازگاری با تغییر اقلیم، شرط اصلی کاهش آسیب‌پذیری سواحل مکران در برابر طوفان‌های حاره‌ای است. نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و سیاست‌گذاری در حوزه مدیریت مخاطرات طبیعی ساحلی مورد استفاده قرار گیرد و زمینه‌ساز تحقیقات تکمیلی در آینده باشد.

نتایج نشان می‌دهد که هرچند زیرساخت‌های پیش‌بینی در ایران پیشرفت چشمگیری داشته است، اما در حوزه کاربردی‌سازی هشدارها و مدیریت مشارکتی بحران هنوز شکاف‌هایی وجود دارد. تجربه کشورهای منطقه مانند هند و عمان نشان داده که استفاده از سامانه‌های هشدار چندرسانه‌ای و تمرکز بر آموزش جامعه محلی می‌تواند تلفات انسانی را تا ۷۰٪ کاهش دهد. بنابراین، تقویت ظرفیت‌های ارتباطی و اجتماعی، به اندازه توسعه فناوری اهمیت دارد.

Bangladesh. International Journal of Disaster Risk Reduction, 102, 104240. Science Direct.

- Indian Ocean. Atmosphere, 13(9), 1421. <https://doi.org/10.3390/atmos13091421>.
6. Layeghi, B. (2024). Climate change and the increased likelihood of tropical cyclones entering the Oman Sea — ISNA Report. Mellion Iran Website.
7. Layeghi, B. (2023). Tajbakhsh Mosalman, Sahar; Habibi Nokhandan, Majid. Investigating the effects of climate change on the intensity and frequency of tropical cyclones affecting the southern coasts of the country. Second International Conference on Marine Sciences with an Innovation Approach in Aquatic Ecosystems.
8. Modelling tropical cyclone risks for present and future climate scenarios. (2017). Natural Hazards Review, (Risk modeling under climate change). tandfonline.com.
9. Sharma, N. (2022). Climate change and incidences of tropical cyclones in coastal areas of India. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 3(6), 98–109. cajotas.casjournal.org.
10. Singh, V. K., & Roxy, M. K. (2020). A review of the ocean-atmosphere interactions during tropical cyclones in the North Indian Ocean. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2012.04384> arXiv.
11. Tiwari, G., Kumar, P., Javed, A., Mishra, A. K., & Routray, A. (2022). Assessing Tropical Cyclones Characteristics over the Arabian Sea and Bay of Bengal in Recent Decades. Meteorological and Atmospheric Physics, 134, 44. (Cited within broader cyclone energy research). repository.library.noaa.gov.
12. Torkian, M., & Daneshfard, K. A. (2023). Designing an inter-organizational coherence model in crisis management policies. Journal of Crisis Management, 22.
13. Yadav, M., & Das, L. (2023). Evaluation of the Radius of Maximum Wind over the North Indian Basin with the help of Tropical Cyclone characteristics. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2302.13239> arXiv.
14. Tropical cyclone specific mortality risks and the periods of concern. (2022). Prehospital and Disaster Medicine, 37(3), 409–416. (Mapping review of mortality risks).
15. World Meteorological Organization. (2023). Tropical Cyclone Programme. <https://public.wmo.int/activities/tropical-cyclone-programme-tcp/tropical-cyclone-programme> World Meteorological Organization.
16. ‘We knew a cyclone was imminent’: Hazard preparedness and disaster management efficiency nexus in coastal