صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی

ضابطه شماره ۷۱۲

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا

seso.moe.gov.ir

۱۳۹۵

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:**	**۹۵/۸۸۱۶۶۶**
	تاریخ:	**۱۳۹۵/۰۹/۱۵**

موضوع: راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۷۱۲ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۶/۰۱/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

ش‌ش: ۱۳۱۰۸۴۹

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایراد و اشکال نیست.

از این‌رو، از ***شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

باسمه تعالی

پیشگفتار

سوانح آلودگی در منابع آب سطحی و زیرزمینی از جمله مخاطراتی هستند که در حال حاضر و به دلیل گسترش فعالیت‌های انسانی به کرات در بسیاری از مناطق جهان رخ می‌دهند، به‌طوری که سالانه صدمات و خسارات اقتصادی و زیست‌محیطی گسترده‌ای را به وجود می‌آورند. سرزمین ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در سال‌های اخیر شاهد بروز چنین رخدادهایی در اقصی نقاط کشور بوده است. به همین دلیل نیز نحوه آمادگی، مقابله با حوادث و مدیریت آن‌ها به جهت ماهیت فرابخشی و گستردگی حوادث و هم‌چنین تعدد دستگاه‌ها و سازمان‌های درگیر در مهار آن‌ها از دیرباز یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مسوولین دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط بوده است. افزایش جمعیت، تسریع روند شهرنشینی، توسعه فعالیت‌های کشاورزی صنعتی و استفاده غیراصولی از سم وکودهای شیمیایی و سرریز آن‌ها به منابع سطحی و زیرزمینی و آلوده‌سازی محیط‌زیست، صنعتی شدن و استفاده از انواع مواد شیمیایی و آلی در فرایند تولید محصولات صنعتی و تخلیه فاضلاب‌های صنعتی در محیط، بیش از پیش باعث آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی گردیده و لزوم تدوین راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را اجتناب‌ناپذیر نموده است.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه «راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی» را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷ هـ- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

بدین وسیله معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی از تلاش‌ها و جدیت رییس امور نظام فنی و اجرایی کشور جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و اجرایی و نماینده مجری محترم طرح تهیه

ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس تقی عبادی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید.

غلامرضا شافعی
معاون فنی و توسعه امور زیربنایی
پاییز ۱۳۹۵

تهیه و کنترل «راهنمای مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی»

[ضابطه شماره ۷۱۲]

مجری: مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما

مشاور پروژه: فؤاد وجدانی	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	دکترای برنامه‌ریزی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

حجت‌اله اسکندری	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس جغرافیای طبیعی
بهروز اعتباری	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس هیدروژئولوژی
فرزام پوراصغر سنگچین	کارشناس آزاد	دکترای مدیریت برنامه‌ریزی و آموزش محیط‌زیست
زهرا جهانفرنیا	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس شیمی
بهاره حاتم آبادی	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس مدیریت محیط‌زیست
افسانه خیری	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس جغرافیای طبیعی
عبدالرحیم صلوی تبار	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	دکترای هیدرولوژی و منابع آب
خدیجه مشکین	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	فوق‌لیسانس جغرافیای طبیعی
سعید ملماسی	دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال	دکترای علوم محیط‌زیست
غلامرضا میرکی	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	دکترای مدیریت ایمنی محیط‌زیست
فؤاد وجدانی	مرکز پژوهشی راهبردی آب آزما	دکترای برنامه‌ریزی

اعضای گروه نظارت:

فریدون آرمان فر	شرکت آب منطقه ای آذربایجان شرقی	فوق‌لیسانس محیط زیست
کوشیار اعظم واقفی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	لیسانس مهندسی شیمی
عالیه ثابت‌رفتار	دانشگاه آزاد اسلامی	دکترای علوم محیط‌زیست
الهام رسولپور شبستری	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مدیریت، برنامه‌ریزی و آموزش محیط‌زیست

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی محیط زیست طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

کامران اسماعیلی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران – محیط‌زیست
بهروز دهزاد	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای اکولوژی آب‌های داخلی
محمد علی حامدی	شرکت مهندسین مشاور رویان	دکترای برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای
جواد حسن‌نژاد	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مدیریت محیط‌زیست

الهام رسولپور شبستری	طـرح تهیـه ضـوابط و معیارهـای فنـی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	فوق‌لیسـانس مـدیریت، برنامـه‌ریـزی و آموزش محیط‌زیست
نادیا روستایی	سازمان حفاظت محیط‌زیست	فوق‌لیسانس مهندسی شیمی
محمد محمدی	دانشگاه جامع علمی کاربردی	دکترای علوم محیط‌زیست
سیدحسین هاشمی	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای مهندسی محیط‌زیست
سیدرضا یعقوبی	شرکت اندیشه زلال	فوق‌لیسانس محیط‌زیست

اعضای گروه هدایت و راهبری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور:

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی
سیّد وحیدالدین رضوانی	کارشناس آبیاری و زهکشی، امور نظام فنی و اجرایی

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول - تعاریف و مفاهیم	**۵**
۱-۱- واژگان کلیدی	۷
فصل دوم - شناسایی و طبقه‌بندی انواع آلودگی‌های محتمل در منابع آب (به عنوان منابع تولید ریسک)	**۱۳**
۲-۱- حوادث و سوانح طبیعی	۱۵
۲-۱-۱- زلزله	۱۵
۲-۱-۲- سیل	۱۸
۲-۲- حوادث و سوانح انسان ساخت	۱۹
۲-۲-۱- حوادث حمل و نقل مواد	۱۹
۲-۲-۲- خرابی تاسیسات یا تجهیزات	۱۹
۲-۲-۳- دفن و انتشار مواد زاید خطرناک	۲۰
فصل سوم- شناسایی و طبقه‌بندی انواع آلاینده‌های ناشی از حوادث	**۲۳**
۳-۱- کلیات	۲۵
۳-۲- شناسایی انواع آلاینده‌های منابع آب	۲۵
۳-۲-۱- آلاینده‌های معدنی (غیر فلزی)، فلزی و ترکیبات آلی فلزی خطرناک	۲۵
۳-۲-۲- آلاینده‌های آلی	۲۷
۳-۲-۳- آلاینده‌های فیزیکی	۲۸
۳-۲-۴- آلاینده‌های بیولوژیک	۲۸
۳-۲-۵- آلاینده‌های رادیواکتیو	۲۸
۳-۳- طبقه‌بندی آلاینده‌ها براساس رفتار آن‌ها در منابع آب و اثرات حاصله	۲۸
۳-۴- طبقه‌بندی براساس نوع آلودگی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار آن‌ها در منابع آب	۲۹
۳-۵- بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آلاینده‌های منابع آب و رفتار آن‌ها در منابع آب	۲۹
۳-۶- راه‌های احتمالی ورود آلودگی به منابع آب	۳۳
۳-۶-۱- فرایند انتقال آلودگی در آب‌های سطحی	۳۳
۳-۶-۲- فرایند انتقال آلودگی درآب‌های زیرزمینی	۳۳
فصل چهارم - شناسایی آسیب‌پذیری منابع آب و طبقه‌بندی آن‌ها از نظر حساسیت نسبت به حوادث بروز آلودگی	**۳۹**

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۱- کلیات	۴۱
۴-۲- حریم منابع آب	۴۲
۴-۲-۱- حریم آب‌های سطحی	۴۲
۴-۲-۲- منابع آب‌شرب	۴۳
۴-۲-۳- تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت شده	۴۳
۴-۲-۴- سایر منابع آب سطحی	۴۳
۴-۲-۵- حریم منابع آب زیرزمینی	۴۴
۴-۳- خصوصیات ذاتی منابع آب	۴۷
۴-۳-۱- خصوصیات فیزیکی آب	۴۸
۴-۳-۲- خصوصیات (آلودگی) شیمیایی آب	۴۹
۴-۳-۳- کیفیت آب آشامیدنی	۴۹
۴-۳-۴- کیفیت آب از نظر کشاورزی	۵۰
۴-۳-۵- کیفیت آب از نظرصنعتی	۵۱
۴-۳-۶- آورد رودخانه و دوام آب‌خوان	۵۲
۴-۳-۷- خصوصیات ذاتی زمین‌شناسی (منابع کارست و غیرکارست)	۵۳
۴-۴- نوع مصارف منبع آبی	۵۴
فصل پنجم - روش‌های ارزیابی ریسک آلودگی‌های منابع آب	**۵۵**
۵-۱- کلیات	۵۷
۵-۲- محاسبه ریسک منابع آب سطحی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره	۶۱
۵-۳- محاسبه آسیب‌پذیری با روش‌های محاسبه ریسک آلودگی منابع آب سطحی	۶۴
۵-۴- محاسبه ریسک آ لودگی منابع آب زیرزمینی	۶۸
فصل ششم - برنامه مدیریت ریسک	**۷۷**
۶-۱- برنامه‌ریزی و روش‌های کاهش پتانسیل بروز حوادث آلودگی منابع آب	۷۹
۶-۱-۱- اصول و مبانی برنامه‌ریزی مدیریت ریسک	۷۹
۶-۲- ساختار پیشنهادی	۹۴
۶-۳- مدیریت سوانح آب	۹۶
۶-۳-۱- مراحل مدیریت بحران	۹۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۴- مشارکت‌های مردمی	۱۰۶
پیوست ۱ - سوابق مدیریت ریسک سوانح آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی	**۱۰۹**
پیوست ۲ - بررسی قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت ریسک سوانح و حوادث آلودگی منابع آب کشور	**۱۱۷**
منابع و مراجع	**۱۲۵**

فهرست شکل‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- فرایند تجزیه و تحلیل ریسک	۱۱
شکل ۴-۱- عوامل و پارامترهای موثر در آلودگی منابع آب	۴۲
شکل ۵-۱- فرایند ارزیابی ریسک زیست محیطی منابع آب	۵۷
شکل ۵-۲- ساختار سلسله مراتبی	۶۲
شکل ۵-۳- گام‌های اصلی جهت محاسبه ریسک آلودگی منابع آب زیرزمینی	۶۸
شکل ۶-۱- چارچوب برنامه‌ریزی مدیریت ریسک	۸۰
شکل ۶-۲- چارچوب و فرایند زمانی و عملیاتی مدیریت ریسک منابع آب در مراحل مختلف	۸۴
شکل ۶-۳- عناصر مربوط به برنامه پایش و اندازه‌گیری منابع آب	۹۱
شکل ۶-۴- فرایند ممیزی	۹۲
شکل ۶-۵- چرخه مدیریت ریسک و بحران	۹۷
شکل ۶-۶- بخش‌های مختلف مدیریت بحران	۹۸
شکل ۶-۷- پیکربندی سیستم مدیریت بحران‌های طبیعی و انسانی	۱۰۲
شکل ۶-۸- شناسایی و انتخاب منابع آب آشامیدنی در شرایط اضطراری	۱۰۵
شکل ۶-۹- نقش مشارکت‌های مردمی در توسعه و بازسازی پس از بحران	۱۰۷
نمودار پ.۱-۱- فراوانی وقوع سوانح و حوادث آلودگی منابع آب	۱۱۳
نمودار پ.۱-۲- درصد آلودگی آب در شرب، صنعت و کشاورزی	۱۱۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- فهرست انواع سوانح آلودگی منابع آب ۱۵
جدول ۳-۱- طبقه‌بندی آلاینده‌ها براساس نوع آلودگی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار آن‌ها در منابع آب ۲۹
جدول ۴-۱- حدود مطلوب و مجاز ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی ۴۸
جدول۴-۲- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی ۴۹
جدول ۴-۳- هدایت الکتریکی آب ۵۱
جدول ۴-۴- نسبت جذب سدیم آب ۵۱
جدول ۴-۵- کیفیت آب از نظر مصارف صنعتی ۵۲
جدول ۵-۱- طبقات منابع عمده آلودگی منابع آب ۵۹
جدول ۵-۲- امتیازات آلودگی‌های منابع آب برحسب شدت ۶۰
جدول ۵-۳- طبقه‌بندی اثرات حاصله از حوادث بر منابع آبی ۶۰
جدول ۵-۴- مقادیر ترجیحات برای مقایسه زوجی ۶۲
جدول ۵-۵- جداول امتیازدهی در روش WRASTIC ۶۶
جدول ۵-۶- مقایسه ویژگی‌های اصلی روش‌های USGS وWERASTIC در ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب ۶۷
جدول ۵-۷- وزن‌های نسبت داده شده به پارامترهای هفت‌گانه DRASTIC ۷۲
جدول ۵-۸- تغذیه خالص (سانتی‌متر در سال) ۷۳
جدول ۵-۹- عمق آب زیرزمینی (متر) ۷۳
جدول ۵-۱۰- محیط آب‌خوان Aquifer media ۷۳
جدول ۵-۱۱- محیط خاک Soil media ۷۴
جدول ۵-۱۲- Impact of the vadoze zone media اثر منطقه غیراشباع ۷۴
جدول ۵-۱۳- هدایت هیدرولیکی ۷۴
جدول ۵-۱۴- درصد شیب ۷۵
جدول ۵-۱۵- مثالی از محاسبه شاخص آسیب‌پذیری ۷۵
جدول ۶-۱- منشاء ریسک و نوع تاثیر بر منابع آب ۸۶
جدول ۶-۲- وظایف و نوع اقدامات برای کاهش ریسک منابع آب ۹۵
جدول پ.۱-۱- خلاصه برخی حوادث مربوط به کشورهای مختلف جهان ۱۱۱
جدول پ.۱-۲- میزان آلودگی در هر بخش مصرف بر حسب درصد ۱۱۴

مقدمه

ایران کشوری است که در ناحیه خشک و نیمه‌خشک کره زمین واقع شده و میزان نزولات آسمانی آن تقریبا یک سوم متوسط جهانی است، لذا حفاظت و مدیریت این نزولات جوی برای کشورکم آبی چون ایران بسیار با اهمیت می‌باشد و بایستی در راس وظایف سازمان‌های مسئول و متولی امورآب کشور قرار گیرد.

از سوی دیگر میزان منابع آب تجدید شونده کشور سالیانه حدود یک میلیارد و سیصد میلیون مترمکعب است. وقتی این مقدار برجمعیت کل کشور تقسیم شود، سهم سرانه آب هر ایرانی به‌دست می‌آید. حال هرچه مخرج کسر (جمعیت) بزرگ‌تر شود، سرانه آاب در دسترس کم‌تر می‌شود و این دقیقا همان چیزی است که طی ۵۰ سال اخیر روی داده، یعنی با افزایش جمعیت، سهم سرانه ایرانیان کاهش یافته است. افزایش جمعیت و لزوم تامین غذای آن‌ها، تسریع روند شهرنشینی و ارتقای رفاه اجتماعی و تبعات آن، توسعه فعالیت‌های کشاورزی صنعتی و استفاده غیراصولی از سم وکودهای شیمیایی و سرریز آن‌ها به منابع سطحی و زیرزمینی و آلوده‌سازی محیط‌زیست، صنعتی شدن و استفاده از انواع مواد شیمیایی و آلی در فرایند تولید محصولات صنعتی وعدم التزام واقعی صنایع به تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و تخلیه آن‌ها در محیط، بیش از پیش باعث آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی گردیده و لزوم تدوین راهنمایی مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را اجتناب‌ناپذیر نموده است.

به‌طورکلی مدیریت ریسک در مقابل مدیریت بحران و درجایی که روش پیشگیرانه قبل از وقوع سانحه و یا خطر لازم است به کاربرده می‌شود تا اثرات آن خطر کاهش یافته و تصمیمات لازم جهت کاهش خرابی‌ها و ترمیم خسارات در طول دوره وقوع سانحه و یا خطر (مانند سوانح آلودگی) به‌صورت هماهنگ و موثر اتخاذ گردد. ارزیابی ریسک می‌تواند ارائه دهنده مواردی نظیر: یک مبنای کیفی برای مقایسه و اولویت‌بندی ریسک‌ها، یک روش سیستماتیک برای ارتقای درک ریسک‌ها و در نهایت ابزاری برای موثق نمودن و ارزیابی‌ها (با ارائه احتمالات ممکن در مورد اثرات مخاطره‌آمیز) باشد.

در حوزه‌های محیط‌زیست، مدیریت ریسک شامل کلیه‌ی فعالیت‌هایی است که برای پیشگیری وکاهش اثرات سوانح نامطلوب، در جهت حذف و یا به حداقل رساندن ضایعات جانی و مالی استفاده کنندگان از منابع طبیعی و زیست‌محیطی به طورعام و منابع آب به طور خاص انجام می‌شود. با استفاده از مدیریت ریسک، دوراندیشی برای حفاظت از منابع آب افزایش پیدا می‌کند و به برنامه‌ریزان امکان آن را می‌دهد تا علاج رویدادهای خطرناک آینده را از قبل پیش‌بینی نموده و ساز و کارهای لازم را درهنگام وقوع حوادث به مورد اجرا گذارند.

سازماندهی و برنامه‌ریزی همه جانبه در کل سیستم مدیریت ریسک، جهت هماهنگی اهداف باکلیه خط‌مشی‌ها و استراتژی‌ها بسیار حایز اهمیت است. در پیاده‌سازی مدیریت ریسک لازم است تا میزان خطرات، محاسبه ریسک آن‌ها و ارائه راهکارهایی برای کنترل و کاهش آن‌ها مشخص شده و با راهکارها و قوانین و مقررات مربوط به محیط‌زیست و ایمنی انطباق داده شوند.

سوانح آلودگی در منابع آب سطحی و زیرزمینی از جمله مخاطراتی هستند که درحال حاضر و به دلیل گسترش فعالیت‌های انسانی به کرات دربسیاری از مناطق جهان رخ می‌دهند، به‌طوری که سالانه صدمات و خسارات اقتصادی و زیست‌محیطی گسترده‌ای را به وجود می‌آورند. سرزمین ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و درسال‌های اخیر شاهد بروز چنین رخدادهایی دراقصی نقاط کشور بوده است. به همین دلیل نیز نحوه آمادگی، مقابله با حوادث و مدیریت آن‌ها به جهت ماهیت فرابخشی و گستردگی حوادث و هم‌چنین تعدد دستگاه‌ها و سازمان‌های درگیر در مهار آن‌ها از دیرباز یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مسوولین دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط بوده است.

زلزله‌ها، سیل‌های مخرب و انتشار تصادفی مواد، ضایعات و پسماندهای خطرناک در آب‌های سطحی و زیرزمینی در سال‌های اخیر و چالش‌ها و مشکلاتی که در اداره امور مربوط به امداد و نجات، احیا و بازسازی، تامین منابع‌مالی و انسانی درکشور به چشم می‌خورد، ضرورت تهیه و تدوین راهنمای مشخص برای رویارویی با این‌گونه حوادث به طور عام و مشکلات ناشی از آلودگی منابع آبی کشور در نتیجه انتشار تصادفی و عمدی آلاینده‌ها را به‌طور اخص دوچندان نموده و ضرورت وجود ساختاری منسجم و کارآمد و راهنمای مشخص برای ارزیابی و مدیریت ریسک این‌گونه رخدادها خصوصا آلودگی منابع آب را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. توسعه روزافزون و کاربرد مدیریت ریسک درحوزه‌های مختلف، خصوصا در محیط‌زیست سبب شده است که در کشورهای توسعه‌یافته ریسک به عنوان یک مولفه عمومی تعریف شده و حدود، کنترل‌ها، قوانین، مقررات و دستورالعمل‌هایی برای آن تعیین گردد. شناسایی خطرات و مدیریت هرگونه حادثه و خطر احتمالی در فرآیند جامع و منظم مدیریت ریسک، به هماهنگی تمامی زیرمجموعه‌های موجود در آن حوزه بستگی دارد.

- هدف

هدف از تهیه این راهنما شامل تعیین مراحل مختلف مورد نیاز جهت تهیه برنامه مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب و چگونگی انجام این مطالعات، اعم از تهیه طرح و برنامه و فهرست فعالیت‌های اجرایی مورد نیاز برای ریسک فوق‌الذکر برای کلیه مشاوران، مدیران و کارشناسان مرتبط با منابع آب و محیط‌زیست می‌باشد. در این راستا موارد زیر بایستی مورد امعان نظر قرارگیرند:

- تدوین ضوابط حفاظت از کیفیت منابع آب مرتبط با مدیریت ریسک
- شناخت پتانسیل حساسیت منابع آب در ارتباط با سوانح آلودگی
- شناسایی آسیب‌پذیری منابع آب در ارتباط با پتانسیل‌های بروز حادثه
- معیارهای ارزیابی مدیریت ریسک سوانح آلودگی درمنابع آب سطحی و زیرزمینی
- ارائه برنامه مدیریت ریسک زیست‌محیطی در منابع آب سطحی و زیرزمینی

-دامنه کاربرد

مخاطبین اصلی این راهنما کارشناسان، مسوولان، دست‌اندرکاران و مدیران آب و محیط‌زیست کشور، اعم از کارشناسان وزارت نیرو، شرکت‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و شهری، سازمان محیط‌زیست و استانداری‌های کل کشور و کلیه واحدهایی که فعالیت آنها پیامد زیست‌محیطی و یا ریسک‌های ایمنی و بهداشتی به همراه دارد، هستندکه این راهنما در محدوده‌ی شرح خدمات خود می‌تواند آنان را در مدیریت ریسک سوانح آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی درحوزه‌ی فعالیتشان کمک نماید.

فصل ۱

تعاریف ومفاهیم

۱-۱- واژگان کلیدی

- خطر[1]

به‌منظور ارائه تصویری شفاف از تعریف ریسک ضروری است مفهوم خطر نیز تعریف گردد. خطر موقعیتی است که می‌تواند منجر به سانحه یا حادثه شود و یا به عبارت دیگر خطر یک قابلیت بیولوژیکی، شیمیایی، رادیولوژیکی و یا فیزیکی است که می‌تواند سلامتی انسان‌ها را به مخاطره اندازد. هدف از شناسایی خطرها فراهم ساختن موقعیتی به منظور ارزیابی، کاهش و در بهترین حالت حذف آن‌ها است [۱۸].

- مدیریت خطر

روش‌های مدیریت خطر شامل مدیریت بحران[2] و مدیریت ریسک[3] است که مدیریت ریسک با مدیریت بحران هم از لحاظ زمان انجام و هم به لحاظ محتوی متفاوت است.

مدیریت ریسک، نقطه مقابل مدیریت بحران است. جایی که روش احتیاطی قبل از وقوع خطر به کار گرفته می‌شود تا تاثیرات آن کاهش یافته و تصمیمات لازم جهت کاهش خرابی‌ها و ترمیم خسارات به‌صورت هماهنگ و موثر اتخاذ گردد و فعالیت‌هایی مانند آمادگی کاهش خسارات و هشدار به موقع قبل از وقوع صورت می‌پذیرد. از فعالیت‌های آن می‌توان به آمادگی، شیوه تقلیل اثرات، سامانه‌های پیش‌بینی و پیش آگاهی می‌توان اشاره کرد. [۷]

- ریسک[4]

اصطلاح ریسک به معنای احتمالات رخدادهای خاصی است که می‌تواند به واقعیت تبدیل شود. به عبارت دیگر ریسک احتمال خطرات شناسایی شده که موجب صدمه زدن به جمعیت‌های در معرض تماس در یک مدت زمان مشخص، مشتمل بر شدت آن صدمه و یا نتایج آن، می‌باشد. [۱۸]

لازم به ذکر است، آن‌چه از تعریف ریسک خصوصا در مباحث مرتبط با منابع آب استنباط می‌شود، جنبه منفی آن است. به عبارت دیگر، ریسک در منابع آب به معنای وقوع رخدادهایی با اثرات نامطلوب است. در حوزه‌های مرتبط با محیط‌زیست، ریسک به عنوان نسبت و احتمال یک رخداد به احتمال بروز نشت ضایعات خطرناک در منابع آب، صدمات وارده به تاسیسات و بروز سوانح طبیعی و موارد مشابه اطلاق می‌شود. [۵]

1- Hazard
2- Crisis Managemen
3- Risk Managemen
4- Risk

- مدیریت ریسک

مدیریت ریسک فرایندی است که سطح تحمل یک خطر مشخص را شناسایی می‌کند و این اطلاعات را در جهت تصمیم‌گیری برای اقدامات مربوط به کاهش اثرات مخاطرات و مقابله با آن‌ها به‌کار می‌برد. این فرایند با توجه به منابع و هزینه‌های کاهش مخاطرات انجام می‌گیرد. [۶]

- مدیریت ریسک آلودگی منابع آب

هدف از مدیریت ریسک منابع آبی، مدیریت و کنترل آلودگی‌ها در منابع تامین کننده آب است که به عنوان تهدید جدی برای تخریب و استهلاک تاسیسات، تخریب یا نابودی اکوسیستم و سلامت انسان محسوب می‌شوند. از عوامل غیرمترقبه آلودگی منابع آب عوامل طبیعی شامل زلزله، سیل، رانش زمین و ... و عوامل انسان ساخت شامل بروز حوادث ناشی از حمل و نقل مواد خطرناک، خرابی و فرسودگی تاسیسات و دفن، انتشار مواد زاید خطرناک و ... می‌باشند که می‌توانند در هر زمان به وقوع بپیوندند و احتمال خطر آلودگی منابع آبی را افزایش دهند. با این حال، آمادگی و اقدامات پیشگیرانه درحد کافی، می‌تواند شدت تاثیر یک فاجعه را کاهش دهد. در منابع آب آشامیدنی، ارزیابی و مدیریت ریسک، از اجزای سازنده و اساسی اطمینان به سلامت عمومی مصرف کنندگان می‌باشد. در این میان موثرترین ابزار تضمین سلامت منابع آب آشامیدنی، همواره از طریق به‌کارگیری ارزیابی جامع ریسک و روند مدیریت ریسک است که تمام مراحل تامین آب ازحوضه های آبریز تا نقطه مصرف را شامل می‌شود که طبق رهنمود سازمان بهداشت جهانی، این رویکردها برنامه‌های سلامت آب (WSPs)[1] نامیده می‌شوند که هدف از این برنامه در منابع آبی، پیشگیری از آلودگی آن می‌باشد. رویکرد آنالیز خطر و نقطه کنترل بحرانی (HACCP)[2] نیز به عنوان مدلی برای ارزیابی و مدیریت ریسک سیستم منابع آبی به‌کار گرفته می‌شود که این روش سیستماتیک جهت شناسایی و پایش مخاطراتی که قادر به بر جای گذاشتن تاثیرات زیان‌آور هستند، به‌وجود آمده است. برنامه ایمنی آب ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی با برنامه HACCP هم‌خوانی نزدیک داشته و اجرای آن براساس این سیستم نیز کاملا قابل اجرای می‌باشد. درشکل ۲ فرایند مدیریت ریسک نشان داده شده است.

- ارزیابی ریسک[3]

ارزیابی ریسک عبارتست از فرایند شناسایی خطر بالقوه تا کمی کردن احتمال بروز ریسک که شامل شناسایی خطر، تجزیه و تحلیل ریسک (شناسایی عوامل و عواقب هر خطر، ارزیابی خسارت و تعیین سطوح ریسک) و کنترل ریسک می‌باشد. [۵]

1- Water Safety Plans
2- Hazard Analysis Critical Control Point
3- Risk Assessment

- بحران[1]

بحران حوادثی است که در اثر رخدادهای طبیعی و عملکردهای طبیعی و انسانی به طور ناگهانی به‌وجود می‌آید و مشقت و سختی را به یک مجموعه سازمانی و یا جامعه انسانی تحمیل می‌کند و برطرف کردن آن نیاز به اقدامات اضطراری و فوق‌العاده دارد. [۶]

- مدیریت بحران[2]

مدیریت بحران فرایند عملکرد و برنامه‌ریزی مقامات دولتی و دستگاه‌های اجرایی دولتی و عمومی است که با مشاهده و تجزیه و تحلیل بحران‌ها به صورت یکپارچه و جامع و هماهنگ، با استفاده از ابزارهای موجود تلاش می‌کند از بحران‌ها پیشگیری نماید یا در صورت بروز آن‌ها در جهت کاهش آثار، آمادگی لازم، امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع تا سطح وضعیت عادی تلاش نمایند. [۶]

- سانحه[3]

سانحه به حوادث ناشی از رخدادهای طبیعی و یا ساخته دست بشر که آثار منفی روی جامعه و محیط‌زیست دارند، ابلاغ می‌شود. سوانح و بلایای طبیعی[4] به مجموعه‌ای از حوادث طبیعی زیان‌بار مانند سیل، زلزله و... گفته می‌شود که انسان‌ها و محیط‌زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهند و باعث خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی می‌شوند. سوانح انسان ساخت[5] به مجموعه‌ای از حوادث زیان‌بار مانند حوادث ناشی از حمل و نقل مواد، خرابی تاسیسات و تجهیزات و... گفته می‌شود که منشا انسانی داشته و در اثر غفلت و سهل‌انگاری، خطاهای انسانی و یا خرابی یک سیستم ایجاد می‌شود. [۵۹]

- پایش، کنترل و بازنگری ریسک

آخرین مرحله از فرایند مدیریت ریسک که در مرحله اجرایی کاربرد دارد، پایش و کنترل ریسک است. در این مرحله از فرایند مدیریت ریسک، با توجه به اطلاعات و داده‌های گردآوری شده در مراحل پیشین، اقدامات زیر صورت می‌گیرد: [۱۶]

- فرایند شناسایی، تحلیل و برنامه‌ریزی برای ریسک‌های جدید
- پیگیری ریسک‌های خاص
- نظارت بر شرایط و وضعیت کلی پروژه به‌منظور به کارگیری منابع احتیاطی
- نظارت بر سایر ریسک‌های غیر مهم
- بازنگری نحوه اجرای فرایند نظارت، کنترل و بازنگری
- ارزیابی میزان موفقیت پاسخ‌های برنامه‌ریزی شده

1- Crisis
2- Crisis Management
3- Disaster
4- Natural Disaster
5- Man – Made Disaster

- تجزیه و تحلیل ریسک آلودگی منابع آب

آنالیز ریسک، بخش اصلی در مدیریت ریسک است که هدف از آن به‌دست آوردن اطلاعات و دانش درباره ریسک می‌باشد. این اطلاعات به هنگام ارزشیابی ریسک و در انتها در کاهش ریسک مورد نظر به‌کار گرفته می‌شود. تجزیه و تحلیل ریسک به صورت کمی و کیفی صورت می‌گیرد.

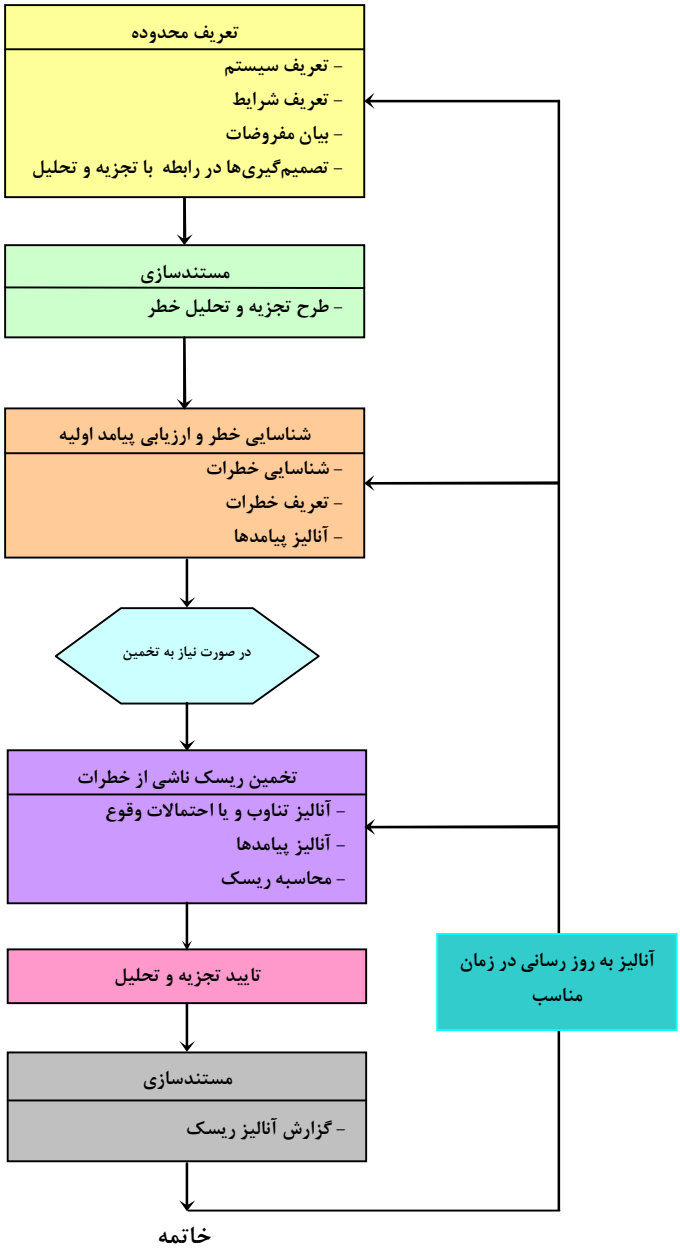
گام اول تعیین محدوده بوده که شامل تشکیل کارگروه مدیریت ریسک منابع آبی و شرح سیستم منابع آبی می‌باشد. در این فرایند، بعد از شرح سیستم وشرایط، باید خطرات، منابع خطرات، حوادث خطرناک شناسایی شوند و در مرحله تخمین ریسک، تحلیل آسیب‌پذیری که شناسایی عواقب وخسارت حوادث (جانی، اقتصادی، اجتماعی – اقتصادی، زیست محیطی) که منابع آبی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، صورت می‌گیرد. طبق رهنمود سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰۴)، مدیریت ریسک موثر نیاز به شناسایی خطرات، منابع آن‌ها و احتمال حوادث خطرناک دارد. طبق تعریف این سازمان، خطر، ناشی از عوامل بیولوژیکی، شیمیایی، فیزیکی و رادیولوژیکی است که احتمال ایجاد صدمات دارد و یک حادثه خطرناک رویداد و یا موقعیتی است که می تواند باعث ایجاد یک خطر گردد. خطر یک منبع بالقوه برای ایجاد حوادث خطرناک است. در شناسایی خطرات، تناوب خطر، دوره خطر، شدت خطر و افراد در معرض خطر باید مورد توجه قرار گیرند. خطرات را می‌توان با توجه به منبع آن‌ها، به دو دسته زیر تقسیم کرد:

۱- خطرات ناشی از بلایای طبیعی

۲- خطرات ناشی از فعالیت‌های انسانی

بعد از شناسایی خطرات، حوادث و منابع آن در این مرحله باید تدوین شوند و ریسک‌های مربوط به آن‌ها تخمین زده شده و در مرحله ارزشیابی ریسک اولویت‌بندی شوند. رویکرد برنامه ایمنی آب در بخش تجزیه و تحلیل ریسک شامل موارد زیر می‌باشد:

- تشکیل کارگروه ویژه که متشکل از افراد با تخصص‌های گوناگون می‌باشد.
- شرح و تدوین سیستم منابع آبی (مانند نوع مصارف، کیفیت، کمیت و غیره)
- هدایت آنالیز خطر. شکل (۱-۱) نمونه‌ایی از فرایند تجزیه و تحلیل ریسک را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- فرایند تجزیه و تحلیل ریسک

- کنترل/ کاهش ریسک

پس از ارزیابی ریسک و شناسایی ریسک غیر قابل قبول، کاهش ریسک در این مرحله ضروری است. اگر ریسک شناسایی شده قابل قبول باشد به‌جای کاهش ریسک از کنترل ریسک استفاده می‌شود. انجام اقدامات کاهش ریسک در جهت حذف/ مهار ریسک انجام می‌شود. روش‌های متفاوتی برای کاهش ریسک براساس تعریف پارامترهای ریسک (احتمال و عواقب حوادث خطرناک) وجود دارد که معمولا سه روش در نظر گرفته می‌شود که دو روش آن براساس کاهش یکی از پارامترها (یا احتمال و یا عواقب وقوع) و روش سوم کاهش هر دو پارامتر به‌طور همزمان می‌باشد.

در صورتی که ارزیابی دقیقی از ریسک‌های موجود در یک سیستم وجود داشته باشد، می‌توان روش‌های کنترلی مناسب و سازگار با ریسک‌های موجود را طراحی نموده و اجرا کرد. اقداماتی که در ارتباط با کنترل ریسک انجام می‌گیرد، با توجه به موارد حاصل از برنامه مدیریت ریسک، ممکن است روش‌های مختلفی را شامل شود که در زیر آورده می‌شوند:

۱- روش‌هایی برپایه حذف ریسک

۲- روش‌هایی برپایه کاهش میزان ریسک

۳- روش‌هایی برپایه انتقال ریسک

۴- روش‌هایی برپایه قبول ریسک

مرحله بعدی، اجرای روش‌های کنترل/ کاهش ریسک، اقدامات اصلاحی، آمادگی برای شرایط اضطراری و به‌کارگیری سیستم‌های کمکی می‌باشد. مانیتورینگ کارآیی و بازخورد جهت کنترل فرایندهای مدیریت ریسک، ریسک‌های ارزیابی شده جاری و مجموعه‌ای از فعالیت‌های کنترل ریسک می‌باشد. لذا ضروری است روش‌ها و نحوه کار انتخاب شده برای ارزیابی و شناخت ریسک و نیز روش‌های کنترل ریسک مورد بازبینی و بررسی مجدد قرار گیرند تا میزان تاثیر تصمیم‌های اتخاذ شده در کنترل/ کاهش ریسک و کل برنامه‌های مدیریت ریسک اندازه‌گیری شود.

- اطلاع رسانی ریسک

علاوه‌بر موارد فوق‌الذکر، اطلاع‌رسانی و ارتقای مشارکت‌های مردمی از مهم‌ترین ارکان کنترل و کاهش ریسک قلمداد می‌شود. به همین دلیل در مدیریت ریسک باید سازوکارهای لازم برای اطلاع‌رسانی و ارتقای مشارکت‌های مردمی به شیوه‌ای نظام‌مند ارائه گردد. برگزاری نشست‌های مشترک برای برقراری ارتباط با جوامع مدنی و مردم محلی، تشکل‌های مردم نهاد و سایر گروه‌ها و ارائه برنامه مدیریت ریسک می‌تواند انگیزه‌های لازم را در مردم برای مشارکت فعال در برنامه مدیریت ریسک فراهم کند. زیرا بسیاری از فعالیت‌هایی که در برنامه مدیریت ریسک پیش‌بینی شده، صرفا با مشارکت مردم امکان‌پذیرمی‌باشد.

فصل ۲

شناسایی و طبقه‌بندی انواع آلودگی‌های محتمل در منابع آب (به عنوان منابع تولید ریسک)

مسایل بهره‌برداری از منابع آب جهان فقط به مصرف نادرست آن برنمی‌گردد. گاهی انسان با کارهای نادرستش ماهیت آب را تغییر می‌دهد که به آن آلودگی آب می‌گویند. آلودگی آب، تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی (میکروبی) را شامل می‌شود. آلودگی آب‌ها یکی از عمده‌ترین معضلات جوامع بشری امروز محسوب می‌شود. این مساله علاوه‌بر این که در سلامت انسان‌ها تاثیر مستقیم دارد، اکوسیستم محیط‌های آبی را برهم می‌زند. برای دستیابی به یک فهرست مشخص از انواع آلاینده‌های ناشی از حوادث، شناخت یک حادثه دارای اهمیت می‌باشد.

براساس یک تعریف، از نگاه کلی، حوادث آلودگی محتمل در منابع آب کلا به دو دستهٔ سوانح طبیعی و حوادث ناشی از فعالیت‌های انسانی تقسیم می‌شوند در جدول (۲-۱) فهرست انواع سوانح آلودگی منابع آب آورده شده است: [۷۴]

جدول ۲-۱- فهرست انواع سوانح آلودگی منابع آب

حوادث انسان ساز	حوادث طبیعی
فعالیت‌های صنعتی	سیل
فعالیت‌های کشاورزی و باغبانی	زلزله
مناطق شهری	آتشفشان
محل دفن ضایعات	زمین لغزش
مناطقی که از مواد رادیواکتیو استفاده می کنند	آتش سوزی
حوادث حمل و نقل	خشکسالی
خطوط انتقال و مخازن نفت	
انفجار و آتش سوزی	
عملیات استخراج معدن	
فعالیت‌های عمدی و خرابکارانه	

۲-۱- حوادث و سوانح طبیعی[1]

شامل زلزله، سیل، بهمن، گردباد، طوفان، تگرگ، ریزش‌کوه، رانش زمین، هجوم حشرات و حیوانات، آتش‌فشان، امواج عظیم دریا، سونامی، خشکسالی و... می‌باشد.

لازم به‌ذکر است که از بین سوانح طبیعی که باعث آلودگی منابع آب می‌شوند در این پژوهش تنها به دو مورد زلزله و سیل پرداخته می‌شود:

۲-۱-۱- زلزله

با توجه به واقع شدن ایران بر روی یکی از دو کمربند زلزله‌خیز جهان و وجود گسل‌های فراوان، وقوع زلزله در فلات ایران امری طبیعی است. ایران جزو ده کشور بلاخیز و ششمین کشور زلزله‌خیز دنیا است [۲۲]. از لحاظ زمین‌شناسی، دو صفحه آسیا از شمال و عربستان از جنوب به صفحه ایران فشار وارد می‌کنند. از سوی دیگر، کانون زلزله در ایران در

1- Natural Disaster

عمق کمی از سطح زمین قرار دارد و انرژی قابل ملاحظه‌ای به سطح زمین می‌رسد. زلزله علاوه‌بر تاثیرات مخرب سازه‌ای، تاثیرات سوء زیست‌محیطی نیز از خود به جای می‌گذارد که از آن جمله می‌توان به آلوده شدن آب‌های زیرزمینی اشاره کرد. در ارتباط با آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌توان به آلودگی شیمیایی و میکروبی که از مهم‌ترین اثرات زلزله بر آب‌های سطحی و زیرزمینی است، اشاره کرد. با توجه به زلزله‌خیز بودن ایران و کمبود منابع آبی، لزوم حفاظت از آب‌های زیرزمینی امری کاملا ضروری است.

به نظر می‌رسد، هر زلزله طبق دو ویژگی بر محیط‌زیست تاثیر می‌گذارد: اثرات اولیه و اثرات ثانویه. اثرات اولیه را می‌توان ناشی از تکان‌های زلزله بر سفره آب‌های زیرزمینی دانست، این عامل به نوعی به‌صورت عامل تشدید کننده و گاه به صورت عامل اولیه محسوب می‌شود. عامل دوم را می‌توان ناشی از حرکت بخشی از زمین یا قطعاتی از آن در اثر زلزله دانست، این عامل به‌طور ویژه‌ای تاثیرات مخرب سازه‌ای بر شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب می‌گذارد. زلزله ممکن است بر برخی از تاسیساتی که انهدام یا تخریب آن‌ها باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی و یا محیط‌زیست می‌شود تاثیرات سوء بگذارد که از آن جمله می‌توان موارد زیر را نام برد:

۲-۱-۱-۱- مخازن یا تانک‌های ذخیره محصولات نفتی

در کلیه کشورهای جهان، برای ذخیره محصولات و زواید نفتی مانند بنزین گازوییل و غیره از تانک‌های مخصوص که در زیر یا روی زمین قرار دارند، استفاده می‌شود. این تانک‌ها بسته به جنس و قدمتشان بر اثر بروز زلزله با ریشترهای مختلف احتمال دارد تخریب (یا سوراخ) و یا منهدم شوند و در نتیجه نشت مواد نفتی، باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شود.

۲-۱-۱-۲- مخازن سطحی

مخازن سطحی نیز یکی دیگر از تاسیساتی هستند که در صورت وجود مواد آلاینده در آن‌ها، احتمال دارد پس از بروز زلزله باعث نشت مواد آلاینده به آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و تاثیرات نامطلوبی بر محیط‌زیست باقی بگذارند.

۲-۱-۱-۳- سیستم جمع‌آوری فاضلاب

درصورت وجود چنین سیستمی در یک منطقه، می‌تواند یکی از خطرناک‌ترین علل آلودگی آب‌های زیرزمینی پس از زلزله باشد. به‌دلیل توزیع مکانی گسترده، این سیستم یکی از دلایل آلودگی آب‌های زیرزمینی پس از زلزله محسوب می‌شود. باید اشاره کرد که در برخی از شهرهای ایران سیستم جمع‌آوری فاضلاب در حال احداث است که لزوم طراحی مناسب و مقاوم آن در برابر زلزله امری ضروری می‌باشد.

۲-۱-۱-۴- شکسته شدن سیل بندها و سدهای کوچک

که در صورت رخ دادن چنین حادثه‌ای منطقه زیرآب رفته و احتمال آلوده شدن آب‌های موجود در سطح منطقه به دلایل مختلف وجود دارد و به دنبال آن احتمال آلوده شدن آب‌های کم‌عمق و یا زیرسطحی وجود دارد. وجود یک سیستم زهکشی مناسب در منطقه جهت تخلیه سیلاب موجود می‌تواند بسیار مناسب و مفید باشد.

۲-۱-۱-۵- سیستم انتقال و شبکه توزیع آب آشامیدنی

شاید بتوان گفت که این عامل به خودی خود باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی نمی‌شود اما درصورت وجود هرگونه شکستگی، تخریب، مکش و احتمال نشت آلودگی در شبکه انتقال و توزیع آب آشامیدنی شدن آب در هنگام بحران به شدت بالا می‌رود و در نتیجه همین آب آلوده می‌تواند تاثیرات سوء خود را علاوه بر سلامتی مصرف‌کنندگان، بر آب‌های زیرزمینی نیز بگذارد.

۲-۱-۱-۶- سیستم نامناسب نگه‌داری زباله‌ها

منظور از زباله در این بخش کلیه مصادیق آن اعم از خانگی، صنعتی، بیمارستانی و... می‌باشد که نگه‌داری نامناسب آن‌ها از دیگر عواملی است که پس از زلزله می‌تواند دست به دست دیگر عوامل داده و باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه شود. زباله‌ها ممکن است باعث آلوده کردن آب‌های جاری درسطح منطقه به علت ترکیدن لوله‌های انتقال آب یا شکست سدها و... شود و در نتیجه احتمال دارد، نهایتا منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز بشود.

یکی از اثرات ثانویه زلزله که خود از مهم‌ترین پتانسیل‌های ایجاد خطر است، پدیده زمین لغزش می‌باشد، خصوصا در مناطقی که تاسیسات جمع‌آوری یا ذخیره فاضلاب یا زباله وجود دارد. این پدیده در مناطقی که آب‌های زیرزمینی کم عمق یا آب‌های زیر سطحی وجود دارد می‌تواند در ایجاد آلودگی موثرتر باشد. زمین لغزش‌ها معمولا به صورت موضعی باعث تخریب می‌شوند. اما همان‌گونه که گفته شد، می‌توانند در انهدام یا تخریب سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و تاسیسات انتقال وتوزیع آب و فرآورده‌های نفتی و... نیز نقش مهمی را ایفا کنند. علاوه‌بر زمین لغزش‌ها، گسل‌ها نیز می‌توانند پس از وقوع زلزله باعث تخریب سازه‌های جمع‌آوری فاضلاب و... شوند. اگر گسل‌ها از زیر تاسیسات جمع‌آوری یا ذخیره مواد آلوده‌کننده محیط‌زیست عبورکنند می‌توانند به شدت باعث تخریب این سازه‌ها شوند. گرچه معمولا آب‌های سطحی، از لایه‌های متخلخل مانند ماسه نرم و امثال آن عبور می‌کنند و در نتیجه عبور از منافذ ریز و کوچک، خود به خود به‌طور طبیعی تصفیه می‌شوند، اما ممکن است که سنگ‌های شکسته و مضرس از لحاظ تصفیه کردن آب، دارای قدرت کم‌تری از سنگ‌های آهکی و سنگ خارای پر شکاف و نیز ماسه‌های درشت باشد. و یا آلوده کننده‌های به وجود آمده توسط فعالیت‌های انسانی، به قدری زیاد باشند که این تصفیه طبیعی کارایی خود را از دست بدهد. بنابراین با توجه به شناخت مساله، تمهیدات خاصی برای جلوگیری از آلودگی باید اندیشیده شود، یعنی شناخت منطقه مستعد زلزله، پیش‌بینی تاثیرات آن بر آب‌های زیرزمینی و در نهایت مدیریت مناسب جهت جلوگیری یا کاهش آلودگی آب‌های

زیرزمینی لازم می‌باشد. ایجاد نقشه‌های خطرپذیری و شناسایی مناطق پر خطر و یا امن از نظر زلزله و نیز سفره‌های آب‌های زیرزمینی، مهم‌ترین گام محسوب می‌شود. یکی دیگر از اقدامات اساسی در جهت کاهش یا مقابله با آلودگی، تهیه و تصویب قوانین و استانداردهایی است که مانع آلودگی می‌شوند و در نهایت اجرای این قوانین و استانداردها به صورت ایجاد سازه‌های مقاوم در برابر سوانح، چاره‌ساز خواهند بود. هرچند درحال حاضر قوانین و مقرراتی وجود دارد، ولی این قوانین به صورت مجزا تنظیم شده‌اند که باید توسط مرجعی متشکل از کارشناسان مختلف اعم از کارشناسان شبکه آب و فاضلاب، کارشناسان و طراحان مخازن ذخیره مواد آلوده، کارشناسان منابع آب‌های زیرزمینی، مدیران بحران و... بازنگری و با دیدی کل نگربه صورت یک‌پارچه، باز نوشته شوند.

آب‌های زیرزمینی، به عنوان یکی از با ارزش‌ترین منابع خدادادی در طبیعت همواره به عنوان پراستفاده‌ترین ذخایر آبی از گذشته دور تاکنون مورد استفاده بشر قرار گرفته است. به دلایل مختلف، از جمله محدود بودن این ذخایر، زلزله‌خیز بودن بسیاری نقاط کشور و کند بودن مکانیزم تصفیه و فیلتراسیون طبیعی در این آب‌ها، لزوم حفاظت از آن‌ها به منظور پیشگیری از اتلاف هزینه‌های گزاف بعدی، ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۱-۲- سیل

سیل ممکن است لوله‌های آب یا فاضلاب را جابه‌جا کند. مشاهدات نشان داده که در یک مورد، سیل ۵ کیلومتر لوله ۹۰ سانتی‌متری آب را با خود جابه‌جا کرد. ممکن است تاسیسات تصفیه آب و تلمبه خانه‌ها زیر آب فرو رفته و گل و لای داخل تلمبه‌ها، موتورها و سایر تجهیزات شوند که این امر سبب انجام تعمیرات گران و وقت‌گیری می‌شود. آسیب ساختمان‌های محافظ چاه‌ها و چشمه‌ها ممکن است، منجر به آلودگی آب آشامیدنی شود. تاسیسات تصفیه فاضلاب و لوله‌های خروجی فاضلاب، بیش‌تر در معرض صدمات سیل قرار دارند. پس زدن آب در لوله‌های فاضلاب سبب سرریز شدن مخازن فضولات و چاه‌های فاضلاب می‌شود. به علت بالا آمدن سطح آب، انواع زباله در نقاط مختلف پخش و جمع‌آوری و دفع آن‌ها مشکلات فراوانی ایجاد می‌کند. جمع شدن زباله و فضولات سبب افزایش مگس و جوندگان موذی می‌شود. دفن مردگان و زیر خاک کردن لاشه حیوانات مرده، در بعضی مواقع مشکل فوری و مهمی تلقی می‌شود.

علاوه بر موارد بالا، هنگام وقوع سیل، خطر آتش‌سوزی نیز افزایش می‌یابد. بالا آمدن سطح آب ممکن است سبب واژگون شدن مخازن نفت یا بنزین شود و یا ورود آب به مخازن بزرگ مواد سوختی سبب پخش شدن آن‌ها در منطقه وسیعی می‌شود. اگر جرقه‌ای به این مواد سوختی برسد آتش به سرعت همه جا را فرا می‌گیرد زیرا اشیا شناور بر سطح آب و سایر اشیا معمولا همگی آغشته به مواد قابل اشتغال هستند. گاهی اتصال در شبکه برق ساختمان‌هایی که زیر آب رفته‌اند، باعث بروزآتش‌سوزی و حتی برق‌گرفتگی می‌شود. از طرف دیگر احتمال شکستن لوله‌های گازرسانی هنگام بروز سیل و زلزله و خطر آتش‌سوزی نیز دور از ذهن نیست. تاسیسات بهسازی مناطق ساحلی نیز ممکن است به هنگام هجوم امواج سیل ویران شوند و یا در اثر شسته شدن زمین و فرو ریختن آن‌ها، در معرض صدمات جدی قرار گیرند.

۲-۲- حوادث و سوانح انسان ساخت

انواع حوادث و سوانح غیرطبیعی یا انسان ساخت نیز براساس فعالیت‌های متنوع انسانی از تنوع بسیاری برخوردار می‌باشند. این موارد شامل؛ ریزش ساختمان، انفجارات شیمیایی، ریزش یا نشست معدن، آلودگی جوی، سوانح هوایی، سوانح دریایی، سوانح زمینی، سوانح خانگی، آتش‌سوزی، انفجارات و آزمایشات اتمی، جنگ، آلودگی نفتی، سوانح تکنولوژی-صنعتی، آلودگی‌های شیمیایی و پسماندهای خطرناک می‌باشد.براساس آمار موجود در بانک بین‌المللی اطلاعات سوانح (www.em-dat.net)، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی هوا، فرسایش خاک و بیابان زایی از جمله آسیب‌هایی است که جامعه صنعتی در محیطزیست وارد می‌سازد. فعالیت‌های انسانی تاثیر عمیق و عمده‌ای بر روی منابع آبی دارند. همراه با افزایش جمعیت، اقتصاد نیز توسعه می‌یابد، هرچند که رشد اقتصادی می‌تواند همراه و همگام با حفاظت و بازسازی محیطزیست باشد اما سبب تغییر دو پارامتر عمده یعنی آب و زمین می‌شود. دراین بخش از بین فعالیت‌های انسانی که منجر به آلودگی منابع آب می‌شوند، حوادث حمل و نقل مواد، خرابی تاسیسات و تجهیزات و دفن وانتشار مواد زاید خطرناک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۲-۱- حوادث حمل و نقل مواد

حوادث بی‌شمار ناشی از جابه‌جا کردن، انبار کردن و نقل و انتقال مواد خطرناک و فرآورده‌های نفتی غالبا به دلیل رخ دادن سوانح، نشست پسماندها در محیط یا دفع غیرقانونی پسماندها و نیز حمل و نقل برون مرزی، باعث آزادسازی و رها شدن این مواد در محیط شده که تلفات بسیار و آلودگی محیطزیست را باعث شده‌اند. عدم رعایت اصول ایمنی در بسته‌بندی و نگه‌داری مواد زاید خطرناک، در وسیله حمل و نقل که منجر به نشت، تراوش یا پخش مواد در محل می‌شود، وجود نقص فنی در وسیلهٔ حمل مواد خطرناک و بروز تصادفات که منجر به تخلیه و رها شدن مواد به محیط می‌گردد و در نهایت شستشوی تجهیزات حمل و نقل سه دلیل عمده‌ی خطرات زیست‌محیطی مربوط به حمل و نقل مواد خطرناک می‌باشند.

همان‌طور که اشاره شد، یکی از موارد آلوده کننده منابع آبی، حوادث ناشی از حمل و نقل مواد آلوده کننده است.

۲-۲-۲- خرابی تاسیسات یا تجهیزات

یکی دیگر از طرق آلودگی منابع آبی به وسیله حوادث انسانی، خرابی تاسیسات و تجهیزات است که هر ساله باعث بروز سوانح و خسارات متعددی می‌شوند که در زیر به چند مورد از حوادث ناشی از خرابی تاسیسات و تجهیزات اشاره می‌شود:

- همان‌گونه که آلاینده‌های ناشی از احتراق خودروها موجب آلودگی هوا می‌شوند به همان صورت و گاه با شدت بیش‌تری به آلودگی آب‌ها نیز منجر می‌شوند. ترکیبات موجود در بنزین که در فضا پخش و در خاک نفوذ و در نهایت وارد آب‌های زیرزمینی می‌شوند و سلامتی شهروندان را به شدت تهدید و کیفیت زندگی افراد در ابعاد مختلف را تحت تاثیر سوء آلاینده‌های ناشی از تردد خودروها قرار می‌دهد.

- نشت نفت نوعی از آلودگی کاملاآشکار آب است اما تشخیص سایر انواع آلودگی آب نظیر آلودگی ناشی از آفت‌زداها و... احتیاج به نمونه‌برداری و آزمایش دقیق دارد و مشکل‌تر است. بر اثر رها شدن نفت به آب‌های سطحی (معمولا اقیانوس‌ها) مشکلات آلودگی عمده‌ای به وجود می‌آید. مهم‌ترین آلوده‌کننده اقیانوس‌ها آلودگی ناشی از حمل و نقل (کشتیرانی) در آن است. آثار دراز مدت نشت نفت معلوم نیست و ممکن است چندین دهه ادامه یابد، کما این‌که ۲۰ سال پس از نشت نفت هنوز آن را در مرداب‌های شور در حد مسموم کننده می‌توان تشخیص داد. نتایج حاصل از ماتریس ارزیابی آثار زیست محیطی بیان‌گر این مساله است که پساب‌های نفتی، سر و صدای ناشی از فرآیند، سوزاندن گازهای تفکیکی در مشعل‌ها، حمل و نقل و جابه‌جایی نفت‌خام و... ازمهم‌ترین پیامدهای زیست‌محیطی مناطق نفتی هستند که باعث آلودگی آب دریا، خاک و هوا و پیامدهای بعدی آن می‌شوند. برای کنترل و حذف آثار زیان‌بار ناشی از فعالیت‌های نفتی در منطقه، در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی در فرآیندها و خرید یا طراحی تجهیزات جدید، اجرای پروژه‌های بهسازی و پاک‌سازی محیط و انجام اقدامات اصلاحی ضروری است.

از موارد دیگر، جدا شدن و ورود ترکیبات شیمیایی پوشش‌های داخلی لوله‌ها و مخازن آب آشامیدنی است که آلودگی آب و در برخی موارد مخاطرات بهداشتی به دنبال دارد که اثرات سرطان زایی هیدروکربن‌های عطری و سایر ترکیبات آلی ناشی از کاربرد انواع پوشش‌های آلی در لوله‌ها و مخازن آب از آن جمله هستند.

۲-۲-۳- دفن و انتشار مواد زاید خطرناک

آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا[1] (RCRA)، آیین‌نامه مربوط به مدیریت پسماندهای زیان‌بار را تدوین کرد. براساس این قانون این مواد باید یکی از ویژگی‌های قابل اشتعال، خورنده، فعال بودن، دارای خاصیت انفجاری و سمی را دارا باشند. وقوع حوادث ناشی از آلودگی سواحل، رودخانه‌ها، خورها و خلیج‌ها به پسماندهای شیمیایی و خطرناک در جهان کم نیستند. پسماندهای شیمیایی و صنعتی حاصل تغییر و تحول در رشد و توسعه صنعتی کشورها هستند. شناخت پسماندهای شیمیایی، روش‌های نگه‌داری و جابه‌جایی آن‌ها با تکیه بر مقررات بین‌المللی از اهمیت زیادی برخوردار است. با بررسی متون معتبر خارجی و داخلی و هم‌چنین مقالات علمی، می‌توان راهکارهای علمی و عملی خوبی را پیش روی سازمان‌های مسوول، به منظور پیش‌گیری از حوادث احتمالی ناشی از نگه‌داری و حمل و نقل پسماندهای شیمیایی و خطرناک قرار داد. هم‌چنین آشنایی با قوانین مرتبط با نگه‌داری و حمل و نقل مواد زاید خطرناک به همراه علایم هشدار دهنده که مورد توافق جامعه بین‌المللی است، مفید خواهد بود.

یکی از مهم‌ترین عواملی که سهم به‌سزایی در آلودگی منابع آب زیرزمینی دارد، دفع پساب‌های صنعتی به طرق غیراصولی و از طریق حوضچه‌های سطحی است. پساب‌های صنعتی علاوه‌بر آلودگی آب‌های زیرزمینی تبعات

1- Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)

زیست‌محیطی دیگری از جمله آلودگی آب‌های سطحی، تغییر هدایت هیدرولیکی آبخوان، فرونشست زمین، زلزله و آلودگی منابع معدنی و منابع را نیز در پی خواهد داشت. آلاینده آب‌های زیرزمینی از نظر هندسی به آلاینده‌های نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای تقسیم می‌شوند، آلاینده‌های نقطه‌ای از منبع واقع در یک نقطه منشا می‌گیرند، در حالی‌که آلودگی‌های غیرنقطه‌ای توسط منبع آلاینده در امتداد یک خط صورت می‌گیرد.

- **فاضلاب خانگی:** کلیه پاک‌کننده‌ها که وارد آب‌های سطحی می‌شوند ترکیباتی را وارد آن‌ها می‌کنند که اگر خنثی نشوند و یا توسط میکرو اورگانیسم‌ها تجزیه و تخریب نشوند به صورت سمی مهلک زیان بسیاری برای آب‌زیان به بار می‌آورند.
- **فاضلاب‌های شهری:** این فاضلاب‌ها از مصارف خانگی آب حاصل می‌شود. در این پساب‌ها انواع موجودات‌ریز، میکروب‌ها و ویروس‌ها و چند نوع مواد شیمیایی معین وجود دارد که عمده‌ترین آن‌ها آمونیاک و مقداری اوره است. این فاضلاب‌ها باید از مسیرهای سربسته به محل تصفیه هدایت شوند. جهت خنثی‌سازی محیط قلیایی این فاضلاب‌ها که محیط مناسب برای رشد و نمو میکروب‌است، از کلر استفاده می‌شود. از دیگر مشکلات شهری می‌توان به پساب‌های بیمارستانی و مراکز بهداشتی اشاره کرد.
- **فاضلاب‌های صنعتی:** فاضلاب‌های صنعتی، فاضلاب‌هایی هستند که از صنایع مختلف حاصل می‌شوند و نسبت به نوع صنایع، ترکیبات شیمیایی مختلفی دارند و وقتی وارد رودخانه‌ها و دریاها می‌شوند، آلودگی آب و مرگ آب‌زیان را باعث می‌شوند.
- **فاضلاب‌های کشاورزی:** در این فاضلاب‌ها، سموم کشاورزی نظیر هیدروکربن‌های هالوژنه، DDT، آلودین، ترکیبات فسفردار نظیر پاراتیون وجود دارد. مخصوصا ترکیبات هالوژنه بسیار خطرناک هستند و هنگامی که توام با آب کشاورزی در لایه‌های زمین نفوذ نمایند یا به بیرون از محیط کشاورزی هدایت شوند، باعث ایجاد فاضلاب‌های کشاورزی فوق‌العاده خطرناک می‌شوند. حشره‌کش‌ها، سموم دفع آفات نباتی و کودهای شیمیایی که از ضروریات توسعه کشاورزی است ناخواسته موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند.
- **ضایعات ناشی از فعالیت‌های رادیواکتیو:** یکی از عوامل آلوده‌کننده مهم منابع آبی ضایعات ناشی از مواد رادیوآکتیو است که امروزه یکی از راه‌های رفع آن‌ها دفن در زیرزمین است، در حقیقت مشکل بزرگی را برای صاحبان تکنولوژی هسته‌ای به وجود آمده است. علاوه‌بر دفن ضایعات رادیواکتیو در زیرزمین، انفجارهای هسته‌ای زیرزمینی نیز موجب آلوده شدن آب‌های زیرزمینی به مواد رادیواکتیو می‌شود.
- **آلودگی حرارتی آب:** برخی عملیات صنعتی در آب رودخانه‌ها ودریاها ایجاد آلودگی حرارتی می‌کند. مثلا نیروگاه‌های تولید برق، صنایع تولید فلزات و برخی کالاهای دیگر سبب آلودگی حرارتی آب می‌شوند.

فصل ۳

شناسایی و طبقه‌بندی انواع آلاینده‌های ناشی از حوادث

۳-۱- کلیات

یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، انتشار تصادفی آلاینده‌ها به منابع آب می‌باشد که به‌کرات در نقاط مختلف دنیا و هم‌چنین در ایران در خلال سال‌های گذشته رخ داده است. یکی از مهم‌ترین ارکان مدیریت ریسک منابع آب، شناسایی نوع و ماهیت آلاینده‌ها و رفتار آن‌ها در محیط‌های آبی است تا براساس آن‌ها بتوان راهکارهای مشخصی برای رویاروی با شرایط بحرانی اتخاذ کرد. البته باید متذکر شد نمی‌توان بین آلاینده‌های ناشی از حوادث و آلاینده‌های متعارف منابع آب تمایز مشخصی قایل شد، زیرا دامنه بروز این‌گونه حوادث بسیار گسترده بوده و می‌تواند در یک باز زمانی کوتاه یا طی یک فرایند زمانی طولانی باعث آلودگی منابع آب گردد. به همین دلیل نیز در این قسمت تلاش شده تا حتی‌المقدور آن‌دسته از آلاینده‌ها را که احتمال می‌رود دارای منشاء حوادث باشند را شناسایی و طبقه‌بندی کرد.

۳-۲- شناسایی انواع آلاینده‌های منابع آب

در ابتدای بحث ذکر این نکته ضروری است شناسایی آلاینده‌ها در ارتباط با حوادث و سوانح باعث می‌شود ضمن آگاهی از نوع و نحوه تاثیر این آلاینده‌ها، سلسله اقدامات و فعالیت‌های کنترلی به نحو موثر و بهینه اجرا و انجام شود. به بیان دیگر در هر حادثه‌ای با توجه به نوع و محل سانحه ممکن است مقادیر متنابهی از این آلاینده‌ها به منابع آبی راه پیدا کنند که آگاهی اولیه می‌تواند نقش به‌سزایی در کنترل و اصلاح شرایط داشته باشد.

در مجموع آلاینده‌های آب را می‌توان در پنج گروه: ۱- آلاینده‌های معدنی، فلزی و ترکیبات آلی فلزی خطرناک، ۲- آلاینده‌های آلی، ۳- آلاینده‌های فیزیکی، ۴- آلاینده‌های بیولوژیک، ۵- آلاینده‌های رادیواکتیو، طبقه‌بندی کرد که به طرق مختلف موجب آلودگی منابع آب می‌شوند:

۳-۲-۱- آلاینده‌های معدنی (غیر فلزی)، فلزی و ترکیبات آلی فلزی خطرناک

این گروه از مواد طیف گسترده‌ای را تشکیل می‌دهند که شامل: ۱- عناصر خطرناک غیرفلزی، ۲- فلزات و شبه فلزات خطرناک، ۳- ترکیبات معدنی خطرناک، ۴- ترکیبات آلی حاوی فلزات می‌شوند. البته این تقسیم‌بندی تا حدودی قراردادی است. درضمن در این تقسیم‌بندی‌ها، هم‌پوشانی‌های معنی داری نیز مشاهده می‌شود:

- **عناصر غیرفلزی خطرناک:** شامل گازهای فلوئور (F_2)، کلر (Cl_2) و برم (Br_2) که به‌صورت گسترده توسط بشر تولید شده و به شکل مولکولی برای مقاصد گوناگون، از جمله سنتز انواع مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **فلزات و شبه فلزات:** فلزات قسمت اعظم جدول تناوبی عناصر را تشکیل می‌دهند. تعدادی از عناصر که به عناصر شبه فلزی موسوم هستند، مرز بین عناصر فلزی و عناصر غیرفلزی را در جدول تناوبی عناصر تشکیل می‌دهند.

- **ترکیبات معدنی خطرناک:** انواع گوناگونی از ترکیبات معدنی خطرناک در طبیعت وجود دارند و شامل موارد ذیل می‌شوند:
  - **ترکیبات بین هالوژنه۴:** ترکیبات بین هالوژنه، به ترکیباتی اطلاق می‌شود که در بین عناصر هالوژنه گروه هفتم جدول تناوبی عناصر تشکیل می‌شود.
  - **اکسیدهای هالوژنه:** مشخصه این دسته از ترکیبات فعالیت شیمیایی بسیار زیاد آن‌ها می‌باشد. نظیر دی‌اکسیدکلر.
  - **ترکیبات سیانید:** نظیر هیدروژن سیانید، HCN، (P_{063})، یا یون سیانید (-CN).
  - **ترکیبات نیتروژن:** علاوه‌بر سیانیدها که مباحث آن در قسمت قبل مطرح شد، ترکیبات متعدد نیتروژنی دیگری وجود دارند. اکسیدهای نیترو می‌توانند اکسیژن لازم برای احتراق را فراهم سازند.
  - **ترکیبات گوگرد:** هیدروژن سولفید، H_2S، (U_{135}) به مقدار بسیار زیادی در پالایشگاه‌های نفت و فرآوری ذغال کک تولید می‌شود. سولفید فسفر (U_{189}) و سولفید سلنیوم Se_2S، (U_{205}) نیز جزو مهم این ترکیبات از لحاظ آلایندگی ناشی از حوادث می‌باشند.
  - **اسیدها:** اسیدها خاصیت خورندگی از خود نشان می‌دهند که این خاصیت ناشی از PH پایین و توانایی آن‌ها در خوردگی فلزات است. فراوان‌ترین نوع این دسته از مواد، شامل اسید سولفوریک (H_2SO_4)، اسید کلریدریک (HCl)، اسیدفسفریک (H_3PO_4) و اسیدنیتریک (HNO_3) است که به‌طورمستقیم و غیرمستقیم موجب خوردگی مخازن و لوله‌ها و انتقال مواد شیمیایی و آلاینده‌های خطرناک می‌شوند.
  - **ترکیبات سیلیکون:** ترکیبات سیلیکونی متعددی وجود دارند که برای مقاصد صنعتی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد این مواد در صنایع نیمه هادی به معنای این است که ترکیبات سیلیکون به‌صورت پراکنده وجود دارند. بیش‌ترین استفاده و کاربرد ترکیبات سیلیکون به‌صورت سیلیس (SiO_2) است. سیلیس برای تهیه تجهیزات فیلتراسیون به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزبست عایق بسیار خوب و مقاوم به حرارت است، به‌همین دلیل به‌صورت گسترده‌ای برای تولید مواد عایق، ترمز خودروها، ساخت لوله‌ها و سایر محصولات در صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند.
  - **ترکیبات فسفر:** مهم‌ترین ترکیب این دسته گاز فسفین (PH_3) است که برای ساخت ترکیبات آلی حاوی فسفر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در برخی موارد نیز به‌صورت ناخواسته در فرآیندهای شیمیایی تولید می‌شود.
  - **پسماندهای قلیایی:** موادی هستند که محلول‌هایی با PH بالاتر از ۱۲/۵ تولید می‌نمایند. این مواد، مواد بازی قوی بوده و معمولا یون غلیظ OH-تولید می‌کنند.
- **ترکیبات آلی فلزی خطرناک:** این مواد کاربردهای گسترده‌ای داشته و با توجه به خاصیت سمی آن‌ها، در مدیریت ضایعات خطرناک بسیار حائز اهمیت هستند. به‌علاوه، در مقایسه با فلزاتی که این مواد از آن‌ها

تشکیل می‌شوند، ترکیبات آلی حاوی فلز در محیط‌زیست و سیستم‌های بیولوژیکی بسیار فعال و متحرک بوده و به‌صورت مستمر در محیط‌زیست در گردش هستند.

۳-۲-۲- آلاینده‌های آلی

این دسته طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های آب را در بر می‌گیرد که به‌طرق مختلف باعث آلودگی منابع آب می‌شوند. از مهم‌ترین این دسته از مواد می‌توان به حلال‌های آلی، لجن‌ها، موادنفتی، گریس، رنگ‌ها، آفت‌کش‌های آلی و ... اشاره کرد. از نظر شیمیایی ترکیبات آلی را می‌توان شامل ترکیبات هیدروکربنی، ترکیبات آلی حاوی اکسیژن، نیتروژن، ارگانو هالیدها، ترکیبات آلی حاوی گوگرد، ترکیبات حاوی فسفر یا ترکیبی از آن‌ها دانست.

- **ترکیبات هیدروکربنی:** ترکیبات آلی هیدروکربنی فقط از اتم‌های هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند. از عمده‌ترین این ترکیبات می‌توان به آلکان‌ها (Alkenes)، آلکین‌ها (Alkynes) و ترکیبات آریل (Aryl Hydrocarbons) اشاره کرد.
- **ترکیبات آلی حاوی اکسیژن:** این ترکیبات در ساختمان مولکولی خود دارای اکسیژن به‌صورت‌های مختلف هستند. از انواع ترکیبات این گروه‌ها می‌توان به اپواکسیدها، الکل‌ها، فنل‌ها، اترها، الدئیدها، کتون‌ها و کربوکسیلیک اسیدها، متانول، اتیلین اکسید، MTBE، استن، دی‌متیل فاتالات اشاره نمود.
- **ترکیبات آلی حاوی نیتروژن:** در این گروه، ترکیبات به سه گروه آمین‌ها، نیتروس آمین‌ها و ترکیبات نیترو طبقه‌بندی‌می‌شوند. از مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین ترکیبات این گروه می‌توان به متیل‌آمین، دی‌متیل نیتروس آمین و تری نیترو تولوئن (TNT) اشاره کرد.
- **ترکیبات هالیدی آلی**[1]: این مواد به‌صورت گسترده در صنایع شیمیایی تولید شده و از مهم‌ترین مواد این گروه می‌توان به کلورمتان، دی‌کلومتان، تتراکلریدکربن، دی‌کلروفلورومتان، کارواتان، متیل‌کلروفورم، ونیل‌کلراید، هگزاکلروبوتادین، پلی‌کلروبی‌فنل‌ها (PCBs)، دی‌کلروپروپن، پنتاکلروفنل‌ها، تری‌کلرواتیلن، پلی‌بروموبی‌فنل‌ها (PBBs) اشاره کرد.
- **ترکیبات آلی حاوی گوگرد**[2]: این گروه طیف گسترده‌ای از ترکیبات حاوی گوگرد را تشکیل می‌دهند. از مهم‌ترین ترکیبات این گروه می‌توان به متان اتیول، اتان اتیول، بنزن اتیول، دی متیل سولفید، تیوفان، اوره، متیل ایزو سیانات اشاره کرد. این مواد کاربردهای مختلفی در صنایع پتروشیمی دارند.
- **ترکیبات آلی حاوی فسفر**[3]: از مهم‌ترین مواد این گروه می‌توان به متیل فسفین، دی متیل فسفین، تری متیل فسفین، فنل فسفین، تری فنل فسفین، تری اتیل فسفین اکسید، تری بوتیل فسفین اکسید، فسفر تیونات، دی سولفان، مالاتیون اشاره کرد.

1- Organohalide Compounds
2- Organosulfur Compounds
3- Organophosphorus Compounds

- **پلی کلرو بی فنل‌ها**[1]: این دسته نیز از مواد طیف گسترده‌ای از ترکیبات را در برمی‌گیرند.
- **متیل ترشیاری بوتیل اتر یا MTBE** که به عنوان افزودنی به بنزین اضافه می‌شود در زمره مواد معروف این گروه است.
- **ترکیبات نفت:** باید متذکر شد که طبقه‌بندی نفت و مشتقات آن به دلیل تنوع ساختمان مولکولی آن‌ها در طبقه‌بندی‌های یاد شده نمی‌گنجد. به‌همین دلیل نیز در بند جداگانه‌ای ارائه شده است. در حقیقت نفت‌خام کمپلکس پیچیده‌ای از مخلوط صدها نوع ترکیبات مختلف، غالبا هیدروکربن‌ها (ترکیباتی شامل هیدروژن و کربن) می‌باشد.

۳-۲-۳- آلاینده‌های فیزیکی

این آلاینده‌ها شامل رسوبات (مواد جامد، محلول و معلق)، حرارت و نیز رنگ و بو می‌باشد.

۳-۲-۴- آلاینده‌های بیولوژیک

منشا این آلاینده‌ها می‌تواند شامل انگل‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها، گیاهان و جانوران کوچک آبزی باشد.

۳-۲-۵- آلاینده‌های رادیواکتیو

شامل آلودگی عناصری هستند ناپایدار که از خود پرتوهایی مضر ساطع می‌کنند. معروف‌ترین مثال در این مورد فاجعه‌ی انفجار در تاسیسات هسته‌ای چرنوبیل در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ واقع در اکراین است.

۳-۳- طبقه‌بندی آلاینده‌ها براساس رفتار آن‌ها در منابع آب و اثرات حاصله

آلودگی‌های آب ناشی از حوادث را می‌توان در دو گروه عمده طبقه‌بندی کرد. نوع اول از حوادث غیرمترقبه، زمانی اتفاق می‌افتند که در نتیجه یک حادثه در یک زمان کوتاه (نظیر شکستگی لوله‌های انتقال مواد شیمیایی یا نفت) حجم زیادی از آلودگی‌ها وارد منابع آب شده و باعث آلودگی منبع آبی می‌شوند. نوع دوم حواث آلودگی آب در شرایطی صورت می‌گیرد که در نتیجه اثر تجمعی انتشار آلاینده‌ها در یک بازه زمانی طولانی، انواع مواد شیمیایی آلاینده و بعضا خطرناک وارد منابع آب می‌شوند (نظیر آلودگی آب رودخانه جاجرود و سد لتیان)؛ به‌همین دلیل نیز نمی‌توان منشاء و نوع آلاینده‌های آب را با توجه به این رخدادها به‌صورت کامل از یکدیگر تفکیک کرد.

1- Polychlorinated Biphenyls

۳-۴- طبقه‌بندی براساس نوع آلودگی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار آن‌ها در منابع آب

طبق شناسایی صورت گرفته آلاینده‌های آب ناشی از حوادث را براساس نوع آلودگی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار آن‌ها در منابع آب در پنج گروه: ۱- آلاینده‌های معدنی، فلزی و ترکیبات آلی فلزی خطرناک، ۲- آلاینده‌های آلی، ۳- آلاینده‌های فیزیکی، ۴-آلاینده‌های بیولوژیک، ۵- آلاینده‌های رادیواکتیو،در جدول (۳-۱) می‌توان طبقه‌بندی کرد:

جدول ۳-۱- طبقه‌بندی آلاینده‌ها براساس نوع آلودگی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار آن‌ها در منابع آب

نوع آلاینده			رفتار در منابع طبیعی
آلاینده‌های معدنی،فلزی وترکیبات آلی فلزی خطرناک	عناصر غیرفلزی خطرناک		اکسید کننده بسیار قوی،ضمن واکنش با آب اسید ومواد سمی تولید می کنند
	فلزات وشبه فلزات		تشکیل پیوند با سایر عناصر و ایجاد خطرات بهداشتی
	ترکیبات معدنی خطرناک		اسیدیته بالا،فعال واکسید کننده قوی،ضمن ترکیب با آب تولید مواد سمی می کند
	ترکیبات بین هالوژنه	ترکیبات بین هالوژنه	به شدت اکسید کننده وفعال هستند سریعا با آب واکنش داده وتولید اسید می کنند
		اکسیدهای هالوژنه	فعالیت شیمیایی بسیار بالا
		ترکیبات سیانید	واکنش با آهن موجود در آنزیم و مانع استفاده از اکسیژن می‌شود.
		ترکیبات نیتروژن	اشتعال پذیری شدید واکسید کننده بسیار فعال است که باعث انفجار می‌شود.
		ترکیبات گوگرد	حل شدن در آب و وارد شدن وتولید اسید در بدن جانداران
		اسیدها	خاصیت خورندگی واز بین بردن جداره مخازن ولوله ها
		ترکیبات سیلیکون	ایجاد مشکل در بافتهای تنفسی
		ترکیبات فسفر	اشتعال پذیری بالا،واکنش شدید با آب و تولید اسید
		پسماندهای قلیایی	مواد بازی قوی وتولید یون OH^-و ایجاد خوردگی در سایر مواد
	ترکیبات آلی فلزی خطرناک		مواد سمی واشتعالزا که میل شدیدی به واکنش با مواد اکسید کننده مثل اکسیژن دارند
آلاینده‌های آلی	ترکیبات هیدروکربنی		مواد فعال و اشتعالزا می‌باشند مانند بنزین
	ترکیبات آلی حاوی اکسیژن		به دلیل دارا بودن پیوندهای کووالانسی به سختی تجزیه می‌شوند
	ترکیبات آلی حاوی نیتروژن		به شدت در آب حل شده و مواد خطرناکی را در محیط‌های آبی به وجود می‌آورند.
	ترکیبات هالیدی آلی		باعث ایجاد خاصیت بزرگنمایی زیستی در طبیعت می‌شوند.
	ترکیبات آلی حاوی فسفر		بسیااسید ر فعال وفرار بوده و به سرعت بااسید واکنش می‌دهند.
	پلی کلر وبی فنل‌ها		مقاوم به دما وخاصیت بزرگنمایی
	ترکیبات نفت		ایجاد آلودگی‌های شدید در محیط‌های آبی
نوع آلاینده			رفتار در منابع طبیعی
آلاینده‌های فیزیکی			کلوییدها شناور و میگروارگانیزم‌ها را با خود حمل می‌کنند. دما توازن محیط‌های آبی را به‌هم می‌زند.
آلاینده‌های بیولوژیک			باعث شیوع بیماری در تماس با موجودات زنده که از آب مصرف می کنند،می‌شوند.
آلاینده‌های رادیواکتیو			با آب واکنش داده وایجاد رادیکال‌های آزاد می کنند که باعث آسیب‌های شیمیایی در سلول می‌شود.

۳-۵- بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آلاینده‌های منابع آب و رفتار آن‌ها در منابع آب

- **آلاینده‌های معدنی (غیرفلزی)، فلزی و ترکیبات آلی فلزی خطرناک:** واکنش‌های متقابلی بین این مواد شیمیایی خطرناک وجود دارد که یک‌دیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به عنوان مثال، عوامل کلیت کننده موادآلی که با فلزات سنگین پیوند حاصل می‌کنند، به شدت بر حرکت و سمیت آن‌ها در محیط زیست تاثیر

گذاشته و در نتیجه حضور مواد هومیکی در شیرابه‌های پسماندهای خطرناک ممکن است به انتقال ترکیبات آلی متشکله شیرابه تاثیر بگذارد.

- **عناصر غیرفلزی خطرناک:** فلوئور فعال‌ترین ماده شیمیایی بوده و یک عامل اکسید کننده بسیار قوی است که با سرعت زیاد با مواد احیای کننده آلی و معدنی ترکیب می‌شود. این ماده بسیار سمی بوده و با آب واکنش نشان داده و هیدروژن فلوراید یا اسید فلئوریک (HF) سمی تولید می‌کند.

فسفر سفید بسیار خطرناک است، زیرا این ماده بسیار سمی و فعال است. این ماده خودبه‌خود در هوا آتش گرفته و دود سفید و متراکم P_4O_{10} تولید می‌کند، ماده‌ای بسیار خورنده است و سریعا با آب یا بخار آب موجود در هوا واکنش یافته و اسید ارتو فسفریک (H_3PO_4) تولید می‌کند. کادمیم یکی از سمی‌ترین فلزات گروه فلزات سنگین محسوب می‌شود. ذرات دی اکسید کادمیم موجود در هوا بسیار خطرناک هستند. وجود یون‌های کادمیم در منابع آب می‌تواند باعث آلودگی شدید آن‌ها گردد.

- **فلزات و شبه‌فلزات:** ارسنیک به‌صورت اکسیدهای سه ظرفیتی و پنج ظرفیتی با سایر مواد ترکیب می‌شود که ارسنیک سه ظرفیتی معمولا سمی‌تر است. تخلیه تصادفی یا تدریجی آن‌ها در منابع آب می‌تواند خطرات بهداشتی مهلکی را در منابع آب به وجود بیاورد. خاصیت شیمیایی عنصر بریلیم (Be) مشخصه بارزی از عناصر این گروه، یعنی تشکیل پیوندهای کووالانسی با سایر عناصر، نظیر $Becl_2$ است.
- **ترکیبات معدنی خطرناک:** انواع گوناگونی از ترکیبات معدنی خطرناک در طبیعت وجود دارند. برخی از آن‌ها خصوصا ترکیباتی که دارای اسیدیته (PH) بالا هستند، بسیار فعال بوده و اکسید کننده‌های بسیار قوی محسوب می‌شوند. آلومینیوم فسفید (AlP) در صورت تماس با آب از خود گاز فسفین (PH_3) متصاعد می کند که بسیار سمی است.
- **ترکیبات بین هالوژنه:** نمونه‌های متعددی از ترکیبات بین هالوژنه وجود دارند. از معمول‌ترین این مواد می‌توان به کلرید فلوئور (CLF) اشاره کرد.
- **اکسیدهای هالوژنه:** از نمونه‌های اکسیدهای هالوژنه می‌توان به اکسیژن دی فلوراید (OF_2) و یا Cl_2O_7 که یک مایع‌بی، Br_2O که یک ماده جامد قهوه‌ای رنگ و I_2O_5 که یک ماده بی‌رنگ است که در دمای ۳۲۵ درجه سانتی‌گراد تجزیه می‌شود، اشاره کرد. به دلیل فعالیت شیمیایی بسیار زیاد این دسته از مواد، دی‌اکسیدکلر، عمدتا در محل تولید و مصرف شده و به دلیل خطرات احتمالی، از حمل و نقل آن اجتناب می‌شود.
- **ترکیبات سیانید:** این ماده با آهن سه ظرفیتی (III) موجود در آنزیم فری سیستو کروم اکسیداز پیوند حاصل می‌کند. در نتیجه این پیوند، آهن سه ظرفیتی موجود در آنزیم فری سیستو کروم اکسیداز در فرایند متابولیکی به آهن دو ظرفیتی (II) احیاء می‌شود که در نتیجه، این پدیده مانع از استفاده اکسیژن توسط آنزیم می‌شود. به همین دلیل مرگ ناشی از مسمومیت با سیانید بسیار سریع است.

- **ترکیبات نیتروژن:** اکسیدهای نیترو می‌توانند اکسیژن لازم برای احتراق را فراهم کنند، به همین دلیل از خاصیت اشتعال‌پذیری شدیدی برخوردار بوده و در زمره‌ی مواد خطرناک طبقه‌بندی می‌شوند. این ماده یک اکسید کننده بسیار فعال است. لذا، در اثر ترکیب با برخی از مواد احیا کننده نظیر آلومینیم، هیدرازین و فسفین می‌تواند باعث بروز انفجار شود.
- **ترکیبات گوگرد:** هیدروژن سولفید، H_2S، (U_{135}) گاز سمی، اشتعال‌پذیر و خطرناک است که بوی تخم‌مرغ گندیده می‌دهد. این ماده به مقدار بسیار زیادی در گاز طبیعی ترش وجود دارد. خطرات ناشی از نمک‌های سولفید از توانایی این ماده در آزاد کردن گاز هیدروژن سولفید در تماس با اسیدها، ناشی می‌شود.
- **اسیدها:** اسیدها خاصیت خورندگی از خود نشان می‌دهند که این خاصیت ناشی از PH پایین و توانایی آن‌ها در خوردگی فلزات است. فراوان‌ترین نوع این دسته از مواد، شامل اسید سولفوریک (H_2SO_4) اسیدکلریدریک (HCl) اسید فسفریک (H_3PO_4) و اسید نیتریک (HNO_3) است.
- **ترکیبات سیلیکون:** بیش‌ترین استفاده و کاربرد ترکیبات سیلیکون به‌صورت سیلیس (SiO_2) است. سیلیس ماده اصلی تشکیل دهنده ماسه بوده و ماده اصلی تشکیل دهنده رسوبات دیاتومه‌ای کره زمین می‌باشد.
- **ترکیبات فسفر:** گاز فسفین (PH_3) برای ساخت ترکیبات آلی حاوی فسفر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در برخی موارد نیز به‌صورت ناخواسته در فرایندهای شیمیایی تولید می‌شود.
- **پسماندهای قلیایی:** موادی که محلول‌هایی با pH بالاتر از ۱۲/۵ تولید نمایند، ممکن است به عنوان پسماندهای خورنده قلیایی طبقه‌بندی شوند. این دسته از مواد به دلیل دارا بودن خاصیت قلیایی، با سایر مواد واکنش نشان داده و سبب خوردگی آن‌ها می‌شوند

پسماندهای قلیایی معمولا به‌واسطه تصفیه پسماندها و ضایعات اسیدی تولید می‌شوند. انتشار تصادفی یا عمدی این مواد در منابع آب خسارات زیادی را به همراه دارد.

- **ترکیبات آلی فلزی خطرناک:** انواع گوناگونی از ترکیبات آلی فلزی وجود دارد که نوع آن‌ها بستگی به ماهیت هیدروکربن و نوع فلز موجود در آن‌ها دارد.

ترکیبات کربونیل شامل آن‌دسته از مواد است که در آن CO با فلز مورد نظر اتصال می‌یابد. یکی از مهم‌ترین کربونیل‌های خطرناک، نیکل کربونیل (P_{037}) با فرمول شیمیایی $Ni(CO)_4$ است. این ترکیب فرار که تولید آن نیز قابل ملاحظه است، در زمره‌ی مواد بسیار خطرناک طبقه‌بندی می‌شود، زیرا بسیار سمی و اشتعال‌زاست و میل ترکیبی شدیدی با مواد اکسید کننده‌ای مانند اکسیژن دارد.

- **آلاینده‌های آلی:** شامل موارد ذیل است:

- **ترکیبات هیدروکربنی:** ۲ متیل بوتان یکی از آلکان‌های معروف است که ماده‌ای فرار و اشتعال زا بوده و یکی از مواد اصلی بنزین را تشکیل می‌دهد.

- **ترکیبات آلی حاوی اکسیژن:** این ترکیبات در ساختمان مولکولی خود دارای اکسیژن به‌صورت‌های مختلف هستند.به‌دلیل دارا بودن پیوندهای کووالانسی به‌سختی در طبیعت تجزیه می‌شوند.
- **ترکیبات آلی حاوی نیتروژن:** این گروه از ترکیبات به سه گروه آمین‌ها، نیتروس آمین‌ها و ترکیبات نیترو طبقه‌بندی می‌شوند. از مهم‌ترین وشناخته شده‌ترین ترکیبات این گروه می‌توان به متیل آمین، دی متیل نیتروس آمین وتری نیتروتولوئن (TNT) اشاره کرد.
- **ترکیبات هالیدی آلی:** از مهم‌ترین مواد این گروه می‌توان به کلور متان، دی کلو متان، تترا کلرید کربن، دی کلرو فلورو متان، کارو اتان، متیل کلرو فورم، ونیل کلراید، هگزاکلرو بوتادین، پلی کلرو بی فنل‌ها (PCBs)، دی کلرو پروپن، پنتا کلرو فنل‌ها، تری کلرو اتیلن، پلی برومو بی فنل‌ها (PBBs) اشاره کرد. PCBs و PBBs دارای خاصیت بزرگ‌نمایی زیستی هستند.
- **ترکیبات آلی حاوی گوگرد:** بوی تخم‌مرغ گندیده و سیر از مشخصه‌های بارز این گروه از ترکیبات است. این گروه طیف گسترده‌ای از ترکیبات حاوی گوگرد را تشکیل می‌دهند. از مهم‌ترین ترکیبات این گروه می‌توان به متان اتیول، اتان اتیول، بنزن اتیول، دی متیل سولفید، تیوفان، اوره، متیل ایزو سیانات اشاره کرد. این مواد کاربردهای مختلفی در صنایع پتروشیمی دارند، که بخشی از آن‌ها ممکن است به‌صورت تصادفی و یا عمدی از طریق پساب‌های صنعتی وارد محیط‌های آبی شوند.
- **ترکیبات آلی حاوی فسفر:** برخی از ترکیبات این گروه مواد بسیار فرار و فعالی هستند و به‌سرعت در محیط‌زیست با اسید مواد واکنش نشان می‌دهند. از مهم‌ترین مواد این گروه می‌توان به متیل فسفین، دی متیل فسفین، تری متیل فسفین، فنل فسفین، تری فنل فسفین، تری اتیل فسفین اکسید، تری بوتیل فسفین اکسید، فسفر تیونات، دی سولفان، مالاتیون اشاره کرد.
- **پلی کلر و بی فنل‌ها:** این مواد دارای مقاومت بالا به درجه حرارت، تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی و فشار بخار پایین هستند. به دلیل مقاومت بالا و هم‌چنین خاصیت بزرگ‌نمایی این مواد در زمره مواد ممنوعه مشمول کنوانسیون آلاینده پایدار (POPs) قرار گرفته‌اند. نام تجاری این مواد آسکارل است.
- **ترکیبات نفت:** نفت‌خام و مشتقات آن‌ها نیز یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های آب در خلال سال‌های اخیر می‌باشند. این مساله خصوصا در کشورهای نفت خیزی مانند ایران بیش‌تر حایز اهمیت است. زیرا در این کشورها به دلیل استحصال و حمل و نقل مقادیر قابل ملاحظه‌ای از نفت و مشتقات آن‌ها هم در اثر انتشار تصادفی و هم در نتیجه نشت مستمر به دلیل فرسوده بودن لوله‌های انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی، بحران‌های آلودگی شدیدی را در این مناطق رقم زده‌اند.

– **آلاینده‌های فیزیکی:** ذرات کلئوئیدی محلول که قطر آن‌ها بین ۰/۰۰۱ تا ۱ میکرومتر (M) است، اثرات بسیار شدیدی در واکنش‌های شیمیایی در محیط‌های آبی دارند. ذرات کلوییدی ناشی از کدورت در آب شناور مانده و رسوب نمی‌کنند چون بار منفی داشته و یک‌دیگر را دفع می‌کنند. از سوی دیگر نسبت سطح به حجم در

کلوئیدها بسیار زیاد است، به همین دلیل این مواد از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در محیط‌های آبی بسیار فعال هستند. این امر باعث می‌شود حذف این مواد در زمان تصفیه آب بسیار مشکل‌ساز باشد.

- **آلاینده‌های بیولوژیک**: به‌طورکلی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برای این قبیل آلاینده‌ها که عوارض بهداشتی دارند متصور نیست. نکته مهم رفع منشا آلودگی بیولوژیک و ضدعفونی کردن آب مشکوک به آلودگی بیولوژیک با توجه به اهمیت و نوع مصرف آن است.
- **آلاینده‌های رادیواکتیو**: یکای اکتیویته فعالیت یک ماده رادیواکتیو را نشان می‌دهد و عبارت‌است از تعداد واپاشی هسته‌ای در واحد زمان. مواد رادیواکتیو شامل پرتوهای آلفا، ایکس، گاما، نوترون‌هایی با انرژی متفاوت و... می‌باشند. ذرات آلفا چگالی یون‌سازی بالایی دارند و در مقایسه با پرتوهای ایکس و گاما، برای دوز جذب شده مساوی، ممکن است تا ۲۰ برابر به سلول‌ها آسیب برسانند. این‌گونه مواد با آب واکنش نشان داده و رادیکال‌های H، OH، $[HO]_2$ را آزاد می‌کنند که سبب بروز آسیب‌های شیمیایی در سلول‌ها می‌شود.

۳-۶- راه‌های احتمالی ورود آلودگی به منابع آب

آلاینده‌ها از طرق مختلفی وارد منابع آبی می‌شوند، گاه بر اثر ورود مستقیم فاضلاب‌های شهری به منبع آبی، یا بر اثر تصادفات جاده‌ای که مخزن‌های حاوی مواد شیمیایی مستقیما وارد منبع آبی می‌شوند. گاه آلودگی ابتدا به جریان‌های سطحی وارد و سپس مخازن آب زیرزمینی را آلوده می‌کند و هم‌چنین هنگامی که لوله‌های زیرزمینی انتقال موادنفتی و یا لوله‌های فاضلاب شهری شکسته شده و پس از مدتی وارد منابع آب سطحی و یا زیرزمینی می‌شوند. به‌طورکلی می‌توان با توجه به سطحی یا زیرزمینی بودن منبع آبی فرایندهای انتقال آلودگی را به فرایندهای انتقال مستقیم (آب‌های سطحی) و غیرمستقیم (منابع آب زیرزمینی) تقسیم کرد.

۳-۶-۱- فرایند انتقال آلودگی در آب‌های سطحی

انتقال آلودگی در آب‌های سطحی مستقیم و حاد است، به این شکل که بر اثر عوامل طبیعی مثل زلزله، سیل و یا عوامل انسانی (مراکز دفن زباله، تخریب تاسیسات، راه‌های حمل و نقل مواد)، انتقال آلودگی به منابع آب‌های سطحی به‌طور مستقیم صورت می‌گیرد و بلافاصله آلودگی درمنابع آب سطحی به سرعت انتشار می‌یابد.

۳-۶-۲- فرایند انتقال آلودگی درآب‌های زیرزمینی

قبل از بررسی راه‌های انتقال آلودگی در منابع آب زیرزمینی، لازم است توضیحاتی در ارتباط با آلاینده‌های منابع آب زیرزمینی ارائه شود. به‌طورکلی مسایل آلودگی آب‌های زیرزمینی مربوط به سه دسته از مواد آلاینده است:

- آلاینده‌های قابل حل در آب که بر روی سطح زمین پخش و یا انباشت شده‌اند.
- مواد آلاینده‌ای که در زیرزمین و بالاتر از سطح ایستایی انباشت شده‌اند.

- مواد آلاینده‌ای که در زیر سطح ایستایی انباشته می‌شوند.

بسیاری از مسایل آلودگی وابسته به این فعالیت‌ها، از پیچیدگی زیادی برخوردار بوده و برخی از آن‌ها به‌خوبی قابل درک نمی‌باشند. در مواردی که موقعیت نواحی منشاء آلودگی در جریان، مشخص باشد، این موارد به عنوان منشاء آلودگی‌های نقطه‌ای در اکثر نقاط دنیا شناخته می‌شوند، در غیر این‌صورت منشاء آلودگی خود به آلودگی‌های غیرنقطه‌ای و خطی قابل تقسیم است.

۳-۶-۲-۱- آلودگی نقطه‌ای

برخلاف آلودگی‌های غیرمتمرکز و توزیعی، آلودگی‌های موضعی یا متمرکز بر اثر وجود آلاینده نقطه‌ای، به‌طورتدریجی سفره را آلوده کرده و فرایند عملکرد آن به‌صورت ورود آلودگی از نقطه آلاینده به سمت سفره آب زیرزمینی می‌باشد. در این مورد یکی ازآلاینده‌های اصلی که باعث آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود، سیستم‌دفع فاضلاب خانگی توسط چاه‌های جذبی و نشت آب آلوده از آن‌ها به سفره‌های آب زیرزمینی است، به‌خصوص در مناطق پرجمعیت، این نوع آلودگی از آلاینده‌های اصلی سفره محسوب می‌شوند. گرچه در حال حاضر پروژه‌های فاضلاب شهری در بعضی از شهرهای بزرگ ایران در دست مطالعه و اجراست، ولی به دلیل طولانی بودن دوره اجرای آن‌ها و هم‌چنین گسترش بی‌رویه محدوده شهرها، به سختی می‌توان شهری را به‌طورکامل از نظر شبکه فاضلاب پوشش داد، در نتیجه همیشه سفره‌های واقع در مناطق شهری درمعرض خطر آلودگی فاضلاب قراردارند. این نوع آلودگی با این که از نظر ماهیت، جزو آلودگی متمرکز و نقطه‌ای محسوب می‌شود، ولی در جایی که تعداد زیادی از این نقاط وجود داشته و نوع آلاینده نیز یکسان باشد، می‌توان آن‌ها را از نوع توزیعی نیز در نظر گرفت.

از انواع دیگر آلاینده‌های متمرکز سفره‌های زیرزمینی، می‌توان از مخازن کوچک سطحی که به‌طور مثال برای ذخیره‌کردن مواد نفتی احداث می‌شوند نام برد که در مقیاس بزرگ‌تر، مخازن بزرگ انباشت زباله‌های اتمی و سایر آلاینده‌ها را نیز شامل می‌شود. هرچند روند پدیده نشت از این نوع مخازن به داخل سفره‌های آب زیرزمینی بسیار کند و بطئی است، با این وجود این نوع آلاینده‌ها طی زمان مخصوصا در مناطق با آب زیرزمینی کم‌عمق جزو عوامل آلوده‌کننده بسیار خطرناک به‌حساب آمده و به دلیل پایداری دراز مدت آن‌ها، برای انسان و محیط‌زیست تهدیدآمیز می‌باشند [۳۵]. به‌طورکلی آلودگی با منشاء نقطه‌ای شامل موارد زیر است:

- نشت از مخازن زیرزمینی
- نشت از لوله‌ها (شامل مجراهای فاضلاب نیز می‌گردد)
- ریخته شدن مایعات آلوده در سطح زمین
- پساب ناشی از فعالیت‌های صنعتی و معدنی
- توسعه دفن پسماندها
- چاه‌های تزریقی

- استخرها و حوضچه‌های نگه‌داری سیالات آلوده [۴۲]

یکی از عوامل آلودگی آب زیرزمینی، دفع مواد زاید به صورت مستقیم در سطح زمین است. مثال‌هایی از این مورد شامل کودها، فاضلاب‌ها، زباله‌ها و باطله‌های صنعتی است. اگر باطله‌ها دارای مواد قابل حل در آب باشند، این مواد ممکن است به‌درون سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ کنند. در عملیات دفن پسماندها و موارد مشابه، شیرابه‌های نشتی که موادآلاینده را در خود حل کرده و به سمت پایین نفوذ می‌دهند، می‌توانند با رسیدن به زون اشباع باعث آلودگی آب زیرزمینی شوند. مقدار شیرابه تولید شده در این موارد به‌طورمستقیم در ارتباط با بارش (با فرض این‌که مواد زاید در بالای سطح ایستایی است) می‌باشد باطله‌های معدنی، شامل مواد بسیار ریزدانه‌ی هستند که بسته به نوع ماده معدنی و روش‌های استخراج و فرآوری ممکن است تولید آب‌های اسیدی و یا سمی کنند. این مواد معمولا در داخل استخرهایی که جهت ذخیره باطله معدنی به کار می‌روند، ذخیره می‌شوند. به‌طورکلی مخازن ذخیره باطله‌های معدنی عایق‌بندی نمی‌شوند و بنابراین پس از پایان عمر مفیدشان می‌توانند به عنوان منشایی برای اسیدها، فلزات سنگین، جامدات محلول و مواد رادیواکتیو عمل کنند.

هنگامی که یک آلاینده برای اولین بار به زون اشباع وارد می‌شود، ممکن است به‌دلیل غلظت بالا تا مدت‌ها به‌صورت یک آلاینده پایدار عمل نماید. اگرچه در غلظت‌های پایین‌تر آلاینده ممکن است تحت اثر فرایندهای تجزیه، به‌طورکلی حذف شوند.از دیدگاه آلودگی آب‌های زیرزمینی، مهم‌ترین ویژگی یک آلاینده، میزان حلالیت آن است. حلالیت یک ماده به عنوان ِجرمی از آن ماده است که تحت شرایط خاص در حجم واحد محلول حل می‌شود. حلالیت یک آلاینده عامل تعیین کننده حداکثر غلظت ممکن یک آلاینده در آب زیرزمینی می‌باشد. حلالیت برحسب ِجرم آلاینده در حجم محلول موردنظر بیان می‌شود. شدت آلودگی آب‌های زیرزمینی تا حدودی بستگی به خصوصیات باطله یا مایع نشتی دارد. این خصوصیات شامل: حجم، ترکیب شیمیایی، غلظت، نرخ زمانی رها شدن آلاینده، وسعت سطحی که آلاینده از آن ناشی می‌شود و هم‌چنین چگالی مایع نشتی می‌شوند. به‌دست آوردن داده‌هایی که این خصوصیات را به‌طور دقیق معین کنند، بسیار دشوار است و معمولا مجموع این خصوصیات با هم‌دیگر تحت عنوان نرخ جریان ِجرمی در نظر گرفته می‌شوند. نرخ جریان ِجرمی تابع غلظت آلاینده و حجم آن و نرخ تخلیه یا نشت می‌باشد.

- فرایندهای انتقال آلاینده‌های حل شده در آب زیرزمینی:
  - جابه‌جایی[1]
  - انتشار مولکولی[2]
  - پخش‌شدگی مکانیکی[3]

1- Advection
2- Molecular Diffusion
3- Mechanical Dispersion

این سه فرایند می‌توانند به صورت هم‌زمان در آب زیرزمینی در حال جریان رخ دهند. در فرایند انتقال، بسیاری از آلاینده‌ها با ترکیبات دیگر و یا یون‌های محلول واکنش نشان می‌دهند.آلاینده‌ها هم‌چنین می‌توانند جذب محیط شوند و یا از محیط وارد محلول گردند. واکنش‌های شیمیایی، جانشینی یونی و فرآیندهای جذب یا انحلال می‌توانند به طورقابل ملاحظه‌ای نرخ انتقال آلاینده را کاهش دهند.

- جابه‌جایی مواد حل شده

این فرآیند شامل جابه‌جایی مواد حل شده با جریان آب زیرزمینی است. جابه‌جایی، مولفه‌ای از فرآیند انتقال کلی است که می تواند به طور ریاضی به وسیله جریان آب زیرزمینی درجهت شیب هیدرولیکی در یک محیط همگن و با سرعتی برابر با سرعت خطی میانگین (V) تعریف شود. در سفرهای همگن با زمینه درشت دانه، جابجایی، فرآیند غالب انتقال مواد محسوب می‌شود.

- پخش‌شدگی و انتشار مولکولی

این دو فرآیند با هم‌دیگر به عنوان پخش‌شدگی هیدرودینامیکی نیز نامیده می‌شوند. انتشار مولکولی فرآیندی است که در طی آن آلاینده‌های حل شده در آب تحت اثر گرادیان غلظت از نقاط با غلظت بیش‌تر به سمت نقاط با غلظت کم‌تر حرکت می‌کنند. این فرآیند می‌تواند هم در هنگام حرکت و هم در هنگام سکون آب زیرزمینی رخ دهد. به‌دلیل این‌که نیروهای مولکولی ایجاد کننده فرآیند انتشار در مقایسه با نیروهای ایجاد کننده فرآیند جابه‌جایی، بسیار ضعیف‌تر هستند، بنابراین فرآیند انتشار مولکولی عمدتا در محیط‌های هیدروژئولوژیکی با سرعت جریان آهسته مورد توجه قرار می‌گیرند.

- پخش‌شدگی مکانیکی

پخش‌شدگی مکانیکی مولفه‌ای از فرآیند انتقال کلی است که مربوط به مسیرهای پرپیچ و خم آب و آلاینده در هنگام عبور از محیط‌های متخلخل و درز و شکاف‌دار می‌باشد. یکی از تفاوت‌های پخش‌شدگی مکانیکی با فرآیند جابه‌جایی این است که فرآیند جابه‌جایی مولفه‌ای از انتقال کلی است که از جریان میانگین آب زیرزمینی ناشی می‌شود، در حالی‌که پخش‌شدگی مکانیکی مولفه‌ای است که به تغییرات مکانی مسیرهای جریان و تغییرات سرعت حرکت آب زیرزمینی مربوط می‌شود. هریک از ویژگی‌های محیط متخلخل که باعث تغییر سرعت آب زیرزمینی شود مقدار پخش‌شدگی مکانیکی آلاینده را افزایش می‌دهد.

۳-۶-۲-۲- آلودگی با منبع غیرنقطه‌ای

در آلودگی با منبع غیرنقطه‌ای، آلاینده‌ها به‌طور گسترده در سطح سفره و یا دشت توزیع و باعث پخش آلودگی در سراسر آب‌خوان به‌صورت غیرمتمرکز می‌شوند. در این زمینه می‌توان از آلاینده‌هایی که در بخش کشاورزی به‌صورت کودشیمیایی و سموم دفع آفات نباتی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیز کاربرد آب آلوده در مصارف کشاورزی نام برد. این فرایند به‌خصوص زمانی که سطح سفره آب زیرزمینی نزدیک به سطح زمین

و سفره کم‌عمق است به مراتب سریع‌تر صورت گرفته و در نتیجه آلاینده در زمان کمتری به آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. طی این فرایند، آب‌خوان در مدت کوتاهی آلوده شده و در پی آن خطرات جبران‌ناپذیری را به محیط‌زیست وارد می‌سازد. علاوه‌بر موضوع فوق که عامل اصلی آن انسان و در بخش کشاورزی است، جنس سنگ کف آب‌خوان نیز می‌تواند در برخی از مناطق به عنوان یک آلاینده غیرمتمرکز و توزیعی عمل کند، به‌طورمثال در صورتی که سنگ کف از نوع نئوژن واریزه‌ای حاوی املاح تبخیری باشد، ارتباط آن با آب‌های زیرزمینی باعث می‌شود که بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی به‌طور مرتب آب آب‌خوان شور شده و در نتیجه از کیفیت آن کاسته شود. ضمن این‌که بهره‌برداری بیش ازحد از آب‌خوان و تخلیه آن نیز می‌تواند این آلودگی را تسریع کند. [۳۵]

۳-۶-۲-۳- آلودگی خطی

علاوه‌بر دو نوع سیستم آلاینده موضعی و توزیعی، می‌توان به آلودگی خطی نیز اشاره کرد که به عنوان مثال می‌توان به کانال فیروزآباد در جنوب تهران اشاره کرد که کلیه هرزآب‌ها و رواناب‌های سطحی شهر تهران را جمع‌آوری و منتقل می‌کند. در سال‌های اخیر، در بعضی از شهرهای ایران، به دلیل رها کردن فاضلاب کارخانجات و یا حتی پساب‌های شهری و هرزآب‌ها به داخل قنات‌های خشک و متروکه و عبور در مسیر قنات، سفره آب زیرزمینی به‌طور خطی آلوده شده‌اند. از دیگر حالات آلودگی آب‌خوان، می‌توان به نشت آلودگی از طریق زهکش‌ها در پروژه‌های زهکشی اشاره کرد.

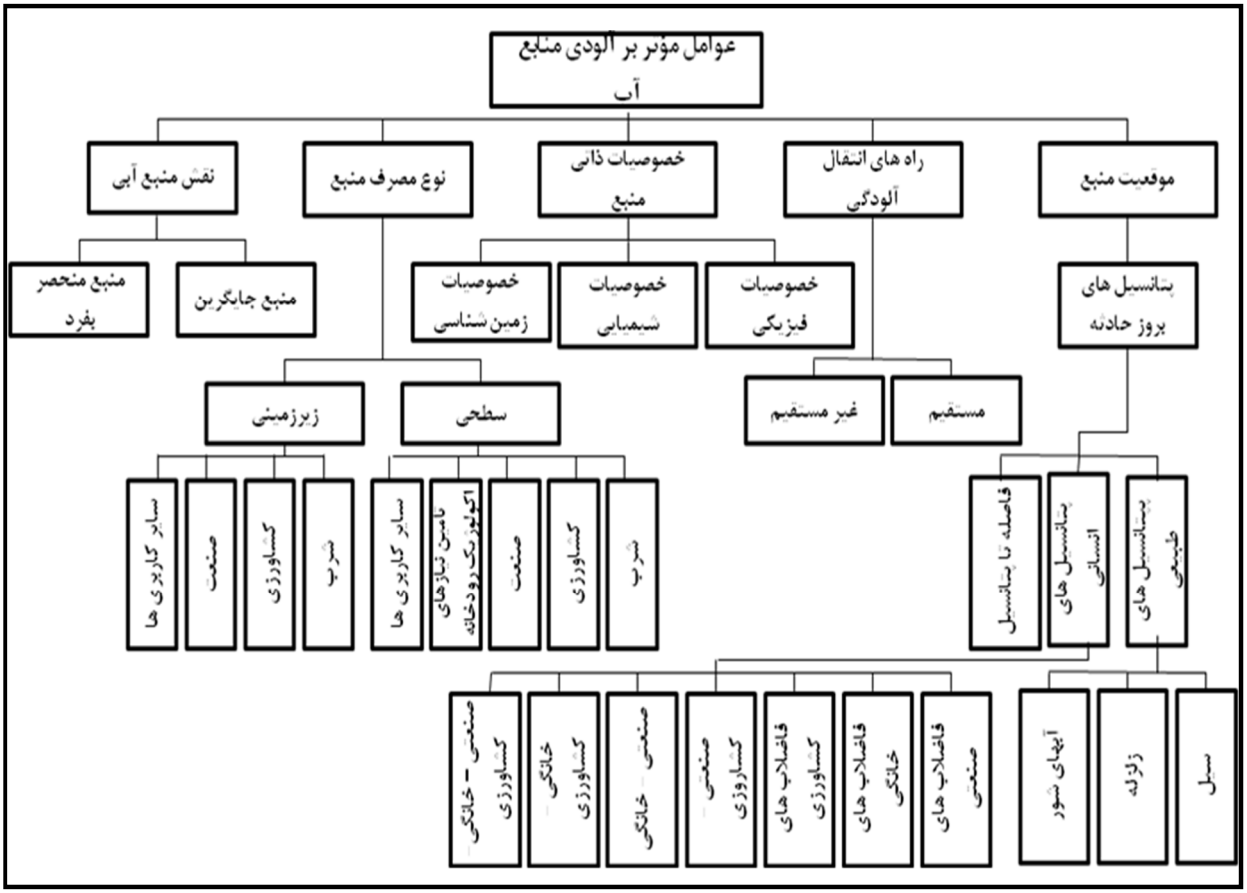
فصل ۴

شناسایی آسیب‌پذیری منابع آب و طبقه‌بندی آن‌ها از نظر حساسیت نسبت به حوادث بروز آلودگی

۴-۱- کلیات

آلودگی آب ناشی از رویداد مخاطرات طبیعی و انسانی است. متاسفانه منابع آبی کشور ایران از جهات گفته شده در فصول قبل، در شرایط نامساعدی قرار دارند. از نظر اقلیمی بجز حاشیه دریای‌خزر، منابع آب دیگر نقاط کشور با شرایط کم آبی مواجه‌اند. از نظر زمین‌شناسی، به علت ساختار کلی زمین‌شناسی تکتونیکی کشور، منابع آب با پتانسیل‌های خطر طبیعی مثل زلزله، سیل، زمین لغزش، در معرض خطر آسیب‌دیدگی و آلودگی قرار دارند. علاوه‌بر مسایل طبیعی، با پیشرفت‌های انسانی، پتانسیل‌های انسانی هم با تاثیر بیش‌تری بر آلودگی منابع آب ایفای نقش کرده‌اند. بنابراین عوامل طبیعی و انسانی زیادی بر آسیب‌پذیری منابع آب به‌ویژه از نظر آلودگی تاثیرمی‌گذارند ولی میزان تاثیرگذاری عوامل آلوده کننده یکسان نیست. هم‌چنین شدت واکنش منابع آب در برابر محرک‌ها نیز متفاوت است، به‌همین دلیل سطوح مختلف آسیب‌پذیری، قابل تشخیص و تعریف هستند. با توجه به این‌که مطالعه و دسته‌بندی همه عوامل آلوده‌کننده به سادگی میسر نیست به همین دلیل برای برآورد سطوح آسیب‌پذیری، اصولا تنها عوامل و عناصر مهم در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته‌اند.

تعیین آسیب‌پذیری منابع آب نقش تعیین کننده‌ای در برنامه‌ریزی ومدیریت حفاظت وبهره‌برداری بهینه منابع آب حوضه‌های آب‌ریزکشور دارد. تعیین آسیب‌پذیری و حساسیت کمی و کیفی منابع آب خطوط قرمز و بحرانی را در سطوح کلان مدیریتی جهت سیاست‌گذاران و متولیان امور آب کشور ترسیم می‌کنند. [۲۹ و ۳۰] برای رسیدن به چنین منظوری لازم است پتانسیل‌های ایجاد خطر و ویژگی‌های ذاتی منابع آب شناسایی و سپس با توجه به عوامل (معیارها) موثر، در قالب موارد پنج‌گانه گفته شده در شرح خدمات، پتانسیل‌های (شاخص‌ها) تاثیرگذار بر آلودگی بررسی شوند که این امر در فصل حاضر تحقق یافته و سپس با توجه به معیارها و شاخص‌ها، نسبت به ارزش‌گذاری و ارزیابی و در نهایت طبقه‌بندی حساسیت منابع آب در دو سطح خرد و کلان اقدام شده است.



شکل ۴-۱- عوامل و پارامترهای موثر در آلودگی منابع آب

۴-۲- حریم منابع آب

آب به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر طبیعی، بالاترین نقش را در زندگی انسان ایفا می‌کند، به‌همین منظور حفاظت از این منبع در هر برنامه‌ریزی امری ضروری محسوب می‌شود. در این راستا تعیین موقعیت (تعیین حریم) منابع آبی نسبت به عوامل حساسیت زای محیطی نقش تعیین کننده‌ای در برنامه‌ریزی‌های حفاظت از منابع آب دارد. باتوجه به‌این‌که شرایط منابع آب سطحی و زیرزمینی نسبت به آلاینده‌ها یکسان نیست، لذا به هنگام تعیین حریم منابع آبی، توجه به این موضوع مهم و ضروری است.

۴-۲-۱- حریم آب‌های سطحی

محدودیت کمی منابع آب سطحی و تهدید این منابع از سوی آلاینده‌های مختلف، نیاز به بهره‌برداری بهینه و هم‌چنین ضرورت حفاظت کیفی منابع آب سطحی را بیش از پیش توجیه می‌کند. یکی از مهم‌ترین ابزارهای دستیابی به این مهم، تعیین حریم‌های کیفی می‌باشد. تعیین حریم کیفی منابع آب سطحی، یک نگرش ساختاری و راهبردی محسوب می‌شود و درسطح کلان، مدیریت منابع آب کشور برای حفاظت و بهره‌برداری پایدار از این منابع حیاتی مطرح شده است. [۳۳]

جهت تعیین حریم کیفی رودخانه‌ها، انهار طبیعی، برکه‌ها و... با عنایت به موارد مندرج در آیین‌نامه مربوط به بستر وحریم رودخانه، ... (موضوع تصویب نامه شماره ۲۶۰۴۶/ت ۲۳۶۸۷هـ مورخ ۱۳۷۹/۸/۱۶)، در راستای کمال انتفاع و حفاظت کیفی منابع آب، منابع آب سطحی به سه گروه زیر تقسیم شده و برای هر گروه طبق روش ذکر شده تعیین حریم می‌گردد:

۴-۲-۲- منابع آب‌شرب

باعنایت به مصوبه حریم کیفی آب‌های سطحی، حریم کیفی منابع آب شرب مقطوعا ۱۵۰ متر (تراز افقی) می‌باشد. هم‌چنین محدوده بازه طولی حریم آب‌شرب از بالادست و نیز پایین‌دست محل برداشت آب به‌صورت زیر تعیین می‌گردد:

- ۲۰ برابر عرض بستر رودخانه درنقطه برداشت آب به عنوان بازه طولی حفاظت از منبع آب در بالادست محل برداشت آب منظور می‌شود و نیز بستر براساس معیارهای موجود در حریم کمی تعریف می‌شود.
- ۱ تا ۲ برابر عرض بستر رودخانه در نقطه برداشت آب جهت لحاظ نمودن برگشت آب رودخانه به سمت بالادست، به عنوان بازه طولی حفاظت از منبع در پایین‌دست محل برداشت آب منظور می‌شود. هم‌چنین چنان‌چه ایستگاه‌های برداشت آب جهت مصارف شرب در رودخانه با فاصله کم‌تر از ۵ کیلومتر به‌صورت متوالی قرار گرفته باشند، کل این محدوده نیز بازه آب شرب محسوب می‌شود [۳۳].

۴-۲-۳- تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت شده

حریم کیفی تالاب‌ها جهت حفاظت از شرایط اکولوژیکی ویژه زیست‌گاه و حیات جوامع گیاهی و جانوری وابسته به آن‌ها، شعاع ۱۵۰ متری از تالاب است. محدوده تالاب با استعلام از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مربوطه تعیین می‌شود. هم‌چنین حریم کیفی رودخانه‌های حفاظت شده (در محدوده حفاظتی) مقطوعا ۱۵۰ متر می‌باشد. لیکن باعنایت به مصوبه شورای عالی شکاربانی و نظارت بر صید (مصوبه شماره ۱، مورخ ۱۳۴۶/۷/۱۲) درخصوص بخش حفاظت شده رودخانه چالوس و سرداب رود واقع در شهرستان بوشهر فاصله ۲۰۰ متر از هر طرف رودخانه به عنوان حریم تعیین گردیده است.

۴-۲-۴- سایر منابع آب سطحی

حریم کیفی آن دسته از منابع آب سطحی که کاربری شرب نداشته و یا جزو تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت شده محسوب نمی‌شوند به سه ناحیه زیر تقسیم می‌شود:

- حریم کیفی در ناحیه اول(A):

مقطوعا ۲۰ متر از منتهی الیه بستر رودخانه است:

A=20M

- حریم کیفی در ناحیه دوم(B):

براساس رده‌بندی رودخانه تعیین می‌گردد. منظور از رده‌بندی، شماره‌گذاری شاخه اصلی رودخانه و شاخه‌های فرعی آن به روش زیر می‌باشد:

شاخه اصلی رودخانه را با شماره ۱ مشخص نموده و شاخه‌های فرعی را که به آن می‌ریزد با عدد ۲ مشخص نموده و به همین روال هرچه انشعابات بیش‌تر می‌شود، عدد منصوب به آن نیز بزرگ‌تر م شود(لازم به‌ذکر است که این روش عکس روش درجه‌بندی رودخانه‌ها می‌باشد). رده‌رودخانه با حرف (N) نشان داده می‌شود و حریم کیفی آن در ناحیه دوم با استفاده از رابطه زیرتعیین می‌شود:

$B= (150-A)/ (N+1)$

- حریم کیفی در ناحیه سوم (C):

با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود (همان ماخذ):

$C= 150-(A+B)$

۴-۲-۵- حریم منابع آب زیرزمینی

حریم کیفی منابع آب زیرزمینی عبارت از تعیین محدوده‌ها یا حریم‌های حفاظت کیفی در چندین سطح برای منابع آب زیرزمینی در مقابل آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی است که برای هرکدام از سطوح حریم کیفی، محدودیت‌ها و تغییرات خاص فعالیت‌های انسانی وضع می‌شود. به‌طورکلی درمطالعات تعیین حریم کیفی دو نوع منبع‌آب زیرزمینی و به تبع آن دو نوع مقیاس مطالعه را می‌توان تعریف کرد که به قرار زیر می‌باشند:

- ذخایر و منابع کلی آب زیرزمینی یا به عبارتی آب‌خوان‌ها (حریم کیفی ناحیه‌ای در سطح آب‌خوان)
- منابع یا تاسیسات برداشت آب زیرزمینی مانند چاه، چشمه و قنات‌های بهره‌برداری (حریم کیفی نقطه‌ای برای چاه، چشمه و قنات) [۱۰۲]:

۱- حریم کیفی نقطه‌ای (چاه، چشمه و قنات)

تعیین حریم کیفی درسطح حوضه یک چاه، چشمه و قنات، حفاظت آب زیرزمینی را در محدوده مجاور یک چاه، چشمه و قنات یا حوضه آن شامل می‌شود.

- انواع معیارها درتعیین حریم کیفی نقطه‌ای

عوامل تاثیرگذار و مهمی که به عنوان چارچوب برای تعیین روش‌ها به‌کار می‌رود معیار نامیده می‌شود. سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا درسال۱۹۹۳ پنج معیار برای تعیین حریم حفاظتی چاه، چشمه و قنات‌ها توصیه کرده است که عبارتند از:

- فاصله

معیار فاصله، برای تعیین حریم حفاظتی چاه، چشمه و قنات و محاسبه یک شعاع ثابت از چاه، چشمه یا قنات و بهره‌برداری تا مرز حریم چاه، چشمه یا قنات، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای تعیین حریم کیفی محلی می‌باشد.

- افت

افت عبارت از کاهش ارتفاع سطح آب چاه در اثر پمپاژ است. معمولا بیش‌ترین افت درخود چاه اتفاق می‌افتد و با دور شدن از چاه میزان افت کاهش می‌یابد تا حدی که سطح آب زیرزمینی تحت تاثیر پمپاژ قرار نمی‌گیرد. سرعت جریان آب زیرزمینی از مرز شعاع تاثیر به سمت چاه پمپاژ به‌دلیل افزایش گرادیان هیدرولیکی، افزایش می‌یابد، بنابراین افت سطح آب می‌تواند جریان آلاینده‌ها را به سمت چاه پمپاژ افزایش دهد. معیار افت برای تعیین مرزهای محدوده تاثیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد و محدوده تاثیر نیز می‌تواند به عنوان حریم حفاظتی چاه در نظر گرفته شود. [۱۰۲]

- زمان‌گذر

معیار زمان‌گذر، برای نشان دادن مدت‌زمان حرکت آب زیرزمینی یا آلاینده از یک نقطه در حریم چاه، چشمه و قنات تا خودچاه، چشمه و قنات مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از این معیار، نقشه خطوط هم‌ارزش زمان‌گذر آلاینده در یک محدوده زمانی تهیه می‌شود. محدوده‌های واقع بین خطوط هم زمان گذر، به عنوان حریم‌های کیفی در نظر گرفته می‌شوند.

- مرزهای جریان

معیار مرزهای جریان، برای تعیین محل خطوط تقسیم آب زیرزمینی یا عوارض فیزیکی – هیدرولوژیکی، دیگر که جریان آب زیرزمینی را کنترل می‌کنند، به‌کار می‌رود. این عوارض فیزیکی – هیدرولوژیکی، محدوده جغرافیایی که در تامین آب چاه، چشمه یا قنات شرکت دارد، را تعیین می‌کنند. محدوده جغرافیایی تعیین شده به عنوان حریم کیفی چاه، چشمه یا قنات انتخاب می‌شود.

- ظرفیت لایه آب‌دار برای جذب و کاهش آلودگی

معیار ظرفیت جذب، این واقعیت را نشان می‌دهد که بخش اشباع و غیراشباع یک آب‌خوان می‌توانند اثرات آلاینده‌ها را قبل از این‌که به چاه، چشمه یا قنات برسند از طریق فرایندهای رقیق‌سازی، پخشیدگی، جذب و واکنش‌های شیمیایی یا زوال بیولوژیکی کاهش دهند. این روش به دانش کافی در مورد مدل‌سازی انتقال آلاینده‌ها، اطلاعات وسیع در مورد هیدرولوژی، زمین‌شناسی و ژئوشیمی منطقه مورد مطالعه نیاز دارد.

- انواع روش‌ها درتعیین حریم کیفی نقطه‌ای:

چندین روش برای تعیین حریم چاه، چشمه و قنات وجود دارد که از نظر روش کار و هزینه‌های اجرایی با هم متفاوت بوده و انتخاب هریک از آن‌ها با توجه به منابع موجود، شرایط هیدروژئولوژیکی و اهداف ویژه‌ای صورت می‌گیرد:

- روش شعاع ثابت دل‌خواه

در این روش در اطراف هرچاه، چشمه یا قنات موجود در محدوده مورد مطالعه یک دایره با شعاع مشخص رسم می‌شود که تعیین کننده حریم آن‌است. این روش ساده و ارزان بوده به مهارت فنی چندانی نیاز ندارد.

- روش شعاع ثابت محاسبه شده

در این روش برای هر زمان گذر ویژه، یک مرز دایره‌ای شکل حول هر حلقه چاه، چشمه یا قنات رسم می‌شود که برای محاسبه شعاع دایره از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$R = \sqrt{\frac{QT}{\pi nH}}$$

R = نرخ پمپاژ چاه، چشمه یا قنات

n = تخلخل آب‌خوان (درصد)

H = طول اسکرین چاه، چشمه یا قنات (متر)

T = زمان گذر تا چاه، چشمه یا قنات پمپاژ (سال) که براساس هیدروژئولوژی وموقعیت منبع آلاینده انتخاب می‌شود

π = ۳/۱۴

معادله فوق با توجه به حجم آبی که در یک دوره زمانی می‌توان از یک چاه پمپاژ کرد تهیه شده است.

- روش اشکال مختلف ساده شده

این روش از مدل‌های تحلیلی برای ایجاد شکل‌های استاندارد حریم کیفی چاه، چشمه و قنات با توجه به معیارهای هیدروژئولوژیکی نمایان‌گر، زمان گذر و مرزهای جریان استفاده می‌کند.

- مدل‌های تحلیلی

این مدل‌ها از یک‌سری معادلات، به‌منظور ترسیم حریم چاه، چشمه یا قنات استفاده می‌کنند و برای درک سیستم‌های شبکه جریان آب زیرزمینی و انتقال آلودگی بسیار مفیدند.

- برداشت‌های هیدروژئولوژیک

در این روش از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ردیابی رنگی برای تهیه نقشه مرزهای جریان و تعیین زمان گذر استفاده می‌شود.

- مدل‌سازی عددی

در این روش از تکنیک‌های مدل‌سازی کامپیوتری برای شبیه‌سازی سه بعدی مرزهای آب‌خوان با استفاده از حل معادلات عددی استفاده می‌شود. بیش‌ترین تاکید در این روش براساس تهیه مدل ریاضی جریان و مدل انتقال آلودگی است. [۱۰۲]

۲- حریم کیفی ناحیه‌ای (سطح آب‌خوان)

حریم‌های کیفی می‌توانند در سطح یک حوضه، یک آب‌خوان یا گروهی از آب‌خوان‌ها مطرح باشند. علاوه‌بر تعیین حریم کیفی چاه، چشمه و قنات، حریم کیفی آب‌خوان نیز مطرح است. استفاده از حریم کیفی ناحیه‌ای، وسیله مناسب‌تری برای تعیین محدوده‌های حفاظت آب زیرزمینی (حریم کیفی) در مقیاس ناحیه، نسبت به روش کلاسیک چاه، چشمه و قنات است.

- ضرورت تعیین حریم‌های کیفی منابع آب زیرزمینی

به‌منظور حفاظت آب‌خوان‌ها در مقابل آلودگی، اعمال محدودیت بر کاربری اراضی موجود و آینده و هم‌چنین برداشت بیش از حد از آب‌خوان‌ها و فعالیت‌های دفن پسماند، ضروری است. اما در این بین محدودیت‌هایی نیز وجود دارد چرا که از دیدگاه اقتصادی –اجتماعی قابل قبول نیست که برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی، کل محدوده آب‌خوان را برای کاربری‌های مختلف ممنوع کرد. بنابراین بسیار مقرون به صرفه و معقول است که به جای اعمال کنترل بر کاربری اراضی و میزان برداشت، در هنگام تعریف و تعیین سطح کنترل لازم درحفاظت از کیفیت آب زیرزمینی، از ظرفیت میرایی طبیعی آلاینده (خودپالایی آلاینده) درمنطقه غیراشباع استفاده شود و در نتیجه به جای آن‌که تمامی قسمت‌های آب‌خوان ممنوع شود تنها توسعه کاربری، برای مناطق حساس و مستعد آلودگی متوقف می‌شود. بنابراین می‌بایست حریم‌هایی بر پایه آسیب‌پذیری آب‌خوان و شعاع حفاظتی منابع تامین آب و هم‌چنین میزان آلاینده‌ها، برای آب‌خوان تعیین شود که در واقع این امر نشان می‌دهد چه فعالیت‌هایی و در کجا می‌تواند منجر به خطر آلودگی آب زیرزمینی شود و چه فعالیت‌هایی باید متوقف شوند. [۳۳]

۴-۳- خصوصیات ذاتی منابع آب

در این بخش خصوصیات ذاتی منبع آبی مورد توجه قرار می‌گیرند. به‌طورکلی معیارخصوصیات ذاتی به شاخص خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (کیفیت آب)، آورد رودخانه (آب‌های سطحی)، دوام آب‌خوان (زیرزمینی) وخصوصیات زمین‌شناسی تقسیم‌بندی شده است.

۴-۳-۱- خصوصیات فیزیکی آب

- **رنگ:** آب‌خالص بی‌رنگ است. بنابراین وجود رنگ در آب نشانه وجود نوعی ناخالصی در آن است. بعضی از املاح معدنی مانند ترکیبات آهن یا کروم و برخی از فاضلاب‌های صنعتی آب را رنگی می‌کنند. ِصرف رنگین بودن، نشانه مضر بودن آب نیست، مثلا آب‌هایی که از مناطق زغال‌سنگ (تورب) سرچشمه می‌گیرند، رنگین هستند، ولی زیان‌آور نیستند. اثر آن‌ها این است که سبب می‌شوند نور خورشید بیش‌تر جذب آب شود و به اندازه کافی برای انجام عمل فتوسنتز به گیاهان آبزی نور نرسد و کاهش عمل فتوسنز در آب، کاهش تولید اکسیژن را به دنبال خواهد داشت. [۳۴]
- **کدورت:** کدورت آب عموما به دلیل وجود ذرات معلق بخصوص ذرات خاک‌رس است. در برخی از موارد، خاکستر ذرات ذغال و چوب و حتی ذرات برگ گیاهان و انواع ذرات معلق دیگر در آب باعث کدورت آب می‌شوند. آب اغلب رودها در فصل بهار پس از هر بارندگی شدید کدر می‌شود. آب باران، وقتی در سطح زمین جاری می‌شود، آن‌چه را قابل حل یا قابل حمل است با خود می‌برد. وجود کدورت نیز مانع جذب نور خورشید می‌شود و رشد گیاهان آبزی را کاهش می‌دهد. درنتیجه ته‌نشینی و تراکم مقداری گل ولای در کف‌رود، بستر آن برای تخم‌ریزی و تولید مثل ماهیان نامساعد می‌شود. کدورت، آب را برای مصارف خانگی و برای مصارف صنعتی و نیز تهیه نوشابه‌های غیرالکلی و کنسروسازی نامطلوب می‌سازد.
- **حرارت:** بالا رفتن دمای آب یک آلودگی فیزیکی است. یکی از علل افزایش حرارت آب، استفاده از آب رودخانه یا دریاچه برای خنک کردن نیروگاه‌های برق است. آبی که از این نیروگاه‌ها به رود یا دریاچه باز می‌گردد، حداقل ۷۰ درجه از آب آن‌ها گرم‌تر است و این اختلاف درجه حرارت با توجه به دایمی بودن بازگشت آب‌گرم، منطقه وسیعی از رود یا دریاچه را گرم‌تر می‌کند و شرایط زندگی گیاهان و جانوران را تغییر می‌دهد و تغییرات قابل توجهی را در مجموعه گیاهان و حیوانات آبزی باعث می‌شود جدول (۴-۱)

جدول ۴-۱- حدود مطلوب و مجاز ویژگی‌های فیزیکی آب آشامیدنی [۵۵]

ردیف	ویژگی	حد مطلوب	مقدار مجاز	واحد اندازه گیری
۱	کدورت	کم‌تر یا مساوی۱	حداکثر ۵	NTU[a]
۲	رنگ	-	حداکثر۱۵	پلاتین،کبالت برای رنگ حقیقی آبT.C.U
۳	بو	حداکثر۲واحد در ۱۲درجه سیلسیوس وحداکثر۳واحد در ۲۵درجه سیلسیوس	-	رقم آستانه بو (TON)
۴	pH	۸/۵ - ۶/۵	۹/۰-۶/۵	-

یادآوری۱: نظر به اینکه کدورت،رنگ وpHعلاوه بر قابل پذیرش بودن آب،در کیفیت بهداشتی آب به طور مستقیم نقش دارند،برای آنها حداکثر مجاز تعریف شده است.

یادآوری۲: تامین کدورت کم تر یا مساوی یک ان –تی-یو در خروجی تصفیه‌خانه‌های متعارف آب،الزامی است.

۴-۳-۲- خصوصیات (آلودگی) شیمیایی آب

آلودگی شیمیایی عبارت است از ورود ناخالصی‌های شیمیایی در آب، به اندازه‌ای که آب را از نظر آشامیدن یا مصارف دیگر نامناسب کند. این نوع آلودگی معمولا از فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی، تجاری یا سایر فعالیت‌های انسانی به آب وارد می‌شود. آلودگی شیمیایی آب خطرناک‌ترین و مهم‌ترین نوع آلودگی است، زیرا نه تنها اثرات بعضی از سموم و ترکیبات شیمیایی بر روی انسان و سایر موجودات زنده بسیار زیان‌آور است، بلکه تصفیه آب‌آلوده به سموم و ترکیبات شیمیایی غالبا به آسانی امکان‌پذیر نیست. به کاربردن مواد گوناگون شیمیایی در صنایع سبب می‌شود که تعیین و تشخیص غلظت و انواع آلوده‌سازها و برطرف کردن و کنترل آن‌ها بسیار بغرنج و مشکل شود. مثلا فاضلاب انواع صنایع فلزی که بسیاری از آن‌ها سمی هستند باعث بالا رفتن غلظت انواع فلزات در آب می‌شود. فاضلاب بعضی صنایع مربوط به تهیه مواد شیمیایی معدنی ممکن است محتوی مواد سمی مانند ترکیبات سیانور، آرسنیک و غیره باشند، با ورود این فاضلاب‌ها در منابع آب، غلظت هر یک از مواد سمی ممکن است رفته‌رفته افزایش یابد و به مقداری برسد که استفاده از آن آب را با مسمومیت توام کند.

فاضلاب صنایع تهیه مواد شیمیایی آلی که شامل انواع صنایع پتروشیمی (تهیه مواد مختلف از نفت و ترکیبات آن) است، محتوی مقادیر زیادی مواد آلی زیان‌آور است. مواد آلی عبارتند از ئیدروکربورهای کلردار (مواد آلی مرکب از کربن، هیدروژن، اکسیژن و کلر) و تعداد زیادی مواد شیمیایی که در کشاورزی برای مبارزه با آفات نباتات و علف‌های هرز به‌کار می‌روند.

جدول۴-۲- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی [۵۵]

ردیف	نوع ترکیب		حداکثرمجاز
۱	آرسنیک	As	۰/۰۱
۲	آزبست	-	MFL۷
۳	سرب	Pb	۰/۰۱
۴	کروم	Cr	۰/۰۵
۵	سلنیوم	Se	۰/۰۱
۶	کادمیوم	Cd	۰/۰۰۳
۷	آنتیموان	Sb	۰/۰۲
۸	جیوه(معدنی)	Hg	۰/۰۰۶
۹	مولیبدن	Mo	۰/۰۷
۱۰	سیانور	CN	۰/۰۷
۱۱	بر	B	۰/۵
۱۲	نیکل	Ni	۰/۰۷
۱۳	باریم	Ba	۰/۷
۱۴	وانادیوم	V	۰/۱

۴-۳-۳- کیفیت آب آشامیدنی

آب آشامیدنی آبی است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه‌مدت یا درازمدت، برای سلامت انسان ایجاد نکند. [۵۶]

در مورد تهیه و تامین آب آشامیدنی که مجموع آب‌شرب و بهداشتی را شامل می‌شود، علاوه‌بر جنبه کمیتی، کیفیت آب نیز مطرح است. تغییراتی که در کیفیت نزولات جوی به وجود می‌آید، ناشی از گازهای موجود در جو و مواد قابل حلی هستند که آب به خود می‌گیرد. علاوه‌براین، آلودگی‌های ساخت دست بشر نیز می‌تواند وارد آب شده و بدون تصفیه، توسط انسان نوشیده شود. هم‌چنین مشخص شده که آب عامل انتقال آلودگی‌های میکروبی است. در بخش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، از جداول ۹ و ۱۰ استاندارد کیفیت آب آشامیدنی ۱۳۸۸ استفاده شده است.

با توجه به مطالب فوق‌الذکر، در زیر شاخص وضعیت کیفیت آب به لحاظ قابلیت شرب به عنوان یکی از خصوصیات ذاتی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و یکی از شاخص‌های تعیین آسیب‌پذیری و تعیین حساسیت منابع آب آورده می‌شود:

- شاخص وضعیت کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی به لحاظ قابلیت شرب

با عنایت به محدودیت اطلاعات و داده‌های کیفی آب در شرکت‌های آب منطقه‌ای، دیاگرام شولر به عنوان مبنای طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی مدنظر قرار گرفته و کیفیت آب در شش‌طبقه به‌شرح زیر تقسیم می‌شود:

- قابلیت شرب خوب
- قابل قبول
- قابلیت شرب نامطبوع
- نامناسب
- غیرقابل شرب
- غیرقابل استفاده

شایان ذکر است در صورت تکمیل بانک‌های اطلاعاتی و نمونه‌برداری و آنالیز پارامترهای آلودگی، می‌توان از سایر روش‌ها نظیر WQI نیز استفاده کرد. [۲۹]

۴-۳-۴- کیفیت آب از نظر کشاورزی

برای آن‌که آب‌های سطحی و یا زیرزمینی بتوانند در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند بایستی از نظر کیفیت طبقه‌بندی شوند که لازم است دو شاخص مهم هدایت الکتریکی EC و نسبت جذب سدیم (S.A.R) آب‌های فوق‌الذکر مشخص و تعیین شوند. براساس حدود مقادیر شاخص‌های فوق، آب‌ها از نظر استفاده در کشاورزی به چهار کلاس خیلی‌خوب، خوب، متوسط و بد تقسیم‌بندی می‌شوند. [۲۷]

- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی که واحد اندازه‌گیری آن بر حسب میلی‌موس بر سانتی‌متر یا میکرو موس بر سانتی‌متر و در سیستم بین‌المللی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد، بیانگر شدت شوری آب است که به چهار کلاس تقسیم‌بندی می‌شود،

جدول (۴-۳). آب‌هایی که مقدار هدایت آن‌ها از ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بیش‌تر باشند برای امور زراعی مناسب نبوده و بایستی با استفاده از دستگاه‌های سبک کننده و تقلیل دهنده هدایت الکتریکی، املاح آن‌ها تقلیل یابد.

جدول ۴-۳- هدایت الکتریکی آب

گروه	درجه کیفی شوری	مقدار کمی EC بر حسب میکروموس بر سانتی‌متر	علامت گروه	کیفیت آب
۱	کم	۰/۰-۲۵۰	C_1	عالی
۲	متوسط	۲۵۰-۷۵۰	C_2	خوب
۳	زیاد	۷۵۰-۲۲۵۰	C_3	متوسط
۴	خیلی زیاد	بیش‌تر از ۲۲۵۰	C_4	بد

- نسبت جذب سدیم

این شاخص که با علامت S.A.R نشان داده می‌شود بیانگر شدت قلیایی بودن آب است که مانند شاخص قبلی به چهار کلاس با مقادیر مختلف به شرح جدول (۴-۴) تقسیم می‌شود:

جدول ۴-۴- نسبت جذب سدیم آب

گروه	درجه کیفی قلیایی	مقدار کمی S.A.R	علامت گروه	کیفیت آب
۱	کم	۰-۱۰	S_1	عالی
۲	متوسط	۱۰-۱۸	S_2	خوب
۳	زیاد	۱۰-۲۶	S_3	متوسط
۴	خیلی زیاد	۲۶-۳۲	S_4	بد

با توجه به مقادیر کمی ذکر شده در جداول فوق، در مجموع شانزده گروه آب از ترکیب شاخص‌های C (مربوط به هدایت الکتریکی) و S (مربوط به جذب سدیم) با علایم C_1S_1 تا C_4S_4 به‌دست می‌آید که عبارتند از:

- آب‌های خیلی‌خوب با علامت C_1S_1
- آب‌های خوب با علامت C_1S_2 C_2S_1 C_2S_2 ,
- آب‌های متوسط با علامت C_3S_3 ,C_1S_3 ,C_3S_1 ,C_3S_2 ,C_2S_3
- آب‌های نامناسب یا بد با علامت C_1S_4 ,C_2S_4 ,C_3S_4 ,C_4S_4 ,C_4S_1 ,C_4S_2 ,C_4S_3

بنابراین با توجه به علایم شانزده‌گانه فوق، به‌راحتی می‌توان تشخیص داد که هر قدر اندیس‌های عددی حروف C و S بزرگ‌ترشوند، آب از نظر کشاورزی از کیفیت و مرغوبیت کم‌تری برخوردار خواهد بود. [۲۷]

۴-۳-۵- کیفیت آب از نظرصنعتی

کیفیت آب‌های ایران اغلب برای صنعت مناسب نیست، به‌طوری که می‌توان گفت که بیش‌تر آب‌های زیرزمینی و سطحی بدون تصفیه از لحاظ سختی، در صنعت قابل استفاده نیستند. امکان استفاده از آب‌ها، نسبت به موقعیت منطقه و درجه تصفیه آن‌ها، فرق می‌کند (کردوانی، منابع و مسایل آب در ایران)، آب‌های مورد استفاده در بخش

صنعت با توجه به سه خصوصیت سختی، درجه قلیاییت و شوری به سه دسته تقسیم کـه برحسـب درجـه، ضـرورت تصفیه یاعدم نیاز به تصفیه جهت مصارف صنعتی به شرح جدول (۴-۵) مشخص می‌شوند:

جدول ۴-۵- کیفیت آب از نظر مصارف صنعتی

نوع آب	سختی کل میلی گرم در لیتر	درجه قلیائیت میلی گرم در لیتر	شوری کل میلی گرم در لیتر	ملاحظات
درجه یک	۵۰	۴۰۰	۱۵۰۰	از نظر سختی تصفیه مختصر لازم است
درجه دو	۱۵۰	۴۰۰	۳۰۰۰-۵۰۰۰	از نظر سختی تصفیه کامل لازم است
درجه سه	۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰۰-۱۰۰۰۰	از نظر سختی تصفیه کامل لازم است.

۴-۳-۶- آورد رودخانه و دوام آب‌خوان

خصوصـیات آورد رودخانـه (آب‌هـای سـطحی) و دوام آب‌خـوان (آب‌هـای زیرزمینـی) در سـطح خـرد (دشـت‌هـا و رودخانه‌های کشور) به شرح زیر است:

- **شاخص آورد سالانه رودخانه (MCM/Y):** آورد سالانه رودخانه، براساس طبقه‌بنـدی شـرکت مـدیریت منـابع آب ایران (تماب سابق) به سه گروه اصلی ذیل تقسیم شده است:
  - رودخانه‌های بزرگ با آورد سالانه بیش از ۷۰۰ MCM
  - رودخانه‌های متوسط با آورد سالانه بین ۷۰۰-۱۰۰ MCM
  - رودخانه‌های کوچک با آورد سالانه کم‌تر از ۱۰۰ MCM(همان ماخذ).
- **شاخص وضعیت دوام آب‌خوان:**
  - بحرانی: زمان دوام آب‌خوان زیر ۱۰۰ سال
  - نیمه بحرانی: مدت زمان دوام آب‌خوان ۲۵۰-۱۰۰ سال
  - نرمال: مدت زمان دوام آب‌خوان بالاتر از ۲۵۰ سال [۲۷]

- هیدرولوژی رودخانه و تغییرات آب و هوا

تغییر رژیم رودخانه و حجم آب در فصول مختلف سال، از اثرات مستقیم ایجاد سد می‌باشد. اثرات فـوق ممکـن اسـت مثبت یا منفی باشند. تغییرات کمی فوق هم‌چنین تغییرات هیـدروفیزیکی و هیدروشـیمیایی سـد را نیـز بـه‌همـراه دارد. سیل‌گیر شدن منطقه پایین دست سد نیز از عوارض دیگر می‌باشد. تغییر در اکوسیستم رودخانه به علت تغییرات کمـی و کیفی آب حاصل می‌شود و حتی در نقاط دورتر نظیر مصب رودخانه نیز ظاهر مـی‌شـود. کـاهش مـواد رسـوبی در مصـب رودخانه باعث فرسایش سواحل و تغییر در اکوسیستم ساحل و مصب رودخانه می‌شود.

کاهش سرعت آب رودخانه باعث تقلیل قدرت خودپالایی رودخانه می‌شود. در رودخانه‌هـای دانـوب و رایـن ایجـاد سـدهای متعدد باعث کاهش سرعت جریان رودخانه و درنتیجه کاهش قدرت خودپالایی آن شده است. ایجاد سد ممکن اسـت تغییراتـی

جزئی و محلی نیز در آب و هوای منطقه ایجاد کند که تولید مِه و تغییرات دمای آب از آن جمله هستند. تغییر دمای آب در مراحل بعدی بر اکوسیستم پایین‌دست و بر روی کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک‌های آبیاری شده اثر می‌گذارد.

۴-۳-۷- خصوصیات ذاتی زمین‌شناسی (منابع کارست و غیرکارست)

به سیمای مرکبی از همه ناهمواری‌ها و پدیده‌های مختلفی که در اثر آب خورنده، در سازندهای مختلف قابل حل، با خصوصیات ویژه هیدرولوژیکی به‌وجود می‌آیند، اصطلاحا کارست می‌گویند. حدود ۲۵ درصد از جمعیت جهان نیاز آب شرب،کشاورزی و صنعتی خود را از منابع کارست تامین می‌کنند. در اروپا حدود ۳ میلیون کیلومترمربع سنگ کربناته که شامل سفره‌های کارستیک هستند وجود دارند. مهم‌ترین شهرهای دنیا مثل گرنوبل، وینا و اینسبروک تمام نیاز آبی‌شان را از منابع آب کارست فراهم می‌کنند. هم‌چنین کارست نقش مهمی در نیازهای مصرفی شرب، کشاورزی درشمال افریقا ایفا می‌کند. [۸۵]

در ایران پدیده‌های کارستی و مناطق کارستیک، در زاگرس، البرز، حوضه رسوبی کپه داغ و هزار مسجد وجود دارند. با توجه به گسترش جغرافیایی مناطق کارستیک در کشور و هم‌چنین نقش تعیین کننده‌ای که این منابع در تامین آب مصرفی ساکنین این مناطق دارد و با عنایت به این‌که در مقیاس‌های محلی منابع کارستی تنها منبع آبی محسوب می‌شوند، حفاظت صحیح از این منابع در برابر هرگونه آلودگی از ضروریات است.مهم‌ترین ویژگی سفره‌های کارستی پتانسیل آسیب‌پذیری بالای آن‌ها هم از نظر خصوصیات کیفی و هم کمی است. سیستم‌های کارستی در قیاس با سایرسیستم‌های آب زیرزمینی از این نظر که آلاینده‌ها سریع‌تر به آب زیرزمینی می‌رسند آسیب پذیرترند.

سفره‌های کم‌عمق در نواحی کارستی یکی از آسیب‌پذیرترین منابع آب نسبت به آلودگی می‌باشند. این آسیب‌پذیری تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر طبیعت آلاینده‌ها، رخساره‌های کارستی، وجود آب زیرزمینی در محیط‌های کارستی، زمان تماس آب‌های نفوذی با زون خاک و فرصت آلاینده‌ها برای ورود به سیستم سفره می‌باشد. منشاء آلاینده‌ها ممکن است ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، فعالیت‌های معدنی، ساخت و سازهای عمرانی، رواناب‌های سطحی در مناطق شهری، پساب‌های شهری یا صنعتی و شیرابه‌های تولید شده در محل دفن زباله باشند. بسیاری از رودهای زیرزمینی در مناطق کارستی در واقع رودهای سطحی هستند که پس از فرورفتن به داخل زمین در داخل غارها و مجاری انحلالی جریان یافته و سپس در محل تخلیه چشمه‌های کارستی دو باره در سطح ظاهر می‌شوند. به دلیل سرعت بالای این جریان‌های زیرزمینی، آلاینده‌های محلول در آب می‌توانند در طی چند ساعت چندین مایل را در زیرزمین طی کنند. به‌دلیل توسعه شبکه زیرزمینی مجاری انحلالی در سفره‌های کارستی و سرعت بالای جریان آب زیرزمینی در این مجاری، هرگونه آلودگی که وارد سیستم آب زیرزمینی شود دارای پتانسیل انتقال و گسترش سریع در سیستم می‌باشد.

مسایل آلودگی درمناطق کارستی ممکن است به‌وسیله دفن زباله‌های جامد و مایع تشدید شوند، زیرا این آلاینده‌ها می‌توانند به‌طورمستقیم شسته شده و به داخل سفره راه یابند. با توجه به توسعه روزافزون و استفاده گسترده از مواد خطرناک و سمی، نشت و یا سرریز این مواد می‌تواند در نواحی کارستی خطرات جدیدی را به‌دنبال داشته باشد. [۴۲]

ماهیت کارست نشانگر آن است که همراه با هر نوع فعالیت بشری در این مناطق، اقسام بسیار متفاوتی از احتمال خطر وجود دارد و به‌رغم برنامه‌های تحقیقاتی بسیار جدی و پیچیده، مولفه احتمال خطر غیرقابل اجتناب است. شاید بتوان آن را تا حد قابل قبولی کاهش داد، لکن برطرف کردن آن به‌طور کامل میسر نیست.

به‌طورکلی دشواری‌ها و شکست‌ها در توسعه نواحی کارستی را می‌توان به دو دسته فنی و زیست‌محیطی تقسیم کرد. مشکلات و عدم موفقیت‌های فنی به سازه‌های مختلف ساخته دست بشر نظیر سدها، مخازن و غیره مربوط می‌شوند. شکست‌های زیست‌محیطی نتیجه فرآیندهای مختلفی است که محیط‌زیست و کیفیت آب و حیات جانوران و گیاهان را تهدید می‌کنند. برخی از دشواری‌های فنی عبارتند از نشست زمین درسطح و کف مخازن، نشت آب در محل سدها و مخازن، جریان آب و گل در زمان حفاری، لرزه خیزی القایی به‌علت ذخیره مصنوعی آب و بروز سیلاب‌های ناشی از تغییر رفتار آب‌شناسی آب‌های سطحی.

بدون شک مهم‌ترین مولفه احتمال خطر در نواحی کارستی، ماهیت زمین‌شناسی آن‌هاست. از آن‌جا که در تمامی فرآیندهای زمین‌شناسی، از منشاء تا تخریب توده‌های سنگی، زمان عامل کلیدی به‌شمار می‌آید، بنابراین عامل اساسی در احتمال خطر محسوب می‌شود. [۴۲]

۴-۴- نوع مصارف منبع آبی

منابع‌آبی مصارف گوناگونی دارندکه به‌طورکلی در پنج بخش شرب، کشاورزی، صنعت، تامین نیازهای اکولوژیک و سایر کاربری‌ها مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند [۳۰]. هریک از بخش‌های مصرفی منابع آبی باید در سطح مشخصی از نظر خصوصیات کیفی قرار داشته باشند، درغیر این‌صورت جوابگوی نیاز آن بخش نخواهند بود. [۴۳]

فصل ۵

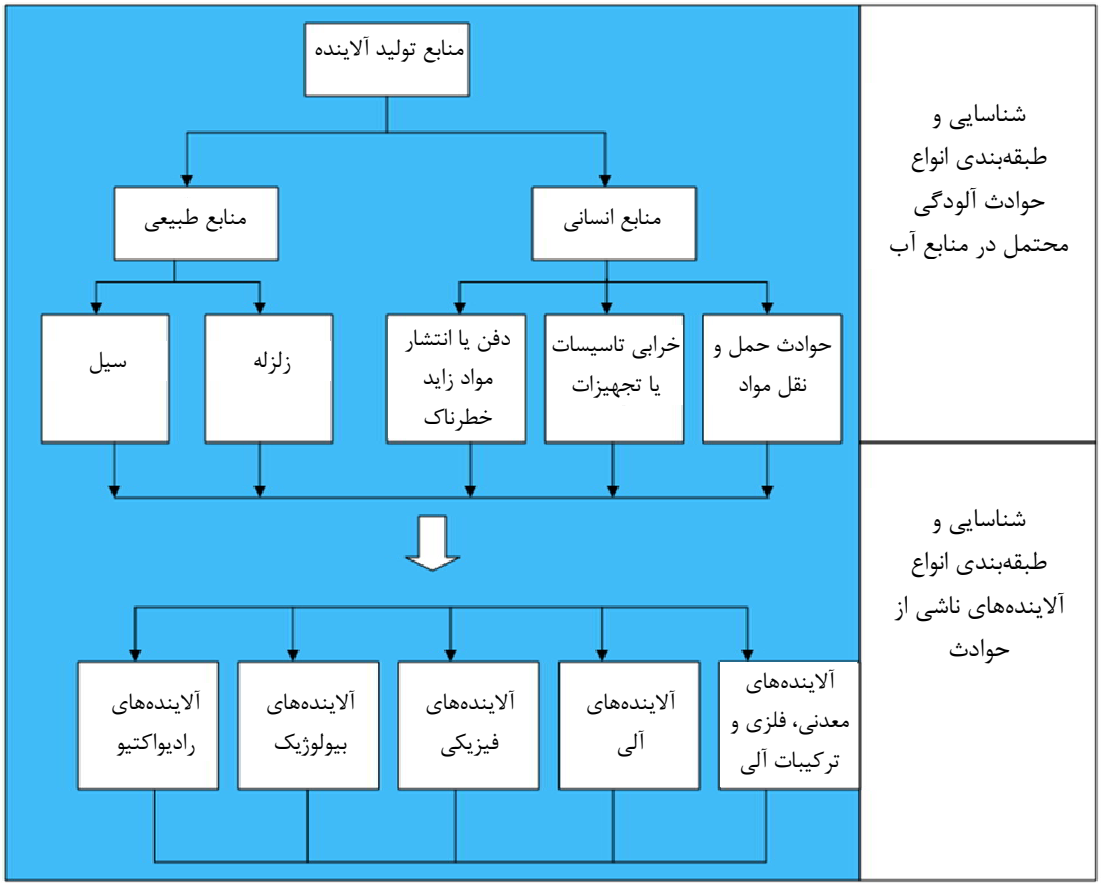
روش‌های ارزیابی ریسک آلودگی‌های منابع آب

۵-۱- کلیات

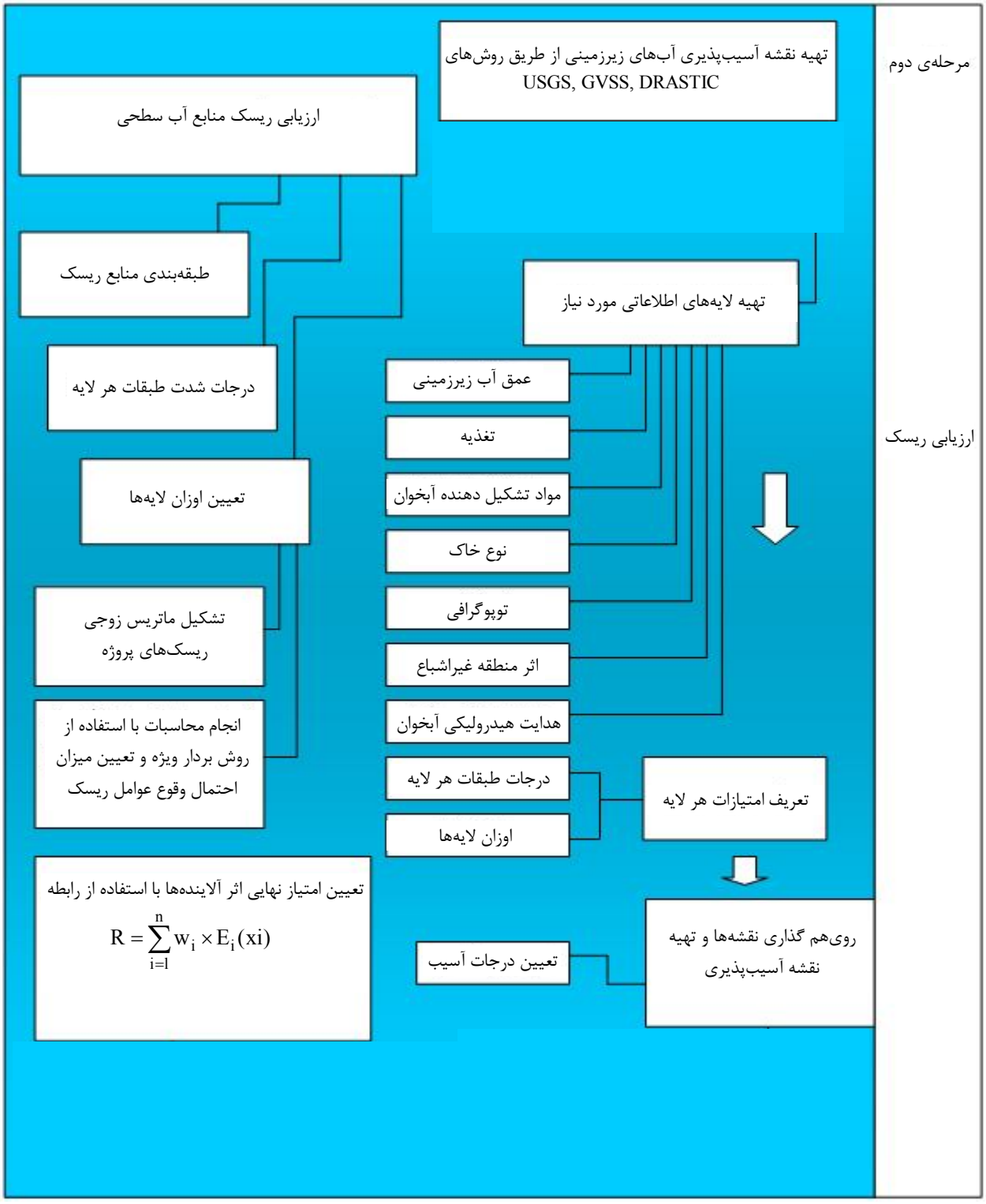
در ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب، منبع آبی به عنوان محیط متاثر از ریسک‌های موجود در سطح منطقه مطالعاتی مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین علیرغم این‌که روش‌های ارائه شده در ارزیابی ریسک از یک اصول و مبانی پایه نسبتا عمومی بهره‌مند هستند ولی در ارزیابی ریسک منابع آب (به عنوان یک منبع پذیرنده و تحت تاثیر ریسک)، باید تلاش شود تا از روش‌های اختصاصی‌تر استفاده گردد.

در ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب، شناسایی آسیب‌پذیری منبع آبی در برابر آلودگی‌ها از جمله پارامترهای اساسی محسوب می‌گردد. ریسک آلودگی منابع آب، با دو ویژگی جداگانه «آسیب‌پذیری محیط» و «آلودگی‌های ناشی از فعالیت انسانی»، تعریف می‌شود و در بیش‌تر روش‌های ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب، این دو پارامتر در محاسبات مطرح می‌باشند.

با توجه به این‌که منابع آب زیرزمینی و آب‌های سطحی از نظر خصوصیات مختلف هیدرولوژیکی، نحوه ارتباط با فعالیت‌های انسانی و آسیب‌پذیری تفاوت‌های قابل توجهی با یک‌دیگر دارند. لذا ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب برای منابع آب زیرزمینی و منابع آب سطحی متفاوت است. فرایند مدیریت ریسک زیست محیطی منابع آب سطحی وزیرزمینی در شکل (۵-۱)، ارائه گردیده است.



شکل ۵-۱- فرایند ارزیابی ریسک زیست محیطی منابع آب



مرحله اول - شناسایی مهم‌ترین منابع آلودگی در منطقه مورد مطالعه

پس از تعیین محدوده مطالعاتی جهت شناسایی منابع آلاینده می‌بایست مطالعات مربوط در چهار بخش ۱- شناسایی وطبقه‌بندی انواع آلودگی‌های محتمل در منابع آب، ۲- شناسایی وطبقه‌بندی انواع آلاینده‌های ناشی از حوادث، ۳- بررسی

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آلاینده‌های منابع آب ورفتار آن‌ها در منابع آب و۴-راه‌های احتمالی ورود آلودگی به منابع آب مورد استفاده قرار گیرد که در آن علاوه‌بر شناسایی منابع آلاینده،کیفیت عوامل آلاینده نیز بررسی وپیش‌بینی گردد (مراجعه به بخش۹و۱۰). (جهت تعیین کیفیت آلاینده‌ها می‌توان از نتایج مطالعات مشابه انجام شده استفاده نمود)

مرحله دوم – ارزیابی ریسک

اصولا در ارزیابی ریسک می‌بایست معیارهایی تعریف گردد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان شدت ریسک و آسیب‌پذیری،احتمال را نام برد.درخصوص معیار شدت ریسک، از آن‌جایی‌که منابع‌آلاینده به عنوان عوامل ایجاد ریسک برای منابع آب (اعم از سطحی و زیرزمینی)مطرح می‌باشند بنابراین در این بخش نخست نحوه محاسبه معیار شدت ریسک ارائه می‌شود. پس از نحوه تعیین شدت ریسک، در ادامه نحوه محاسبه سایر معیارهای ریسک برای منابع آب زیرزمینی و سطحی به‌طور مجزا ارائه می‌گردد.

- نحوه تعیین شدت ریسک منابع آلاینده

منظور از شدت ریسک منابع آلاینده، شدت اثرات وارد شده بر منابع آبی می‌باشد.شدت تاثیر آلاینده‌های منابع آلاینده بالقوه وبالفعل تابعی ازنوع ماده آلاینده نیز می‌باشد.لذا این مهم می‌بایست در امتیازات طبقات شدت مدنظر قرارگیرد. از آن‌جایی که در هریک از منابع آلودگی برحسب نوع آلاینده‌ها، شدت اثرات متفاوت می‌باشند، بنابراین لازم است برحسب درجه خطرناک بودن عوامل آلاینده امتیازات متناسب تعریف گردد.جداول (۵-۱)، (۵-۲) و (۵-۳)

جدول ۵-۱- طبقات منابع عمده آلودگی منابع آب

منبع تولید آلودگی	طبقات شدت	امتیاز
وجود جاده‌های تردد حمل ونقل مواد خطرناک	مشتقات نفتی	
	مواد غیر نفتی	
ورود فاضلاب انسانی	مراکز جمعیت روستایی	
	مراکز جمعیت شهری	
ورود فاضلاب صنعتی	فلزات سنگین	
	مواد آلی	
مراکز دفن مواد زاید شهری	زباله های خانگی	
	زباله خطرناک	
خطوط انتقال انرژی	مواد نفتی	
	انتقال گاز	
وجود فعالیت‌های معدنی	کانی‌های فلزی	
	کانی‌های غیرفلزی	
فعالیت‌های کشاورزی	کودهای شیمیایی	
	کودهای آلی	
	سموم کشاورزی	

جدول ۵-۲- امتیازات آلودگی‌های منابع آب برحسب شدت

طبقه	امتیاز	شرح
کم	۱	اثرات آلاینده یا آسیب‌های وارده به منبع آبی کم است.
خیلی کم	۲	اثرات آلاینده یا آسیب‌های وارده به منبع آبی جزیی است.
متوسط	۳	اثرات آلاینده یا آسیب‌های وارده به منبع آبی تا حدودی در حد متوسط است.
زیاد	۴	اثرات آلاینده، یا آسیب‌های وارده به منبع آبی زیاداست.

جدول ۵-۳- طبقه‌بندی اثرات حاصله از حوادث بر منابع آبی

طبقه‌بندی	اثرات بر روی منابع آب سطحی و زیرزمینی
طبقه ۴	- اثرات گسترده و دایمی بر کیفیت منابع آب - آسیب کلی بر اکوسیستم‌های آبی، مرگ و میر جانوران - تخریب فراگیر و گسترده بخش کشاورزی و اقتصادی، آلودگی خاک و محصولات کشاورزی - اثرات متعدد بر سلامت انسان، شایع شدن بیماری خاص با منشاء آلودگی آب
طبقه ۳	- اثرات قابل توجه روی منابع - تخریب قابل توجه اکوسیستم‌های آبی - تخریب قابل توجه و مهم بر بخش کشاورزی و اقتصادی - اثر بر روی انسان
طبقه ۲	- اثرات کمینه بر منابع آب - تاثیر جزیی بر اکوسیستم‌های آبی - تاثیر جزیی بر بخش کشاورزی و تجاری
طبقه ۱	اثر خاصی مشاهده نمی‌شود وتنها با تجهیزات آزمایشگاهی اثرات ضعیف قابل شناسایی می‌باشد.

برای بررسی میزان اثرات منفی سوانح و حوادث بر منابع آبی، کیفیت محیط‌زیست و سلامت انسان می‌توان حوادث را به گروه‌های مختلفی طبقه‌بندی کرد. اگرچه این طبقه‌بندی و چارچوب نمی‌تواند برای اکوسیستم‌های مختلف به‌طور یکسان کاربرد داشته باشد، اما می‌تواند به عنوان یک برآورد کلی از سطح اثرگذاری بروز حادثه برکیفیت منابع آب ملحوظ گردد.

- ارزیابی ریسک منابع آب سطحی

جهت محاسبه ریسک منابع آب سطحی،از دو رویکرد می‌توان استفاده کرد.در رویکرد نخست از دو معیار شدت و احتمال استفاده می‌شود. به‌طوری‌که جهت محاسبه احتمال از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و برای محاسبه شدت از روش ارائه شده فوق‌الذکر استفاده می‌شود.

جهت محاسبه آب سطحی،یکی دیگر از رویکردهای رایج در این زمینه،استفاده ازمدل‌های خاص ریسک منابع آبی نظیر WRASTIC، GODS می‌باشد. از ویژگی‌های این روش،آن است که علاوه‌بر این‌که جنبه آسیب‌پذیری منابع آب سطحی را در نظر می‌گیرد، نوع آلودگی‌ها وماهیت آن‌ها نیز مورد طبقه‌بندی قرار گرفته ودر مدل استفاده می‌شود.در هر دو رویکرد گام اول، شناسایی منابع تولید ریسک می‌باشد. در این بخش باید کلیه منابع آلاینده منابع آب سطحی اعم از صنعتی، کشاورزی، خانگی مورد شناسایی قرارگیرد (نوع، ماهیت آلودگی‌ها در فصول قبلی ارائه شده است).در این بخش هر دو رویکرد جهت محاسبه ریسک منابع آب سطحی ارائه می‌شود.

۵-۲- محاسبه ریسک منابع آب سطحی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

- محاسبه احتمال وقوع ریسک

برای محاسبه احتمال ریسک‌ها می‌توان از روش‌های محاسبه اوزان شاخص‌ها استفاده کرد.روش‌های مختلفی جهت محاسبه اوزان شاخص‌ها وجود دارد که عبارتند از: بردار ویژه،مجذور مربعات،لینمپ،انتروپی در این راستا در مرحله نخست می‌بایست ساختار سلسله مراتبی تشکیل گردد. درواقع اساس بسیاری از این روش‌ها فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد.

- فرآیند تحلیل سلسله ماتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و هم‌چنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها رادارد.علاوه‌بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید هم‌چنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. این روش براساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی طراحی شده است. روش توسط محققی به نام «توماس- ساعتی» در سال‌های ۱۹۷۰ پیشنهاد گردید به‌طوری که کاربردهای متعدد از آن زمان تاکنون برای این روش مورد بحث قرار گرفته‌اند. [۱۰۳]

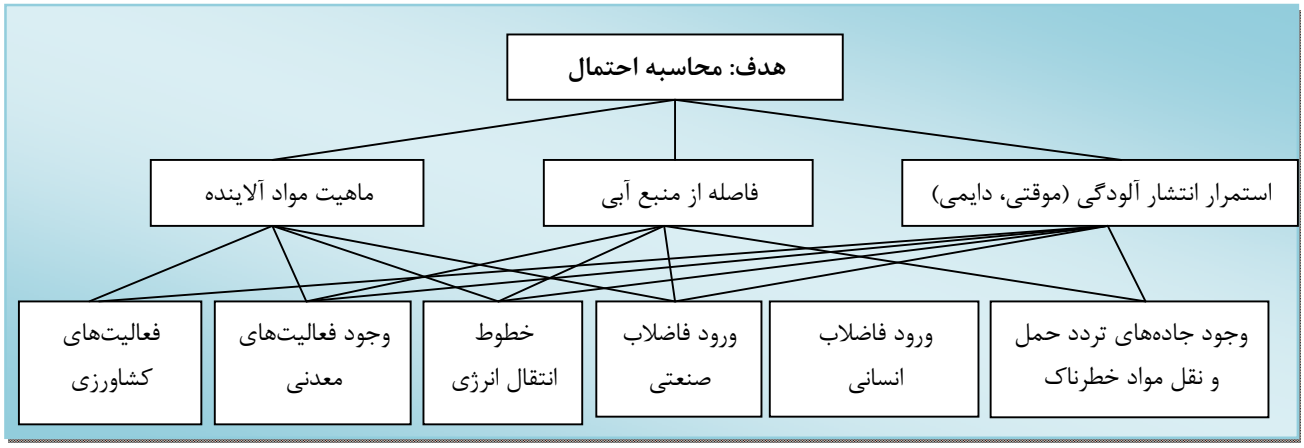
الف- ساختن سلسله مراتبی

اوّلین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. هر چند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد. امّا برخی افراد سعی نموده‌اند تا یک سری قواعدکلی در این زمینه بیان کنند. دایر و نورمن بیان می‌کنند که سلسله مراتبی ممکن است به صورت‌های زیر باشد.

- هدف معیارها- زیرمعیارها- گزینه‌ها
- هدف- معیارها- عوامل- زیر عوامل- گزینه‌ها

روش ساختن یک سلسله مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد اگر تصمیم موردنظر انتخاب یک گزینه باشد می‌توان از گزینه‌ها شروع کرد و آن‌ها را در پایین‌ترین سطح نشان داد و در سطح بعدی معیارهایی که برای انتخاب گزینه‌ها موردنظر می‌باشند؛ قرار می‌گیرند و در بالاترین سطح به هدف سلسله مراتبی که یک عنصر است قرار گیرد.

گاهی اوقات خود معیارها نیز باید به صورت جزیی‌تر مورد تجزیه و تحلیل واقع شوند که در این‌گونه موارد یک سطح دیگر شامل زیر معیارها به سلسله مراتبی اضافه می‌گردد (شکل ۸-۲)



شکل ۵-۲- ساختار سلسله مراتبی

ب-تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آن‌ها محاسبه می‌گردد. که این وزن‌ها را «وزن نسبی» می‌نامیم، سپس با تلفیق وزن‌های نسبی وزن نهایی هرگزینه مشخص می‌گردد که آن را «وزن مطلق» می‌نامند. ابتدا گزینه‌ها از نظر هر یک از معیارها به‌طور جداگانه مقایسه شده و وزن هر کدام نسبت به این معیارها مشخص می‌شود. سپس وزن معیارها نیز نسبت به هدف تعیین شده و با ترکیب آن‌ها وزن‌نهایی گزینه‌ها مشخص می‌شود. کلیه مقایسه‌ها در فرآیند سلسله مراتبی به صورت زوجی صورت می‌گیرد. در این روش به‌دلیل آن که ماتریس تصمیم‌گیری مفروض نمی‌باشد، بنابراین باید از قضاوت تصمیم‌گیرند. (DM)[1] در مورد مقایسه اهمیت نسبی شاخص‌ها در رابطه با یکدیگر استفاده نمود [۱۰۳] در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد به گونه‌ای که اگر عضو به عضو i با مقایسه شود تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات زیر است:

جدول ۵-۴- مقادیر ترجیحات برای مقایسه زوجی

مقایسه نسبی شاخص i بر j	درجه اهمیت نسبی (امتیاز)
اهمیت مساوی	۱
اهمیت کم i بر j	۳
اهمیت زیاد i بر j	۵
اهمیت خیلی زیاد i بر j	۷
اهمیت مطلق i بر j	۹
ترجیحات بین فواصل i بر j	۲ و ۴ و ۶ و ۸

1- Decision Maker

ج- محاسبه وزن نسبی

به‌طورکلی یک ماتریس مقایسه زوجی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i ام نسبت به عنصر j ام است.

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & .... & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & .... & a_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ a_{n2} & a_{n2} & .... & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$A=\left[a_{ij}\right] \qquad i,j=1.2,...,n$$

برای محاسبه وزن ۴ روش عمده مطرح شده است که عبارتند از:

۱- روش حداقل مربعات

۲- روش حداقل مربعات لگاریتمی

۳- روش بردار ویژه

۴- روش‌های تقریبی [۱۰۳]

روش بردار ویژه:

در این روش Wi ها به گونه‌ای تعیین می‌شوند که روابط زیر صادق باشند:

$$\begin{aligned} a_{11}w_1 + \ & a_{12}w_2 + ... + \ a_{1n}w_n = \lambda w_1 \\ a_{21}w_1 + \ & a_{22}w_2 + ... + \ a_{2n}w_n = \lambda w_2 \\ \vdots \quad & \quad \vdots \quad \quad \vdots \\ a_{n1}w_1 + \ & a_{n2}w_2 + ... + \ a_{nn}w_n = \lambda w_1 \end{aligned}$$

که در آن aij ترجیح عنصرiام برjام است و wi نیز وزن عنصر iام وλ یک عدد ثابت می‌باشد.این روش یک نوع میانگین‌گیری است که آن را میانگین در طرق مختلف ممکن می‌دانند. زیرا در این روش وزن عنصر iام (یعنیwi)طبق تعریف بالا برابر است با:

دستگاه معادلات فوق را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$A \times W = \lambda.W$$

که A همان ماتریس مقایسه زوجی و w بردار وزن و λ یک اسکالر (عدد) است. طبق تعریف چنان‌چه این رابطه بین یک ماتریس (A) و بردار (W) و عدد (λ) برقرار باشد گفته می‌شود که W بردار ویژه و λ مقدار ویژه برای ماتریس A می‌باشند. چنان‌چه ماتریس دارای ابعاد بزرگ‌تر باشد محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی وقت‌گیر خواهد بود. برای سهولت، می‌توان از قضایای جبر خطی استفاده نمود.

د- محاسبه وزن نهایی

وزن نهایی هر منبع تولید ریسک در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصل‌ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به دست می‌آید. [۱۰۳] لازم به توضیح است احتمال ریسک‌ها با استفاده از روش فوق‌الذکر توسط نرم‌افزار EXPERT CHOICE به‌راحتی قابل محاسبه می‌باشد. این نرم‌افزار جهت تحلیل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده و قابل اجرا روی کامپیوترهای شخصی است؛ دارای قابلیت‌های زیادی می‌باشد. علاوه‌بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی (Hierarchy) تصمیم‌گیری و طراحی سوالات، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن‌نسبی و نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مساله را نیز داراست. این نرم‌افزار برای محاسبه وزن‌نسبی از روش بردار ویژه استفاده می‌کند.

پس از تعیین شدت و احتمال ریسک منابع مختلف آلاینده‌ها می‌توان نسبت به تعیین انواع ریسک‌های احتمالی اقدام نمود.

۵-۳- محاسبه آسیب‌پذیری با روش‌های محاسبه ریسک آلودگی منابع آب سطحی

در این بخش، نخست انواع روش‌های محاسبه ریسک آلودگی منابع آب سطحی ارائه شده و در ادامه دو روش WRASTIC،USGS که به لحاظ میزان اطلاعات مورد نیاز و نیز با توجه به سابقه کاربرد در کشور، مناسب می‌باشد، ارائه شده است. از جمله روش‌های ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب سطحی می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد:

۱- **روش ECOMAN PROJECT**: این روش در سال ۲۰۰۴ ابداع شده است، که براساس آسیب‌پذیری منابع آب سطحی در مقابل آلودگی‌هایی که وابسته به ۵ متغیر ورودی هستند، شامل پوشش‌زمین، شیب‌زمین، خاک، شبکه رودخانه و توزیع‌شهری که با استفاده از نقشه خطر و نقشه منابع آلاینده و روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها، یک نقشه پتانسیل ریسک به‌دست می‌آید.

۲- **روشCDHS**: این روش در سال ۲۰۰۰ مورد استفاده قرار می‌گرفته است که براساس آن، موقعیت منبع آب شرب اطلاعاتی درخصوص تصویر منبع، مناطق حفاظت شده، اثرپذیری فیزیکی آب شرب و فعالیت‌های محتمل آلاینده کاملا مشخص می‌گردد. با استفاده از این اطلاعات آسیب‌پذیری منبع آب‌شرب در مقابل آلودگی محاسبه می‌گردد.

۳- **روش USGS**: این روش در سال ۲۰۰۰ با روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها و شاخص‌گذاری برای ویژگی‌های حوضه آب‌ریز به‌کار می‌رفته است. البته همان‌طوری که در بخش قبل نیز بیان گردید، این روش برای ارزیابی ریسک آب‌های زیرزمینی نیز به‌کار گرفته می‌شود ولی با استفاده از همان مبانی و برخی تغییرات روش USGS برای آب‌های سطحی نیز سازگار گردیده است. در این روش نیز مبانی کار، استفاده از نقشه‌های مختلف است با این تفاوت که نقشه‌های موردنیاز برای کاربرد در آب‌های سطحی نسبت به آب زیرزمینی با

یک‌دیگر تفاوت‌هایی دارد. لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز برای کاربرد این روش در آب‌های سطحی به شرح ذیل می‌باشند که با روی‌هم‌گذاری آن‌ها نقشه مناطق آسیب‌پذیر آب‌های سطحی تولید می‌گردد.

- متوسط بارش سالانه
- شیب سطح زمین
- پوشش گیاهی
- کاربری زمین
- پخش آب زیرزمینی (منطقه غیراشباع آب زیرزمینی)

۴- **روش شاخص‌گذاری WRASTIC**: راستیک روشی است که برای ارزیابی مستعد بودن آب‌خیز به آلودگی آب سطحی در یک محیط هیدروژئولوژی براساس مشخصه‌های عمده آب‌خیز و کاربری زمین، ارائه شده است. این روش برای US-EPA، در سال ۱۹۹۱، توسط سازمان امور آب آمریکا استفاده شود و بعد از آن توسط NMED/DWB (دفتر آب آشامیدنی اداره محیط زیست نیومکزیکو)، به‌کار گرفته شد. رتبه حساسیت به آلودگی دارای سه طبقه است، یعنی، زیاد، متوسط و کم. مستعد بودن آب‌خیز به‌دست آمده به‌وسیله راستیک را می‌توان به عنوان اولین روش ارزیابی ریسک، در نظر گرفت، چون تاثیرات کاربری زمین را در بر دارد.در این روش حساسیت حوضه آب‌ریز در مقابل آلودگی آب سطحی با ویژگی‌های هیدرولوژیکی که دارد و با توجه به کاربری زمین ارزیابی انجام می‌شود. این روش از سال ۲۰۰۰ رواج یافته است، این روش در مقایسه با سایر روش‌های ارزیابی ریسک آب‌های سطحی از جامع‌ترین روش‌های کاربردی می‌باشد و به‌همین دلیل نیز بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد.در این ارزیابی، حساسیت حوضه آب‌خیز در مقابل آلودگی‌های آب سطحی در شرایط مختلف هیدرولوژیکی، محاسبه می‌شود و این کار از طریق ویژگی‌های اصلی حوضه و کاربری‌های زمین انجام می‌گردد.پارامترهای موردنیاز در این ارزیابی عبارتند از:

- تخلیه پساب‌ها
- اثرات ناشی از فعالیت‌های تفرجی و گردشگری
- اثرات ناشی از فعالیت‌های کشاورزی
- اندازه حوضه آب‌خیز
- راه‌ها و حمل و نقل
- اثرات ناشی از فعالیت‌های صنعتی
- میزان پوشش گیاهی زمین

این پارامترها براساس شرایط حوضه، نمراتی بین ۱ تا ۵ به خود اختصاص می‌دهند و فقط در مورد یک پارامتر نمره‌دهی در مقیاس ۱ تا ۸ صورت خواهد پذیرفت. پس از بررسی وضعیت حوضه آب‌خیز در مورد هریک از این شاخص‌ها و نمره‌دهی آن، به‌منظور اعمال اهمیت پارامترها نسبت به یک‌دیگر هر پارامتر به‌طور جداگانه وزن‌دهی

می‌گردد. حاصل ضرب نمره اختصاص داده به هر پارامتر، در اهمیت وزنی آن، امتیازنهایی آن پارامتر را تشکیل داده و نهایتا حاصل جمع امتیازات کلیه پارامترها امتیاز شاخص نهایی بوده است که در حقیقت نشان‌دهنده وضعیت حساسیت منبع آبی به ریسک آلودگی منبع آبی می‌باشد. با توجه به مبانی این روش هرچه شاخص نهایی عدد بزرگ‌تری باشد حساسیت بیش‌تری نیز به ریسک آلودگی وجود دارد.

هرچه عدد حاصل از محاسبه شاخص WRASTIC بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده حساس‌ترین منبع آب در مقابل آلودگی و ریسک بالاتر می‌باشد. فرمول محاسبه این شاخص به شرح ذیل می‌باشد.

WRASTIC Index = WrWw + RrRw + ArAw + SrSw + TrTw+ IrIw + CrCw

که در آن اندیس‌های هر فاکتور شامل موارد زیر است.

r: امتیاز فاکتورها

w: ارزش وزنی فاکتورها

و هریک از فاکتورهای مورد مطالعه در این فرمول عبارتند از:

W:وجود تخلیه فاضلاب به منابع آب

R:اثرات فعالیت‌های گردشگری و تفرجی

A: اثرات فعالیت‌های کشاورزی

S: بزرگی حوضه آب‌ریز

T: راه‌ها و حمل و نقل

I: اثرات فعالیت‌های صنعتی

C: پوشش گیاهی حوضه

جداول امتیازدهی در روش WRASTIC، به شرح زیر است:

جدول ۵-۵- جداول امتیازدهی در روش WRASTIC

شاخص	وضعیت شاخص	امتیازدهی
وجود فاضلاب	خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب عمومی به حوضه تخلیه می‌شود و سیستم‌های سپتیک تانک مجزا وجود دارد	۵
	خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب عمومی به حوضه تخلیه می‌شود	۴
	بیش از ۵۰ سیستم سپتیک تانک مجزا وجود دارد	۳
	کم‌تر از ۵۰ سیستم سپتیک تانک مجزا وجود دارد	۲
	هیچ تخلیه فاضلابی وجود ندارد	۱
فعالیت‌های تفرجی	فعالیت قایق‌های موتوری و دیگر تجهیزات موتوری در سطح دریاچه مجاز است.	۵
	فعالیت‌های غیرموتوری در سطح دریاچه مجاز است.	۴
	دسترسی ماشین‌ها وجود دارد.	۳
	دسترسی بدون ماشین وجود دارد	۲
	فعالیت تفرجی وجود ندارد	۱

صنعت نفت Oilindustry.ir CLICK HERE

ادامه جدول ۵-۵- جداول امتیازدهی در روش WRASTIC

شاخص	وضعیت شاخص	امتیازدهی
فعالیت‌های کشاورزی	۵ یا بیش از ۵ فعالیت کشاورزی وجود دارد	۵
	۴ فعالیت کشاورزی وجود دارد	۴
	۳ فعالیت کشاورزی وجود دارد	۳
	۲ فعالیت کشاورزی وجود دارد	۲
	۱ فعالیت کشاورزی وجود دارد	۱
اندازه حوضه	بیش ار ۱۹۴۲.۳۵ کیلومتر مربع	۵
	۳۸۸.۴۷- ۱۵۵.۳۹ کیلومتر مربع	۴
	۳۸۸.۴۷-۱۵۵.۳۹ کیلومتر مربع	۳
	۳۸.۸۵ – ۱۵۵.۳۹ کیلومتر مربع	۲
	کم‌تر از۳۸.۸۵ کیلومتر مربع	۱
راه‌ها وحمل ونقل	خطوطو راه آهن و وجود راه‌های بین استانی در سطح حوضه	۵
	وجود بزرگراه در حوضه	۴
	بزرگراه‌های استانی وراه‌های آسفالته در حوضه وجود دارد	۳
	راه‌های خاکی وشوسه در حوضه وجود دارد	۲
	هیچ را ارتباطی وجود ندارد	۱
اثرات صنعتی	صنایع تخلیه بسیار شدید فاضلاب با اثرات خیلی زیاد دارند	۵
	صنایع تخلیه شدید فاضلاب با اثرات زیاد دارند	۴
	صنایع تخلیه متوسط فاضلاب با اثرات متوسط دارند	۳
	صنایع تخلیه بسیار کم فاضلاب با اثرات حداقل دارند	۲
	هیچ توسعه صنعتی در حوضه وجود ندارد	۱
پوشش گیاهی	۰-۵ درصد	۵

اولویت‌بندی‌نهایی این روش در حساسیت منابع آب سطحی از مهم‌ترین شاخص‌های این روش می‌باشد که به ترتیب با درجات بالا، متوسط و پایین نشان داده می‌شود. با توجه به این‌که علاوه‌بر روش WERASTIC، روش USGS نیز با برخی تغییرات که قبلاتوضیح داده شد برای ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب به‌کارگرفته می‌شود، در جدول شماره (۵-۶)، اهم ویژگی‌ها و خصوصیات این دو روش به اختصار مقایسه گردیده است.

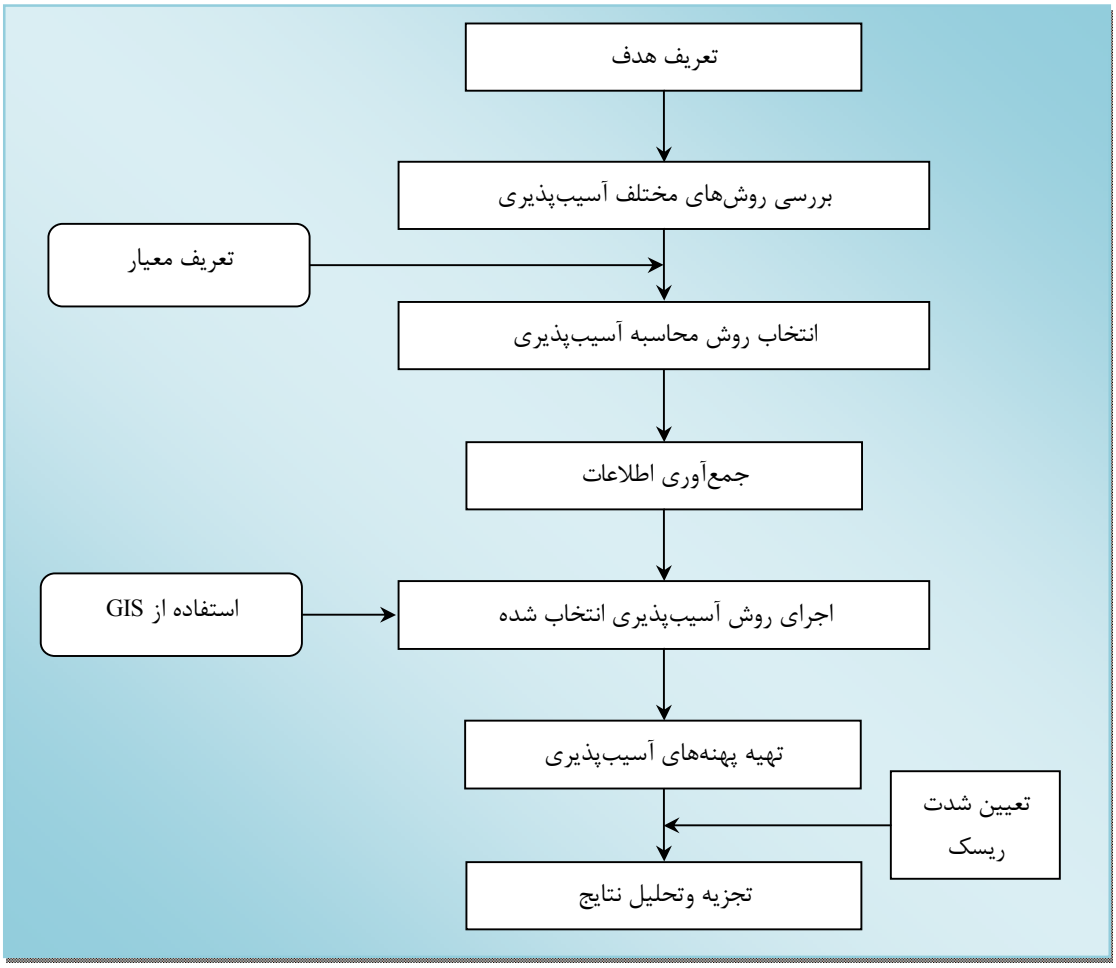
جدول ۵-۶- مقایسه ویژگی‌های اصلی روش‌های USGS وWERASTIC در ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب

USGS	WRASTIC
شناسایی مناطق با آسیب‌پذیری پایین	شناسایی مناطق با آسیب‌پذیری بالا
تولید نقشه	وزن دهی
اطلاعات و جزییات زیادی لازم است	از خصوصیات و اطلاعات خیلی ساده نیز می‌توان استفاده کرد.
هزینه‌بالا و زمان‌بر	هزینه و زمان کم‌تر که با وزن‌دهی و جمع‌زدن اعداد، نتیجه به‌دست می‌آید.
درجه‌بندی: پایین، متوسط، زیاد و خیلی زیاد	درجه‌بندی: پایین، متوسط و باالا

بنابراین براساس توضیحات ارائه گردیده، روش WERASTIC از جمله روش‌های بهینه‌ای است که می‌توان آن را مورد استفاده قرار داد.

۵-۴- محاسبه ریسک آ لودگی منابع آب زیرزمینی

جهت تعیین ریسک منابع الودگی آب،می‌بایست در گام نخست به شناسایی منـابع آلاینـده اعـم از طبیعـی و انسـان ساخت اقدام نمود و در گام بعدی نسبت به تهیه نقشه آسیب‌پذیری منابع آب با استفاده از روش‌های رایج در این زمینـه، اقدام کرد. از طرف دیگر منابع الاینده تولید ریسک نیز در محاسبه نقش به‌سزایی دارد. گـام‌هـای اصـلی جهـت محاسـبه ریسک آلودگی آب زیرزمینی براساس شکل (۵-۳) زیر می‌باشد.



شکل ۵-۳- گام‌های اصلی جهت محاسبه ریسک آلودگی منابع آب زیرزمینی

روش‌های موجود ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌خوان به چهار دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند:

- روش‌های رتبه‌دهی توصیفی
- روش‌های تحلیل آماری
- روش‌های شبیه‌سازی کامپیوتری
- روش‌های نمایه و هم‌پوشانی

در واقع ارزیابی آسیب‌پذیری فرآیندی است که طی آن اطلاعات مشخص‌کننده آسیب‌پذیری زیرزمینی جهت تولید نقشه‌ای که نواحی با آسیب‌پذیری بالاتر را از نواحی با آسیب‌پذیری کمتر متمایز کند، با یک‌دیگر جمع می‌شوند. طرح‌های متعددی برای ارزیابی و به نقشه درآوردن آسیب‌پذیری ارائه شده است.

- روش‌های نمایه و هم‌پوشانی

روش‌های نمایه و هم‌پوشانی روش‌هایی هستند که براساس جمع‌بندی اطلاعات از عواملی که آسیب‌پذیری آب‌خوان را متاثر می‌سازند (نوع خاک، نوع سازند، زمین‌شناسی، تغذیه و غیره) استوار می‌باشند و سپس به‌وسیله امتیازدهی، تجمیع یا طبقه‌بندی اطلاعات جهت تولید یک نمایه، رتبه یا طبقه آسیب‌پذیری توصیف می‌شوند. روش‌های امتیازدهی، رتبه‌دهی و جمع‌بندی براساس نظرات حرفه‌ای و نه فرآیندها، استوار هستند. مدل‌های درستیک DRASTIC، SINTACS و GOD از مشهورترین روش‌های آسیب‌پذیری از این دسته می‌باشند.

- تشریح روش DRASTIC

انواع متعدد روش‌های شاخص در ارزیابی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی تهیه شده است، که DRASTIC معروف‌ترین این روش‌هاست. در روش‌های شاخص هم‌پوشانی اطلاعات حاصل از عوامل موثر بر آسیب‌پذیری آب‌خوان (نوع خاک، نوع سازند زمین‌شناسی، تغذیه و غیره) جمع‌آوری و پس از دسته‌بندی، تلفیق ورتبه‌بندی اطلاعات مورد تفسیر قرار می‌گیرند و توسط آن شاخص، درجه یا گروهی ازآسیب‌پذیری ارائه می‌گردد

نظرات کارشناسی در روش‌های دسته‌بندی، تلفیق و رتبه‌بندی ازاهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و تا اندازه‌ای ذهنی می‌باشند. در ایالات متحده رایج‌ترین روش DRASTIC می‌باشد. شاخص آسیب‌پذیری DRASTIC در سال ۱۹۸۷ به‌کار گرفته شد. در این روش خطرات آلودگی مدنظر است.عبارت مخفف پارامترهایی است که در سیستم هیدروژئولوژیکی کنترل کننده آلودگی آب زیرزمینی می‌باشند عبارتند از:

- D: عمق آب زیرزمینی[1]
- R: تغذیه[2]
- A: مواد تشکیل‌دهنده آب‌خوان[3]
- S: نوع خاک[4]
- T: توپوگرافی[5]
- I: اثر منطقه غیراشباع[6]

1- Depth to Water
2- Recharg
3- Aquifer Media
4- Soil Media
5- Topography
6- Impact of the Vadose Zone Media

- C: هدایت هیدرولیکی آب‌خوان[1]

- تعریف پارامترهای DRASTIC

- **D) عمق تاسطح ایستابی:** این پارامتر تعیین کننده،عمقی است که آلوده کننده بایستی طی کند تا به سطح ایستابی برسد و اهمیت،قابل توجهی دارد معمولا ظرفیت میرایی با افزایش عمق تا سطح ایستابی افزایش می‌یابد چرا که هرچقدر سطح آب عمیق‌تر باشد موجب می‌گردد تا زمان حرکت و ماندگاری آلوده‌کننده افزایش یابد.حضور لایه های با تراوایی کم که آب‌خوان را محصور می‌سازند نیز موجب ایجاد محدودیت در حرکت آلوده کننده به یک آب‌خوان می‌شوند. در این‌جا با استفاده از آمار و اطلاعات عمق در چاه‌های پیزومتر دشت با استفاده از میان‌یابی عمق در نرم‌افزار Arc GIS نقشه هم‌عمق تهیه گردیده است و سپس نمره‌دهی طبق مدل به نرم‌افزار نیز وارد می‌گردد.
- **R) تغذیه:** تغذیه خالص مقدار آبی است که از سطح زمین نفوذ کرده و به سطح ایستابی می‌رسد.

تغذیه آب موجب می‌گردد تا آلوده کننده به‌صورت عمودی انتقال یافته و به سطح ایستابی برسد و به صورت افقی در آب‌خوان حرکت کند هم‌چنین این پارامتر حجم آبی را که موجب پراکنش و رقیق‌سازی آلوده کننده در مناطق اشباع و غیراشباع می گردد، در کنترل داردمعمولا هر چقدر تغذیه بیش‌تر باشد پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی بیش‌تر است این پارامتر نیز با استفاده از آمار و اطلاعات تغذیه (بارش، آب برگشتی آبیاری و...) و تخلیه دشت (میزان تخلیه از چاه‌ها و...) و محاسبه تغذیه خالص به‌دست آمده و در نرم‌افزار به‌صورت رقومی تهیه و طبق مدل درستیک نمره‌دهی شده است.

- **A) مواد تشکیل دهنده آب‌خوان:** محیط آب‌خوان و مواد تشکیل دهنده آن تعیین کننده طول و چگونگی روند مسیر (سیستم جریان آب زیرزمینی) در آب‌خوان می‌باشد. طول مسیر در تعیین زمان لازم برای فرآیندهای میرایی نظیر جذب، واکنش‌های شیمیایی و پراکنش از اهمیت قابل توجهی برخوردار است

محیط آب‌خوان هم‌چنین بر مقدار سطح موثر موادی که با آلوده کننده در تماس هستند موثر،می‌باشد. چگونگی روند مسیر که شدیدا از درز و شکاف، تخلخل و بازشدگی‌های متصل به‌هم،تاثیرپذیر است، مسیرهای ترجیحی و جهت یافته‌ای را برای آب زیرزمینی فراهم می‌سازند. برای تهیه این لایه از اطلاعات لوگ حفاری چاه‌های پیزومتر استفاده می‌گردد و با نظر کارشناسی و هم‌چنین بازدید میدانی از دشت نمره‌دهی به پارامتر انجام شده و وارد نرم‌افزار گردیده است.

1- Conductivity (Hydraulic) of Aquifer

- **S) مواد تشکیل دهنده خاک:** محیط خاک تاثیر بسیار مهمی در تغذیه‌ای دارد که به سطح ایستابی نفوذ می‌کند و از این‌رو بر چگونگی حرکت آلوده‌کننده موثر است. وجود مواد با بافت ریزدانه نظیر سلیت و رس،تراوایی نسبی خاک را کاهش می‌دهند و مهاجرت و حرکت آلوده کننده‌ها را محدود می‌سازند

علاوه بر این جایی‌که افق خاک ضخیم باشد فرآیندهای میرایی نفوذ، جذب و فرار گازها ازاهمیت ویژه‌ای برخوردار است. محیط خاک برحسب رده‌بندی بافتی آن مشخص می‌گردد و براساس پتانسیل آلودگی امتیازبندی می‌شود. این لایه نیز حاصل از نمره‌دهی اطلاعات زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و۲متر از اول لوگ حفاری چاه‌های پیزومتر دشت طبق مدل و تلفیق آن‌ها به‌دست آمده است.

- **T) توپوگرافی:** توپوگرافی به‌صورت شیب و تغییرات شیب سطح زمین مورد توجه قرار می‌گیرد.

توپوگرافی حرکت آلوده کننده و نگه‌داری آن را بر سطح زمین در کنترل دارد شیب‌هایی که موجب می‌شوند آلوده‌کننده‌ها شانس بیش‌تری برای نفوذ داشته باشند دارای پتانسیل بیش‌تری برای آلودگی آب زیرزمینی خواهند بود. ابتدا داده‌های مدل رقومی ارتفاع[1] محاسبه شده، سپس برای استفاده در نقشه توپوگرافی رده‌بندی و رتبه‌بندی شده است.

اثر منطقه غیراشباع: منطقه غیراشباع منطقه بالایی سطح ایستابی است که غیراشباع باشد و یا به صورت غیرپیوسته اشباع شده باشد. نوع محیط منطقه غیراشباع تعیین کننده خصوصیات میرایی مواد تشکیل دهنده منطقه خاک و سنگ‌های بالای سطح ایستابی است. محیط منطقه غیراشباع هم‌چنین طول مسیر و چگونگی روند حرکت آلوده‌کننده را در کنترل دارد و از این‌رو بر زمان لازم برای مقدار و میرایی موادی که در برخورد با آلوده‌کننده هستند موثر می‌باشد. فاکتورهایی که در تعیین اثر منطقه غیراشباع در حوضه مورد توجه قرار می‌گیرند عبارتند از تراوایی خاک و عمق آب زیرزمینی که با استفاده از ترکیب بافت خاک در منطقه نیمه‌اشباع با استفاده از اطلاعات لوگ حفاری چاه‌های پیزومتر نمره‌دهی مدل انجام شده و در نرم‌افزار وارد شده و میان‌یابی می‌گردد و لایه اثر منطقه غیراشباع را به‌دست می‌دهد.

- **C) هدایت هیدرولیکی:** هدایت هیدرولیکی عبارت است از قابلیت مواد تشکیل دهنده آب‌خوان برای انتقال آب که به نوبه خود بر شدت جریان آب زیرزمینی که تحت یک شیب هیدرولیکی مشخص در جریان است کنترل دارند.هدایت هیدرولیکی با مقدار فضاهای خالی و اتصال بین آن‌ها در آب‌خوان کنترل می‌شوند که حاصل تخلخل بین دانه‌ای، ایجاد درز و شکاف و صفحات لایه‌بندی شده می‌باشند. که به نوبه خود با استفاده از اطلاعات پمپاژ چاه‌ها در گزارش‌های موجود در آب منطقه‌ای به‌دست آمده و نمره‌دهی و تهیه لایه آن آنجام گرفته است.

1- DEM

روش DRACTIC توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا برای استاندارد کردن سیستمی تهیه شد که آسیب‌پذیری آب زیرزمینی به آلودگی را مورد ارزیابی قرار دهد. اولین هدف روش DRACTIC اعمال فوریت‌های اجرایی فعالیت‌هایی است که در رابطه با آب زیرزمینی صورت می‌گیرند و تهیه ابزاری کاربردی برای ارزیابی آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی به آلودگی از اهداف دیگر این روش می‌باشد. از روش DRACTIC می‌توان برای تنظیم چگونگی انجام فعالیت‌ها در پایش آب زیرزمینی در یک منطقه استفاده کرد.

چهار فرضیه‌ای که در مدل DRACTIC در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از:

۱- آلودگی در سطح زمین تولید می‌گردد.

۲- آلودگی از طریق نفوذ به آب زیرزمینی منتقل می‌گردد.

۳- عامل حرکت آلوده‌کننده آب است

۴- منطقه مورد مطالعه در روش DRACTIC بایستی بزرگ‌تر از۴/۵ کیلومترمربع باشد.

در این روش برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی از شاخص آسیب‌پذیری DRACTIC استفاده می گردد که برای به‌دست آوردن آن به سه عامل وزن‌دهی، درجه‌بندی و محدوده پارامترهای هفت‌گانه نیاز وجود دارد.

وزن‌دهی‌ها نسبت به اهمیت هر یک از پارامترهای هفت‌گانه DRASTIC وزنی برابر با ۱ تا ۵ به آن‌ها می‌باشد. به مهم‌ترین آن‌ها وزن پنج و به کم اهمیت‌ترین آن‌ها وزن ۱ داده شده است. وزن‌های تخصیص داده شده به پارامترهای DRASTIC با توجه به دستورالعمل سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و مقالات معتبر در جدول (۵-۷) ارائه شده است.

جدول ۵-۷- وزن‌های نسبت داده شده به پارامترهای هفت‌گانه DRASTIC

وزن	پارامتر
۵	عمق آب زیرزمینی D
۴	تغذیه خالص R
۳	مواد تشکیل دهنده آبخوان A
۲	نوع خاک S
۱	توپوگرافی T
۵	اثر منطقه غیراشباع I
۳	هدایت هیدرولیکی آبخوان C

- محدوده پارامترها

بالاترین و پایین‌ترین محدوده‌های عددی هر پارامتر DRASTIC برای انواع محیط‌های مهم و موثر در حوضه موردنظر براساس اثر آن‌ها بر پتانسیل آلودگی تعیین می‌شوند.

درجه‌بندی به هریک از پارامترهای DRASTIC با توجه به موقعیت آن ها در محدوده‌های ذکر شده ارزشی بین ۱ تا ۱۰ نسبت داده می‌شود. با تعیین عوامل فوق شاخص DRASTIC و یا به عبارت دیگر پتانسیل آلودگی (آسیب‌پذیری) در هر سلول یا چند ضلعی موجود در نقشه به‌صورت ذیل تعیین می‌گردد.

DrDw+RrRw+ArAw+ SrSw + Tr Tw + IrIw + CrCw =DRASTIC INDEX

حروف C, I, T, S ,A, R, D بیان‌گر فاکتورهای هیدروژئولوژیکی

r نرخ ارزش ، w وزن لایه‌ها

در جدول (۵-۱۵) مثالی از تعیین شاخص آسیب‌پذیری آورده شده است که در آن W وزن و r درجه‌بندی هر یک از پارامترهاست.

جدول ۵-۸- تغذیه خالص (سانتی‌متر در سال)

محدوده	رتبه‌بندی
کم‌تر از۵	۱۰
۵-۱۵	۹
۱۵-۳۰	۷
۳۰-۵۰	۵
۵۰-۷۵	۳
۷۵-۱۰۰	۲
(Dw) ضریب وزنی: ۵	

جدول ۵-۹- عمق آب زیرزمینی (متر)

محدوده	رتبه‌بندی
۵ – ۰	۱
۱۰–۵	۳
۱۸ – ۱۰	۶
۲۵ – ۱۸	۸
۲۵>	۹
Rw: ضریب وزنی: ۴	

جدول ۵-۱۰- محیط آب‌خوان Aquifer media

محدوده	رتبه‌بندی	رتبه‌بندی تیپیک
شیل توده	۳-۱	۲
گرگونی	۵-۲	۳
دگرگونی هوازده	۵-۳	۴
آبرفت‌ها	۶-۴	۵
ماسه سنگ لایه لایه، سنگ آهک و توالی شیل‌ها	۹-۵	۶
ماسه سنگ توده‌ای	۹-۴	۶
سنگ آهک توده‌ای	۹-۴	۶
شن و ماسه	۹-۴	۸
بازالت	۱۰-۲	۹
سنگ آهک کارستی	۱۰-۹	۱۰
Aw ضریب وزنی: ۳		

جدول ۵-۱۱- محیط خاک Soil media

محدوده	رتبه‌بندی
نازکی یا نبود لایه خاک	۱۰
شن	۱۰
ماسه	۹
کود گیاهیpeat	۸
رس فشرده یا متراکم	۷
لوم ماسه‌ای	۶
لوم	۵
لوم سیلتی	۴
لوم رس‌دار	۳
کودmuck	۲
رس غیرمتراکم(سخت و متورم نشده)	۱
(Sw) ضریب وزنی: ۲	

جدول ۵-۱۲- Impact of the vadoze zone media اثر منطقه غیراشباع

محدوده	رتبه‌بندی
لایه محبوس کننده	۱
سیلت رس	۳
شیل	۳
سنگ آهک	۶
ماسه سنگ	۶
ماسه سنگ، سنگ آهک و شیل‌های لایه لایه	۶
شن و ماسه با مقدار زیادی رس وسیلت	۶
آذرین دگرگونی	۴
شن و ماسه	۸
بازالت	۹
سنگ آهک کارستی	۱۰
(Iw) ضریب وزنی = ۵	

جدول ۵-۱۳- هدایت هیدرولیکی

محدوده	رتبه‌بندی
۲-۰	۱۰
۶-۲	۹
۱۲-۶	۵
۱۸-۱۲	۳
۱۸>	۱
(Tw) ضریب وزنی = ۱	

جدول ۵-۱۴- درصد شیب

محدوده	رتبه‌بندی
۰ /. –۴	۱
۴ – ۱۲	۲
۱۲ – ۲۸	۴
۲۸ – ۴۰	۶
۴۰ – ۸۰	۸
۸۰>	۱۰
ضریب وزنی (Cw) = ۳	

جدول ۵-۱۵- مثالی از محاسبه شاخص آسیب‌پذیری

وزن پارامتر		عدد		رتبه‌بندی
۷D	×	۵	=	۳۵
۱R	×	۴	=	۴
۸A	×	۳	=	۲۴
۵S	×	۲	=	۱۰
۹T	×	۱	=	۹
۸I	×	۵	=	۳۵
۲C	×	۳	=	۶
۱۲۸ = شاخص آسیب‌پذیری				

- شاخص آسیب‌پذیری GOD

روش GOD در ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌خوان در برابر آلودگی از سال ۱۹۹۰ به‌طور گسترده‌ای در آمریکای لاتین توسط محققین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. دو فاکتور اساسی که در تعیین آسیب‌پذیری آب‌خوان در برابر آلودگی در این روش مورد توجه قرار می‌گیرند، عبارت است از:

۱- میزان عدم دسترسی هیدرولیکی منطقه اشباع آب‌خوان

۲- ظرفیت میرایی آلاینده در لایه‌های قرار گرفته در بین لایه اشباع و سطح زمین

این پارامترها به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند و به نوبه خود به ترکیب پارامترهای دیگری بستگی دارند. نظر به این‌که داده‌های مربوط به این پارامترها به‌طور معمول در دسترس نیست، لذا چنان‌چه تهیه طرحی عملی برای پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آب‌خوان موردنیاز باشد ساده‌سازی این لیست اجتناب‌ناپذیر است. شاخص آسیب‌پذیری GOD آسیب‌پذیری آب‌خوان را در برابر آلودگی براساس پارامترهای زیر (که معمولا در دسترس هستند و یا نسبتا به‌راحتی قابل تهیه هستند)، تعیین می‌کند:

- وضعیت هیدرولیکی آب زیرزمینی در آب‌خوان مورد مطالعه (G)
- چینه‌ها یا لایه‌های روی منطقه اشباع (منطقه غیراشباع یا لایه‌های محبوس کننده (برحسب وضعیت و درجه استحکام آن‌ها که میزان ظرفیت میرایی آلاینده‌ها را تعیین می‌کنند (O).

عمق تا سطح ایستابی یا عمق سطح آب زیرزمینی در سفره‌های محبوس(D)

روش تجربی پیشنهادی برای تخمین آسیب‌پذیری آب‌خوان در برابر آلودگی شامل چندین مرحله جداگانه می‌باشد.

اول: شناسایی وضعیت آب زیرزمینی از لحاظ آزاد یا محبوس بودن آب‌خوان با شاخص گذاری بر این پارامتر در مقیاس صفر یا یک (۰-۱).

دوم: مشخص کردن لایه‌های رویی منطقه اشباع برحسب:

a) درجه استحکام و چسبندگی(حضور یا عدم حضور احتمالی تراوایی درز و شکافی)

b) نوع لیتولوژی، تخلخل دینامیک و مفید، تراوایی ماتریکس و محتوای رطوبت منطقه غیر اشباع و نگه‌داشت ویژه آن که به امتیازبندی در محدوده ۴ /۰ تا ۱ می‌انجامد.

سوم: تخمین عمق سطح آب زیرزمینی (آب‌خوآن‌های آزاد) یا عمق برخورد به آب زیرزمینی (در آب‌خوآن‌های محبوس) با درجه‌بندی ۰/۶ تا ۱

شاخص نهایی آسیب‌پذیری آب‌خوان، حاصل ضرب شاخص‌های این پارامترها است. روش اولیه آسیب‌پذیری GOD توجه صریح و روشنی به خاک‌ها از نقطه نظر، کشاورزی نداشت .در منطقه بیولوژیکی خاک به‌دلیل وجود مواد آلی بیش‌تر، محتوی مواد رسی بیش‌تر و وجود جمعیت‌های باکتریایی زیاد، بسیاری از آلاینده‌ها حذف و یا رقیق می‌گردند، لذا به‌منظور لحاظ کردن این عوامل درGOD تغییراتی حاصل شد که شاخص حساسیت شستشوی روش خاک (براساس رده‌بندی خاک با توجه به بافت خاک و محتوی مواد آلی) را نیز در نظر می‌گیرد که به عنوان مرحله چهارم این روش می‌باشد.در این حالت امتیاز کلی حاصل از GOD در بعضی از مناطق با آسیب‌پذیری بالا را کم می‌کند این روش بهGODS معروف است.

- مرحله تلفیق ومحاسبه ریسک منابع آب زیرزمینی

پس از تهیه نقشه آسیب‌پذیری ومشخص شدن طبقات اصلی آسیب‌پذیری در محدوده مطالعاتی، می‌بایست منابع آلاینده در هر یک از طبقات آسیب‌پذیری با استفاده از رابطه زیر محاسبه شود ودر امتیاز هر یک از طبقات آسیب‌پذیری ضرب شود، بنابراین با تلفیق لایه آسیب‌پذیری درلایه آلودگی نقشه‌نهایی آلودگی آب‌های زیرزمینی محاسبه می‌گردد.

به‌عبارت دیگر با تلفیق نقشه آسیب‌پذیری، نقشه‌نهایی ریسک وآلودگی محاسبه شده در هر پلی‌گن، پهنه‌های جدید به‌دست آمده می‌تواند بیانگر پهنه‌ای باشد که از بیش‌ترین آسیب‌پذیری برخوردار باشد.

R = امتیاز ریسک (در هر یک از طبقات آسیب‌پذیری حاصل از نقشه آسیب‌پذیری)

W_i = امتیاز هر پلی‌گون براساس نقشه آسیب‌پذیری

E_i = شدت اثر هر منبع آلودگی

$$R = \sum_{i=1}^{n} w_i \times E_i$$

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

فصل ۶

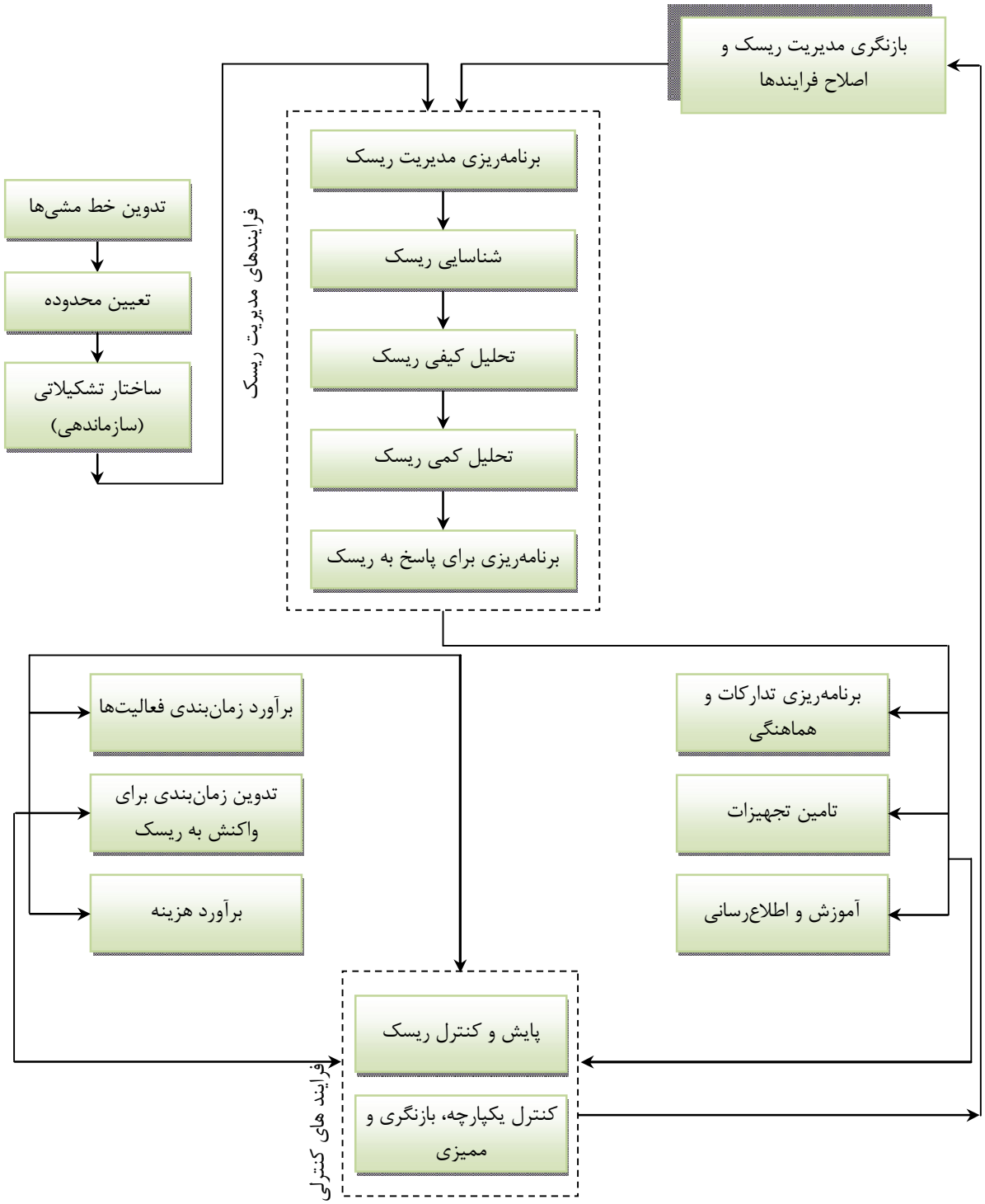
برنامه مدیریت ریسک

۶-۱- برنامه‌ریزی و روش‌های کاهش پتانسیل بروز حوادث آلودگی منابع آب

۶-۱-۱- اصول و مبانی برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

مدیریت موثر ریسک یکی از اصولی است که باعث اطمینان از موفقیت در رسیدن به اهداف حفاظت از منابع آب می‌شود. برنامه‌ریزی برای مدیریت ریسک شرایطی را فراهم می‌کند که می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ها شده و از پیامدهای سوء بر منابع آبی می‌کاهد. در بخش‌های قبل در مورد شناسایی عوامل ریسک و درک و ارزیابی ریسک‌هایی که می‌توانند منابع آب را مورد تهدید قرار دهند بحث شد. فرایند مدیریت ریسک نمی‌تواند پس از ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده متوقف شود و لازم است به‌صورت مستمر و با توجه به اطلاعات منابع آب به‌دست می‌آید، اقدامات لازم برای کاهش ریسک‌ها صورت گیرد. در واقع براساس این اطلاعات تشخیص پیش‌نیاز درمان است و شناسایی و درک ریسک به خودی خود نمی‌تواند منجر به از میان رفتن ریسک‌ها شود. بنابراین در صورتی که فرایند ریسک در چارچوب مدیریت ریسک به اقدامات پیش‌گیرانه منتهی نشود، باعث هدر رفتن هزینه و زمان خواهد شد. چارچوب و فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک از گام‌های مشخصی تبعیت می‌کند که این گام بسته به نوع ریسک‌ها در حوزه‌های مختلف تا حدود زیادی یکسان است.

پیش از بحث درخصوص روش‌های کاهش بروز حوادث آلودگی منابع آب، ضروری است تا در ابتدا فرایند مدیریت ریسک و مولفه‌های برنامه مدیریت ریسک شناسایی و تبیین گردند که چارچوب آن در شکل (۶-۱) نشان داده شده است.همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، آغاز فرایند مدیریت ریسک با فرایند برنامه‌ریزی مدیریت ریسک شروع می‌شود که شامل برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، تحلیل کیفی ریسک، تحلیل کمی ریسک و برنامه‌ریزی پاسخ‌گویی به ریسک است. این پنج مرحله که جزو فرایند برنامه‌ریزی محسوب می‌شوند، در گام اول باید تهیه و مستند شوند. فرایند پایش و کنترل ریسک مربوط به مرحله اجر است که باید پس از مرحله برنامه‌ریزی، اجرا شوند. ارتباط زمانی این فرایندها و تقدم و تاخر آن‌ها در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک بسیار حایز اهمیت است. با توجه به این‌که برنامه‌ریزی مدیریت ریسک به لحاظ ماهیت منابع، ذی‌نفعان، اهداف، خواسته‌ها و بسیاری از موارد دیگر در حوزه‌های مختلف به‌طورعام و مباحث مربوط به آب به‌طور اخص متفاوت است، از این‌رو نوع اقدامات و روش‌ها برای کنترل و پایش آن‌ها در مرحله اجرا برای هر حوزه‌ای تا حدودی متفاوت است، اما چارچوب‌ها و فرایندهای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک در حوزه‌های مختلف با یکدیگر مشترک هستند.



شکل ۶-۱- چارچوب برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

در مباحث مربوط به مدیریت ریسک باید بین مدیریت ریسک و ارزیابی ریسک تمایز قایل شد. در ارزیابی ریسک عمدتا بر شناسایی، کمی کردن و مشخص کردن عدم قطعیت‌ها تاکید دارد، در حالی‌که در مدیریت ریسک بر مدیریت بر عدم قطعیت، هماهنگی‌ها بین بخش‌های مختلف مدیریت، پیش‌گیری، کنترل و کاهش خسارات، شناسایی و انتخاب گزینه‌های کاهش خسارات، استفاده از فناوری‌های مطلوب برای کاهش خسارات، چارچوب‌های قانونی و سایر مولفه‌های

مدیریتی تاکید دارد. برای دستیابی به بهترین نتایج در مدیریت ریسک از ابزارها و روش‌های متعددی نظیر تحلیل بـده – بستان[1]، تحلیل هزینه – فایده [2]، تحلیل هزینه موثر[3]، تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره[4]، تحلیل خطای پیش‌بینی[5] و سـایر روش‌ها در مدیریت ریسک استفاده می‌شود. به‌طور خلاصه مهم‌ترین اصولی که برنامه‌ریزی مدیریت ریسک باید در کـانون توجه قرار گیرند بشرح زیر می‌باشند:

- ارزیابی مستمر ریسک
- تصمیم‌گیری و شناسایی ریسک‌های مهم
- تدوین و اجرای راهبردها، سیاست‌ها و برنامه‌های حذف، کنترل و کاهش انواع ریسک
- کنترل مستمر درخصوص اثربخشی اقدامات بـرای کـاهش ریسـک و در صـورت امکـان بـازنگری در اهـداف و سیاست‌ها و سازگار کردن آن‌ها با شرایط جدید

مدیریت ریسک مهم‌ترین و متنوع‌ترین بخش برنامه برنامه‌ریزی ریسـک منـابع آبـی اسـت. بـه‌دلیـل وجـود تنـوع در فعالیت‌های مدیریت ریسک طیف گسترده ای از کارشناسان و تحلیل‌گران از رشته‌های مختلف در مدیریت ریسـک مـورد نیاز می‌باشند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، برای برنامه‌ریزی مدیریت ریسـک مراحـل مختلفـی وجـود دارد کـه بایـد بـه صـورت پیوسته به مورد اجرا گذاشته شوند تا براساس آن‌ها به‌توان برنامـه مـدیریت ریسـک را بـه اجـرا در آورد. بـه‌طـور خلاصـه مراحل برنامه مدیریت ریسک به شرح زیر می‌باشند:

۶-۱-۱-۱- تدوین خط مشی‌ها[6]

باید خط‌مشی‌های واضح و شفافی تهیه شود تا بر مبنای آن‌ها اهداف کلـی بـرای مـدیریت ریسـک منـابع آب ترسـیم گردد. این خط‌مشی‌ها باید به گونه‌ای ترسیم شود تا کلیه دست‌اندرکاران و ذی‌نفعان مـدیریت منـابع آب بتواننـد اهـداف خودشان را در راستای این خط‌مشی‌ها تدوین و سازوکارهای اجرایی و عملیاتی برای آن پیش‌بینـی نماینـد. در حقیقـت، خط‌مشی بیان هدف‌گذاری و چـارچوبی از اولویـت‌هـا و مقـررات و تجـارب ارگـان مربوطـه مـورد نظـر مـی‌باشـد. اصـولا خط‌مشی‌هایی که برای مدیریت منابع آبی در نظر گرفته می‌شوند طبق ویژگی‌ها و حساسیت‌های زیست محیطی تعریـف می‌گردند. لازم به ذکر است خط‌مشی به حساسیت زیست‌محیطی، نقص‌های احتمالی و اهداف بهره‌بـرداری و کـنش‌هـا و واکنش‌های موجود در هر سازمان به‌صورت متفاوتی ترسیم می‌شود، لذا نمی‌توان یک خط‌مشی کلی را برای تمـام شـرایط ارائه نمود. کاربرد دیگر برنامه‌ها و خط‌مشی‌های مدیریت ریسک، مقایسه یا تطبیق عملکـرد بـا اسـتانداردها بـرای تعیـین

1- Trade - off Analysis
2- Cost - Benefit Analysis
3- Cost- Effectiveness Analysis
4- Muliatrtribute Decision Analysis
5- Predictive Failure Analysis
6- Policy

میزان رعایت قوانین محلی یا سیاست‌های برنامه می‌باشد. ازجمله خط‌مشی‌هایی که در مدیریت ریسک منابع آبی بایستی لحاظ گردد، به‌شرح زیر می‌باشد:

- رعایت قوانین و مقررات زیست‌محیطی ملی و توجه به قوانین بین‌المللی مرتبط با مدیریت منابع آبی
- کاهش مستمر آلاینده‌ها در منابع آبی و تجریبات زیست‌محیطی
- بهبود فرایندها و روش‌های اجرایی سیستم در جهت پیش‌گیری از آلودگی و تخریب محیط‌زیست
- تعمیم فرهنگ و آموزش زیست‌محیطی به‌منظور مشارکت موثر و مسوولیت‌پذیری در اجرای برنامه‌های زیست‌محیطی ریسک منابع‌آبی
- اشاعه و تبلیغ نگرش‌های زیست‌محیطی به تامین‌کنندگان و پیمان‌کاران شرکت و تشویق آنان به رعایت قوانین زیست‌محیطی منابع آبی
- حفاظت از زیستگاه‌ها و تنوع زیستی براساس قوانین ومقررات سازمان حفاظت از محیط‌زیست

۶-۱-۱-۲- محدوده و دامنه حادثه غیرمترقبه

در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک حوادث غیرمترقبه مرتبط با آب تیم برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک اولا می‌بایست تعریف دقیق و شفافی از حادثه ارائه داده و محدوده و مرز اثرگذاری حادثه را بر منابع آب دقیقا تعیین نماید. در تعیین معیارها برای تعیین سطح رخداد غیرمترقبه دو عامل اثرات بالقوه ریسک ناشی از حادثه و اقدامات برای پیش‌گیری و کاهش اثرات در محدوده اثرگذار بسیار حایز اهمیت است.

با مشخص کردن دامنه و محدوده اثرگزاری حادثه غیرمترقبه از گردآوری اطلاعات غیرضروری ممانعت به‌عمل آمده و در هزینه‌ها و زمان به میزان قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی می‌شود. دامنه و محدوده کار باید به‌گونه‌ای مشخص گردد تا چارچوب‌نهایی گزارش و مستندات ارائه شده، علاوه‌بر کاربردی بودن برای سازمان‌های ذی‌ربط و مسوولان برنامه‌ریزی و مدیریت ریسک، شفاف و حتی برای جامعه و عموم مردم نیز قابل استفاده و درک باشد. به این ترتیب محدوده کار مطالعات و نیز گستره جغرافیایی پیامدهای زیست‌محیطی از مهم‌ترین مولفه‌ها در کاهش هزینه‌ها، شناسایی دقیق و نظامند پیامدها، پیش‌گیری از آب‌هامات و سهولت دسترسی به اطلاعات است.

البته در تعیین محدوده و تعیین دامنه و محدوده اطلاعات نباید صرفا به مطالعات کتاب‌خوان‌های یا میدانی اکتفا نمود، لذا می‌بایست از متخصصین و کارشناس خبره در مراکز دولتی یا علمی -پژوهشی، جوامع محلی و کارکنان محدوده نیز کمک گرفت. تعیین محدوه مکانی یا حوزه جغرافیایی با توجه به محدودیت منابع، نیروی‌انسانی و سایر مولفه‌های مهم صورت می‌گیرد. بر این‌اساس این محدوده‌ها و حوزه‌های مطالعات می‌تواند براساس مرزهای پیشنهادی زیر صورت پذیرد:

- مرز بوم شناختی

این مرز بسته به شرایط اکولوژیکی و ماهیت حادثه مشخص می‌شود که اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از حادثه و انتشار آلاینده‌ها یا تخریب محیط‌زیست توسط واسطه‌هایی مانند آب و هوا منتقل شده و در نتیجه می‌توانند باعث دگرگونی و تغییراتی بر فرایندهای طبیعی زیست بوم وارد نمایند. به‌عبارت دیگر این محدوده به تناسب نوع اثرات و پیامدهای حادثه بر محیط‌زیست تعیین می‌شود به همین دلیل این محدوده می‌تواند بسیار متغییر باشد. انتخاب مرزهای بوم شناختی براساس شرایط سرزمین نظیر ویژگی‌های پستی و بلندی می‌تواند گزینه خوبی باشد. البته در حوادث غیرمترقبه مرتبط با منابع آبی مدلسازی‌ها می‌توانند، محدوده اثرگذاری‌ها به‌صورت مطلوب‌تری را تعیین کنند

- مرزهای اجتماعی و عرفی

این مرزها حدی از پیرامون محدوده اثرگذاری ناشی از حادثه را برمی‌گیرد که تعاملات اجتماعی حاکم بر جوامع آن مرزها را تعیین می‌کند و به‌همین دلیل شناخت این مرزها می‌تواند در شناخت بهتر و تحلیل جامع‌تر برنامه مدیریت‌ریسک و کاهش پتانسیل بروز حوادث آلودگی منابع آب حایز اهمیت باشد

- مرزهای اداری و سیاسی

مرزهای اداری و سیاسی، عبارت از سطحی از حوزه جغرافیایی یک منطقه که براساس قوانین و مقررات در سطوح سیاسی دولتی برای تفکیک کارکردها و نقش‌ها در پهنه کشور صورت می‌گیرد و بر این‌اساس نیز قوانین و مقررات در این مرزها اعمال می‌شود. شناسایی این مرزها خصوصا در ایران که اکثر گزارشات و آمار و اطلاعات براساس مرزهای اداری و سیاسی تدوین می‌شوند، در برنامه‌ریزی‌های مدیریت ریسک و کاهش پتانسیل بروز حوادث غیرمترقبه، بسیار حایز اهمیت است

۶-۱-۱-۳- سازماندهی و تشکیل تیم ارزیابی ریسک

باید نظم و ترتیبات سازمانی مشخصی برای برنامه مدیریت ریسک وجود داشته باشد، به‌طوری‌که سیاست‌ها و خطی‌مشی‌ها اجرا شوند و وظایف و مسوولیت‌های نهادها و سازمان‌ها ذی‌نفع در آن تعریف شود

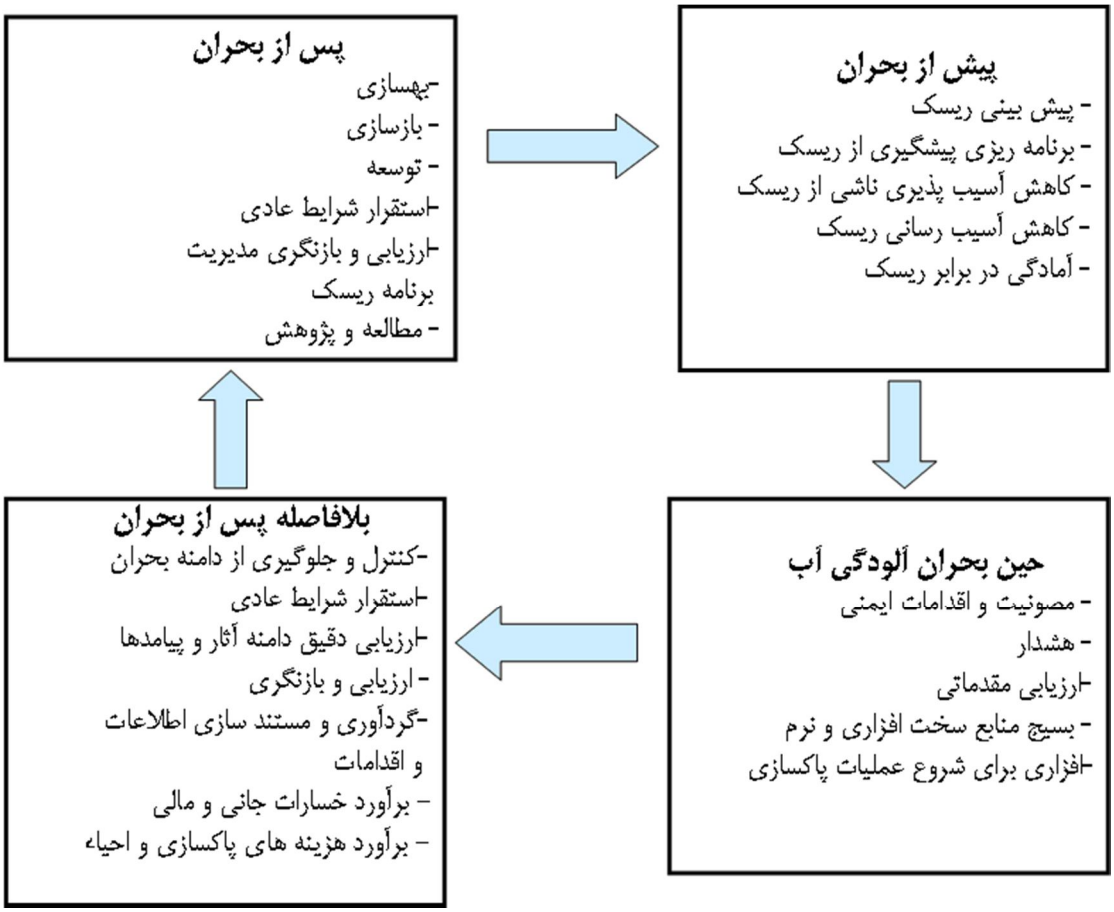
انجام سازماندهی در ساختار برنامه‌ریزی مدیریت‌ریسک باید وظایف و نقش دستگاه‌ها و نهادهای دولتی و غیردولتی و کارکنان را در مورد ریسک منابع آب مشخص نماید. در سازماندهی چهار عامل کنترل[1]، همکاری[2]، ارتباطات[3] و قابلیت و

1- Control
2- Cooperation
3- Communication

شایستگی[1] (افراد آموزش دیده) مطرح هستند که به چهار «C» معروف هستند. کنترل به‌وسیله معین کردن و اختصاص دادن مسوولیت‌ها در برنامه مدیریت به بخش‌های نظارتی، انجام می‌شود.

اولین گام سازماندهی، تشکیل کارگروه تدوین و نظارت بر اجرای برنامه مدریت ریسک است. این تیم باید از افراد متخصص و آشنا به مسایل آب و عوامل تهدید کننده آن تشکیل شود. این گروه کاری مسوول تدوین و اجرای برنامه مدیریت ریسک است و نقش اصلی را در برنامه مدیریت ریسک ایفا می‌کند. افراد این گروه کاری باید تخصص‌های لازم در حوزه‌های مختلف آب مانند بهره‌برداری، توزیع، توزیع و عوامل تهدید کننده منابع آبی را داشته باشند.

پس از آن‌که انواع فعالیت‌هاا و اقدامات برای کاهش ریسک شناسایی و تعیین شدند، زمان‌بندی و الویت‌بندی فعالیت‌ها می‌بایست در دستور کار قرار گیرد تا براساس آن‌ها تیم مدیریت بتواند برمبنای آن‌ها فعالیت‌ها را برای کاهش ریسک بروز رخدادهای غیرمترقبه انجام دهد. در این قسمت زمان اجرای هریک از فعالیت‌ها و تقدم و تاخر آن‌ها مستند شده و به عنوان مبنای فعالیت‌ها برای کاهش ریسک قرار می‌گیرد. شکل (۶-۲) چارچوب و فرایند زمانی و عملیاتی برای کاهش آثار و پیامدهای ریسک را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲- چارچوب و فرایند زمانی و عملیاتی مدیریت ریسک منابع آب در مراحل مختلف

1- Competence

۶-۱-۱-۴- برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک

- شناسایی نظام آب‌رسانی در محدوده

اولین مرحله در برنامه‌ریزی توصیف و شناسایی نظام تامین آب در محدوده مطالعاتی است. بنابراین تیم مدیریت باید در اولین گام تصویر شفاف و روشنی از منابع و مصارف، کاربران، مکان‌های برداشت، آب، مکان‌های تخلیه فاضلاب‌ها، محل‌های تردد مواد خطرناک و.ارائه دهد. بنابراین باید به‌صورت تفصیلی کلیه مکان‌های عرضه و برداشت از آب‌های سطحی و زیرزمینی بر روی نقشه‌هایی با مقیاس مناسب مشخص شوند. در این بخش باید اطلاعات کافی در مورد مکان‌های آسیب‌پذیر، نوع خطراتی که منابع آب را تهدید می‌کنند و اقدامات کنترلی مشخص گردند. به‌طور خلاصه در این مرحله باید موارد زیر مشخص گردند:

- شناسایی کیفیت آب
- رواناب‌های منتهی به منابع آب
- میزان مصرف آب و محل برداشت آب
- میزان تخلیه پساب و محل‌های تخلیه آن‌ها
- شناسایی و تعیین مناطق آسیب‌پذیر
- تعیین کاربری حوزه آب‌خیز و نمایش آن‌ها بر روی نقشه
- اطلاعات لازم در مورد ذخیره آب
- گردآوری اطلاعات در مورد نحوه تصفیه و نشان دادن آن‌ها بر روی نقشه
- گردآوری اطلاعات در مورد مواد شیمیایی مورد استفاده برای تصفیه آب
- تعیین مکان معادن بر روی نقشه و نوع آلاینده‌های آن‌ها
- تعیین مسیرهای دسترسی و مشخص کردن نوع حمل و نقل کالاها با تاکید بر حمل و نقل مواد خطرناک و ثبت روزانه مقدار حمل این کالاها
- تعیین مقدار و نوع مصرف کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی در حوزه
- شناسایی مصرف‌کنندگان

- شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک

در این مرحله کلیه خطراتی که در فرایند تامین و توزیع، منابع آب را تهدید می‌کنند شناسایی شده و احتمال وقوع آن‌ها مشخص می‌شود. ارزیابی ریسک هم به‌صورت کیفی و هم به‌صورت کمی باید انجام شود که در مورد روش‌های ارزیابی ریسک به‌صورت تفصیلی در فصول قبل بحث شد. در این قسمت کلیه عوامل تهدید کننده و منابع تهدید کننده و محل جغرافیایی آن‌ها باید مشخص گردد.پس از شناسایی باید روش‌های کنترل و کاهش بروز این خطرات معین گردد. در این

مرحله علاوه‌بر مطالعات کتابخانه‌ای براساس حوادث گذشته، باید مطالعات و بازدیدهای میدانی صورت گیرد و محل‌هایی که احتمال آسیب‌پذیری در آن‌ها بیش‌تر است باید تعیین گردد. ارزیابی ریسک مستلزم بررسی رخدادها و حوادث گذشته نیز می‌باشد. تیم مدیریتی باید کلیه ریسک‌های ملموس و ناملموس را شناسایی کرده و نوع و محل وقوع آن‌ها را در این مرحله تعیین و آن‌ها را به‌صورت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار داده و احتمال وقوع و شدت آن‌ها را تعیین نماید. بهترین شیوه برای انجام این کار تهیه جدولی است که در آن پتانسیل بروز ریسک و شدت آن مشخص شده باشد. به‌طور خلاصه در شناساسی ریسک و خطر کلیه عواملی که باعث بروز ریسک منابع آب می‌شوند باید شناسایی شده و منشاء و اثرات آن‌ها بر منابع آب باید مشخص گردند. جدول (۶-۱) منشا و اثرات تعدادی از این عوامل تهدید کننده را نشان می‌دهد.

جدول ۶-۱- منشاء ریسک و نوع تاثیر بر منابع آب [۱۰۰]

منشا ریسک	نوع تاثیر بر منابع آب
تغییرات شدید اقلیمی و آب و هوایی	سیل، تغییرات سریع در کیفیت آب
عوامل زمین شناختی	انتشار ارسنیک، فلوئور، سرب، اورانیوم، رادون
کشاورزی	آلودگی میکروبی، آفت‌کش‌ها، نیترات، دفع ضایعات دامپروری‌ها، کودهای شیمیایی
صنایع	آلودگی‌های شیمیایی و میکروبی
فعالیت‌های معدنی	آلودگی‌های شیمیایی
حمل و نقل جاده‌ای	آفت‌کش‌ها و انواع مواد شیمیایی در اثر تصادفات
راه آهن	آفت‌کش‌ها و انواع مواد شیمیایی در اثر تصادفات
تغییر کاربری اراضی	افزایش رواناب‌های آلوده
حیات وحش	آلودگی میکروبی منابع آب
تفرج	آلودگی میکروبی
محل‌های ذخیره آب	رشد جلبکی و تولید مواد سمی

پس از این‌که ریسک و خطرات تهدید کننده شناسایی شدند، باید در مورد روش ارزیابی ریسک تصمیم‌گیری کرد.

۶-۱-۱-۵- چارچوب زمانی و اولویت‌بندی اقدامات و فعالیت‌ها برای کاهش آثار و پیامدهای ریسک

پس از آن‌که انواع فعالیت‌ها و اقدامات برای کاهش ریسک شناسایی و تعیین شدند، زمان‌بندی و الویت‌بندی فعالیت‌ها می‌بایست در دستور کار قرار گیرد تا براساس آن‌ها تیم مدیریت بتواند فعالیت‌های مناسب را برای کاهش ریسک بروز رخدادهای غیرمترقبه انجام دهد. در این‌جا باید بین مدیریت ریسک و مدیریت بحران تمایز قایل شد. در مدیریت ریسک تمامی تلاش‌ها برای کاهش بروز حوادث و روش‌های کنترل و کاهش حوادث و بحران در منابع آب است، در حالی‌که در مدیریت بحران بیش‌تر بر اقدامات و فعالیت‌های بازسازی و واکنش سریع تاکید دارد. در این قسمت زمان اجرای هر یک از فعالیت‌ها و تقدم و تاخر آن‌ها مستند شده و به عنوان مبنای فعالیت‌ها برای کاهش ریسک قرار می‌گیرد.

۶-۱-۱-۶- برآورد هزینه‌ها

برآورد هزینه‌های اقدامات و فعالیت‌ها برای کاهش ریسک و هم‌چنین اقدامات بهسازی پس از بروز حوادث غیرمترقبه بسیار حایز اهمیت است. به‌طورکلی لازم است تا روش‌های کاهش ریسک به صورتی انتخاب شوند که حداقل هزینه‌ها را در برداشته باشند. معمولا هزینه‌ها به دو بخش هزینه‌های ثابت و هزینه‌ای اضطراری طبقه‌بندی می‌شوند. هزینه‌های ثابت شامل هزینه‌هایی نظیر اجرای روش‌های سازه‌ای، غیرسازه‌ای و نیمه‌سازه‌ای می‌شوند که برای کاهش ریسک منظور می‌شوند. هزینه‌های اضطراری نیز شامل هزینه‌هایی نظیر کاهش اثرات سوء ناشی از حوادث غیرمترقبه و هزینه‌های نگه‌داری در شرایط ویژه تاسیسات یا تجهیزات برای مقابله با ریسک و حوادث غیرمترقبه می‌باشند. در این قسمت برحسب هر نیاز و فعالیت باید منابع مالی برای آن پیش‌بینی شود. فهرست عملیات و مبلغی که برای هر کدام از فعالیت‌ها پیش‌بینی می‌شود، باید در چارچوب کل برنامه مدیریت ریسک انجام شود.

۶-۱-۱-۷- تدارکات و هماهنگی

در این مرحله از برنامه‌ریزی مدیریت ریسک باید تدارکات لازم براساس نوع آسیب‌پذیری منابع آب تدارکات و تمهیدات در برنامه مدیریت ریسک مشخص گردد تا بر مبنای آن‌ها بتوان در شرایط بحرانی، به اهداف برنامه مدیریت‌ریسک دست یافت. پیچیدگی فزاینده جوامع، افزایش جمعیت و وابستگی طیف گسترده‌ای از جمعیت به منابع آب محدود از یک سو و گسترش روز افزون عوامل تهدید کننده منابع آبی (مانند تولید و حمل و نقل مقادیر بسیار زیادی از مواد شیمیایی) زمینه مساعدی را برای بروز انواع مخاطرات منابع آبی به‌وجود آورده است. به‌همین دلیل یکی از مهم‌ترین مراحل مدیریت ریسک تدارکات و هماهنگی است که باید به صورت مستقل در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک پیش‌بینی شود. وجود منابع و تدارکات کافی و هماهنگی در بین نهادها و سازمان‌های درگیر در منابع آب در شرایط بحرانی بسیار حایز اهمیت است. هرچقدر پیش‌بینی‌ها در مورد تدارکات و هماهنگی به‌صورت جامع‌تر انجام شود، فرصت‌های بهتری را برای مهار بحران‌ها فراهم کرده و موفقیت برنامه مدیریت ریسک را تضمین می‌کند.

۶-۱-۱-۸- تامین تجهیزات

برای پایش مستمر عوامل تهدید کننده منابع اب استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های لازم برای پایش مستمر منابع آب و عوامل تهدید کننده ضروری است. برای این منظور باید در ابتدا پارامترهایی که برای پایش اندازه‌گیری شوند مشخص شده و تجهیزات و دستگاه‌های لازم در مکان‌های مناسب نصب گردد. در صورتی‌که امکان نصب تجهیزات برای پایش مستمر میسر نباشد، باید دستگاه‌های لازم برای برداشتن نمونه‌ها خریداری شود.

۶-۱-۱-۹- آموزش و اطلاع‌رسانی

در هر برنامه مدیریت ریسک، ارائه برنامه‌های آموزشی به گروه‌های مخاطب نقشی اساسی در مدیریت و کنترل ریسک‌ها دارد. نخستین اقدام در این زمینه، تعیین مسوولیت مدیریت آموزش و اطلاع‌رسانی برای مدیریت ریسک و مدیریت بحران در دستگاه‌های ذی‌ربط است.

نحوه جمع‌آوری اطلاعات پایه، تدوین راهبردهای مدیریت، پی‌گیری امور عملیاتی و کنترل و بازبینی آن‌ها، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برای کارکنان و متخصصین شاغل و بهینه‌سازی سیستم اطلاعات درخصوص مدیریت ریسک و مدیریت بحران ناشی از آب از برنامه‌های آموزشی می‌باشد که باید در دوره‌های آموزشی ارائه و اجرا شوند.

به‌دلیل وجود اثرات سوء احتمالی ناشی از انتشار برخی از آلاینده‌ها در منابع آبی و اعمال نظارت بر این فعالیت‌ها، آموزش‌های تخصصی ویژه برای کنترل آلاینده ضرورت دارد. اجرای برنامه‌های آموزشی در سطوح مختلف برای کارکنان و مسوولین مدیریت سوانح منابع آب و ایجاد واحد مدیریت مقابله با بحران آلودگی آب ناشی از سوانح از مهم‌ترین ضروریات به‌شمار می‌روند.

پس از تعیین افراد نیازمند به آموزش در بخش‌های مختلف، لازم است سطح آموزش موردنیاز برای هر دسته با توجه به ویژگی‌های ریسک و بحران‌های ناشی از انتشار آلودگی‌ها و عوامل موثر در آموزش تعیین و مشخص شود. این عوامل شامل موارد زیر است:

- میزان دانش تخصصی، نوع تخصص یا سواد
- میزان دانش زیست‌محیطی و آشنایی با مسایل و موضوعات زیست‌محیطی به‌طور عام و آلودگی منابع آب به‌طور اخص
- ارائه برنامه‌های آموزشی به تناسب وظایف و مسوولیت افراد
- نوع و اهمیت مسایل و مشکلات زیست‌محیطی مرتبط با ریسک منابع آب
- میزان دسترسی به منابع‌انسانی و مالی جهت جهت ارائه آموزش‌های زیست‌محیطی و مدیریت ریسک
- وضعیت فرهنگی، اجتماعی مخاطبین و به‌ویژه میزان پذیرش اجتماعی این‌گونه آموزش‌ها
- وضعیت نهادها و یا افراد ذی‌نفوذ در آموزش

برنامه‌های آموزشی موردنیاز باید با توجه به مخاطبین و هم‌چنین سطح آموزش مورد نیاز تهیه شود. این برنامه می‌بایست شامل مولفه‌های زیر باشد:

- برنامه زمانی آموزشی
- منابع فیزیکی (ابزار، مواد، وسایل کمک آموزشی و ...)
- منابع انسانی (آموزش دهندگان، آموزش یاران)
- رئوس و سرفصل‌های برنامه‌های آموزشی
- منابع مالی لازم

- ارزشیابی دوره‌های آموزشی مدیریت ریسک و بحران
- استمرار دوره‌های آموزشی
- مستندسازی و ارائه تجربیات داخلی و خارجی درخصوص بحران‌های آلودگی آب به گروه‌های مخاطب

برنامه‌های آموزشی برای هرکدام از گروه‌ها و یا افراد موردنظر می‌بایست به‌صورت جداگانه تهیه شده و روش‌های اجرایی آن‌ها مشخص گردد. در مجموع برنامه‌های آموزشی در زمینه مدیریت ریسک منابع آب را می‌توان در دو زمینه آموزش‌های عمومی و آموزش‌های تخصصی به‌شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

الف- برنامه‌های آموزش عمومی

۱- دوره‌های آموزشی حضوری

برنامه‌های آموزش‌های عمومی به منظور ترویج خود امدادی انجام می‌شود و عبارت است از مجموعه دانش‌ها و مهارت‌ها مورد نیاز تمامی اقشار و آحاد جامعه است تا تک‌تک افراد در صورت وقوع حادثه با آشنایی کامل در مورد انواع حادثه به‌طورعام و حوادث و رخدادهای ناشی از آلودگی آب به‌طور اخص به‌توانند اقدامات اولیه را جهت کاهش عواقب و اثرات ناشی از حادثه در مورد خود و سایرین انجام دهند و هم‌چنین با فراگیری اصول ایمنی از وقوع یا توسعه بسیاری از حوادث در این زمینه پیش‌گیری نمایند.

در این دوره فراگیران و مخاطبین با مفاهیم و مباحث زیر به صورت تئوری و عملی آشنا می‌شوند:

- آگاهی از خطرات ناشی از آلودگی آب در محیط زندگی (شهر، روستا، اداره، کارخانه و...)
- آشنایی با نحوه پیش‌گیری و کاهش اثرات ناشی از حوادث
- شناخت اصول و معیارهای ایمنی
- رعایت مسایل بهداشتی و تغذیه‌ای به‌هنگام وقوع حوادث
- پیش‌گیری از تشدید و شیوع بیماری‌های ناشی
- روش‌های تهیه، نگه‌داری و استفاده از تجهیزات و یادگیری روش‌های به‌کارگیری صحیح آن‌ها
- نحوه رویایی با حوادث و مواد شیمیایی
- آگاهی و آشنایی با اقدامات امدادی هنگام وقوع سوانح و پس از آن
- اجرای برنامه‌های آموزشی حضوری برای اقشار مختلف از جمله کارمندان و کارکنان دولت و کارگران کارخانجات،
- مناطق شهری و روستایی
- -برگزاری سالانه مانورهای آموزشی برای مدیریت بحران منابع آب

۲- دوره‌های آموزشی غیرحضوری

با توجه به توسعه روزافزون علوم و فناوری در زمینه آموزش، امروزه در اکثر کشورهای جهان، آموزش‌های غیرحضوری، نقش به‌سزایی در بسترسازی جهت گسترش آگاهی و یادگیری عموم مردم و درنهایت بالا بردن سطح دانش و توسعه و ترویج فرهنگ ایمنی دارد. این امر نیازمند همکاری فعالانه رسانه‌های گروهی می‌باشد. برنامه‌های آموزش‌های غیرحضوری را می‌توان در قالب شش طرح سازمان یافته شامل آموزش مکاتبه‌ای، آموزش از طریق تلویزیون، آموزش از طریق رادیو، آموزش تصویری و ویدیویی و آموزش در مطبوعات و جراید پی‌گیری کرد.

ب- برنامه‌های آموزش حضوری تخصصی

از آن‌جایی‌که کاهش ریسک و پیش‌گیری از حوادث ناشی از انتشار آلودگی و هم‌چنین انجام عملیات پاسخ به حوادث و سوانح به نیروی‌انسانی متخصص و آموزش دیده نیاز دارد، ضروری است تا کلیه مدیران و کارکنان مرتبط با این‌گونه رخدادها از طریق آموزش‌های تخصصی، مهارت‌های لازم در این زمینه را کسب کرده و دوره‌های آموزشی لازم را طی نمایند. این برنامه آموزشی باید در سطوح مختلف از جمله مدیران عملیاتی، کارکنان ستادی و تکنسین‌های دستگاه‌های اجرایی مختلف را در برگیرد.

در این نوع از آموزش‌ها لازم است تا اقدامات زیر صورت گیرد:

- تعیین نوع آموزش حضوری (کلاس، سخنرانی آموزشی یا کارگاه آموزشی)
- تعیین مکان و زمان تشکیل کلاس‌ها، جلسات، کارگاه‌ها
- تعیین وسایل و تجهیزات کمک آموزشی و نحوه تامین آن‌ها
- تعیین آموزش‌دهندگان و نحوه گزینش آن‌ها
- تعیین منابع‌مالی و نحوه تامین آن‌ها
- تدوین برنامه زمانی مراحل مختلف آموزش
- نظرخواهی از شرکت‌کنندگان به‌منظور اثربخشی برنامه‌های آموزشی

برنامه‌های آموزشی این دوره‌ها باید مجموعه‌ای از علوم و فناوری‌های موردنیاز در زمینه شناسایی ریسک، نحوه مقابله با ریسک، شناسایی منابع آلاینده آب، رفتار آلاینده‌ها، نحوه مستندسازی و تدوین گزارش، نحوه برآورد خسارات مالی و جانی، آشنایی با مسایل فردی و بهداشتی ناشی از آلودگی‌ها، نحوه استفاده از تجهیزات و... را شامل شود.

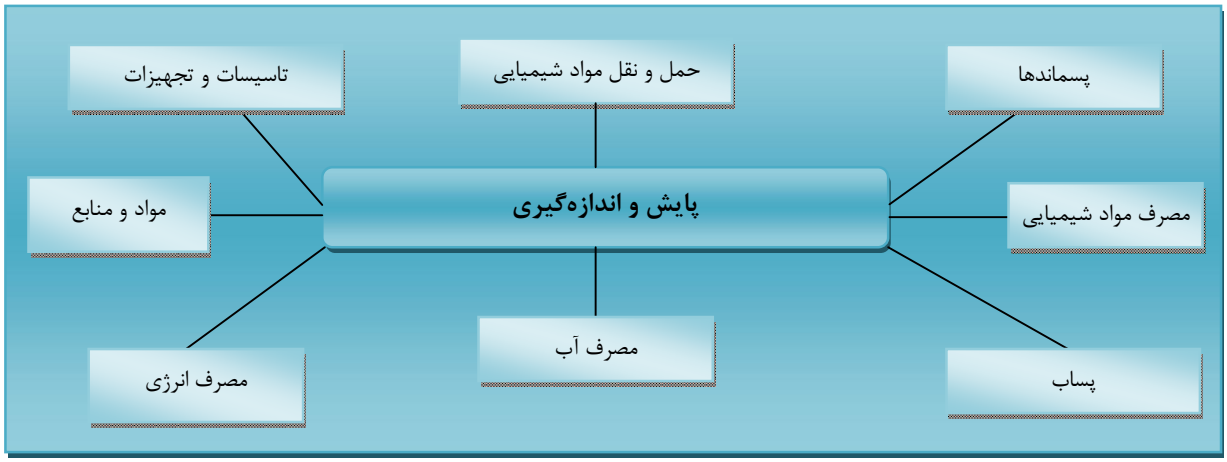
۶-۱-۱-۱۰- فرایندهای کنترل ریسک (پایش و ممیزی)

از اصلی‌ترین برنامه‌های مدیریت ریسک، پایش و اندازه‌گیری مستمر می‌باشد. بدین منظور مدیریت رده بالای سیستم باید روش‌های اجرایی مدونی برای پایش و اندازه‌گیری مشخصه‌های کلیدی عملیات و فعالیت‌ها که امکان دارد پیامد بارز بر محیط‌زیست داشته باشد، برقرار نماید. تجهیزات پایش باید مرتبا کالیبره و به‌روز شوند و سوابق آن بر طبق روش‌های

اجرایی مدیریت حفظ شود. بنابراین لازم است که جهت اثربخشی و بهبود مستمر سیستم مدیریت ریسک، کلیه شاخص‌های آلودگی در برنامه جامع کنترل، پایش و اندازه‌گیری، مورد ارزیابی و بازنگری قرار گیرد. در واقع پایش اثرات یا پیامدها در مورد سنجش عوامل تاثیرگذار بر منابع آب در محل منابع آبی به‌منظور تعیین تغییرات و شناسایی به‌موقع خطراتی که ممکن است منابع آب را مورد تهدید قرار دهد، بسیار حایز اهمیت است. عناصر مربوط به پایش براساس نوع فعالیت‌ها و عوامل اثرگذار بر منابع آب، حساسیت زیست‌محیطی منابع، پیامدهای مورد پیش‌بینی و اهداف پایش انتخاب می‌شوند. شکل (۶-۳)

البته نوع پایش و اقدامات برای استقرار سیستم پایش در هر منطقه و بسته به ویژگی‌های بوم شناختی محدوده و هم‌چنین نوع عوامل تهدید کننده در هر منطقه متفاوت است. به‌طورخلاصه در طرح‌ریزی و اجرای سیستم پایش باید به موارد زیر مشخص گردند (WAP[1]، WHO[2])

- چه مولفه‌هایی از منابع آبی باید مورد پایش قرار گیرند
- پایش چگونه باید انجام شود
- درچه زمآن‌هایی و در چه فاصله زمانی پایش‌ها باید انجام شود
- پایش‌ها در کجا باید انجام شود
- چه نهاد و سازمانی باید پایش‌ها را انجام دهد
- چه نهاد یا سازمانی باید داده‌های حاصل از پایش را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد
- نتایج حاصل ازتحلیل‌ها توسط چه نهادی باید دریافت شود تا براساس آن‌ها اقدامات برای کاهش ریسک صورت گیرد.



شکل ۶-۳- عناصر مربوط به برنامه پایش و اندازه‌گیری منابع آب

1- Water Safety Plan
2- World Health Organization

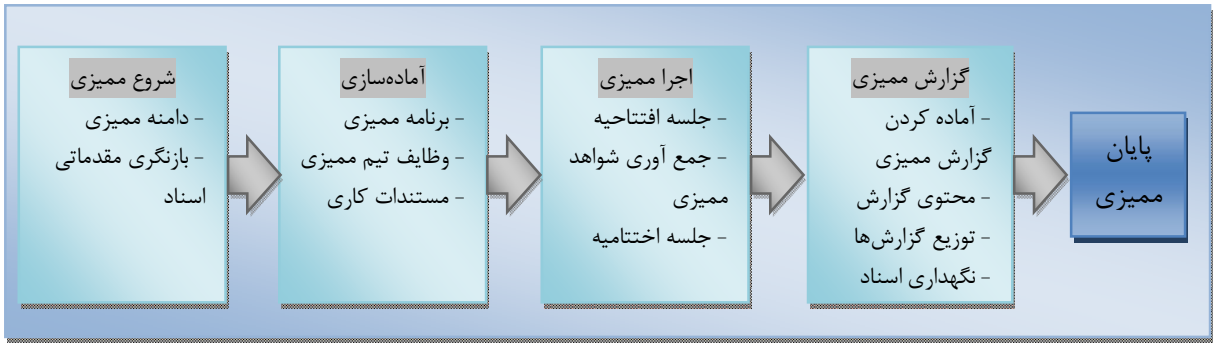
ممیزی یکی از مهم‌ترین ارکان فرایند کنترل ریسک است که باید در برنامه مدیریت ریسک مورد تاکید قرار گیرد. از این‌رو پس از تکمیل برنامه مورد نظر، کیفیت محیط‌زیست و منابع‌آب جهت بروز موارد ذیل باید تحت بازرسی قرار گیرد:

- انجام ارزیابی ناتمام و دارای نقایص
- بروز سوانح و بلایای طبیعی
- بروز حوادث و خطرات مانند تصادمات و تخلیه ناگهانی منابع آلاینده
- خطاهای انسانی؛

لازم به‌ذکر است که انجام فرایند ممیزی یا بازرسی در طرح مربوطه به‌صورت ممیزی خارجی و داخل مطرح می‌باشد. ممیزی‌های خارجی شامل کلیه نظارت‌ها و بازرسی‌هایی است که دستگاه‌های مسوول دولتی و یا نمایندگان قانونی آن‌ها برای اطمینان از اجرای مناسب قوانین ومقررات و عملکرد مناسب زیست‌محیطی به انجام می‌رسانند. این بازرسی‌ها شامل بازرسی‌های زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشت می‌باشد. بازرسی‌های زیست‌محیطی شامل فعالیت‌های نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست بوده و در برگیرنده جنبه‌های زیست‌محیطی طرح می‌باشد. بدین‌منظور کلیه منابع آلاینده و ریسک مربوط به منابع آب به‌صورت دوره‌ای مورد بازرسی قرار می‌گیرد.

در بازرسی‌های ایمنی و بهداشت که مسوولیت آن برعهده شبکه بهداشت منطقه می‌باشد تمهیدات تامین بهداشت محیط‌کار شامل فراهم بودن تجهیزات بهداشتی و ایمنی فردی مورد کنترل قرار می‌گیرد. فراهم بودن شرایط محیطی مناسب کار از قبیل امکانات رفاهی، بهداشتی، ایمنی عمومی محیط‌کار و فراهم بودن امکانات و تجهیزات موردنیاز برای این‌منظور از سایر جنبه‌های این نوع بازرسی می‌باشد. در ممیزی یا بازرسی داخلی علاوه‌بر بررسی و نظارت دقیق نحوه کارکرد مناسب تاسیسات و تجهیزات اندازه‌گیری، تمهیدات بهداشتی و ایمنی نیز می‌بایست به‌صورت برنامه‌ریزی شده مورد بازرسی قرار گیرد. با توجه به موارد فوق‌الذکر مهم‌ترین اقدامات بازرسی داخلی مرتبط با منابع آبی کشور عبارتند از:

- بازرسی به‌منظور اطمینان از آمادگی لازم برای مقابله با بروز سوانح و بلایای طبیعی
- بازرسی به‌منظور اطمینان از انجام ایمنی فعالیت‌ها توسط پرسنل
- بازرسی به‌منظور نظارت بر وضعیت مناطق حساس و آسیب‌پذیر
- بازرسی از عملکرد تجهیزات کنترل و کاهش آلاینده‌ها



شکل ۶-۴- فرایند ممیزی

۶-۱-۱-۱۱- بازرسی و بازنگری طرح مدیریت ریسک

چهارچوب مستندات کنترل برنامه مدیریت ریسک می‌تواند شکل‌های مختلفی داشته باشد. چنین مستنداتی برای کنترل روش‌ها، فرایندها، نقش‌ها، مسوولیت‌ها، نیازهای آموزشی و... تهیه می‌شوند. این روش‌ها پیشنهادات برنامه‌استاندارد مدیریت ریسک را برای کنترل ریسک سازماندهی می‌کند. مستندات برنامه مدیریت ریسک که جنبه‌های مدیریتی استقرار عناصر برنامه مدیریت ریسک را به انضمام عناصر فرایند آن مشخص می‌سازد. در این برنامه عقیده براین است که ریسک‌ها با درجات زیاد قابل کنترل هستند. کاهش احتمال وقوع به جای کاهش پیامدهای سوانح بسیار حایز اهمیت است. این امر به‌واسطه اختصاص مناسب منابع‌مالی، نیروی‌انسانی، تجهیزات و امکانات و غیره در راستای فعالیت‌های کاهش ریسک انجام می‌گیرد. اغلب این اقدامات از طریق قوانین ارگان ذی‌ربط، براساس هزینه‌های نسبی و ارزش ناشی از تقلیل ریسک آن‌ها انتخاب می‌شوند. هزینه‌ها و منافع در برنامه مدیریت ریسک جمع‌بندی و تحلیل می‌شوند.

نهاد مدیریت ریسک باید در فواصل زمانی معینی که خود تعیین می‌کند، برنامه مدیریت ریسک را بازنگری کند تا از تداوم، کافی بودن و موثر بودن آن اطمینان حاصل نماید. در پرتو نتایج ممیزی سیستم مدیریت ریسک، هرگونه نیاز به تغییرات خط‌مشی جهت رسیدن به اهداف کلان و سایر عناصر سیستم مدیریت را مدنظر قرار دهد. علاوه‌بر موارد پیش‌بینی شده در سیستم مدیریت، کلیه خطرات، سوانح و مشکلات زیست‌محیطی منابع‌آبی می‌بایست بررسی شده و سیستم به‌صورت مستمر تحت‌پایش و کنترل قرار گرفته و به‌صورت ادواری مسایل و مشکلات شناسایی و برنامه مدیریت بازنگری شود.

اقدامات نظارت و بازرسی شامل کلیه فعالیت‌هایی است که به‌منظور کنترل رعایت جنبه‌ها تمهیدات زیست محیطی پیش‌بینی شده در نظر گرفته شده و به اجرا گذاشته می‌شود. نظارت و بازرسی دارای دو وجه مختلف می‌باشد. اولین وجه شامل نظارت‌های حاکمیتی است که توسط دستگاه‌های دولتی و یا ناظرین قانون آن‌ها صورت می‌پذیرد و دومین وجه این برنامه، انجام اقدامات مجری برای نظارت بر کارکرد مناسب سیستم‌های مرتبط با مقولات زیست‌محیطی منابع آب می‌باشد که به عنوان خود بازرسی شناخته می‌شود.

براساس قوانین و مقررات موجود در کشور، سازمان حفاظت محیط زیست به عنوان مرجع اصلی کلیه حقوق دولتی در قبال مسایل زیست‌محیطی می‌باشد. بنابراین سازمان مذکور مهم‌ترین مرجع مرتبط با نظارت و بازرسی حاکمیتی و تدوین استانداردها می‌باشد. ارگان دیگری که در نظارت و بازرسی حاکمیتی مرتبط می‌باشد وزارت نیرو است. براساس قوانین و مقررات مختلف ازجمله قانون حریم و بستر رودخانه‌ها، قانون توزیع عادلانه آب و هم‌چنین برخی مواد قانون برنامه توسعه کشور مسوولیت تقویت مبانی مدیریت کیفی منابع‌آب و هم‌چنین توسعه شبکه پایش کمی و کیفی منابع آب بر عهده وزارتخانه نیرو و سازمان‌های وابسته به این وزارتخانه است. نقش وزارت بهداست، درمان و آموزش پزشکی نیز در این زمینه بسیار حایز اهمیت بوده و مسوولیت اصلی را در کاهش شیوع بیماری‌های ناشی از آب و درمان مصدومین در شرایط بحرانی را برعهده دارد.

۶-۲- ساختار پیشنهادی

برای اجرای برنامه مدیریت ریسک لازم است تا ستاد راهبری مدیریت ریسک متشکل از دستگاه‌های زیر تشکیل گردد:

- شرکت مدیریت منابع آب ایران (مسوول کمیته راهبری)
- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
- سازمان مدیریت بحران
- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (مرکز سلامت و کار)
- سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های وزارت کشور
- سازمان حفاظت محیط‌زیست
- وزارت جهاد کشاورزی (دفتر توسعه پایدار و محیط‌زیست)
- وزارت صنعت، معدن و تجارت (دفتر محیط‌زیست)
- وزارت نفت
- دو نماینده از استاتید دانشگاه‌های ذی‌ربط به انتخاب اعضای کمیته

وظایف راهبری نیز به‌شرح زیر خواهد بود:

- سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در سطح ملی در جهت مدیریت ریسک منابع‌آب در مراحل پیش‌گیری، مقابله و بازسازی
- ایجاد بستر مناسب برای اجرای برنامه مدیریت ریسک منابع آب کشور
- تصویب برنامه‌های مدیریت ریسک مناطق مختلف کشور
- تعیین کمیته‌های فنی و کارشناسی برای نظارت بر برنامه‌های مدیریت ریسک منابع‌آب
- پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای تامین منابع‌مالی
- تهیه و تدوین برنامه‌های آموزشی و برنامه‌ریزی برای مانورهای دوره‌ای
- ارزیابی و بازنگری برنامه مدیریت ریسک کشور و به روز کردن آن‌ها
- نظارت بر اجرای برنامه‌های مدیریت ریسک منابع آب کشور

پس از این‌که کلیه وظایف دستگاه‌ها و نهادهای متولی در مراحل پیش از بحران، وقوع و پس از وقوع بحران احصا شد، براساس سطح‌بندی و طبقه‌بندی‌هایی که در ارزیابی ریسک انجام می‌شود، اقدامات هر کدام از نهادها و سازمان‌های درگیر در مدیریت منابع آب می‌بایست به اجرا درآیند. برای این‌منظور باید جدولی طراحی شود که در نوع طبقه آسیب‌پذیری یا ریسک، سازمان مسوول و اقدامات هرکدام از دستگاه‌ها و نهادها مشخص گردد. جدول (۶-۲) دستگاه‌ها و اقداماتی که باید برای هرکدام از طبقات ریسک صورت گیرد را نشان می‌دهد.

جدول ۶-۲- وظایف و نوع اقدامات برای کاهش ریسک منابع آب

طبقه‌بندی	اثرات بر روی منابع آب سطحی و زیرزمینی	سازمان مسوول	سازمان همکار	اقدامات
طبقه ۴	- اثرات گسترده و دایمی بر کیفیت منابع آب - آسیب کلی بر اکوسیستم‌های آبی، مرگ و میر جانوران - تخریب فراگیر و گسترده بخش کشاورزی و اقتصادی، آلودگی خاک و محصولات کشاورزی اثرات متعدد بر سلامت انسان، شایع شدن بیماری خاص با منشا آلودگی آب	- اداره کل مدیریت بحران استانداری - شرکت آب منطقه‌ای - شرکت آب و فاضلاب	- سازمان حفاظت محیط‌زیست - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - هلال احمر جمهوری اسلامی - سایر دستگاه‌های مرتبط با مدیریت بحران	- اعلان هشدار و اطلاع‌رسانی - تشکیل جلسه ستاد ستاد مقابله و مدیریت حوادث ناشی از آب - تسهیل ارتباط بین مسوولان در جریان بحران - تعیین حدود مسوولیت‌ها و اختیارات تیم‌های مدیریت بحران آب - تنظیم مداوم آخرین اطلاعات و پیام‌های ضروری و برقراری ارتباط با مردم - تعیین مرکز کنترل بحران، مجهز به سیستم مخابراتی - تعیین سخن‌گوی واحد مدیریت بحران آب - سازماندهی گروه‌های امداد و نجات و تعیین وظایف هر کدام از گروه‌ها - استقرار گروه‌های امدادی و پاک‌سازی - شناسایی نقاط آسیب‌دیده - تامین تجهیزات لازم برای پیش‌گیری از انتشار آلودگی‌ها - نمونه‌برداری و تعیین نوع آلاینده‌ها - بررسی احتمالات مختلف توسعه بحران - شناسایی دامنه و ابعاد آلودگی - تخلیه جمعیت - انتقال مصدومان - ارزیابی خسارت‌های جانی و مالی - بازرسی کلیه تاسیسات آب‌رسانی - تعیین محل جدید اسکان - تامین آب جایگزین - برقرار ممنوعیت‌های زمانی و مکانی مصارف آب - اعمال ممنوعیت‌های زمانی و مکانی بر محصولات کشاورزی آلوده - ممنوعیت دایمی بر منابع آبی که امکان پاکسازی آن‌ها میسر نیست
طبقه ۳	اثرات قابل توجه روی منابع تخریب قابل‌توجه اکوسیستم‌های آبی تخریب قابل توجه و مهم بر بخش کشاورزی و اقتصادی اثر بر روی انسان	- اداره کل مدیریت بحران استانداری - شرکت آب منطقه‌ای - شرکت آب و فاضلاب	- سازمان حفاظت محیط‌زیست - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - هلال احمر جمهوری اسلامی	به مانند طبقه یک عمل شود

ادامه جدول ۶-۲- وظایف و نوع اقدامات برای کاهش ریسک منابع آب

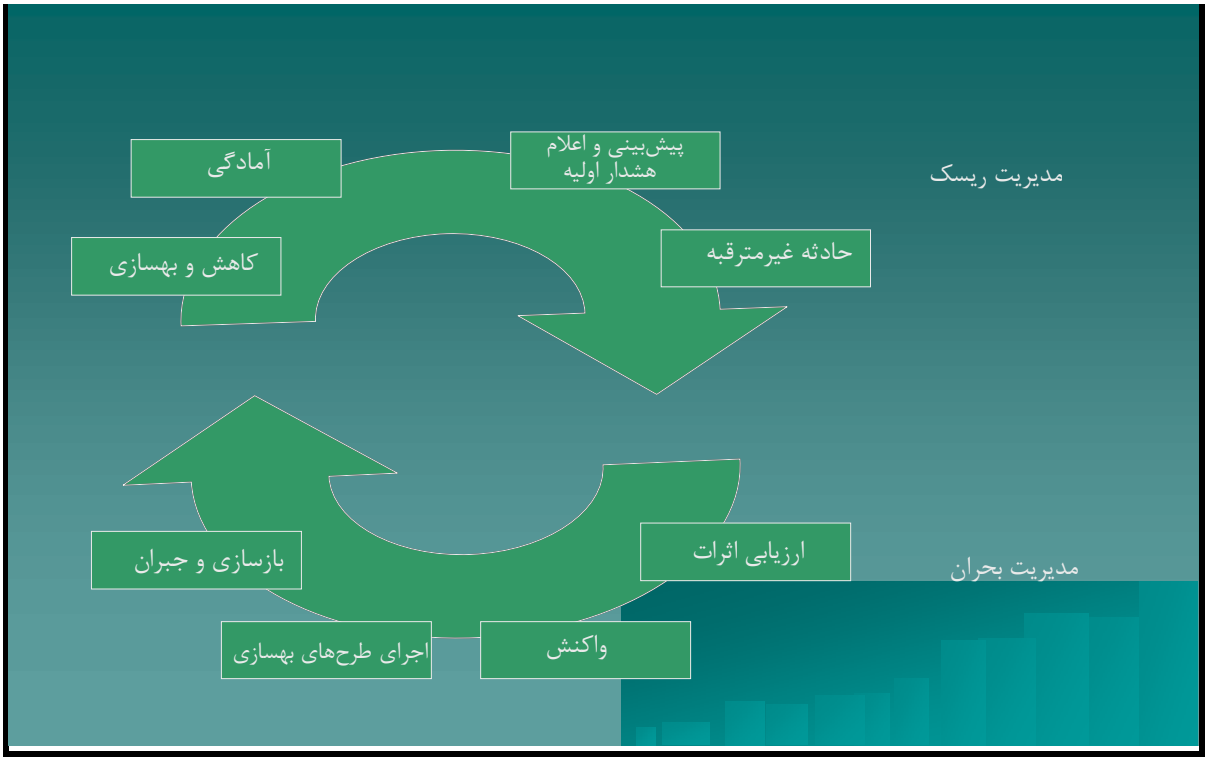
طبقه‌بندی	اثرات بر روی منابع آب سطحی و زیرزمینی	سازمان مسوول	سازمان همکار	اقدامات
طبقه ۲	اثرات کمینه بر منابع آب تاثیر جزیی بر اکوسیستم‌های آبی تاثیر جزیی بر بخش کشاورزی و تجاری	- شرکت آب منطقه‌ای - شرکت آب و فاضلاب	سازمان حفاظت محیط‌زیست	- نقشه‌برداری و تیه نقشه هیدروگرافی منطقه - مطالعات آب‌های سطحی و زیرزمینی - بررسی وضعیت آلودگی منابع آبی موجود محدوده - بررسی بیولوژیکی منابع آب - مطالعات و ردیابی مواد پرتوزای منابع آب - مدل‌سازی آلاینده‌های آب - تهیه بیلان آبی آب‌های سطحی و زیرزمینی - پایش آب در مناطق آلوده و تهیه بانک اطلاعاتی - تعیین حریم کیفی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی - تعیین و شناسایی کانون‌های جمعیتی پیرامون آب‌های سطحی و زیرزمینی و ارائه آن‌ها بر روی نقشه - تهیه نقشه کاربری محدوده‌های منابع آبی - تهیه نقشه مناطق آسیب‌پذیر - مشخص کردن مناطق دارای پتانسیل خطر - مدل‌سازی رفتار آلاینده‌ها در منابع آبی - ایجاد سیستم پایش در محل آب‌های سطحی و زیرزمینی
طبقه ۱	اثر خاصی مشاهده نمی‌شود وتنها با تجهیزات آزمایشگاهی اثرات ضعیف قابل شناسایی می‌باشد.			- نمونه‌برداری مستمر از منابع اب سطحی و زیرزمینی - نصب تجهیزات پایش - تهیه نقشه‌های نقاط و پهنه‌های آسیب‌پذیر به آلودگی‌ها

۶-۳- مدیریت سوانح آب

مواجه‌ی با بحران‌هایی هم‌چون تصادفات گسترده و انتشار مواد شیمیایی و سایر مواد به منابع آب در زمره یکی از مهم‌ترین بحران‌ها در بسیاری از کشورها ازجمله ایران قلمداد می‌شود. این مساله به‌ویژه در ایران به‌علت توسعه صنایع شیمیایی و هم‌چنین انتقال حجم زیادی از مواد و فراورده‌های نفتی بسیار حایز اهمیت است. بنا بر این، برای رویارویی با این مخاطرات در زمان حوادث، باید تمهیدات و راهکارهای مشخصی توسط مدیریت کلان کشور اتخاذ گردد. جهت کاهش خسارات، افراد مسوول باید تصمیمات موثر و بسیار کارایی را هم در موقع پیش از بحران و هم پس از بحران اتخاذ نمایند. جهت اتخاذ تصمیمات بهینه و موثر، داشتن اطلاعات دقیق و فوری درباره نوع و محل و وسعت آلودگی شریان‌های حیاتی و آب‌های زیرزمینی به‌علاوه محل و نوع و دسترس بودن منابع موردنیاز جهت مواجه‌ی با بحران ضروری است. هسته مرکزی یک سیستم مدیریت بحران را مدیریت منابع تشکیل می‌دهد. به‌روزرسانی این اطلاعات در هنگام مواجه‌ی شدن با بحران آلودگی‌های منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. سیستم مدیریت بحران که در بسیاری از کشورها ایجاد شده است، یک سیستم اطلاعاتی توزیع شده و پشتیبان کننده تصمیم می‌باشد که می‌تواند در اتخاذ تصمیم‌گیری‌های بهینه جهت کمک رساندن به مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد. سیستم مورد بحث ترکیبی

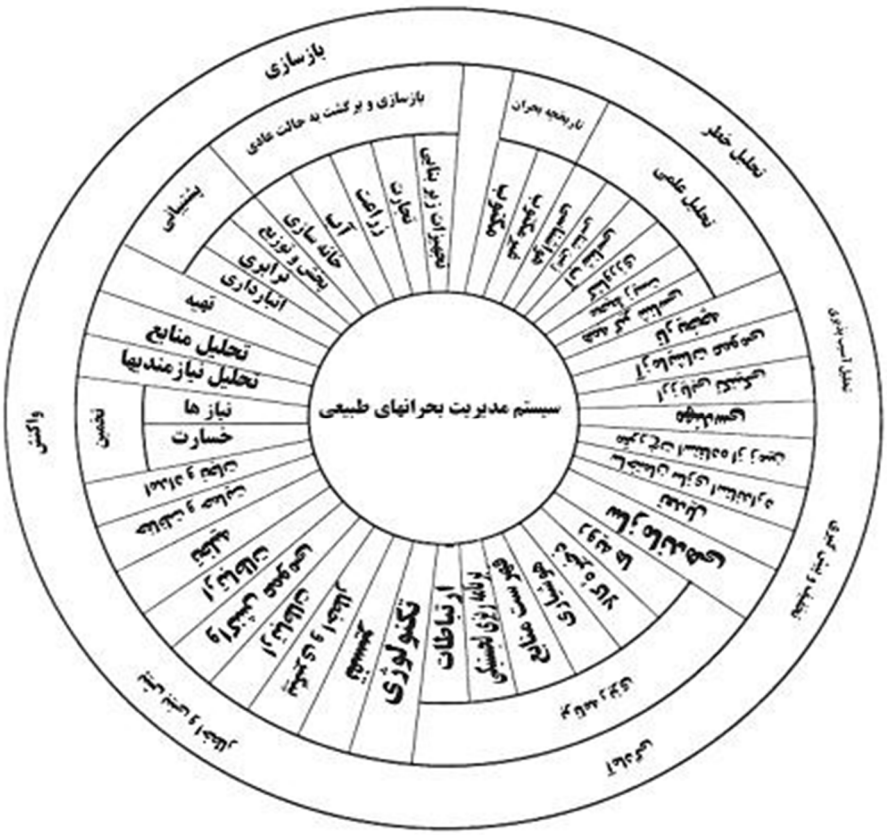
از تکنولوژی‌ها و متدلوژی‌های هوش مصنوعی و تحقیق در عملیات و اطلاعات مدیریتی می‌باشد. به‌علاوه این سیستم با مشخص کردن جریان فعالیت‌ها و بهینه کردن فعالیت‌های موردنظر در فرایند تصمیم‌گیری یاری می‌رساند. با استفاده از این سیستم در هنگام رخداد حوادث و بحران‌های مختلف به‌طورعام و منابع‌آب به‌طور اخص با اتخاذ تصمیمات بهینه و واکنش‌های مناسب در کوتاه‌ترین زمان می‌توان خسارات را تاحد قابل توجهی کاهش و آسیب‌دیدگان را تاحد قابل قبولی تسکین داد. هم‌چنین سیستم بایستی در فازتصمیم‌گیری، اطلاعات به‌موقع و مناسبی را برای افراد و مسوولین مربوطه ارائه دهد تا مدیران به‌توانند تصمیمات موثری را اتخاذ نمایند.

لازم به‌توصیح است که در تدوین برنامه مدیریت بحران باید بین برنامه مدیریت ریسک و مدیریت بحران تمایز قایل شد و سازوکارهای مدیریتی جداگانه‌ای را برای آن‌ها تدوین کرد .شکل (۶-۵) رابطه بین مدیریت ریسک و مدیریت بحران را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۵- چرخه مدیریت ریسک و بحران

مدیریت بحران دارای بخش‌های مختلفی است که هر کدام از آن‌ها وظایف خاصی را در زمان بروز بحران عهده‌دار می‌باشند. شکل (۶-۶) بخش‌های مختلف مدیریت بحران را نمایان می‌سازد:



شکل ۶-۶- بخش‌های مختلف مدیریت بحران

۶-۳-۱- مراحل مدیریت بحران

مراحل مدیریت بحران از لحاظ زمانی به شرح ذیل می‌باشند:

- پیش از بحران (پیش‌گیری)

این مرحله شامل شناخت، پیش‌بینی، پیش‌گیری، کاهش و آمادگی با انجام آموزش، مطالعات، تحقیقات و فعالیت‌های مستمر برای از میان بردن یا کاهش آسیب‌پذیری مالی و جانی در برابر اثرات حوادث و سوانح آب با استفاده از مطالعات و تحقیقات در مورد ریسک منابع آبی و ایجاد ساختار مدیریتی و هماهنگی لازم برای ایجاد یک سیستم مناسب هشداردهی و اقدام به‌موقع پاسخ به سوانح به‌منظور کاهش اثرات آن‌هاست. در این مرحله تمامی تلاش‌ها معطوف به ممانعت از بروز حادثه است. البته باید توجه کرد که پیش‌گیری در مورد برخی از رخدادهای طبیعی مانند سیل یا زلزله که منابع‌آبی را تهدید می‌کنند، قابل پیش‌گیری نبوده ولی می‌توان آثار آن‌ها را کاهش داد، اما در مورد حوادث ناشی از فعالیت‌های انسانی تا حدود زیادی قابل پیش‌گیری است. کنترل حمل و نقل مواد شیمیایی، کنترل لوله‌های انتقال نفتی، ایجاد سیستم پایش در منابع آبی و ازجمله اقداماتی هستند که در این مرحله می‌توانند باعث پیش‌گیری از حوادث غیرمترقبه در منابع‌آبی شوند.

از جمله اقداماتی که در این مرحله باید انجام شود می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- تنظیم قوانین و مقررات در مورد رعایت حریم کیفی منابع آب
- تنظیم قوانین و مقررات در مورد حمل و نقل مواد شیمیایی
- تنظیم قوانین و مقررات در مورد دفع مواد زاید و خطرناک صنایع و فعالیت‌های معدنی
- مطالعه و بررسی اطلاعات و آمار سوانح گذشته در مورد سوانح آب
- ارزیابی و تعیین کمیت، کیفیت، تهیه و تامین تجهیزات و وسایل موردنیاز
- سازماندهی گروه‌های امدادی محلی و مردمی
- تهیه نقشه ساختار فضایی منابع‌آبی و نقاط آسیب‌پذیر به حوادث
- جمع‌آوری و تنظیم اطلاعات سری زمانی در مورد منابع آب
- تهیه فهرست سازمان‌ها و ارگان‌ها و موسسات درگیر در مدیریت بحران
- تهیه طرح امداد و مقابله با بحران اب
- تهیه طرح‌های آموزشی برای مدیران و دست‌اندرکاران در سلسله مراتب برنامه‌های عملیاتی
- تدوین روش‌های مدیریت فنی تجهیزات مقابله با حوادث آلودگی آب
- تدوین دستورالعمل‌های استفاده از تجهیزات و آموزش کارکنان
- به‌هنگام‌سازی طرح‌های عملیاتی مقابله با بحران با توجه به تغییرات تکنولوژی
- ارزیابی و تعیین کمیت و کیفیت وسایل و تجهیزات ارتباطی موردنیاز در زمان حوادث
- جمع‌آوری و تنظیم اطلاعات مربوط به نام و نشانی و تلفن اعضای کارگروه مدیریت بحران آب
- بررسی گزینه‌های تامین آب در شرایط اضطراری
- ارزیابی و تعیین کمیت و کیفیت نیروی‌انسانی برای رویارویی با سوانح
- تدوین طرح جهت کنترل بیماری‌های ناشی از آلودگی آب
- اجرای برنامه‌های آموزشی برای کارکنان مقابله با حوادث ناشی از آب

- مرحله وقوع بحران

این مرحله که به مرحله امداد و نجات موسوم است، شامل اطلاع‌رسانی و هشدار، انجام مراحل مختلف پاسخ اضطراری، بسیج نیرو و امکانات، به‌کارگیری تجهیزات برای کاهش فرایندهای تخریبی منابع آب، امدادرسانی، تهیه آب جای‌گزین، جلب مشارکت‌های مردمی، انتقال آسیب‌دیدگان، تمهیدات پزشکی و برقراری مجدد خدمات ضروری است.

معمولا درزمان وقوع بحران آلودگی آب اقدامات زیر حایز اهمیت است:

۱- اعلان هشدار

شامل زمان یا دوره‌ای را شامل می‌شود که خطر بحران به‌خوبی تشخیص داده شده و زمان وقوع و محل آن نیز مشخص گردیده است. البته برخی از صاحب‌نظران مدیریت بحران، یک زیر بخش دیگری را در این‌مرحله با عنوان مرحله «احتیاطی» مطرح می‌کنند که در این‌مرحله پس از اعلام اخطار و مطلع شدن عموم مردم از خطر بحران، معمولا اقدامات احتیاطی به‌منظور کاهش آثار مخرب ناشی از بحران به مورد اجرا گذاشته می‌شود

با توجه به این‌که مقابله با بسیاری از بحران‌ها غیرممکن می‌باشد بنابراین باید یک‌سری احتیاط‌هایی توسط سازمان‌ها و ارگان‌ها در جهت کاهش اثرات بحران و کمینه کردن خسارات آن اتخاذ گردد. قبل از بحران بهره‌گیری از احتیاط‌های راهبری و تکنیکی در جهت کاهش اثرات فیزیکی، مطالعه روش‌های مناسب کاهش اثرات بحران در تمامی مراحل توسعه سیستم در جهت کاهش ریسک و به‌دست آوردن یک سیستم بهینه، کسب آمادگی بیش‌تر و انجام برنامه‌های آموزشی مناسب و کمک به اقشار مختلف جامعه جهت کاهش اثرات بحران و در هنگام بحران و بعد از بحران نجات دادن افراد بیش‌تر و کمک به آن‌ها، ایجاد یک محیط زندگی مناسب و امن برای افرادی که در بحران متاثر شده‌اند، تهیه تمامی احتیاجات حیاتی آسیب‌دیدگان و جبران خسارات جانی و مالی تا حد ممکن موثر خواهد بود.

اقدامات این مرحله از چرخه مدیریت بحران اصولا جهت نجات افراد تحت تاثیر و حفاظت از دارایی‌های در معرض آسیب آلودگی‌ها و هم‌چنین سایر آثاری است که در اثر بروز حوادث بحران ایجاد می‌شود. ایجاد یک سیستم هشدار سریع در این مرحله بسیار حایز اهمیت است.

۲- طراحی سیستم هشدار

با گسترش شبکه‌های جهانی، توسعه سیستم‌های اعلان هشدار رایانه‌ای میسر شده است و به‌راحتی می‌توان از این فناوری‌ها در مدیریت بحران استفاده کرد. سیستم مدیریت بحران‌های طبیعی به عنوان بخشی حیاتی از فرایند تصمیم‌گیری در هنگام وقوع بحران یا قبل یا بعد از آن است که می‌تواند باعث مدیریت بهینه بر بحران‌های مدیریت آب شود. مساله اصلی در کاربرد سیستم‌های مکانیزه برای مدیریت بحران آب نحوه سازماندهی سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی وغیردولتی در مواقع اضطراری است. سیستمی که برای حل این مشکل طراحی و پیاده‌سازی خواهد شد نتایج بهینه‌ای را در بر خواهد داشت. برای این منظور باید اقدامات زیر را انجام داد:

- طراحی سیستم

هدف از طراحی چنین سیستمی، ارائه یک سیستم کاملا یک‌پارچه می‌باشد. این سیستم شامل بخش‌های ذیل خواهد بود:

- مرکز توزیع داده[1]

1- Data Distribution Center (DDC)

- مرکز معتبر سنجی داده[1]
- توسعه کاربردی و پردازش داده‌ها[2]
- سیستم پشتیبان کننده تصمیم[3]

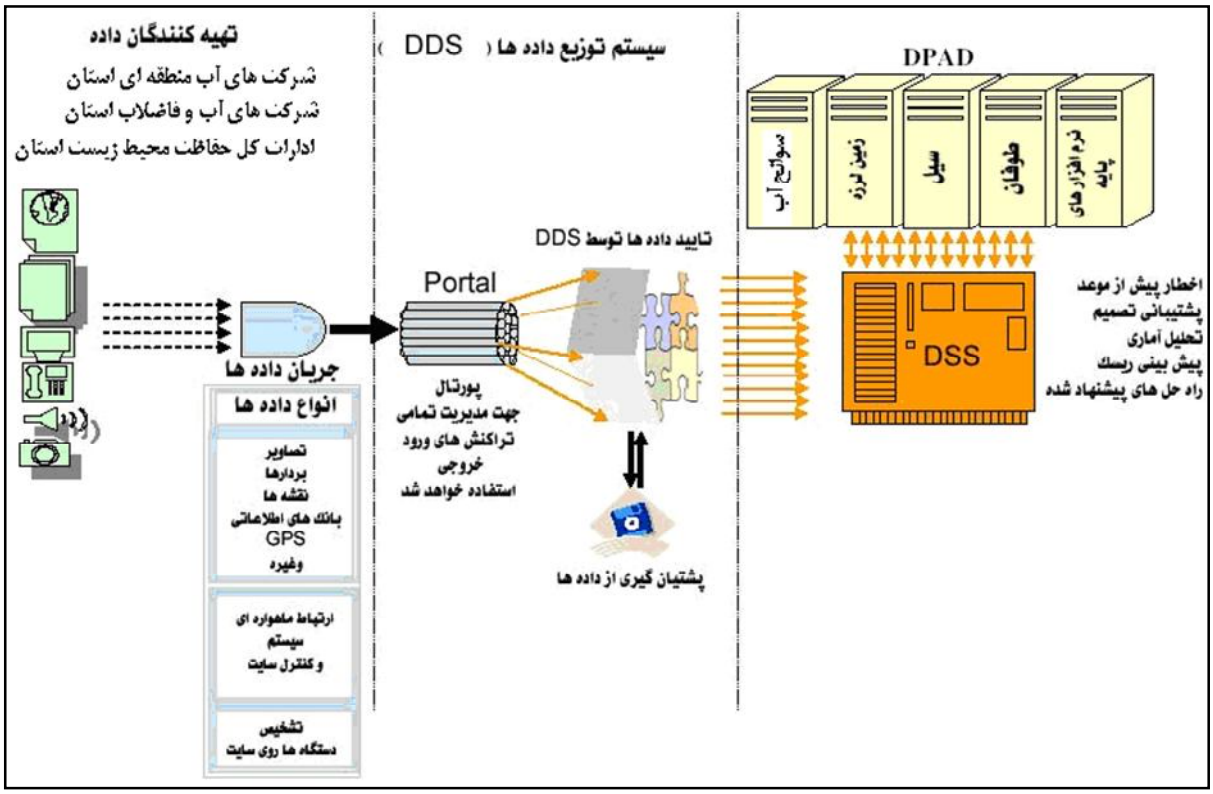
ترکیب این سیستم‌ها، سیستم مدیریت اطلاعاتی بحران‌های طبیعی یا غیرطبیعی را تشکیل می‌دهد که می‌تواند برای تمامی حوادث طبیعی و انسانی مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

- طراحی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری خطر (HDSS)

منظور از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری خطر HDSS[4] سیستمی می‌باشد که مجموعه فعالیت‌های موردنیاز قبل و درحین و بعد از حادثه را پیشنهاد می‌دهد. این ساختار آخرین تکنولوژی ارتباطی و اطلاعاتی را در خدمت خواهد گرفت تا به کاربران امکان دهد به‌صورت مستمر[5] از طریق شبکه VPN ویا ارتباط اینترنتی و یا ارتباطات رادیویی و یا شبکه‌های محلی و گسترده (LAN و WAN) از این سیستم استفاده نمایند. هم‌چنین در این سیستم امکان استفاده از دستگاه موبایل و یا PDAها وجود خواهد داشت. در این سیستم هم‌چنین امکان ارتباط با پیام کوتاه (SMS) نیز فراهم خواهد شد.

مهم‌ترین خصوصیت این سیستم بهره‌گیری از یک سیستم DSS و تولید کننده گزارش و سیستم مدیریت داده می‌باشد که به کاربران امکان می‌دهند با کم‌ترین هزینه و با کم‌ترین اثر جانبی از این سیستم بهره گیرند. ساختار HDSS شامل ماژول‌های کاربردی می‌باشد که تمامی نیازمندی‌های فعالیت‌های کاربران را مرتفع می‌سازد. شکل (۶-۷) ساختار این سیستم و مولفه‌های مختلف آن را نشان می‌دهد.

1- Data Validation Center (DVC)
2- Data Processing and Application Development (DPAD)
3- Decision Support System (DSS)
4- Hazard DSS
5- Online



شکل ۶-۷- پیکربندی سیستم مدیریت بحران‌های طبیعی و انسانی [۵۰]

- تولیدکنندگان اطلاعات

تولیدکنندگان اطلاعات سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی و غیردولتی می‌باشند که اطلاعات لازم را به‌صورت روزانه و یا در هنگام رخداد حادثه وارد سیستم می‌کنند. ازجمله سازمان‌ها و ارگان‌هایی که می‌توانند به این سیستم متصل شوند و اطلاعات خودشان را در مورد سوانح آب به این سیستم وارد نمایند می‌توان به سازمان حفاظت محیط‌زیست، شرکت‌های آب و فاضلاب، سازمان مدیریت منابع آب کشور، شرکت‌های آب منطقه‌ای و جمعیت هلال‌احمر، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان آتش‌نشانی، وزارت راه و ترابری و غیره اشاره نمود. سازمان مدیریت بحران و ادارات کل مدیریت بحران استانداری‌ها و مدیریت بحران استانداری‌ها وظیفه راه‌اندازی و پشتیبانی از این سیستم را دارا خواهند بود. قالب داده‌ها می‌تواند تصویر، بانک‌های اطلاعاتی، GPS و نقشه‌های جغرافیایی و Hot Link و غیره باشد.

- سیستم توزیع داده (DDS)

از لحاظ ارتباطی، این سیستم نقش پورتال و مدیریت کاربران سیستم مدیریت اطلاعاتی بحران را برعهده دارد. این زیر سیستم کنترل می‌کند که چه کسانی،به چه اطلاعاتی و در چه زمان و در چه مکانی به اطلاعات دسترسی دارند.عملکرد این سیستم به‌طور خلاصه به قرار زیر خواهد بود:

- ترسیم سریع و دقیق چرخه بحران
- ارتباط بلادرنگ، آسان و سریع و کارا

- پشتیبانی از بانک‌های اطلاعاتی توزیع شده و غیرتوزیع شده
- پشتیبانی از سطوح دسترسی چند سطحی
- ارائه سرویس به مدیران درگیر در بحران

- ارائه سرویس به گروه‌های امداد

DDS دارای سه قابلیت اصلی تصدیق داده‌ها،کنترل کیفیت و سرویس ذخیره و بازیابی اطلاعات ورودی و خروجی می‌باشد و هم‌چنین دارای زیر سیستمی است که به‌صورت پورتال مدیریت داده‌های ورودی و خروجی دستگاه‌های مرتبط با مدیریت و حوادث بحران آب را برعهده دارد.

- سیستم مدیریت داده‌ها (DMS)

به مجموعه‌ای از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری اطلاق می‌شود که قبل، درحین و بعد از بحران می‌تواند برای مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد. این قسمت از سیستم به‌صورت ماژولار و قابل گسترش طراحی و پیاده‌سازی خواهد شد به‌طوری‌که به‌راحتی به‌توان بدون هیچ‌گونه تغییری در این سیستم به تعداد actor ها و یا use caseها افزود هم‌چنین به‌توان به‌راحتی با دیگر سیستم‌های اطلاعاتی نیز یکپارچه ساخت.

- پردازش داده‌ها و توسعه نرم‌افزار کاربردی (DPAD)

این زیر سیستم شامل یک‌سری ابزارهای کاربردی تحلیل داده‌ها می‌باشد که براساس داده‌های ورودی تحلیل‌هایی را انجام داده و قبل از رخداد حادثه اخطارهایی را می‌دهند. اعلام هشدارهای اولیه نیز توسط اداره کل مدیریت بحران استانداری‌ها با هماهنگی سازمان آب منطقه‌ای، شرکت‌های آب و فاضلاب و سازمان حفاظت محیط‌زیست انجام خواهد شد.

- سیستم پشتیبان کننده تصمیم (DSS)

این سیستم بانک اطلاعاتی مرکزی سیستم می‌باشد که امکان استفاده online از اطلاعات را فراهم می‌کند. این سیستم یک سیستم هوشمند می‌باشد که در برنامه‌ریزی‌ها به مدیران کمک می‌کند. این سیستم هم‌چنین شامل یک زیر سیستم تولید گزارشات موردنظر کاربران می‌باشد. اهداف اصلی این سیستم تخمین آسیب و نقشه‌های شماتیک بحران و راه‌حل‌های پیشنهاد شده و اعلان اخطار و پشتیبان تصمیم‌گیری و پیش‌بینی ریسک و تحلیل آماری توسط دستگاه‌های مسوول در مدیریت سوانح آب می‌باشد.

در این مرحله حادثه اتفاق افتاده است، لذا مرحله عمل است. مدیریت بحران سوانح آب براساس طرح مدریت ریسک باید هماهنگی‌های لازم را برای مقابله با حادثه انجام دهد. میزان موفقیت مدیریت بحران بستگی به طرح‌ها و برنامه‌های پیش‌گیری و آمادگی از قبل انجام شده دارد. چنان‌چه این برنامه‌ریزی‌ها و هماهنگی‌ها به‌شکل مناسب و کارآ انجام گردیده باشد، نتایج آن در صحنه عملیات کاهش بحران ظاهر خواهد شد. این اقدامات توسط گروه‌های کاری که در طرح

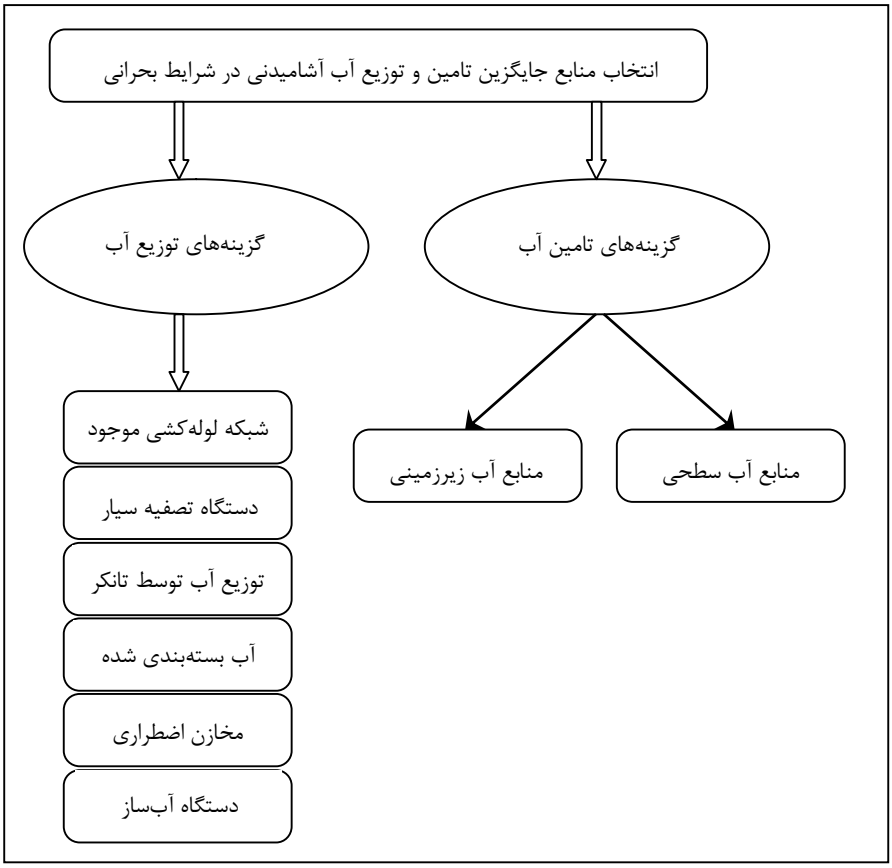
مدیریت بحران مشخص شده است، به‌شکل منظم سازماندهی شده و براساس آموزش‌های تخصصی که طی کرده‌اند، انجام می‌شود.

برخی از این اقدامات شامل موارد زیر است:

- تشکیل تیم‌های امداد سریع طبق ساختار پیش‌بینی شده
- فعال شدن سریع گروه‌های امدادی و استقرار آن‌ها در محل‌های پیش‌بینی شده
- تخلیه جمعیت از مناطق آسیب‌پذیر
- آماده‌سازی واحدهای اضطراری تامین تجهیزات و نیروی‌انسانی
- انجام اقدامات احتیاطی توسط مسوولین مانند تامین و ذخیره نمودن منابع‌آب جایگزین
- انتقال آسیب دیدگان به مراکز درمانی
- شناسایی محل‌های دقیق انتشار آلاینده‌ها به منابع‌آبی
- اتخاذ تدابیر لازم برای جلوگیری از نشت آلاینده‌ها به منابع آب
- شناسایی عواملی که باعث تشدید بحران آلودگی می‌شوند
- تعیین حدود مسوولیت و اختیارات افراد تیم و گروه‌های متخصص
- تنظیم مداوم آخرین اطلاعات دقیق و پیام‌های اضطراری و برقراری ارتباط با مردم
- تعیین سخنگوی واحد برای هر یک از گروه‌های کاری
- تعیین مرکز کنترل بحران، مجهز به وسایل مخابراتی

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در موقع حوادث آلودگی آب به‌وجود می‌آید، فقدان آب مناسب برای شرایط اضطراری است، بنابراین در این مرحله باید منابع آب جایگزین از ابتدا مشخص گردد. شناسایی و انتخاب منابع آب جایگزین در شرایط بحرانی بسیار حایز اهمیت است. انتخاب منبع مناسب آب در شرایط بحرانی، از اولین و اساسی‌ترین اقدامات در یک برنامه اضطراری آب‌رسانی محسوب می‌شود و درصورتی که این انتخاب صحیح و اصولی باشد، از حجم، تعداد واحدهای تصفیه، پیچیدگی تاسیسات توزیع آب کاسته شده و آب سالم‌تری در اختیار سانحه‌دیدگان قرار می‌گیرد. به‌همین دلیل در انتخاب منبع آب در شرایط اضطراری باید در دسترس بودن، پایداری منابع آب کافی، ضرورت تصفیه آب و در صورت نیاز نحوه انجام این کار، زمان تاخیر در ارائه خدمات با استفاده از کم‌ترین و محدودترین امکانات و فناوری موجود، هزینه و بودجه موردنیاز برای توسعه منابع، کیفیت و سلامت قابل قبول آب و هم‌چنین جمعیت تحت پوشش هر روش را در نظر گرفت.

از سوی دیگر، شناسایی دقیق کمیت و کیفیت تمام منابع آب در هر شهر و منطقه‌ای اعم از منابع آب سطحی (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) و زیرزمینی (چاه، چشمه، قنات و ...) و منابع آب‌شور متناسب با نیاز پیش‌بینی شده ضروری است تا در شرایط اضطرار بتوان از آن‌ها به‌جای منابع آب خسارت دیده برای ساکنان استفاده کرد.گزینه‌های منتخب برای تامین و توزیع آب در این شرایط را می‌توان به‌صورت شکل (۶-۷) طبقه‌بندی کرد:



شکل ۶-۸- شناسایی و انتخاب منابع آب آشامیدنی در شرایط اضطراری

استفاده از هریک از گزینه‌ها بسته به شرایط اقتصادی، اجتماعی و دسترسی به آب و نوع آلودگی‌ها متفاوت است. مسوولیت تامین آب برعهده شرکت‌های آب و فاضلاب با همکاری شرکت های آب منطقه‌ای است.

- مرحله پس از بحران

این مرحله شامل کلیه اقداماتی است که به‌موجب آن‌ها می توان شرایط عادی را پس از بروز بحران به حالت عادی برگرداند.در این مرحله فعالیت‌های امداد و نجات پایان‌یافته و به برنامه بازسازی و مشارکتی نیاز است. معمولا چارچوب کلی اقدامات در این مرحله نیز باید از قبل تعیین شود. اما معمولا در این مرحله لازم است تا زمان و برنامه‌ریزی‌های گذشته مورد بازنگری قرار گرفته و تعدیلات لازم در برنامه صورت گیرد. به‌طورکلی اقداماتی که در این مرحله باید صورت گیرید بسته به نوع و شدت آلودگی‌های آب شامل موارد زیر است:

- بارزسی کلیه تاسیسات آب‌رسانی و منابع آب و تعیین خسارات آلودگی
- تعیین نوع و شدت آلودگی ها
- اعمال محدودیت‌های زمانی و مکانی استفاده از آب
- تعیین و شناسایی مکان‌های آلوده ناشی از حادثه و مشخص کردن آن‌ها بر روی نقشه‌های با مقیاس مناسب

- استفاده از روش‌های مناسب برای حذف آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی
- تخلیه شهروندان از مکان‌های آلوده در صورت نیاز
- تامین آب جایگزین تا پاک‌سازی سیستم توزیع آب موجود
- بازسازی تجهیزات و تاسیسات آب‌رسانی موجود که در اثر حادثه متحمل خسارت شده‌اند.
- تعیین افراد آسیب دیده و اعطای کمک‌های بلاعوض به آسیب‌دیدگان
- بازسازی زیرساخت‌های آسیب‌دیده به‌ویژه سیستم آب‌رسانی
- ایجاد بسترهای لازم برای مشارکت مردم در بازسازی مناطق آلوده
- تدوین دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی برای پاک‌سازی
- سدسازی یا ایجاد سیل‌بند به‌منظور جلوگیری و کنترل طغیان آب‌های آلوده
- نمونه‌برداری از آب‌های آلوده

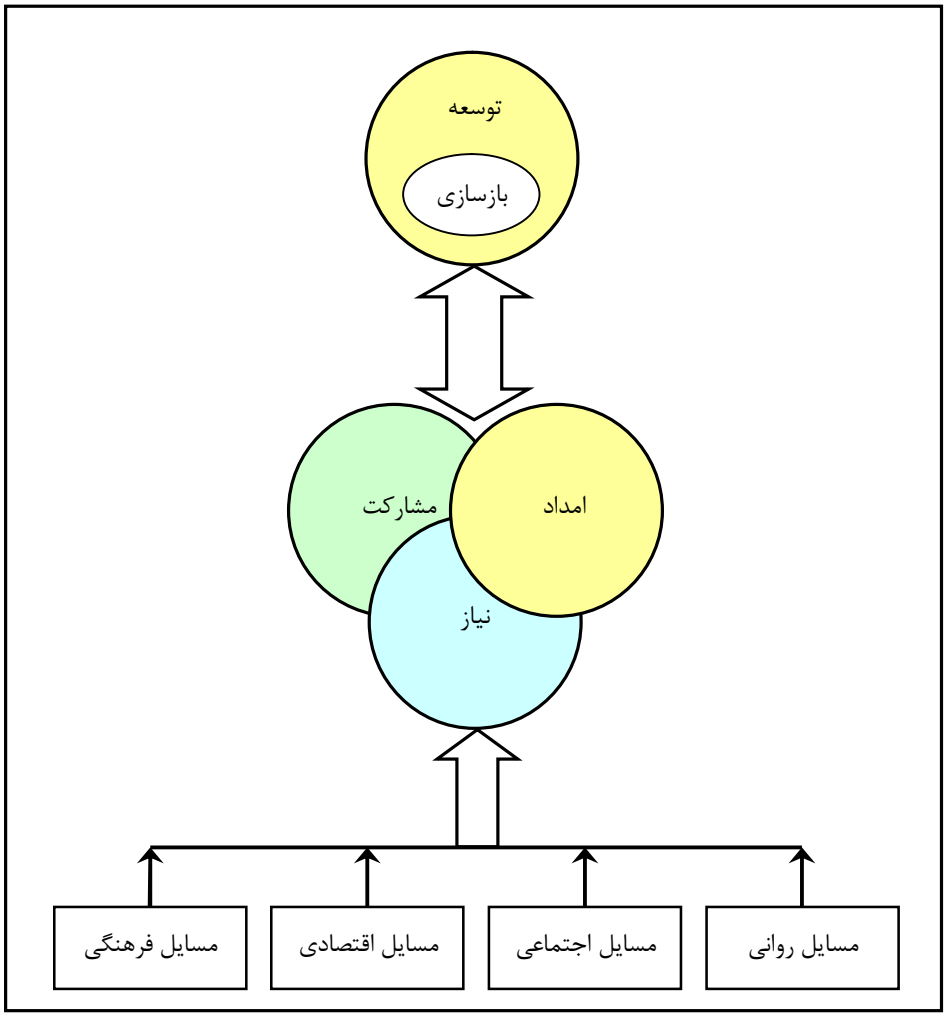
۶-۴- مشارکت‌های مردمی

در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک و هم‌چنین سوانح و حوادث غیرمترقبه به‌طورعام و سوانح آلودگی به‌طوراخص، مشارکت دادن مردم چه در مرحله پیش از بحران، چه در مرحله بروز بحران و پس از آن بسیار حایز اهمیت است. از آن‌جایی که برنامه‌ریزی در امر مدیریت بحران و تلاش در جهت کاهش اثرات بلایای طبیعی یکی از استراتژی‌های مهم هر دولتی محسوب می‌شود، لذا پیش‌شرط موفقیت در این استراتژی‌ها مشارکت همه‌جانبه مردم است. اصولا در تدوین و اجرای طرح‌های اجتماعی مانند مدیریت بحران در صورتی‌که با مشارکت مردم همراه نباشد، امکان موفقیت و دسترسی به اهداف غیرممکن خواهد بود. مشارکت مردمی در زمینه مدیریت بحران یکی از سه حلقه اساسی است که به انجام توسعه و بازسازی پس از بحران می‌انجامد. (شکل ۶-۸)

همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود سه حلقه توسعه و بازسازی عبارتند از مشارکت مردمی، امداد و نیاز. زنجیره‌ای که یک حلقه آن نیازها، مسایل عاطفی و اجتماعی و اقتصادی کسانی است که تحت تاثیر بحران آلودگی قرار گرفته‌اند. حلقه دیگری که به حلقه اول متصل است، رفتار و تلاش سازمان امداد در شناخت نیازها و مسایل روانی و اجتماعی آسیب‌دیدگان است و حلقه سوم که این دو حلقه را به‌هم وصل می‌کند و در واقع برآیند میزان استحکام این دو حلقه است، مساله مشارکت‌های مردمی است. اگر با توجه به مسایل فرهنگی، اجتماعی و روانی انتظار مشارکت از آسیب‌دیدگان می‌رود، به‌طورقطع باید رابطه متقابلی بین سازمان‌های درگیر با موضوع سوانح آب، مسایل و نیازها و مشارکت قایل شد. مشارکت بدون برقراری این ارتباط امکان‌پذیر نیست.

به‌هرحال مشارکت می‌تواند در سه مقطع زمانی پیش از بحران، حین بحران و پس از بحران صورت گیرد. قبل از بحران با بالا بردن سطح آگاهی‌های عمومی در زمینه مقابله با سوانح طبیعی و انسانی در زمینه سوانح آلودگی آب می‌توان حساسیت لازم را در مردم برای مشارکت پدید آورد و همکاری و مشارکت آن‌ها در مواقع بحرانی استفاده کرد.

درحین بحران که در واقع انجام اقدامات فوری می‌باشد نیز مشارکت مردمی نقش موثری در کنترل بحران ایفاء می‌کند. در این مرحله خصوصا مشارکت افراد محلی و بومی که آموزش‌هایی از قبیل دیده‌اند، می‌توانند نقش موثری در کنترل و کاهش پیامدهای بهداشتی سوانح آب داشته باشند. بنابراین ارزیابی صحیح این نیازها، ایجاد سازوکارهای لازم برای مشاکت مردم می‌تواند در موقع مناسب بر میزان و چگونگی مشارکت مردمی تاثیر به‌گذارد.



شکل ۶-۹- نقش مشارکت‌های مردمی در توسعه و بازسازی پس از بحران

با رعایت نکات و روش‌هایی که در زیر پیشنهاد شده است، می‌توان تمایل افراد تحت‌تاثی آلودگی‌های آب به مشارکت را به‌میزان بسیار زیادی افزایش داد:

- ارائه برنامه روش‌های مشارکت مردمی و تشکل‌های غیردولتی
- ارائه دلایل تصمیمات اتخاذ شده و اقدامات انجام شده و هم‌چنین ارائه گزارشی از امکانات و محدودیت‌های دستگاه‌ها و نهادهای مدیریت سوانح آب به مردم
- شناسایی گروه‌های ذی‌نفع و شناسایی علایق آن‌ها
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی با دعوت از نمایندگان گروه‌های ذی‌نفع

- جمع‌آوری اطلاعات از طریق ارتباط‌مستقیم با آن‌ها یا ارتباط غیرمستقیم از طریق شوراهای محلی یا تشکل‌های زیست‌محیطی
- اطلاع‌رسانی از طریق رسانه‌های دیداری، شنیداری و نوشتاری درمورد حوادث سوانح آب
- ایجاد سازوکارهای مناسب برای اخذ نظرات مردمی و ادغام آن‌ها در برنامه‌های مدیریت ریسک

پیوست ۱

سوابق مدیریت ریسک سوانح آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی

پ.۱-۱- بررسی تجارب سایر کشورها در مدیریت ریسک سوانح و حوادث آلودگی منابع آب

تامین آب سالم و بهداشتی همواره به عنوان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بسیاری از دولت‌ها در سطح جهان قلمداد می‌شود. هر چند در نیم قرن اخیر پیشرفت‌های زیادی در زمینه‌ی مدیریت آب در سطح جهان به وجود آمده، اما هم زمان معضلات گوناگونی در این‌خصوص و در نتیجه‌ی فعالیت‌های بشر در جهان بروزکرده است. یکی از مهم‌ترین مسایل مرتبط با آب، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی است که عمدتا ناشی از فعالیت‌های بشر است که در حال حاضر بسیاری از منابع آبی جهان را در معرض تهدید قرار داده است. بروز بلایای طبیعی از جمله سیل و زلزله، انتشار تصادفی و عمدی آلاینده‌ها به منابع آب و حوادث دیگر از جمله حوادث در تاسیسات، نقل و انتقال و جابه‌جایی مواد خطرناک که اثرات مخربی بر محیط‌زیست دارد، از مهم‌ترین مسایلی است که در حال حاضر بسیاری از جوامع را تحت تاثیر قرار داده است. افزایش رو به رشد این‌گونه رخدادها در خلال چند دهه گذشته باعث شده تا بسیاری از جوامع خصوصا جوامع غربی اقدامات گسترده‌ای را برای جلوگیری از تکرار و تشدید این موارد اتخاذ کنند. تدوین قوانین و مقررات، افزایش ایمنی در سیستم‌های توزیع آب، تدوین استانداردها، افزایش جرایم آلودگی منابع آب و... از جمله اقداماتی بوده که در خلال سال‌های گذشته در بسیاری از کشورها به اجرا گذاشته شده است. نظر به گستردگی حوادثی از این قبیل و آثار سوئی که بر منابع زیرزمینی و سطحی آب و زیست بوم‌ها می‌گذارند، بیان همه این حوادث در اقصی نقاط جهان ناممکن بوده و تنها به ذکر مهم‌ترین حوادث مربوط به سوانح و حوادث آلودگی منابع آب در جهان بسنده می‌شود.

نظر به گستردگی حوادثی از این قبیل و آثار سوئی که بر منابع زیرزمینی و سطحی آب و زیست بوم‌ها می‌گذارند، بیان همه این حوادث در اقصی نقاط جهان ناممکن بوده و تنها به ذکر مهم‌ترین حوادث مربوط به سوانح و حوادث آلودگی منابع آب در جهان بسنده می‌شود. در جدول (پ.۱-۱)، حوادث مهم در برخی از کشورها به طور خلاصه جمع‌بندی شده است.

جدول پ.۱-۱- خلاصه برخی حوادث مربوط به کشورهای مختلف جهان

کشور	محل حادثه	سال وقوع حادثه	نوع حادثه	موضوع آلودگی
ژاپن	شبه جزیره اوشیکا ناحیه توهوکو	۲۰۱۱	زمین لرزه وسونامی	تخریب شدید جاده‌ها،راه‌آهن انفجار سه راکتور هسته‌ای در پی انباشت گاز هیدروژن تخریب تاسیسات آب‌رسانی وبرق‌رسانی
ایالت متحده‌آمریکا	شهر لس‌آنجلس	۱۹۹۴	زلزله	آسیب به تصفیه خانه‌های آب در اثر بروز زلزله و آلودگی آب
ترکیه	شهر کوکائلی	۱۹۹۹	زلزله	آلودگی منابع آب‌ها
ژاپن	شهر کوبه	۱۹۹۵	زلزله	تخریب تاسیسات آب‌رسانی و آلودگی آب‌ها
ژاپن	نیگاتا-فوکوشیما	۲۰۰۴	سیل	ایجاد سیل به‌علت ریزش باران و زیرآب رفتن شهرسانجو
هند	آندراپرادش و کارناتاکا	۲۰۰۸	سیل	بارش شدید باران در جنوب هند و بالاآمدن آب از سدها
ایالت متحده‌آمریکا	تنگه پرنس ویلیام	۱۹۸۹	حمل و نقل مواد	به گل نشستن نفت‌کش و ورود حدود ۲۵۰۰۰۰ بشکه نفت به دریا
ایتالیا	سوسوکه	۱۹۷۶	خرابی تاسیسات و تجهیزات	انفجار شدید در کارخانه شیمیایی و نشت تری‌کلر و فنات سدیم و آلودگی منابع آب

ادامه جدول پ.۱-۱- خلاصه برخی حوادث مربوط به کشورهای مختلف جهان

کشور	محل حادثه	سال وقوع حادثه	نوع حادثه	موضوع آلودگی
هند	بوپال	۱۹۸۴	دفن و انتشار مواد خطرناک	نشت بخارات سمی از کارخانه حشره‌کش‌های گیاهی
تایلند	Nokhon Si Thammara	۲۰۰۰	دفن و انتشار مواد خطرناک	آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی ناشی از انتشار ارسنیک در نتیجه فعالیت‌های معدنی
ژاپن	جین زو	۱۹۴۶	دفن و انتشار مواد خطرناک	تخلیه پساب کارخانه فراوری روی به رودخانه شرب و کشاورزی
سوئیس	ساندوز	۱۹۸۶	دفن و انتشار مواد خطرناک	بروز آتش‌سوزی در یک انبار ذخیره مواد شیمیایی، ورود حجم زیادی از مواد شیمیایی خطرناک به رودخانه راین
ژاپن	شهر ساحلی مینا ماتا ژاپن	۱۹۵۰	دفن و انتشار مواد خطرناک	انتشار ضایعات و پسماندهای یک کارخانه پلاستیک‌سازی حاوی ترکیبات جیوه معدنی به آب‌های سطحی
ایالت متحده‌آمریکا	کانال لاو	۱۹۷۶	دفن و انتشار مواد خطرناک	دفن ضایعات و پسماندهای شیمیایی و آلودگی شدید منابع آب
ایالت متحده‌آمریکا	شهر میلواکی ایالت ویسکانسین	۱۹۹۳	دفن و انتشار مواد خطرناک	آلودگی‌های بیولوژیک آب‌ها
انگلستان	Cornwall	۱۹۸۸	دفن و انتشار مواد خطرناک	آلودگی‌های آب لوله‌کشی

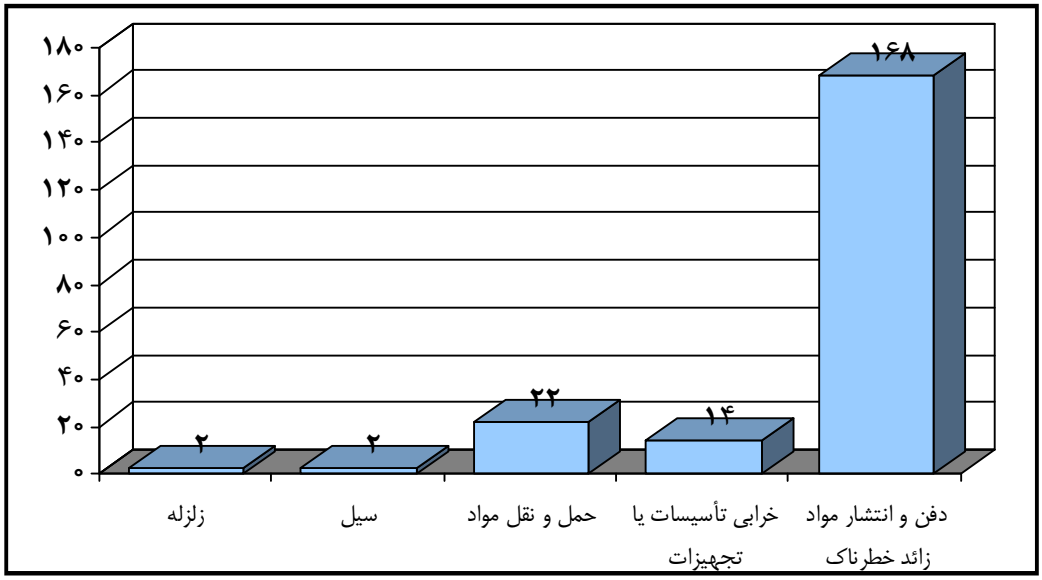
پ.۱-۲- بررسی سوابق بروز حوادث و سوانح آلودگی منابع آب در کشور و بررسی اقدامات انجام گرفته

پ.۱-۲-۱- عوامل طبیعی

همان‌طور که اشاره شد، حسب آمار ارائه شده توسط ارگان‌های مورد سوال هیچ زلزله‌ای باعث بروز آلودگی منابع آب در کشور نشده است و حال آن‌که، در موارد متعددی زلزله باعث خرابی تاسیسات و تجهیزات سطحی و به هم خوردن هماهنگی منابع آب زیرزمینی شده است که از آن جمله می‌توان به ترک خوردن تاج سد سفیدرود و فروافتادن مخزن هوایی آب شرب شهر رشت در زلزله رودبار- منجیل و از هم پاشیدن شبکه آب شهر بم و... اشاره کرد.

پ.۱-۲-۲- منابع انسانی تولید ریسک (بحران‌های آلودگی آب در کشور)

برای به دست آوردن آمار دقیق سوانح و حوادثی که در کشور باعث بروز آلودگی در منابع آب شده‌اند، مکاتباتی با شرکت‌های آب منطقه‌ای، آب و فاضلاب استان‌ها، سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت کشور انجام گرفت و پرسش‌نامه‌هایی برای آن‌ها ارسال شد که نتایج حاصل از این پرسش‌نامه‌ها، واکاوی اینترنتی و مصاحبه با کارشناسان مطلع به‌صورت جدول خلاصه شده است.

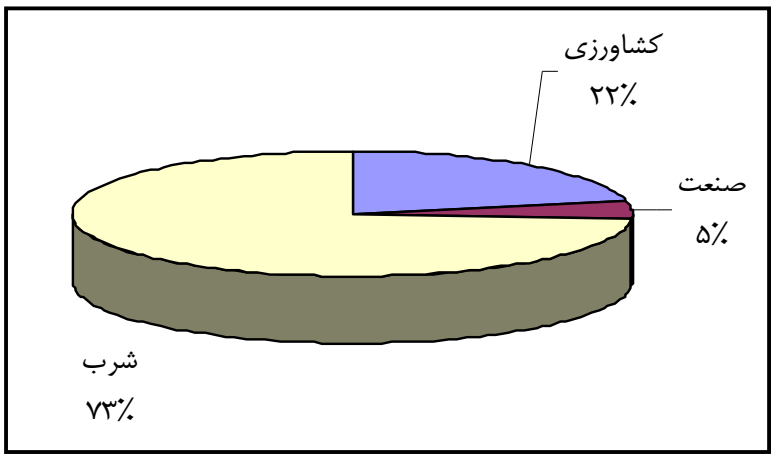


نمودار پ.۱-۱- فراوانی وقوع سوانح و حوادث آلودگی منابع آب

به لحاظ آماری، از ۲۰۸ مورد حادثه بررسی شده، ۸۰/۷٪ از موارد بروز آلودگی مربوط به دفن و انتشار مواد زاید خطرناک، ۱۰/۶٪ حوادث حمل و نقل مواد، ۶/۷٪ خرابی تاسیسات یا تجهیزات، ۱٪ زلزله و ۱٪ مربوط به سیل می‌باشد.

همان‌طور که در جدول (پ.۱-۲) مشاهده می‌شود، در ایران حمل و نقل مواد بیش‌تر باعث بروز آلودگی در آب‌های سطحی و خرابی تجهیزات و تاسیسات و هم‌چنین دفن و انتشار مواد زاید خطرناک باعث بروز آلودگی در آب‌های زیرزمینی شده اند و از این بابت کاهش ریسک خطر این موارد ضروری است.

با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده، در ۹۷ مورد از ۲۰۸ مورد حادثه نوع مصرف منبع آلوده شده گزارش نشده است و در بین موارد گزارش شده، ۷۳/۶٪ مربوط به آب شرب، ۲۱/۷٪ مربوط به آب مصرفی کشاورزی و ۴/۶٪ مربوط به آلودگی آب‌های مصرفی صنایع می‌باشد. نمودار (پ.۱-۲)، و جدول (پ.۱-۲) میزان آلودگی در هر بخش مصرف را بر حسب درصد نشان می‌دهد:



نمودار پ.۱-۲- درصد آلودگی آب در شرب، صنعت و کشاورزی

جدول پ.۱-۲- میزان آلودگی در هر بخش مصرف بر حسب درصد

سانحه آلودگی		تعداد	نوع منبع آلوده شده		نوع مصرف منبع آلوده شده			نوع ماده آلوده کننده			نحوه آگاهی از آلودگی			ملاحظات
			سطحی	زیر زمینی	شرب	کشاورزی	صنعت	نفتی	فاضلاب و پسماند	سایر	پایش	مردم	ذکر نشده	
سوانح طبیعی	زلزله	۲	۲	۲	۲	۲	۲	-	۱	۱	-	-	-	
	سیل	۲	۲	-	۱	۱	-	-	-	۲	۱	-	۱	
حوادث انسان ساز	حمل و نقل مواد	۲۲	۱۹	۲	۱۹	۵	۱	۱۳	-	۱۱	۳	۹	۱۱	۱ مورد نوع منبع آلوده شده گزارش نشده است ۱ مورد نوع مصرف منبع آلوده شده ذکر نشده است
	خرابی تاسیسات یا تجهیزات	۱۴	۴	۱۱	۶	۶	۳	۱۲	-	۱	۲	۶	۵	۲ مورد نوع مصرف منبع آلوده شده ذکر نشده است
	دفن و انتشار مواد زاید خطرناک	۱۶۸	۶۷	۱۰۸	۶۹	۱۶	۲	۳۸	۱۱۶	۲۵	۶۲	۹	۹۷	۲ مورد نوع منبع آلوده شده گزارش نشده است ۹۴ مورد نوع مصرف منبع آلوده شده ذکر نشده است
مجموع		۲۰۸	۹۴	۱۲۳	۹۷	۳۰	۸	۶۳	۱۱۷	۴۰	۶۸	۲۴	۱۱۴	

با توجه به گزارشات دریافتی، نوع ماده آلوده کننده در سه تیپ: مواد نفتی، فاضلاب و زباله و سایر طبقه‌بندی شده‌اند. همان‌گونه که در جدول (پ.۱-۲) مشخص است، بیش‌ترین نوع ماده آلوده‌کننده مربوط به زباله و فاضلاب‌های شهری، روستایی و به‌ویژه صنعتی است که در این بین ۱۱۷ مورد مربوط به زباله و فاضلاب، ۶۳ مورد مربوط به آلودگی‌های نفتی و ۴۰ موردسایر (شامل: مواد چربی، روغنی و شیمیایی) می‌باشد.

به لحاظ نحوه آگاهی مسوولین از آلودگی منابع آب نیز که خود از موارد مهم و حایز اهمیت است، در حوادث حمل و نقل مواد و خرابی تاسیسات یا تجهیزات در اکثر موارد مردم محلی حادثه را به مسوولین گزارش داده‌اند، اما در دفن و انتشار مواد زاید خطرناک، با توجه به پایش نهادها و سازمان‌ها، آگاهی در مورد آلودگی از طریق پایش صورت گرفته است. به‌طورکلی در ۵۵٪ موارد نحوه آگاهی از آلودگی ذکر نشده و ۳۳٪ توسط پایش و ۲۴٪ نیز توسط شکایات مردمی آلودگی منابع آب تشخیص داده شده‌اند.

پ.۱-۲-۳- سوابق عملیات اجرایی

همان‌طور که اشاره شد، در این بخش به لحاظ فقدان اطلاعات کافی درخصوص عملیات اجرایی، اطلاعات مورد نیاز از ستون «اقدامات برای جلوگیری از تکرار آلودگی» پرسش‌نامه‌های تکمیل شده جمع‌آوری و منعکس شده است. لازم به یادآوری است که در ۸۹ مورد از ۲۰۸ مورد حوادث گزارش شده، هیچ‌گونه اقدامی برای جلوگیری از بروز حوادث مشابه

صورت نگرفته است. در پایان نیز دو نمونه از عملیات اجرایی گزارش شده توسط استان‌ها در هریک از سوانح انسان‌ساز حمل و نقل و خرابی تاسیسات و تجهیزات به‌طور خلاصه آورده شده است.

پ.۱-۲-۳-۱- سوابق عملیات اجرایی مدیریت ریسک آلودگی آب‌های سطحی

حوادث و سوانح حمل و نقل و خرابی تاسیسات و یا تجهیزات اغلب باعث آلودگی آب‌های سطحی نظیردریاچه سدها، رودخانه‌ها و آب‌گیرها و ... می‌شود. بر حسب مشاهدات، در این سوانح عمده آلودگی‌ها توسط موادنفتی و یا مواد شیمیایی صورت گرفته است. در ذیل اقدامات انجام شده توسط سازمان‌ها جهت مدیریت ریسک این‌گونه سوانح به‌صورت خلاصه بیان می‌شود:

- قرار دادن علایم هشدار دهنده در جاده‌ها
- ایجاد و نصب موانع، فنس‌کشی و دیواره بتونی در مسیر جاده کنارگذر رودخانه‌ها جهت ممانعت از سقوط وسایل‌نقلیه در رودخانه‌ها و دریاچه سدها و تخلیه مواد آلوده‌کننده در آن‌ها
- ممنوعیت تردد تانکرهای حامل مواد شیمیایی خطرناک در مسیر رودخانه‌ها
- شناسایی نقاط حادثه‌خیز
- تغییر مسیر جاده‌ها از مجاورت آب‌های سطحی
- نصب تجهیزات اندازه‌گیری میزان آلودگی در روی بعضی سدها
- نشت‌یابی مسیر خطوط لوله انتقال موادنفتی توسط شرکت نفت
- تقویت مقاومت خطوط لوله

لازم به‌ذکر است این اقدامات فقط در برخی نقاط کشور صورت پذیرفته و مقتضی است این‌گونه تمهیدات در تمام نقاط حادثه‌خیز کشور انجام شود.

پ.۱-۲-۳-۲- سوابق عملیات اجرایی مدیریت ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی منابعی هستند که اغلب توسط مواد زاید شهری، صنعتی و کشاورزی آلوده می‌شوند. پیامدهای بهره‌برداری بیش از حد از سفره‌های زیرزمینی و فرآیندهایی که منجر به بالا آمدن کنترل نشده سطح آب می‌شوند در مدیریت منابع آب و آلودگی آب‌های زیرزمینی تاثیر به سزایی دارند. خلاصه اقدامات انجام شده جهت کاهش ریسک آلودگی آب‌های زیرزمینی توسط سازمان‌های مسوول در زیر آورده می‌شود:

- آگاهی‌رسانی عمومی
- پایش دایمی آب‌های زیرزمینی از طریق نمونه‌برداری
- ملزم نمودن کلیه ادارات به استعلام از شرکت آب منطقه‌ای قبل از صدور مجوز جهت احداث کارخانه
- جلوگیری از تغییر کاربری اراضی و جلوگیری از استقرار کاربری‌های آلاینده در بالادست چاه‌های آب شرب

- تکمیل فرم خود اظهاری اجرای تمهیدات زیست‌محیطی برای کلیه واحدهای صنعتی، تولیدی و خدماتی متقاضی آب؛
- الزام واحدها به سیستم تصفیه فاضلاب و دفع بهداشتی آن‌ها به عنوان پیش‌نیاز صدور هرگونه مجوز تخصیص منابع آب و یا درخواست‌های تغییر کاربری
- مکان‌یابی محل مناسب جهت دفن زباله

موارد انجام شده‌ی فوق، اقداماتی هستند که برحسب مورد توسط برخی از ارگان‌ها صورت گرفته و برخی دیگر به ارائه گزارشی در این زمینه اکتفا کرده و اقدام موثری برای رفع آلودگی و یا جلوگیری از حوادث و آلودگی‌های مشابه انجام نداده‌اند.

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

پیوست ۲

بررسی قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت ریسک سوانح و حوادث آلودگی منابع آب کشور

پ.۲-۱- کلیات

پتانسیل بالای سوانح آلودگی و تشدید آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و لزوم تنظیم، ارائه و اجرای قوانین، مقررات، دستورالعمل‌های مرتبط با حفاظت بیش‌تر منابع آب وکاهش ریسک آن‌ها بیانگر ضرورت مدیریت ریسک سوانح آلودگی و تشدید آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. دستیابی به توسعه پایدار و همه جانبه کشور پهناور ایران با توجه به تنوع ویژگی‌های جغرافیایی اقلیمی و توپوگرافیک که کمبود و محدودیت منابع آب به عنوان یکی از ویژگی‌های اساسی در کل پهنه آن کاملا مشهود است، بدون توجه به مطالعات پایه در زمینه منابع آب مورد تهدید انواع آلودگی‌ها به‌ویژه ناشی از بلایای طبیعی و انسان ساخت و ایجاد قوانین و مقررات مناسب در حفاظت کیفی و کمی آن میسر نیست، این امر موجب شده تا دولت‌ها، سازمان‌ها و مجامع بین‌المللی به تدوین و اجرای قوانین و مقرراتی برای جلوگیری از آلودگی‌ها و تخریب محیط‌زیست مبادرت ورزند. به تدریج با تدوین و اجرای قوانین و مقررات زیست‌محیطی، حقوق محیط‌زیست چه در ابعاد ملی و چه ابعاد بین‌المللی توسعه یافته، به‌نحوی که امروزه حقوق محیط‌زیست و قوانین زیست محیطی یکی از مهم‌ترین ابزارها و عوامل مدیریت محیط‌زیست و حفاظت از منابع آن از جمله آب محسوب می‌شود. هرچند نمی‌توان انتظار داشت که به صرف تدوین و اجرای قوانین بتوان بر کلیه مشکلات زیست محیطی فائق آمد، زیرا نقش سایر مولفه‌ها، از جمله ارتقای سطح آگاهی‌های جامعه و نهادینه کردن فرهنگ و رفتارهای اجتماعی و اجرای این قوانین در راستای حفاظت از منابع زیست‌محیطی به‌ویژه منابع آبی بسیار حیاتی است. با این وجود تنظیم تعامل انسان با محیط‌زیست بدون وجود قوانینی مدون و الزام آور میسر نخواهد بود. علی‌هذا لازم به‌ذکر است که تهیه و تنظیم راه‌کارهای اجرایی و عملیاتی کردن رهنمودهای این قوانین و مقررات امری ضروری است.

از نقاط قوت این قوانین می‌توان به حفاظت کیفی منابع آب از آلودگی‌ها و مقابله و پیش‌گیری از پیامدهای مخرب ناشی از حوادث طبیعی و سوانح غیرمترقبه اشاره کرد و در مقابل آب‌هام و تداخل در قوانین، مشکلات در اجرای پاره‌ای از آن‌ها، تنش بین دستگاه‌های اجرایی مرتبط به دلیل این‌که مسوولیت‌ها به‌طور واضح مشخص نشده است، بعضا موجب تداخل و دوباره‌کاری توسط سازمان‌های ذی‌ربط و یا معوق ماندن بعضی مسوولیت‌ها شده است.

در این بخش قوانین و مقررات براساس آلودگی منابع آب کشور و سوانح و حوادث آلودگی دسته‌بندی و به اختصار بیان شده است.

پ.۲-۲- قوانین و مقررات مرتبط با آلودگی منابع آب کشور

در ایران قوانین و مقررات متعددی در خصوص بهره‌برداری و حفاظت از منابع آبی کشور طی زمان به تصویب رسیده است چنان‌که می‌توان گفت به لحاظ وجود قانون کمبودی وجود ندارد و نارسایی‌ها بیش‌تر در اجرای به موقع این قوانین می‌باشد. قبل از قانون آب و نحوه ملی شدن آن که در سال ۱۳۴۷ به تصویب رسید، قوانین قاطعی در مورد جلوگیری از

آلودگی آب وجود نداشت و تنها قانونی جهت حفظ و حراست از آب‌های زیرزمینی کشور در سال ۱۳۴۵ به تصویب رسید که در آن ذکر شده که می‌باید برای جلوگیری از آلوده شدن مخازن آب زیرزمینی احتیاط‌های لازم بهداشتی به‌عمل آید.

فصل هفتم از فصول قانون آب و نحوه ملی شدن آن به جلوگیری از آلودگی آب اختصاص یافته که مشتمل بر ۴ ماده است که به موجب ماده ۵۵ قانون آب و نحوه ملی شدن آن، آلوده ساختن آب ممنوع شده و در تبصره آن نیز موضوع استفاده از پساب نیز، مطرح شده بود. در سال ۱۳۴۷ با تصویب قانون آب و نحوه ملی شدن آن، تحول خوبی در قانون‌گذاری ایجاد شد و ماده ۱ آن صریحا حفاظت و بهره‌برداری از کلیه آب‌ها را به وزارت آب و برق وقت محول کرده و در ماده ۲۷ به قانون ممنوعیت آلودگی آب و در ماده ۶۰ به مجازات‌ها و ضمانت اجرای مقررات اختصاص یافته بود. در ماده ۵۷ این قانون وزارت آب و برق متعهد به تهیه آیین‌نامه اجرایی جهت جلوگیری از آلودگی آب شده بود که ۳ سال بعد از تصویب این قانون (در سال ۱۳۵۰) این آیین‌نامه تهیه و تصویب شد. در ضمن در ماده ۵۶ این قانون تعریفی از آلودگی آب بدین صورت بیان شده است که «آمیختن مواد خارجی به آب به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیکی آن به نحوی تغییر کند که برای انسان، چهارپایان، آبزیان و گیاهان مضر باشد».

در آیین‌نامه اجرایی جلوگیری آز آلودگی آب، تخلیه هر نوع فاضلاب در آب گروه‌های شش‌گانه موکول به کسب پروانه و رعایت شرایطی شده بود که این شرایط برای آب‌های گروه‌های مختلف تقریبا عمومیت دارد و فقط مقادیر و درجات آن‌ها متفاوت است. عواملی که در نظر گرفته می‌شود عبارت‌است از افزایش نیافتن درجه حرارت، pH، موادمعلق در آب و مواد سمی از حد مجاز و کاهش نیافتن اکسیژن محلول در آب و محدود شدن مواد قابل ته‌نشینی در فاضلاب و ممنوعیت تخلیه مواد فاضلاب‌های حاوی میکرو ارگانیسم‌های بیماری زا در آب، که در مواد این آیین‌نامه ارقام و درجات این عوامل متناسب با وضعیت گروه مربوطه مشخص شده است.

در فصل سوم آیین‌نامه نیز مقرراتی برای تخلیه فاضلاب‌ها و پی صنعتی در مجاری فاضلاب عمومی شهر در نظر گرفته شده و شرایط عمومی پروانه تخلیه فاضلاب‌ها ذکر شده است. هم‌چنین در این آیین‌نامه، وزارت نیرو آب‌ها را به ۶ گروه تقسیم‌بندی کرده بود که شامل آب‌های آشامیدنی، آب‌های محیط‌زیست آبزیان یا مورد استفاده جانوران، آب‌های مصرفی در کشاورزی، آب‌های مصرفی در صنعت، آب‌های مصرفی در امور تفریحی و زیبایی و سایر آب‌های جاری در جوی‌ها می‌باشد.

با این که آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب در سال ۱۳۵۰ به صورت جامع و بادقت نظر توسط وزارت نیرو تهیه شده بود ولی قبل از این که امکانات اجرایی آن فراهم گردد، مسوولیت حفاظت آب از نقطه نظر آلودگی‌ها به سازمان حفاظت محیط‌زیست منتقل گردید. در زمینه حفاظت منابع آبی ازآلودگی‌ها، قوانین ومقرات، آیین‌نامه‌های خاصی تدوین شده است. طبق قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست (مصوبه ۱۳۵۳/۳/۲۸) و آیین‌نامه اجرایی آن (مصوب ۱۳۵۴/۱۲/۲۴) انجام تحقیقات و بررسی‌های علمی و اقتصادی در زمینه‌ی حفاظت و بهبود و بهسازی محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی (پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب یا هوا، خاک یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیک آن را به‌طوری‌که زیان‌آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد) و برهم

خوردن تعادل محیط‌زیست از وظایف و اختیارات سازمان محیط‌زیست می‌باشد و اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط‌زیست را فراهم کند ممنوع است. [۱۰۱]

پس از پیروزی انقلاب اسلامی و تدوین قانون اساسی جدید، اصل ۵۰ این قانون به حفاظت محیط‌زیست اختصاص یافت که طی آن حفاظت از محیط‌زیست که نسل‌های امروز و نسل‌های آتی می‌بایست در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی شده و به همین دلیل هرگونه فعالیتی که موجبات تخریب یا آلودگی محیط‌زیست را فراهم آورد ممنوع اعلام شده است.

صاحبان و استفاده‌کنندگان از چاه یا قنات‌ها نیز طبق قانون توزیع عادلانه آب (مصوب ۱۳۶۱/۱۲/۱۶) که اولین قانون وضع شده بعد از انقلاب اسلامی درباره جلوگیری از آلودگی آب است، مسوول جلوگیری از آلودگی آب هستند و موظفند طبق مقرارت بهداشتی عمل کنند و نیز وزارت نیرو موظف به بررسی و مطالعه کلیه منابع آب‌های کشور، مهارکردن سیلاب‌ها و ذخیره نمودن آب رودخانه‌ها در مخازن سطحی یا زیرزمینی می‌باشد.

در تبصره ماده ۳۷ این قانون احداث نهر یا جوی و لوله کشی نفت و گاز و نظایر آن در حریم تاسیسات آب و یا برق موکول به تحصیل اجازه از وزارت نیرو و در معابر شهرها با جلب موافقت شهرداری و وزارت نیرو خواهد بود، مشخصات فنی مندرج در اجازه نامه لازم‌الاجرا است.

ماده ۴۷، تهیه طرح تصفیه ودفع فاضلاب را به عهده موسسات و اشخاص مصرف کننده واگذار کرده است. در این آیین‌نامه سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری چند وزارتخانه دیگر که یکی از آن‌ها وزارت نیرو بود، موظف به بررسی و شناسایی کیفیت آب‌های ایران شده است. این آیین‌نامه طوری نگاشته شده که در زمانی که مداخله و همکاری وزارت نیرو ضروری است، می‌باید همکاری لازم را با سازمان حفاظت محیط‌زیست انجام دهد.

در ماده۴۶ این قانون نیز آمده است که آلوده ساختن آب ممنوع است، مسوولیت پیشگیری و ممانعت و جلوگیری از آلودگی منابع آب به سازمان حفاظت محیط‌زیست محول می‌شود. لازم به ذکر است که طبق آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب مصوب ۱۳۷۳/۳/۱۶ هیات وزیران اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی آب را فراهم آورد نیز ممنوع است و سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری وزارتخانه‌های نیرو و ... آلودگی‌های آب را شناسایی و نیز استانداردهای مربوط به آلودگی آب را شناسایی استانداردهای مربوط به آلودگی آب و سایر مقررات مربوط توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست تهیه و اجرا می‌شود و نمونه‌برداری و شدت آلودگی هر یک از منابع آلوده کننده نیز و اخطار به واحد آلوده کننده جزو وظایف سازمان مذکور است.

در ماده ۳ این آیین‌نامه، سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری وزارتخانه‌های نیرو، کشاورزی، جهاد سازندگی، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سایر وزارتخانه‌ها و سازمان‌های ذی‌ربط حسب مورد نسبت به بررسی و شناسائی کیفیت آب‌های ایران از لحاظ آلودگی اقدام خواهد کرد.

به استناد ماده ۴ آیین‌نامه بهداشت محیط (مصوب ۱۳۷۱/۵/۶) هیات وزیران به منظور جلوگیری از روند رو به رشد آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی- اعم از چاه‌ها، رودخانه‌ها، قنات‌ها، چشمه‌ها و آب مصرفی شهر و روستاها-

کمیته‌ای با نام (کمیته حفاظت از منابع آب آشامیدنی) زیر نظر استاندار با عضویت مدیران و روسای اداره کل بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان آب منطقه‌ای استان، جهادسازندگی استان، برنامه و بودجه استان و شرکت آب و فاضلاب تشکیل می‌شود.

هم‌چنین آلودگی‌های نفتی آب‌ها مطابق با قانون حفاظت دریا و رودخانه‌های مرزی از آلودگی با مواد نفتی (مصوب ۱۳۵۴/۱۱/۴) ممنوع می‌باشد. ماده ۱۲ آیین‌نامه مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها، انهار، مسیل‌ها، مرداب‌ها و برکه‌های طبیعی و شبکه‌های آب‌رسانی، آبیاری و زهکشی (مصوب ۸/۱۶/ ۱۳۷۹) هیات وزیران و اصلاحات بعدی، عبور لوله نفت و گاز و غیره از بستر حریم رودخانه‌ها، انهار طبیعی، مسیل‌ها، مرداب‌ها و برکه‌های طبیعی با موافقت وزارت نیرو بلامانع است، ولی مسوولیت حفاظت آن‌ها با دستگاه‌های ذی‌ربط خواهد بود.

به‌غیر از مواد نفتی، آیین‌نامه اجرایی کنترل و نظارت بهداشتی بر سموم و مواد شیمیایی (مصوبه ۱۳۷۸/۶/۱۶) هیات وزیران نیز در مورد کنترل بهداشتی و نظارت، حمل و نقل و بسته‌بندی و... این مواد است. طبقه‌بندی مواد خطرناک و حمل و نقل آن‌ها طبق آیین‌نامه اجرایی حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک (مصوب ۱۳۸۰/۱۲/۲۷ هیات وزیران) می‌باشد.

طبق ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی- تعزیرات (مصوب ۱۳۷۵/۳/۲) هر اقدامی که تهدید علیه بهداشت عمومی شناخته شود از قبیل آلوده کردن آب آشامیدنی یا توزیع آب آشامیدنی آلوده، دفع غیربهداشتی فضولات انسانی و دامی و مواد زاید، ریختن مواد مسموم کننده در رودخانه‌ها، زباله در خیابان‌ها و کشتار غیرمجاز دام، استفاده غیرمجاز فاضلاب خام یا پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای مصارف کشاورزی ممنوع می‌باشد و مرتکبین چنان‌چه طبق قوانین خاص مشمول مجازات شدیدتری نباشند به حبس تا یک سال محکوم خواهند شد.

به استناد بند ج ماده ۱۰۴ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی فرهنگی (مصوب ۱۳۷۹/۱/۱۷) و آیین‌نامه اجرایی آن (مصوب ۱۳۸۴/۴/۸) به‌منظور کاهش عوامل آلوده کننده محیط‌زیست، بالاخص در مورد منابع طبیعی و منابع آب کشور، واحدهای تولیدی موظفند برای تطبیق مشخصات فنی خود با ضوابط محیط‌زیست و کاهش آلودگی‌ها اقدام نمایند. از واحدهایی که از انجام این امر خوداری نمایند و فعالیت‌های آن‌ها باعث آلودگی و تخریب محیط‌زیست گردد، جریمه متناسب با خسارت وارده اخذ و به درآمد عمومی واریز می‌گردد تا در قالب لوایح بودجه سنواتی برای اجرای طرح‌های سالم‌سازی محیط‌زیست هزینه شود. در ماده ۱۳۴ قانون مزبور، صدور هرگونه مجوز بهره‌برداری از منابع آب سطحی یا زیرزمینی و شبکه توزیع شهری برای مصارف واحدهای بزرگ تولیدی، صنعتی، دامداری، خدماتی و سایر مصارفی که تولید فاضلاب با حجم زیاد می‌کنند و هم‌چنین استمرار مجوزهای صادره در گذشته، منوط به اجرای تاسیسات جمع‌آوری فاضلاب، تصفیه و دفع بهداشتی پساب است.

جهت تحقق اصل ۵۰ قانون اساسی به‌منظور حفظ محیط‌زیست کشور، نگه‌داری، مخلوط‌کردن، جمع‌آوری، حمل و نقل، خرید و فروش، دفع، صدور و تخلیه پسماندها در محیط طبق قانون مدیریت پسماندها (مصوبه ۱۳۸۳/۲/۲۰) و آیین‌نامه اجرایی آن (مصوب ۱۳۸۴/۵/۵) بوده و اشخاص متخلف به حکم مراجع قضایی به جزای نقدی در بار اول برای

پسماندهای عادی از پانصد هزار ریال تا یک صد میلیون ریال و برای سایر پسماندها از دو میلیون ریال تا یک صد میلیون ریال و در صورت تکرار، هر بار به دو برابر مجازات قبلی در این ماده محکوم می‌شوند. [۸]

منابع و مراجع

۱- احمدزاده محمدحسن، یونس قاسم‌پور، احمد وکیلی تهامی، بررسی منابع آلوده‌کننده آب و خاک-تحقیقی پیرامون رودخانه صوفی چای، اداره‌کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان‌شرقی، ۱۳۶۶.

۲- احمدی‌فر مهدی، محدودیت‌های مدیریت منابع آب، مرکز مطالعات توسعه و فناوری دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۷.

۳- اصغر پور،محمد جواد،تصمیم گیری های چند معیاره،انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۶.

۴- بالازاده محسن، بررسی اثرات فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی در تالاب انزلی، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۵.

۵- پوراصغر سنگاچین فرزام، آذر،۱۳۸۷، مبانی نظری برنامه مدیریت ریسک - بخش اول.

۶- ثابت‌رفتار عالیه، تعریف بحران و انواع آن -مدیریت بحران و مراحل آن، ۱۳۸۷.

۷- ثابت‌رفتار عالیه، سیاست‌ها و مدیریت خشک‌سالی و ارائه راهکارها و اقدامات ممکن با توجه به تجربیات موجود، ۱۳۸۸.

۸- مجموعه قوانین مقررات حفاظت محیط‌زیست - دفترحقوقی و امورمجلس، ۱۳۸۳.

۹- ذهب‌صنیعی اسدا.، پیش‌گیری و زدودن آلودگی‌های نفتی از منابع آب (توصیه‌ها و دستورالعمل‌ها)، دفتر محیط‌زیست و کیفیت منابع آب اداره‌کل محیط‌زیست استان اصفهان، ۱۳۸۷.

۱۰- راهنمای حفاظت کمی وکیفی منابع آب زیرزمینی و تجهیزات بهره‌برداری از آن‌ها، سازمان برنامه و بودجه- وزارت نیرو، ۱۳۷۹.

۱۱- ماناهان. استانلی (۱۳۹۰) بوم‌شناسی صنعتی، ترجمه سیدحسین هاشمی، فرزام پوراصغر سنگاچین، اطهره نژادی، فاطمه غفاری‌رهبر، انتشارات‌ترجمان خرد.

۱۲- بحرینی. سیدحسین (۱۳۷۷)، طرح ملی آمادگی و کنترل سوانح طبیعی، وزارت کشور، دفتر مطالعات و هماهنگی اموایمنی و بازسازی.

۱۳- روستایی نادیا، تجربه‌ای تلخ ازآلودگی آب در ژاپن، سازمان حفاظت محیط زیست-دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، ۱۳۸۵.

۱۴- فتوت مسعود، سیدوحید حیات، حمیدرضا ناصری، شبیه‌سازی جریان وانتقال آلودگی درآب‌خوان دشت میان‌دربند، وزارت نیرو، ۱۳۸۵.

۱۵- مجلل حمید، پهنه‌بندی درجه خطرآفرینی منابع آلاینده رودخانه‌ها ومنابع ساحلی استان گیلان درمحیطGIS، سازمان مدیریت منابع آب کشور،۱۳۸۲.

۱۶- نظری احمد، احسان فرصت‌کار، بهرداد کیان‌فر، ۱۳۸۷، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور- مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی.

۱۷- مطالعه روش‌های مدیریتی در مقابله با بحران‌های جوی و اقلیمی و سازماندهی سیستم‌های هشدار پدیده‌های مخرب جوی، پژوهشکده هواشناسی، ۱۳۸۷.
۱۸- یزدان‌بخش و همکاران، راهنمای کاربرد سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی (HACCP) در برنامه ایمنی آب آشامیدنی، ۱۳۸۷.
۱۹- احمدی‌فر مهدی، محدودیت‌های مدیریت منابع آب، مرکز مطالعات توسعه و فناوری دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۷.
۲۰- جوان، جعفر، محمود فال‌سلیمان، ضرورت اجرای طرح حوزه‌های آب‌خیز شهری در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران (مطالعه‌ی موردی آب‌خیزشهری بیرجند) مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ششم، بهار و تابستان ۱۳۸۵.
۲۱- شاه‌منصوری محمدرضا، حسین پورمقدس، قدرت‌الله شمس خرم‌آبادی، بررسی نشت‌ریزآلاینده‌های ناشی از خوردگی داخلی لوله‌ها در شبکه‌های توزیع آب شهری، پژوهش در علوم پزشکی، مرداد و شهریور.۱۳۸۲.
۲۲- نگارش حسین، زلزله، شهرها و گسل‌ها، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۱۳۸۴.
۲۳- یزدانی علی، مدیریت بحران در بنادر پیش‌بینی سوانح وبحران‌ها در بنادر، بهمن‌ماه سال ۱۳۸۶.
۲۴- دبیری مینو، آلودگی محیط‌زیست، هوا، آب، خاک، صوت، انتشارات نشر و پخش آیلار، ۱۳۸۲.
۲۵- چیویان اریک و همکاران، شرایط بحرانی، سلامت انسان و محیط‌زیست، ترجمه دکتر حمید طراوتی، دکتر فرزانه بهار، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۷.
۲۶- عباس‌پور مجید، مهندسی محیط‌زیست (جلد اول)، انتشارات دانشگاه آزاداسلامی، ۱۳۸۴.
۲۷- آزادبخت، بهرام، غلامرضا نوروزی، جغرافیای آب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول، ۱۳۸۷.
۲۸- پارسا، رضا، اثرات سد بر محیط‌زیست، دانشگاه شهرکرد، ششمین کنفرانس هیدرولیک آب ایران، ۱۳۸۶.
۲۹- ثابت رفتار، عالیه و همکاران،گزارش توجیهی چگونگی تعیین منابع‌آبی حساس بسیارحساس، دفتر محیط‌زیست و کیفیت منابع آب، شرکت مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو، ۱۳۸۴.
۳۰- ثابت‌رفتار، عالیه، تعیین میزان حساسیت کمی و کیفی حوضه‌های آب‌ریز درجه ۲ کشور، دانشگاه‌آزاداسلامی- واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۴.
۳۱- ثابت‌رفتار، عالیه، مطالعه و تجزیه و تحلیل اثرات خشکسالی بر کمیت و کیفیت منابع آب کشور و ارائه راهکارهای عملی مقابله با آن، دانشگاه‌آزاد-واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۴.
۳۲- دفترحقوقی و امورمجلس، مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط‌زیست ایران(آیین‌نامه مربوط به بستر و حریم رودخانه، انهار و مسیل‌ها، مرداب‌ها، برکه‌های طبیعی و شبکه‌های آب‌رسانی، آبیاری و زهکشی)، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، جلد اول، ۱۳۸۳.

۳۳- شرکت مدیریت منابع آب ایران، دستورالعمل تعیین حریم کیفی آب‌های سطحی، وزارت نیرو، ۱۳۸۸.
۳۴- صمیمی، بهزاد، آلودگی آب، انتشارات دانشگاه آزاد ایران، ۱۳۵۷.
۳۵- فلسفی، فائزه، آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از هیدروکربن‌های نفتی، آلاینده‌های صنعتی و فاضلاب شهری منطقه ری (جنوب تهران)، دانشگاه شهیدبهشتی، ۱۳۸۵.
۳۶- کردوانی پرویز، ژئوهیدرولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۴.
۳۷- کردوانی پرویز، منابع و مسایل آب در ایران (جلددوم، آب‌های شور، مسایل و راه‌های استفاده از آن‌ها)، دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۷.
۳۸- مهندسین مشاور لار، چگونگی تعیین حریم‌های کیفی منابع آب زیرزمینی و برنامه‌ریزی جهت عملیاتی شدن آن. گزارش دوم و سوم تعیین حریم‌کیفی نقطه‌ای و ناحیه‌ای، ۱۳۸۸.
۳۹- مکنون، اثرات زیست‌محیطی سد – بررسی نظرات و تحولات آن‌ها، کنفرانس هیدرولوژی ایران، ۱۳۶۸.
۴۰- مسجدی و همکاران، بررسی اثرات زیست‌محیطی سدسازی، کنفرانس هیدرولوژی ایران، ۱۳۶۸.
۴۱- نگارش، حسین، زلزله، شهرها و گسل‌ها، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۱۳۸۴.
۴۲- نیک قوچق یعقوب، نقش‌بخش گچی سازند قم درانتقال آلودگی پسماندهای معدنی (مطالعه موردی سدهای باطله معدنی در منطقه آق‌دره‌تکاب)، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۶.
۴۳- ولایتی، سعدالله، جغرافیای آب‌ها و مدیریت منابع آب، انتشارات خراسان، چاپ اول، ۱۳۷۴.
۴۴- وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، ۱۳۸۵، معرفی سیستم مدیریت ریسک.
۴۵- حق‌نویس. معید، همایون ساجدی، ۱۳۸۵، مهندسی ریسک برای مدیران پروژه – مدل‌ها و ابزارها، موسسه خدمات فرهنگی رسا.
۴۶- ستایش برحقی، مهدی، جعفر ستایش برحقی (۱۳۷۶) طراحی سیستم مدیریتی بحران‌های طبیعی، مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین‌المللی جامع بحران، تهران.
۴۷- حصاری زنوز، نیکو(۱۳۸۹) مدیریت و انتخاب گزینه مناسب تامین آب آشامیدنی سالم پس از سوانح طبیعی – مطالعه موردی شهر جدید پردیس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست.
۴۸- رضایی. کامران و همکاران، ۱۳۸۲، تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از آن، انتشارات شرکت مشارکتی ار-و - توف (RWTUV) و نشر آتنا.
۴۹- روهروی و قاسم‌لو (۱۳۸۵)، تصفیه آب در نقطه مصرف در شرایط اضطراری، همایش سراسری راهکارهای ارتقای مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیرمترقبه.
۵۰- ستایش برحقی، مهدی، جعفر ستایش برحقی (۱۳۷۶) طراحی سیستم مدیریتی بحران‌های طبیعی، مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین‌المللی جامع بحران، تهران.
۵۱- صالحی، اسماعیل، ۱۳۷۷، راهنمای مدیریت بحران وقایع طبیعی، وزارت کشور، مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری.

۵۲- ازکیا، مصطفی، حسین شیرزاد، محمد صادقی، ۱۳۸۴، کتاب سبز راهنمای عمل دهیاری‌ها، اصول ایمنی و مقابله با حوادث پیش‌بینی نشده در مناطق روستایی، وزارت کشور، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها.

۵۳- ناطق الهی. فریبرز، ۱۳۷۸، مدیریت بحران زمین لرزه در ایران، ساختار، نیازهای پژوهشی، آموزشی و اجرایی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۵۴- مهدوی، محمد، ۱۳۸۲، پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر از خشکسالی از نظر تامین آب خانگی در استان خراسان، طرح جامع امداد و نجات، مرکز آموزش و تحقیقات هلال‌احمر.

۵۵- استاندارد کیفیت آب آشامیدنی، ۱۳۸۸.

۵۶- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، ۱۳۸۸.

57- http://cemri.ir/Law%20on%20the%20Creation%20of%20Crisis%20Management[1].pdf
58- http://cemri.ir/law.htm
59- http://en.wikipedia.org/wiki/Disaster.
60- http://cemri.ir/organization.pdf
61- http://en.wikipedia.org/wiki/2008 Indian floods
62- http://npchse.net/main/TARJOMEH.pdf
63- http://www.civilica.com/Paper-NOS01-NOS01 060.html
64- http://www.iranhydrology.com/waterrights/PROGRAM4.htm
65- http://www.scribd.com/doc/6995354/Post-3
66- http://www.waterquality.crc.org.au/publications/report78_Risk_Assess_DW_sources.pdf
67- http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_4.pdf
68- http://www.who.int/water_sanitation_health/industrypollution/en/index1.html
69- www.scribd.com/doc/6749965/-17-1999--94k
70- www.waterrisk.cz/dokumenty/lesam_2008.pdf
71- http://www.moe.org.ir/DesktopModules/Articles/ArticlesView.aspx?TabID=0&Site=DouranPortal&Lang=fa-IR&ItemID=1036&mid=19289
72- http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D4.1.3.pdf
73- United Nations, 2004, United Nations strategy for support to the goverment of the ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN following the Bam earthquake of26 December 2003
74- Report of the workshop on the impact of accidental pollution on water resources, Brussels,1999.
75- ttp://www.irannews.org/
76- http://www.watercare.com/
77- http://www.em-dat.net/
78- Manahan. Stanley, 2000, Industrial Ecology and Hazardous Waste, University of Missouri, Lewis Publishers
79- Bryant, E.A., 1991, Natural Hazards, Cambridge University Press
80- Water pollution guide, http://www.water-pollution.org.uk
81- http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal_disaster
82- http://environment.uk.msn.com/green-living
83- http://www.elmundo.es/elmundo/2007/11/12/ciencia/1194893303.html

84- http://www.iberianature.com/geography/environmental-issues-in-spain/environmental-disasters-in-spain
85- Leibungut, CHris,1997: Vulnerability of karst aquifers, Institute of Hydrology, University of Freiburg.
86- Diamantino,Catarina & et.al,2005,methodologies for pollution risk assessment of water resources systems,The fourth inter – celtic colloquium on Hydrology and management of water resources(www.sciencedirect.com)
87- IBE Sr,K.M &et al,2003, Ground water pollution vulnerability and ground water protection strategy for the Owerri area,southeastern Nigeria,water resource system ,water availability and global change.no.280,2003
88- Pathak Dhundi Raj,2009,an integrated GIS based fuzzy pattern recognition model to compute ground water vulnerability index for decision making,Journal of hydro-environment research2010,pp.1-15
89- Rahman,Atiqure,2008,a GIS based drastic model for assessing groundwater vulnerability in shallow aquifer in Aligarh,India,Applied Geography 28(2008)32
90- Sanderson ,Ivan.D.and Lowe Mike,2002,Ground water Sensitivity and vulnerability to pesticides.Cache Valley,cache county ,Utah Department of natural Rerpurces.ISBN 1-55791-669-1
91- Thirumalaivasan ,D,2003,AHP-DRASTIC:softwar for specific aquifer vulnerability assessment using DRASTIC model and GIS,Environmental Modeling & softwar18(2003),645-656
92- Vlaicu,Marius and Cristian – Mihal Munteanu,2008,karst Ground waters vulnerability assessment methods,Trav.Inst.spéol.(Émile Rcovitza).p.107-118,2008
93- Wilhite A.Donald, Michael J Hayes, Cody Knutson, Kelly Helm Smith, 2000, planning for drought-Moving from crisis to risk management, Water Resources Journal , Economic and Social Commission For Asia and The Pacific, St/ESCAPE/Ser.C/207, page-9-21
94- Calow.Pete r, 1998, Handbook of Environmental Risk Assessment and Management ,Department of Animal and Plant Sciences ,University of Sheffield, Blackwell Sciences
95- Schtz.H,P.M.Wiedemann,W.Hennings, j.Mertens,M.Clauberg, 2006, Comparative Risk Assessment-Concepts, Problems and Applications, Wiley-VCH
96- Modarres.Mohamad, 2006, Risk Analysis in Engineering ,Techniques ,Tools and trends, Taylor & Francis Group
97- Chicken, J. C., and T. Ponser, The Philosophy of Risk,Thomas Telford, 1998.
98- Aloysius J. Rego.National disaster management information systems & networks (An Asian Overview).GDIN 2001.
99- Tianhe Chi, Xin Zhang, Huabin Chen, Yumin Tan. Research on information system for natural disaster monitoring and assessment, IGARSS apos IEEE International Proceedings 2003, 21-25 July, volume 4:
100- World Health Organization, 2009, Water Safety Plan Manual –Step by step Risk Management for Drinking Water Suppliers, International Water Association

۱۰۱- ثابت رفتار، آلودگی های آب و قوانین مربوط به آن سال.

۱۰۲- شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۸.

۱۰۳- قدسی‌پور، حسن، ۱۳۸۵.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

Elham Rasoulpour Shabestari	Management, and Education, Iran Water Industry Technical Guidelines and Procedures Preparation Program - Ministry of Energy	MSc. In Environmental Planning and Management
Mohammad Mohammadi	Applied ScienceGeneral University	PhD in Environmental Assessment and Planning
Seyyed Hossein Hashemi	ShahidBeheshti University	PhD inEnvironmental Engineering
Seyyed Reza Yaghoubi	AndishehZolal Co.	MSc. in Civil Environmental Engineering

Steering Committee:

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidoddin Rezvani	Expert in Irrigation & Drainage Engineering, Technical and Executive Affairs Department

Design Standards for Riverbed Stabilizers and Aprons [No.712]

Executive Body: Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)

Project Advisor: Fowad Vojdani, ABAZMA Strategic Water Research Center (ASWRC), PhD in Planning

Authors & Contributors Committee:

Hojatallah Eskandari	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MA in Natural Geography
Behroz Etebari	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MSc in Hydrogeology
Farzam Pour Asghar Sangchin	Freelance Expert	PhD in Environmental Education and Planning Management
Zahra Jahanfarnia	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MSc inChemistry
Bahareh Hatamabadi	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MA inEnvironmental Management
Afsaneh Khiri	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MA inNatural Geography
Abdalrahim Salavitabar	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	PhD inhydrology and waterresources
Khadigh Meshkin	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	MA inNatural Geography
Saeed Malmasi	Islamic Azad University, North Tehran Branch	PhD in Environmental Sciences
Gholamreza Miraki	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	PhD in Environment Safety Management
Fowad Vojdani	Abazma Strategic Water Research Center (ASWRC)	PhD in Planning

Supervisory Committee

Fereydoon Armanfar	Azarbayjansharghi regional water company	MSc. Emnvironmental Engineering
Kooshyar AzamVaghefi	National Water and Wasteware Engineering Company	Bsc. Chemistry
Alieh Sabetraftar	Islamic Azad University	Phd. Environmental science
Elham Rasoulpour Shabestari	Management, and Education, Iran Water Industry Technical Guidelines and Procedures Preparation Program - Ministry of Energy	MSc. In Environmental Planning and Management

Confirmation Committee:

Kamran Esmaeili	Iran Water and Wastewater Engineering Co.	MSc. in Civil Engineering (Environmental Engineering (emphasis))
Mohammad Ali Hamedi	PhD in Regional Development Planning	Royan Consulting Engineers
Javad Hassannazhad	Iran Water Resources Management Company	MSc. in Environmental Management
Behrooz Dehzad	ShahidBeheshti University	PhD in of Ecology of inland (internal) waters
Nadia Roostaei	Department of Environment	MSc. in Chemical Engineering

Abstract

Today, the role and importance of criteria, rules and standards and the economic effects resulting from their use in social development, preparation and use of them isnecessary and unavoidable.Given to the scope of science and technologyin the today's world, Criteria and standards, has been granted to the technical-Specialized community on any subject.

Due to climatic conditions and limitations of water resources in Iran, preparation of standard in the water sector is particularly important, codification of the water industry standards are done with respect to the following occurs:

- Using the expertise and experience of experts and scholars working in the public and private sectors,
- Using reputable sources and international standards,
- Benefiting from the experience ofagencies, organizations, institutions, industrial units, units of study, design and construction,
- Attention to the principles and norms practice national standards organizations and other agencies to prepare authentic standards,

Iran is located in the arid and semi-arid region of the earth with almost a third of the world average rainfall. So, protection and management of at mospheric precipitation for a low water country such as Iran is very important and should be at the top duties of the organizations responsible for water affairs.

Population growth, urbanization and needs to improve social welfare, development ofindustrial agriculture, in appropriate use of pesticides and chemical fertilizers and its over flow in to surface and groundwater resources as well as pollution ofthe environment, Industrialization and lack of real commitment to industrial wastewater treatment and its disposal in the environment, results in the necessity of compiling a guide for pollution disaster risk management,of surface and groundwater resources.

Generally, risk management apply in the face of crisis management where protective approach to accident or danger is necessary, till the effects of risk reduced and necessary decisions to reducing down time and repair costs during the period, or the risk of an accident to be taken coordinated and effective. Risk assessment can provide things like:

- Aqualitative basis for comparing and prioritizing risks,
- A systematic method to improve understanding of the risks,
- And finally are liable tool for the evaluation

Earthquakes, malicious floods, accidental release of substances, waste and of hazardous wastes in surface and groundwater in recent years and the challenges and difficulties inthe administration of therescue, rehabilitation and reconstruction, financial and human resources in the country to be seen,the necessity of developing specific guidelines to deal with these kinds of accidentsin general and problems caused by contamination of water resourcesas a result of accidental orintentional release of pollutants, in particular, have doubled and the necessity of a coherent and efficient structure and guidance for risk assessment and management of these events, particularly contamination of water sources will inevitable.The increasing development and application of risk management in different fields, especially in the environment caused the risk in developed countries defined as a general component and limits, controls, rules, regulations and guidelines to be determined. Identify dangers and manage any incident and prospective danger in a comprehensive and systematic risk management process, depends on coordinate all subsets of the area.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Guideline for Pollution Disasters Risk Management in Surface and Groundwater Resources

No. 712

Deputy of Technical and Infrastructure Development Affairs

Department of Technical and Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Water and Wastewater Standards and Projects Bureau

seso.moe.org.ir

2016

این ضابطه

با هدف تعیین مراحل مختلف مورد نیاز جهت تهیه برنامه مدیریت ریسک سوانح آلودگی در منابع آب و چگونگی انجام این مطالعات، اعم از تهیه طرح و برنامه و فهرست فعالیت‌های اجرایی مورد نیاز برای ریسک فوق‌الذکر برای کلیه مشاوران، مدیران و کارشناسان مرتبط با منابع آب و محیطزیست تهیه گردیده است.