

پدافند غیرعامل صنعت و مدیریت بحران

شعنا سادات فیض آبادی^{1*}، حسین یوسف پور^۲

۱- بازرس بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

sh.feyzabadi@aut.ac.ir

۲- بازرس بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

YosofporH1@mums.ac.ir

چکیده

مدیریت بحران و آمادگی برای شرایط اضطراری در محیط‌های کاری، به عنوان یک ضرورت استراتژیک در عصر دیجیتال، نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ سلامت نیروی کار، تداوم عملیات و تاب‌آوری سازمانی دارد. فعالیت‌های سازمان یافته بشری همواره مطابق روال عادی پیش نمی‌رود و گاه بدون آمادگی قبلی شرایطی پیش می‌آید که برنامه‌های از پیش طرح شده کارایی خود را از دست می‌دهند. این شرایط اضطراری بعضاً با گسترش دامنه‌ی تأثیر به بحران تبدیل می‌شوند. بدیهی است که در یک فعالیت سازمان یافته که وقت و سرمایه برای طرح ریزی آن صرف شده است، همواره باید به امکان رخداد اینگونه شرایط اضطراری و بحران‌های احتمالی اندیشید. در صورتی که این اندیشه، آمادگی و برنامه ریزی، علمی و بر مبنای الگوهای منطقی باشد، مدیریت بحران نامیده می‌شود این مقاله با بررسی نظام‌مند چارچوب‌های استاندارد، فناوری‌های نوین و مطالعات موردی، راهکارهایی برای بهینه‌سازی سیستم‌های مدیریت بحران ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که سازمان‌های پیشرو با تلفیق هوش مصنوعی، آموزش مستمر و برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو، توانسته‌اند تا ۴۰٪ از تلفات انسانی و ۳۵٪ از خسارات مالی را در بحران‌ها کاهش دهند.

کلیدواژه: تاب‌آوری، مدیریت بحران، شرایط اضطراری، آموزش کارکنان، مشارکت اجتماعی

مقدمه

در عصر حاضر، پیامدهای غفلت از آمادگی برای شرایط اضطراری فراتر از خسارات مالی است؛ مطالعات سازمان بین‌المللی کار (ILO 2025) نشان می‌دهد در محیط‌های کاری فاقد برنامه‌ریزی بحران، احتمال بروز تلفات انسانی تا ۷۰٪ افزایش یافته و بازگشت به فرآیند تولید حداقل ۳ برابر طولانی‌تر می‌شود. این امر نه تنها تاب‌آوری سازمانی را تضعیف می‌کند، بلکه آسیب‌های روانی پایدار در بازماندگان (PTSD) تا ۱۸ ماه پس از حادثه را به دنبال دارد. بنابراین، مدیریت بحران تنها یک الزام قانونی نیست، بلکه مسئولیت اخلاقی کارفرمایان در قبال کرامت انسانی نیروی کار و پایداری زنجیره تأمین محسوب می‌شود. هدف این مقاله، تحول رویکردهای سنتی از "واکنش منفعلانه" به "آمادگی فعالانه" از طریق الگوهای پیش‌گیرانه‌ای است که در ادامه تشریح خواهد شد.

جدول مقایسه‌ای اثرگذاری زمان در بحران‌ها

پیامد تأخیر	چالش اصلی	بازه زمانی
افزایش ۵۰٪ تلفات جانی	نجات مصدومان	۰-۶ ساعت
شیوع بیماری‌های عفونی	تأمین آب/غذای اضطراری	۶-۱۲ ساعت
اختلال در هماهنگی تیم‌های امداد	بازیابی ارتباطات	۱۲-۲۴ ساعت
افزایش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها (مانند آتش‌سوزی)	پیشگیری از بحران‌های ثانویه	۲۴-۲۷ ساعت

۱- تعاریف و مفاهیم کلیدی

- **شرایط اضطراری:** رویدادهای برنامه‌ریزی نشده طبیعی یا انسان‌ساخت که حیات افراد، تأسیسات و محیط‌زیست را تهدید می‌کنند
- **مدیریت بحران:** فرآیندی پویا مبتنی بر شناسایی سیستماتیک بحران‌ها، تحلیل علل و اجرای اقدامات پیشگیرانه
- **طبقه‌بندی بحران‌های محیط کار:**
 - بلایای طبیعی (زلزله، سیل، طوفان)
 - حوادث انسان‌ساخت (نشت مواد شیمیایی، انفجار، آتش‌سوزی)
 - خشونت‌های سازمانی (تیراندازی، گروگان‌گیری)
 - بیماری‌های شغلی همه‌گیر

۲. چارچوب‌های مدیریت بحران: از تئوری تا عمل

۲.۱. استانداردهای بین‌المللی

ISO 14000 : الزامات پاسخ به شرایط اضطراری زیست محیطی.

NFPA 1600 : چارچوب جامع مدیریت بحران با تمرکز بر تداوم کسب‌وکار.

OHSAS 18001 : شناسایی پتانسیل‌های اضطراری و طراحی پاسخ‌های مؤثر

۲.۲. چرخه PDCA (دمینگ) در مدیریت بحران شامل:

• طرح‌ریزی: (Plan)

- تدوین خط مشی مبتنی بر ارزیابی ریسک
- شناسایی سناریوهای بحرانی (معجزه، فاجعه، خوش بینانه، بدبینانه)

• اجرا: (Do)

- تشکیل کمیته اضطراری با مسئولیت‌های شفاف
- استقرار مرکز کنترل بحران خارج از منطقه خطر.

• بررسی: (Check)

- مانورهای دوره‌ای شبیه‌سازی بحران
- بازنگری برنامه‌ها پس از هر بحران واقعی

• اقدام: (Act)

- به‌روزرسانی برنامه‌ها بر اساس یادگیری سازمانی

۳. برنامه ریزی عملیاتی برای شرایط اضطراری

۳.۱. گام های کلیدی

۱. تدوین طرح تخلیه اضطراری:

تعیین خروجی های ایمن و محل های تجمع

طراحی زنجیره فرماندهی شفاف.

۲. سامانه ارتباطات بحران:

استقرار سیستم های هشدار فوری (پیامک، آلام بصری، اعلان روی رایانه ها).

۳. مدیریت منابع:

استقرار جعبه های کمک های اولیه در نقاط استراتژیک

نگهداری تجهیزات کنترل نشت مواد شیمیایی.

۳.۲. آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی

*سرفصل های آموزشی ضروری:

موضوع آموزش	مخاطبان	مدت دوره
کمک های اولیه	تمام کارکنان	۸ ساعت
اطفای حریق	تیم های واکنش سریع	۱۲ ساعت
مدیریت استرس پس از بحران	مدیران	۶ ساعت



* نقش مدیران در بحران:

- ایجاد محیط امن برای بیان نگرانی‌های کارکنان
- شناسایی علائم استرس بحران (مشکلات خواب، سوءمصرف مواد)

۴. فناوری‌های نوین در مدیریت بحران

- هوش مصنوعی و پایش هوشمند:
 - سنسورهای پایش عوامل زیان‌آور محیط کار (صدا، گاز، دما)
 - سیستم‌های پیش‌بینی سیل یا زلزله مبتنی بر داده‌های اقلیمی.
- پلتفرم‌های دیجیتال:
 - اپلیکیشن‌های تخلیه هوشمند با مسیریابی بهینه
 - ربات‌های امداد برای ورود به مناطق پرخطر.

جدول ۱: مزایای فناوری‌های نوین در مدیریت بحران

کاهش ریسک	کاربرد	فناوری
۵۰٪ تاخیر در پاسخ	اطلاع‌رسانی چندکاناله	سیستم‌های هشدار همگانی
۴۵٪ کاهش جستجو	شناسایی موقعیت افراد	پلتفرم‌های ردیابی مصدومین
۶۰٪ افزایش مهارت	آموزش واکنش به بحران	شبیه‌سازهای واقعیت مجازی

۵. مطالعات موردی و نمونه‌های موفق

- بیمارستان‌های استان مرکزی:
 - اجرای مانورهای فصلی بحران باعث افزایش ۷۰٪ آمادگی در حوادث غیرمترقبه شده است.



• صنعت نفت و گاز:

- استقرار سیستم مدیریت بحران یکپارچه* (HSE-MS) منجر به کاهش ۳۵٪ی حوادث نشت گاز شده است.

• برنامه آموزش کمک‌های اولیه در تهران:

- افزایش ۶۵٪ی آگاهی کارکنان پس از اجرای دوره‌های عملی.
- در سال‌های اخیر، ایران با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، گام‌های مؤثری در ارتقای سیستم‌های مدیریت بحران برداشته شده است. در ادامه، سه نمونه از این فناوری‌های پیشرفته که در ایران مورد استفاده قرار گرفته‌اند، معرفی می‌شوند:

۱. سامانه هشدار سریع زلزله - (EEWS) طرح شام

• کاربرد:

- این سامانه با استفاده از شبکه‌های لرزه‌نگاری پیشرفته و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، قادر است چند ثانیه قبل از رسیدن امواج مخرب زلزله هشدار دهد.

• مزایا:

- امکان قطع خودکار سیستم‌های حساس (مانند خطوط گاز، مترو، و نیروگاه‌ها).
- کاهش تلفات انسانی با اعلام هشدار به عموم مردم از طریق پیامک و اپلیکیشن‌های موبایل.

• موردکاوی:

- آزمایش موفق این سامانه در تهران و مشهد با همکاری پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی.
- آزمایش‌های سامانه هشدار سریع زلزله (EEWS) در ایران با همکاری پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله (IIIES) عمدتاً در سال‌های اخیر و در دو شهر تهران و مشهد انجام شده است. جزئیات کلیدی این آزمایش‌ها به شرح زیر است
- آزمایش در تهران (۱۳۹۸-۱۴۰۰)

* (HSE – MS) همان سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست می باشد و مخفف : Health, Safety & Environment

Management System و شرایط گرفتن این گواهینامه داشتن سه سیستم مدیریت ذیل می باشد.

- سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای (18001OHSAS)
- سیستم مدیریت زیست محیطی ایزو 14001(14001ISO)
- سیستم مدیریت کیفیت ایزو 9001 (9001ISO)



• مکان:

- شبکه شتاب‌سنجی تهران شامل (۱۰۰ ایستگاه لرزه‌نگاری) در نقاط مختلف شهر

• نتایج:

- سیستم توانست در آزمایش‌های شبیه‌سازی‌شده، ۵ تا ۱۰ ثانیه قبل از رسیدن امواج مخرب زلزله هشدار دهد.
- همکاری با شرکت متروی تهران برای قطع خودکار سیستم قطارها در صورت هشدار.

• منبع:

- گزارش‌های داخلی پژوهشگاه زلزله‌شناسی (۱۴۰۰) و مقاله‌ای در (2021) *Journal of Seismology*

آزمایش در مشهد (۱۴۰۱-۱۴۰۲)

• مکان:

- مناطق پرخطر مشهد به‌ویژه اطراف (گسل کشف‌رود)

• نتایج:

- دقت سیستم در تشخیص زلزله‌های با بزرگای ۴+ ریشتر با خطای کمتر از ۰.۵ ثانیه.
- ادغام با سامانه پیامک اضطراری ملی برای اطلاع‌رسانی به شهروندان.

• منبع:

- سخنرانی‌های کنفرانس ملی مدیریت بحران (مشهد، ۱۴۰۲)

چالش‌ها و محدودیت‌های سامانه هشدار زلزله

• محدودیت فنی:

- سیستم در زلزله‌های کم‌عمق (کمتر از ۱۰ کیلومتر) ممکن است با تأخیر هشدار دهد.

• زیرساخت‌های ارتباطی:

- نیاز به توسعه شبکه‌های اینترنت پرسرعت برای کاهش تأخیر در ارسال هشدار

۲. پلتفرم پایش سیلاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و هوش مصنوعی

• کاربرد:

- این سیستم با تحلیل داده‌های ماهواره‌ای مثل (Sentinel-1) و تصاویر پهپادی، مناطق در معرض سیل را شناسایی و مدل‌سازی می‌کند.

• مزایا:

- پیش‌بینی مسیر سیلاب و اطلاع‌رسانی به ساکنان مناطق خطر.
- ارزیابی خسارات پس از سیل با دقت بالا (مورد استفاده در سیل‌های گلستان و خوزستان).

• توسعه‌دهنده:

- سازمان فضایی ایران و دانشگاه‌های داخلی مانند دانشگاه تهران.

۳. سامانه مدیریت بحران یکپارچه (IMS) مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)

• کاربرد:

- ادغام داده‌ای از حسگرهای محیطی (دما، رطوبت، گازهای خطرناک)، دوربین‌های نظارتی، و شبکه‌های ارتباطی برای نظارت بلادرنگ بر بحران‌هایی مانند آتش‌سوزی‌های جنگلی یا حوادث صنعتی.

○ مزایا:

- امکان مانیتورینگ لحظه‌ای در پالایشگاه‌ها، شهرهای صنعتی، و جنگل‌های شمال ایران.
- کاهش زمان پاسخگویی با اتصال مستقیم به مراکز امداد و نجات.

• نمونه اجرایی:

- استقرار این سامانه در مجتمع‌های پتروشیمی جنوب ایران و جنگل‌های استان گلستان.

جمع‌بندی و چشم‌انداز آینده

ایران با وجود چالش‌هایی مانند تحریم‌ها و محدودیت‌های فناوری، توانسته است با توسعه بومی این فناوری‌ها، سیستم مدیریت بحران خود را ارتقا دهد. جهت بهبود بیشتر، نیاز به توسعه زیرساخت‌های ارتباطی مانند (5G) و افزایش همکاری بین‌المللی احساس می‌شود.

۶. چالش‌ها و راهکارهای آینده

• چالش‌های کلیدی:

- کمبود بودجه برای به‌روزرسانی سیستم‌ها
- مقاومت کارکنان در برابر تغییر فرآیندها
- پیچیدگی مدیریت بحران در نیروی کار سالمند.

• راهکارهای پیشنهادی:

- تلفیق مدیریت بحران با اقتصاد چرخشی (استفاده از منابع بازیافتی)*
- توسعه برنامه‌های آمادگی برای زنان شاغل در صنایع پرخطر
- طراحی اپلیکیشن‌های رایگان شبیه‌ساز بحران.

نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

در حال حاضر همانطور که سیستم مدیریت بحران ضعفهایی شامل ((عدم وجود طرح واکنش اضطراری (ERP) در ۶۵٪ واحدها یا به‌روز نبودن آن و یا آموزش‌های عملیاتی (مانند تخلیه اضطراری) در تنها ۴۰٪ کارگران)) وجود دارد که کاهش ۳۰٪ تلفات به دلیل وجود دستگاه‌های هشدار سریع (مثل سنسورهای گاز) و پاسخگویی بهتر در حوادث با تمرین دوره‌ای مانور بحران در محیط‌های کاری از عوامل موفقیت در مدیریت بحران میباشد. با این وجود مدیریت بحران تنها با رویکردی پیشگیرانه، سیستماتیک و فناورانه می‌تواند تاب‌آوری سازمانی را تضمین کند. این مقاله سه محور اصلی را پیشنهاد می‌کند:

۱. اجرای سالانه آزمون‌های سنجش آمادگی با حضور نهادهای مستقل.

۲. توسعه سکوی دیجیتال اشتراک تجربیات بحران بین صنایع مختلف.

۳. ایجاد واحد درسی مدیریت بحران در رشته‌های بهداشت حرفه‌ای.

همچنین ضروری است سیاست‌گذاران با اختصاص ۵٪ از بودجه ایمنی سازمان‌ها به نوآوری در مدیریت بحران، زیرساخت‌های پاسخ به شرایط اضطراری را ارتقا دهند. تنها در این صورت می‌توان به شعار همایش "بهداشت و ایمنی کار در عصر دیجیتال" تحقق بخشید

*- تلفیق مدیریت بحران با اقتصاد چرخشی، با تمرکز بر استفاده از منابع بازیافتی، از سه جهت حیاتی است:

- الف- تأمین منابع اضطراری: در بحران‌ها (مانند سیل یا زلزله)، استفاده از مواد بازیافتی (مانند پلاستیک‌های بازیافتی برای ساخت پناهگاه‌های موقت یا فیلترهای تصفیه آب امکان تأمین سریع‌تر و کم هزینه‌تر تجهیزات را فراهم می‌کند و وابستگی به زنجیره تأمین سنتی را کاهش می‌دهد
- ب- کاهش اتکا به منابع نو: بازیافت ضایعات (مانند نخاله‌های ساختمانی یا فلزات) به عنوان مواد اولیه برای بازسازی مناطق آسیب دیده، فشار بر منابع طبیعی را کم کرده و از تخریب بیشتر محیط‌زیست طی بحران جلوگیری می‌کند
- ج- تاب‌آوری بلندمدت: طراحی زیرساخت‌های بحران‌پذیر با مواد بازیافتی بادوام (مانند بتن‌های بازیافتی در ساخت دیوارهای سیل‌بند)، چرخه عمر منابع را افزایش داده و هزینه‌های پاسخ به بحران‌های مکرر را کاهش می‌دهد

منابع:

• استاندارد ISO 14001 7 و NFPA 1600

• مطالعات آموزش مدیریت شرایط اضطراری.

• مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران

مقالات ترجمه شده مدیریت بحران (۲۰۲۴-۲۰۲۵)

• شامل جدیدترین مطالعات ISI با تمرکز بر راهبردهای پاسخ به بحران در محیطهای کاری.

مقاله: «کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بحران بلایای طبیعی»

• ترجمه از: "Artificial Intelligence in Disaster Management: A Systematic Review"

(2021)

• منبع اصلی: *International Journal of Disaster Risk Reduction* ژورنال

۲. مقاله: «اینترنت اشیا (IoT) و مدیریت هوشمند بحران در شهرها»

• ترجمه از: "IoT-Based Smart Disaster Management Systems for Urban Areas"

(2022)

• منبع اصلی: کنفرانس *IEEE International Conference on Smart Cities*

• مقالات ایمنی شغلی (HSE) ۲۰۲۴-۲۰۲۵

• تمرکز بر استانداردهای آموزشی، بازرسی و ارزیابی ریسک در محیط کار

مقاله: «کاربرد هوش مصنوعی در پیش بینی و پیشگیری از حوادث صنعتی»

• منبع: *Journal of Safety Research* (2024)

• لینک دسترسی: [DOI:10.1016/j.jsr.2024.01.005](https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.01.005)

• وبسایت پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی:

www.iiees.ac.ir گزارش فنی پروژه (EEWS)

• مقاله علمی:

"Performance Evaluation of Iran's Earthquake Early Warning System in Tehran and Mashhad" (2023)