



مدیریت خطر در زمین‌های آلوده کواترنری

قسمت دوم

در شماره پیشین در خصوص مدیریت خطر در زمین‌لرزه‌های آلوده سخن گفتیم. ارزیابی خطر مقدمه‌ای، جمع‌آوری اطلاعات، ساخت مدل مفهومی، تعیین درجه اطمینان و عدم قطعیت، ارزیابی خطر از جمله مواردی بود که بدان اشاره شد و عنوان شد که سه مرحله مهم در ارزیابی گزینه‌های خطر وجود دارد ۱- مشخص کردن گزینه‌های عملی دفع خطر ۲- ارزیابی فصل گزینه‌های پاکسازی ۳- تهیه استراتژی پاکسازی و طراحی دقیق عملکرد آن در ادامه به توضیح این مراحل می‌پردازیم.

داده‌های بیشتری از زمین به منظور شناخت بهتر ویژگی‌های زلزله‌آلوده، خصوصیات زمین و عملیات ناشی از هر روش پاکسازی جمع‌آوری شود تحت شرایط خاص، ممکن است لازم باشد که با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی یا آزمایش در مقیاس زمین مورد نظر نحوه عمل هر روش پاکسازی را احسان کرد. مثلاً مطالعات در مقیاس زمین برای تهیه داده‌های لازم برای پشتیبانی طرح استراتژی پاکسازی در جا مورد احتیاجند، هر چند انجام چنین آزمایش‌هایی گران و وقتگیر باشد. از این رو، تنها در مورد آن روش‌های پاکسازی استفاده می‌شوند که شانس بالایی برای انتخاب دارند.

برقراری تعادل میان فاکتورهای مختلف

فاکتورهای مختلفی در انتخاب گزینه پاکسازی نقش دارند و ممکن است که همه در جهت انتخاب یک گزینه نباشند. بهتر آن است که با برقراری تعادل بین آنها، مناسبترین گزینه را انتخاب کنیم. در بعضی موارد، ممکن است انتخاب روش پاکسازی و استراتژی مربوطه که اهداف مورد نظر را اجابت کند، مشکل باشد. به عنوان مثال ممکن است از توانایی گزینه پاکسازی انتخابی برای دفع خطر آلوده‌ها مطمئن نباشیم. یا آن که روش انتخابی برای مقابله با یک آلوده (مثلاً پاکسازی زیستی در یک دوره طولانی مدت) ممکن است در تناقض با مصلحت پاکسازی (زمانی که در طول آن دوره و دیگر منابع در دسترس است) باشد یا تاثیر را کافی را با توجه به اندازه محل و توپوگرافی زمین نداشته باشد. همچنین، موثرترین، عملی‌ترین و باارزواستین راه حل می‌تواند با توجه به ماهیت خطر و سودی که از

■ مشخص کردن گزینه‌های عملی دفع خطر

برای مشخص کردن گزینه‌های دفع خطر، هر تجربه‌آلوده با توجه به طور جداگانه در نظر گرفته و در صورت لزوم اصلاح می‌شود. سپس با توجه به نوع آلوده و گیرنده، ارزیابی رسمی مناسبترین روش‌ها انجام می‌گیرد. در پایان بهترین و عملی‌ترین روش که سازگار با قوانین زیست‌محیطی نیز باشد، انتخاب می‌شود. معمولاً بهترین و مطمئن‌ترین روش، پاکسازی آلوده است. برای هر تجربه‌آلوده فهرستی از گزینه‌های پاکسازی وجود دارد. در این مرحله سعی می‌شود، روش نهایی پاکسازی تعیین شود. به منظور تصمیم‌گیری در مورد روش پاکسازی آلوده‌ها نکات زیر مدنظر قرار می‌گیرند:

- جمع‌آوری اطلاعات
 - برقراری تعادل میان فاکتورهای مختلف
 - ماهیت زمین
 - مرزبندی
 - اجزای گزینه‌های پاکسازی و گزینه‌های ترکیبی
 - اطمینان از پاسخگویی روش انتخابی
- جمع‌آوری اطلاعات**
- اطلاعات بسیار دقیق در مورد آلوده، ماهیت، محل و مقدار منبع آلوده و غیره برای ارزیابی مطمئن گزینه‌های مختلف پاکسازی لازم است. ممکن است مقداری از این اطلاعات در مرحله تخمین خطر آماده شده باشد. هنگام ارزیابی گزینه‌ها، ممکن است لازم باشد که

آیا بهترین روش دفع
خطر پاکسازی است؟



بهترین گزینه های
پاکسازی کدامند؟



تجهه استراتژی
پاکسازی

تصویر ۱: مراحل ارزیابی بهترین گزینه های پاکسازی در یک تگانه

گرفته این کار می تواند با کم کردن جرم، غلظت، تحرک و سمی بودن آلاینده، محمود کردن تأثیر آن، مدیریت گزینه های راههای انتقال ایجاد گیرد. هنگامی که اهداف پاکسازی مشخص شده معیارهای پاکسازی زمین مورد نظر توسعه داده می شوند معیارهای پاکسازی وسیله ای برای اندازه گیری عددی مطلوب بودن پاکسازی است. مثال های آن از قرار زیرند:

- مقادیر مشخص شده در دستورالعمل ها (مثلاً دستورالعمل مقدار آلودگی استاندارد در آب آلودگی و خاک- کشور هند)
- معیارهای ارزیابی زمین مورد نظر که از تخمین خطر مفصل به دست می آید
- معیارهایی بر پایه مهندسی (مثلاً ضخامت و نفوذپذیری سیستم روکش)

یک روش پاکسازی مفرد ممکن است ترکیبی از چند فعالیت یا عظیمات باشد که باید یک زنجیره آلاینده را به طور کلی از بین ببرد. به توالی پاکسازی های مورد نیاز «قطار عملیات» (Treatment Train) یا راه حل جامع گفته می شود. به عنوان مثال، خاک آلوده استخراج شده ابتدا غبار می شود تا ذرات غیر حاکی از آن جدا شود. سپس تحت پاکسازی فیزیکی شیمیایی، با زیستی قرار می گیرد. باید برنامه ریزی و طراحی به گونه ای باشد که پاکسازی به طور دقیق و موثر انجام گیرد. گاهی اوقات فقط یک نوع پاکسازی ممکن است

کافی نباشد زیرا هر زنجیره آلاینده روش پاکسازی خاص خود را می طلبد. در چنین حالتی استراتژی پاکسازی شامل چند روش خواهد بود. مثلاً برای پاکسازی خاک در یک زمین ممکن است روش زیستی انتخاب شود و برای پاکسازی آب روش فیزیکی انتخاب شود. برای اطمینان یافتن از تأثیر گزینه های انتخابی، باید طراحی آنها با نفت و جزئیات کامل انجام شود. به عنوان مثال، ممکن است لازم باشد پاکسازی به گونه ای باشد که اجزای یکی مانع اجزای همزمان با نقص دیگری نشود. کفایتی تر و عملی تر آن است که بعضی اجزای گزینه های مختلف را با هم ترکیب کنیم و اجزای مهم باقی به طور جداگانه کار خود را انجام دهند. به عنوان مثال، استخراج خاکهای آلوده و پاکسازی آنها و نیز پاکسازی اولیه با رعایت توجه می تواند در کارخانه انجام گیرد.

■ تضمین از جوابگویی روش انتخابی

باید مطمئن شویم استراتژی پاکسازی ما را به تمام هدفهایی که در زمینه پاکسازی در این پروژه داریم، می رساند.

- این رو باید مطمئن شویم که
- نظرات تملی افراد ذی نفع در استراتژی پاکسازی، به گونه ای متعادل و شفاف لحاظ شده است.

- تملی مسائل قانونی، ملی و قومی پاکسازی، به خوبی شناخته شده اند.
- در ارزیابی هدف، گزینه های مختلف پاکسازی همراه با سودها، محدودیتها و هزینهها لحاظ شده اند.

به طور کلی باید در ارزیابی گزینه ها مطمئن شویم که روش های پاکسازی انتخابی کاملاً موثر خواهند بود، به این ترتیب احتمال وقوع اشتباه کم شده و بودجه ضرر نمی رود.

پاکسازی حاصل می شود پس از گران باشد. ممکن است افراد ذی نفع نظرات مختلفی درباره مناسب ترین روش پاکسازی داشته باشند. مثلاً به نظر مالک زمین پاکسازی تا حدی که زمین برای کاربری جدید آماده شود، کافی است و روش آن اهمیت چندانی ندارد. از نظر همسایگان روشی خوب است که آسیب به زمین های آنها را حداقل کند.

■ ماهیت زمین

تملی روش های پاکسازی نقاط ضعف و قوتی دارند و فاکتورهای مخصوص زمین مشخص می کند که کدام روش پاکسازی عملی ترین است. بعضی از این فاکتورها مربوط به ماهیت زنجیره های آلاینده نظیر نوع، مقدار، پراکندگی عمودی و افقی و خصوصیات راههای انتقال است. به عنوان مثال، به خصوصیات کمی زمین نظیر اندازه محل، دسترسی، توپوگرافی و وضعیت زیست محیطی منطقه وجود ساختمان ها یا طرح برای احداث سازه در آینده است که کاربری کنونی یا آینده زمین نیز باید در نظر گرفته شود تا اطمینان حاصل آید که پاکسازی باعث تغییر منفی در رفتار خاک و خصوصیات فیزیکی آن نمی شود. از جمله فاکتورهای دیگری که بر انتخاب بهترین گزینه تأثیر دارند قانون و اقتصاد جامعه، نظر افراد ذی نفع، نظیر مالک، خریدار، سرمایه گذار، جامعه محلی و سودخواهانه هر گزینه پاکسازی هستند.

در صورتی که برای تملی زنجیره های آلاینده یک روش پاکسازی پیشنهاد شود، آن روش به عنوان پایه استراتژی پاکسازی کل زمین تلقی می شود. در صورتی که روش پاکسازی هر زنجیره متفاوت از دیگری باشد می توان این روش ها را با هم ترکیب و یک استراتژی پاکسازی یا این که گزینه متفلسفانه را پیشنهاد نمود.

■ ارزیابی

وقتی روش پاکسازی برای هر زنجیره آلاینده مشخص شده باید مرز گزینه های پاکسازی را مشخص کرد. به این صورت تناقضهایی که ممکن است بین اهداف مختلف روی دهد، پدیدار شده و تصمیم نهایی با توجه به تملی جواب گرفته می شود.

■ اجزای گزینه های پاکسازی و گزینه های ترکیبی می توان از بیش از یک روش برای پاکسازی هر زنجیره آلاینده کمک



نمودار ۲: اعضای از عملیات پاکسازی در یک زمین آلوده

اطلاعات دقیق بیشتری در مورد توأین‌های فسی و محدودیت‌های کنش‌های آلوده جمع‌آوری می‌کنند. سپس ارزیاب یک تحلیل ساختاری از ویژگی‌های فسی هر گزینه را در برابر معیارهای رسمی مورد نظر فرآیند و هزینه را تحلیل می‌کند. بر اساس نتیجه این ارزیابی که شامل قابلیت در مورد هزینه‌های نسبی و سود هر گزینه است مناسب‌ترین گزینه را تعیین می‌کند. باید توجه داشته

- هر چند انتخاب معیارهای ارزیابی مربوط به زمین مورد نظر می‌شود لذا معمولاً این معیارها در مورد تمامی زمین‌ها مشابه هستند.
- وقتی که مشخص شد استراتژی پاکسازی بیش از یک روش پاکسازی را در بر می‌گیرد باید عملی بودن توکیب آنها را بررسی کرد.
- در پایان این مرحله از ارزیابی گزینه‌ها ارزیاب باید تصمیم بگیرد که کدام روش پاکسازی برای هر زنجیره آلوده مناسب‌ترین است.
- کدام گزینه‌ها باید توکیب شوند؟

● **تعیین استراتژی پاکسازی و طراحی دقیق عملی کردن آن**

- در مرحله قبل، ارزیاب مشخص کرده که کدام گزینه پاکسازی مناسب‌ترین است. هدف از این مرحله از ارزیابی گزینه‌ها تهیه یک استراتژی پاکسازی برای تمامی زنجیره‌های آلوده و بررسی متعلق تر عملی کردن این روش‌هاست. این استراتژی باید به خوبی توصیف شده و موثر باشد. مثال‌هایی از آن فرارنده
- چگونه باید زمین را منطقه بندی کرد تا فزایا با انواع مختلف پاکسازی را بتوان فرار داد؟
- چگونه باید استراتژی پاکسازی را تأیید کرد تا نشان داده شود اهداف پروژه همگی برآورده می‌شوند؟

• آیا عملیات اولیه نظیر باقی‌مانده آلوده یا ساختن زنجیره‌های دستیابی باید در مراحل اولیه طرح‌های گنجانده شود تا اگر بله چگونه؟

• همچنین ارزیاب باید بررسی کند که آیا استراتژی اهداف پروژه را برآورده سازد و از نظر هزینه‌سود قابل قبول است؟ باید تأیید کند که روش پاکسازی پیشنهادی به طور موثر تمامی زنجیره‌های آلوده را

که در مدل مفهومی در ابتدای ارزیابی گزینه‌ها تعریف شدند، از بین می‌برد. همچنین باید استراتژی توکیبی را با استفاده از معیارهای ارزیابی که در تحلیل هزینه‌سودهای شما استفاده می‌کنند، ارزیابی کند. در صورتی که امکان رسیدن به یک پاسخ عملی و جامع وجود ندارد، ارزیاب باید در مورد تصمیم‌های گرفته شده در مرحله ارزیابی گزینه‌ها تجدید نظر کند. این ممکن است شامل بررسی مشخصات ارزیابی معیارها، منظور مناسب یا در صورت لزوم تعریف اهداف پروژه باشد.

• در پایان این مرحله ارزیاب باید در زمینه‌های زیر تصمیم‌گیری کرده باشد:

- استراتژی پاکسازی چگونه می‌تواند ارزیابی شود و کدام معیار عملی تر می‌باشد؟
- آیا استراتژی پاکسازی پیشنهادی تمامی اهداف پاکسازی مدنظر شما و فسی‌ها را برآورده می‌کند و از نظر هزینه‌سود قابل قبول است؟
- در نهایت پس از پایان تمامی مراحل بالا، می‌توان عملیات پاکسازی را در زمین‌های آلوده گوناگونی آغاز کرد.
- منابع در نظر گرفته شده موجود است.

در نهایت اینکه تعیین روش پاکسازی مناسب همیشه ساده نیست. زیرا تمامی تصمیم‌هایی که گرفته می‌شوند باید توسط تمامی افراد شریک و نهادهای مورد بررسی فرآیند بگیرند و طبیعتاً اختلافاتی پیش می‌آید. شرایط زمین هم می‌تواند بسیار متغیر باشد. بعضی زمین‌ها آلودگی پیچیده‌تری دارند و در حالی که بعضی دیگر آلودگی ساده‌تری دارند. ارزیابی گزینه‌ها باید بتواند تمامی این موارد را پوشش دهد. ارزیاب در پایان این مرحله باید در مورد زیر تصمیم‌گیری کرده باشد:

- کدام یک از آلوده‌ها و دیگر مسائل فسی و مدیریت مربوط به انتخاب گزینه‌های پاکسازی است؟
- کدام روش پاکسازی باید دقیق‌تر از ارزیابی شود؟

اگر روش پاکسازی مناسب پیدا نشد بهتر است که معادله توره شود. گاهی اوقات پاسخ خوب خود پیدا می‌شود و گاهی لازم است استفاده از زمین‌تری را برای پاکسازی در نظر بگیرد. مثلاً با تغییر در طرح عملیاتی یا گزینش زمین یا این که در زمینه‌های دیگر تغییراتی در خصوص مثلاً حفاظت ایمنی و سلامت را اعمال برود یا پایش مداوم مدت را اضافه تغییر. در بعضی موارد (مثلاً وقتی معادن آلوده‌ها پاکسازی موثر را غیر ممکن می‌سازد) شاید لازم باشد که برنامه پایش بلند مدت به منظور تعیین تغییرات در رفتار و حرکت آلوده‌ها ایجاد شود. این تصمیم‌گیری تمامی عملیات مربوط به پایش باید به صورت کامل و رسمی نوشته شود و یک برنامه پایش شفاف اهداف، روش‌ها و معیارها باید تهیه شود.

● **ارزیابی متعلق عملی کردن هزینه‌های پاکسازی**

ارزیابی متعلق عملی کردن هزینه‌های پاکسازی به منظور تشخیص مناسب‌ترین گزینه برای هر زنجیره آلوده صورت می‌گیرد. ممکن است که تنها یک روش پاکسازی برای تمامی زنجیره‌های آلوده مناسب باشد. در این صورت استراتژی پاکسازی تنها توسط ویژگی‌های هزینه پاکسازی تعریف می‌شود. لذا اگر بیش از یک گزینه مدنظر است ممکن است لازم باشد که استراتژی پاکسازی توکیبی از گزینه‌های پاکسازی باشد. در آغاز این مرحله فهرست کوتاهی از گزینه‌های عملی پاکسازی برای هر زنجیره آلوده از مرحله قبل در دست است که باید با دقت بیشتر بررسی شوند. در طول این مرحله ارزیاب گزینه‌ها را بر اساس روش پاکسازی، مدیریت و دیگر اهداف فسی که برای سایت انتخاب شده ارزیابی می‌کند. برای ارزیابی هر مرحله از ارزیاب