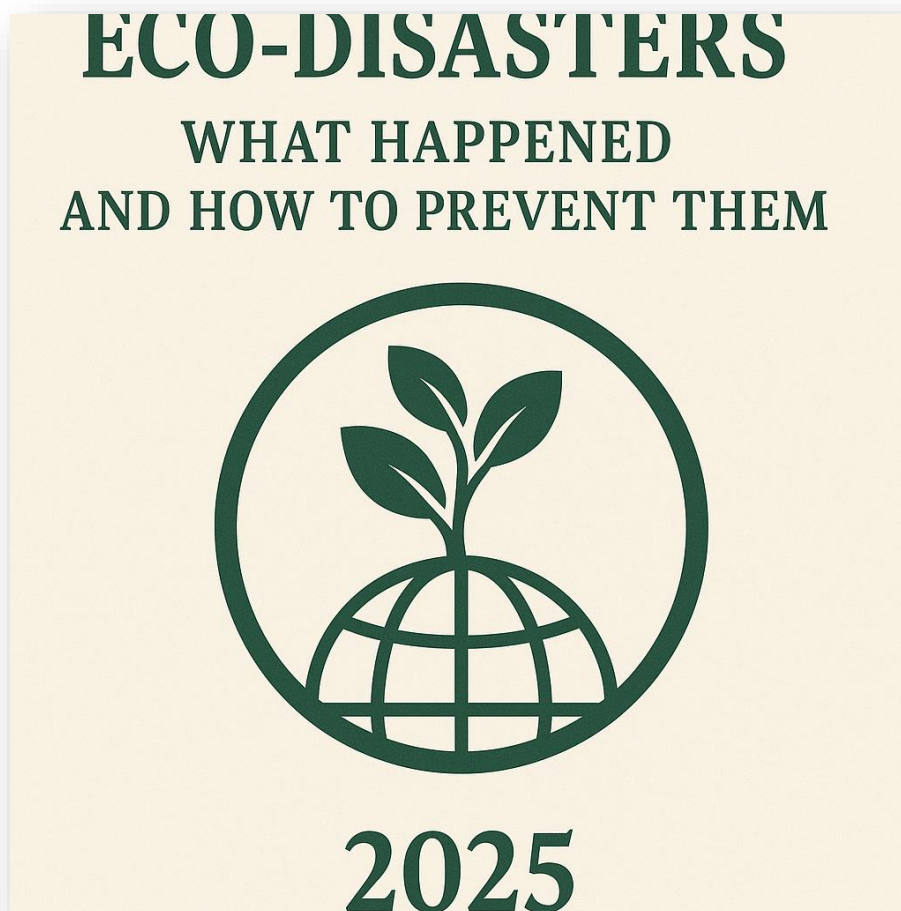




کتابچه آشنایی با

"فجایع زیست محیطی؛ درس هایی برای امروز و فردای ایران"





سخن انجمن مدیریت سبز ایران

یادگیری از گذشته می تواند مانع فجایع آینده شود!

در دنیای امروز که با سرعتی بی سابقه به سوی صنعتی شدن و مصرف بی رویه منابع طبیعی پیش می رود، بازخوانی تجربه های گذشته بیش از هر زمان دیگری ضرورت دارد. فجایع زیست محیطی تنها حوادثی تاریخی نیستند؛ بلکه آینده ای هستند که نشان می دهند بی توجهی به اصول علمی، ضعف در سیاست گذاری و غفلت از مسئولیت های اجتماعی چگونه می تواند به تهدیدی برای سلامت انسان و پایداری سرزمین بدل شود.

انجمن مدیریت سبز ایران بر این باور است که آموزش و انتقال دانش زیست محیطی، نخستین گام در مسیر مدیریت سبز و توسعه پایدار است. ترجمه کتاب «فجایع زیست محیطی؛ چه رخ داد و چگونه می توان از آن پیشگیری کرد» فرصتی ارزشمند برای مخاطبان ایرانی فراهم می آورد تا با نمونه های جهانی از شکست ها و موفقیت های مدیریت محیط زیست آشنا شوند. این کتاب نه تنها مرور تاریخی است، بلکه نقشه راهی برای آینده به دست می دهد؛ آینده ای که تنها با یادگیری از گذشته می توان آن را ایمن تر و سبزتر ساخت.

خواندن این اثر برای سیاست گذاران، مدیران شهری و صنعتی، دانشگاهیان و فعالان محیط زیست اهمیت ویژه دارد؛ زیرا هر یک از داستان های آن می تواند هشدار برای شرایط امروز ایران باشد. بحران آب، آلودگی هوا، ریزگردها و تهدیدهای ناشی از تغییر اقلیم در کشور ما تنها با نگاه علمی و تجربیات جهانی قابل مدیریت است. این کتاب دریچه ای است به سوی آن نگاه. این کتاب در هفت بخش و ۴۲ فاجعه شاخص تنظیم شده است:

بخش اول: فجایع قرن نوزدهم اروپا، آمریکا و آسیا. در این بخش، نخستین فجایع زیست محیطی - بهداشتی مدرن معرفی می شوند که ارتباط مستقیمی با شهرنشینی، بهداشت ضعیف و صنعتی شدن اولیه داشتند. این بخش نشان می دهد که چگونه آلودگی آب و معادن صنعتی پیامدهای گسترده انسانی داشت.

بخش دوم: فجایع مرتبط با جو و هوا. در این بخش نمونه های تاریخی از فجایع آلودگی هوا بررسی می شود؛ از مه دود زغال سنگ تا ترکیبات شیمیایی ناشی از سوخت خودروها. این بخش نشان می دهد که انرژی فسیلی چه تأثیر مستقیمی بر سلامت انسان دارد.

بخش سوم: فجایع ناشی از ورود فلزات سنگین و ترکیبات سمی به آب و غذا. این بخش نشان می دهد چگونه صنایع بدون نظارت، سلامت نسل ها را تهدید می کنند.

بخش چهارم: محیط های مسموم شده نفت، آلاینده ها. این بخش فجایعی که اکوسیستم ها را به طور مستقیم نابود کردند؛ از جنگ های شیمیایی گرفته تا نشت نفت و آلودگی های مزمن محیطی بررسی می نماید.

بخش پنجم: حوادث نیروگاه های هسته ای و صنایع شیمیایی. این بخش بر فجایع صنعتی و هسته ای تمرکز دارد که اغلب ناشی از خطای انسانی، ضعف مدیریت ایمنی یا بی توجهی به مقررات بوده اند.

بخش ششم: خطرات محیط های مدرن رادون، آلودگی داخل خانه، تشعشعات. در این بخش تمرکز بر خطرات نوظهور در محیط زندگی روزمره مانند رادون در خانه ها، آلودگی محصولات مصرفی و نگرانی های ناشی از فناوری های نوین بررسی شده اند.

بخش هفتم: منازعات فرامرزی و بحران های سیاره ای. در این بخش فجایع و بحران هایی که مرزهای ملی را درنور دیده اند و به سطح جهانی رسیده اند بررسی می شوند؛

این کتابچه نه تنها مرور تاریخی فجایع است بلکه یک راهنمای آموزشی و تحلیلی برای سیاست گذاران، دانشجویان و فعالان محیط زیست به شمار می رود.

محمدحسن امامی / رئیس انجمن مدیریت سبز ایران / تابستان ۴۰۴





فهرست مطالب

بخش اول: پیش از قرن بیستم

۱. همه گیری وبا در لندن
۲. شیوع حصبه در شیکاگو
۳. فاجعه معدن آشبو

بخش دوم: آلودگی هوایی که تنفس می کنیم

- ۴- مه دود دونورا
- ۵- مه دود بزرگ لندن
- ۶- مه دود لس آنجلس
- ۷- آسم یوکایچی ژاپن
- ۸- آلودگی هوای مکزیکوسیتی

بخش سوم: آب و غذای مسموم

- ۹- بیماری میناماتا
- ۱۰- آلودگی کروم در هینکلی
- ۱۱- بیماری «ایتای-ایتای»
- ۱۲- شیوع کریپتوسپوریديوم در میلواکی
- ۱۳- مسمومیت جیوه در نیگاتا
- ۱۴- آلودگی PBB در میشیگان
- ۱۵- آلودگی PCB در روغن کانمی ژاپن
- ۱۶- آلودگی آب های زیرزمینی در ووبورن

بخش چهارم: طبیعت بیمار و مسموم شده

- ۱۷- آلودگی DDD در دریاچه کلیر
- ۱۸- علف کش های جنگ ویتنام
- ۱۹- نشت نفت آموکو کادیز
- ۲۰- لائو کانال
- ۲۱- شکوفایی جلبکی در رودخانه دارلینگ استرالیا
- ۲۲- مسمومیت صدف ها در گواتمالا
- ۲۳- آلودگی دیوکسین در تایمز بیج
- ۲۴- ترور اکولوژیک در جنگ خلیج فارس





بخش پنجم: فجایع هسته ای و صنعتی

- ۲۵- فاجعه هسته ای چرنوبیل
- ۲۶- فاجعه گاز بوپال
- ۲۷- نشت شیمیایی رود راین - بازل
- ۲۸- حادثه هسته ای تری مایل آیلند
- ۲۹- ابر سمی سووزو ایتالیا
- ۳۰- آلودگی کپون در رودخانه جیمز
- ۳۱- تراژدی سزیم در گویانیا برزیل
- ۳۲- نشت فنول در رود ناکدونگ کره جنوبی
- ۳۳- حوادث هسته ای توکای مورا و فوکوشیما ژاپن

بخش ششم: خطرات محیط زندگی مدرن

- ۳۴- شیوع بیماری لژیونرها در فیلادلفیا
- ۳۵- داستان رادون استنلی واتراس
- ۳۶- فاجعه ضد عفونی کننده مرطوب کننده کره جنوبی
- ۳۷- معمای تشعشعات الکترومغناطیسی سن دیگو

بخش هفتم: منازعات فرامرزی و سیاره در خطر

- ۳۸- باران اسیدی اسکاندیناوی
- ۳۹- جنگ آب در رود اردن
- ۴۰- دفع پسماندهای سمی کوکو آفریقا
- ۴۱- بیابان زایی ساحل ساحل آفریقا
- ۴۲- تخریب لایه ازن

• سخن پایانی





فصل ۱

همه گیری وبا در لندن

در سال ۱۸۵۴، بار دیگر شیوع وبا در لندن رخ داد و علت اصلی آن آشکار شد. آن تابستان، وبا در مرکز لندن به سرعت گسترش یافت و تنها طی ده روز بیش از ۵۰۰ نفر جان باختند.

دکتر **جان اسنو**، پزشک و جراح، که بیش از یک دهه روندهای همه گیری وبا را با نگاهی متفاوت دنبال کرده بود، بر این باور بود که وبا نه از طریق «هوای آلوده» میاسما - آن گونه که عموم مردم تصور می کردند - بلکه از طریق آب آشامیدنی آلوده منتقل می شود. او استدلال می کرد که اگر هوا یا مه عامل اصلی باشد، بیماران باید در سراسر شهر پراکنده باشند؛ اما در واقعیت، بیماران عمدتاً در اطراف خیابان «براد» متمرکز بودند. اسنو شروع به ترسیم نقشه ای از موارد ابتلا کرد تا الگوی شیوع را آشکار کند.

او دریافت که اگر هوا عامل بیماری بود، بیماران باید از درد ریه شکایت می کردند؛ حال آنکه همه از دردهای روده ای رنج می بردند. همین امر او را به این نتیجه رساند که مشکل در آب آشامیدنی است. با ردیابی منابع مشترک بیماران، او متوجه شد که همه آن ها از چاه آبی در خیابان براد امروزه برادویک استفاده می کنند. همچنین مشخص شد که اولین بیمار یک ملوانی بوده که از سفر خارجی بازگشته و خانه اش در همان منطقه بوده است. افزون بر این، در محلات فقیر که آب مستقیماً از رودخانه تیمز برداشته می شد، مرگ و میر بسیار زیاد بود.

بر اساس این شواهد، اسنو اثبات کرد که وبا از طریق آب آشامیدنی آلوده منتقل می شود و از شورای شهر خواست تا دسته پمپ آب خیابان براد را بردارند تا مردم نتوانند از آن استفاده کنند. هرچند مقامات ابتدا به نظریه او بی اعتماد بودند، اما به دلیل شدت بحران، درخواست او پذیرفته شد. پس از این اقدام، شمار موارد ابتلا به سرعت کاهش یافت.

این رویداد نقطه عطفی در تاریخ پزشکی بود: جان اسنو پایه گذار علم همه گیرشناسی نوین شد. او نشان داد که میان محل دفع فاضلاب، محل برداشت آب آشامیدنی و محل شیوع بیماری ها رابطه ای مستقیم وجود دارد. برخلاف همه گیری های قبلی که ده ها هزار قربانی داشت، در شیوع سال ۱۸۵۴ تنها حدود ۲۰۰۰ نفر جان باختند و بیماری تقریباً ریشه کن شد. پس از این واقعه، کمیته ای برای مدیریت آب در لندن تأسیس شد. استانداردهایی برای آب آشامیدنی وضع گردید، برکه ها و توالت های اطراف منابع آب جمع آوری شدند و تخلیه مدفوع انسانی و حیوانی و همچنین پسماند کشتارگاه ها در رودخانه ممنوع شد.

چند سال بعد، در تابستان داغ ۱۸۵۸، لندن شاهد بوی تعفن بزرگ Great Stink شد. در آن تابستان، مقادیر عظیم فاضلاب انسانی که به رودخانه تیمز ریخته می شد، بوی تعفن شدیدی ایجاد کرد و حتی جلسات پارلمان را مختل ساخت. این بحران، سرانجام دولت را واداشت که سیستم فاضلاب جدیدی طراحی و اجرا کند تا دفع فاضلاب و تأمین آب آشامیدنی از هم جدا شوند.

از دهه ۱۹۶۰ میلادی به بعد، دولت بریتانیا «جنبش احیای تیمز» را آغاز کرد. در سال ۱۹۶۱ ریختن زباله و فاضلاب به رودخانه ممنوع شد. در ۱۹۶۳ «قانون منابع آب» تصویب شد و برای هر منطقه یک سازمان مدیریت رودخانه ایجاد گردید. تصفیه خانه های فاضلاب در سراسر کشور ساخته شدند. در سال ۱۹۷۰ «آژانس محیط زیست» تأسیس و کمیسیون سلطنتی نیز برای جلوگیری از آلودگی آب شکل گرفت. شبکه ای ملی برای پایش





کیفیت آب راه اندازی شد. در نتیجه، رودخانه تیمز احیا شد و حتی از سال ۱۹۷۴ ماهی های سالمون که در اوایل قرن نوزدهم ناپدید شده بودند، دوباره بازگشتند.

جمع بندی

حادثه وبای لندن دو دستاورد مهم داشت:

۱. تولد علم همه گیرشناسی نوین به عنوان ستون اصلی پزشکی پیشگیرانه.

۲. الگویی برای سایر شهرهای اروپا در جهت به کارگیری روش های علمی بهداشت و مدیریت آب.

همچنین داستان احیای رودخانه تیمز، که زمانی «رودخانه مرگ» لقب گرفته بود، به عنوان بهترین نمونه ای از نظریه بازگشت U-Turn محیط زیست شناخته می شود: یعنی محیط زیست در مراحل اولیه صنعتی سازی به شدت آلوده می شود، اما با ارتقای آگاهی اجتماعی و فناوری، امکان احیای آن وجود دارد.





فصل ۲

شیوع حصبه در شیکاگو

شیکاگو شهری است که در دشت های وسیع و دریاچه های بزرگ منطقه غرب میانه ایالات متحده شکل گرفت. در اوایل قرن نوزدهم، یک پایگاه نظامی به نام «فورت دیربورن» در دهانه رودخانه شیکاگو، جایی که به دریاچه میشیگان می ریخت، ساخته شد. با سکونت مردم در اطراف آن، شهر شیکاگو به وجود آمد. تا میانه قرن نوزدهم، جمعیت شیکاگو به حدود ۳۰ هزار نفر رسیده بود و تمام فاضلاب خانگی به رودخانه شیکاگو ریخته می شد و سپس به دریاچه میشیگان می پیوست. به دلیل کم بودن جمعیت، این مسئله در ابتدا مشکل بزرگی ایجاد نمی کرد.

پس از پایان جنگ داخلی آمریکا در سال ۱۸۶۴، جمعیت شهر به سرعت افزایش یافت. آتش سوزی بزرگ سال ۱۸۷۱ که بیشتر شهر را نابود کرد، فرصتی برای بازسازی گسترده ایجاد نمود و رشد جمعیت شدت بیشتری گرفت. در سال ۱۸۸۵، جمعیت شیکاگو از یک میلیون نفر فراتر رفت. خیابان ها مملو از زباله و فضولات انسانی شده بود و حجم عظیمی از فاضلاب به رودخانه های شیکاگو و کالومت ریخته می شد؛ هر دو رودخانه به دریاچه میشیگان منتهی می شدند. بدین ترتیب آب آشامیدنی مردم آلوده و غیرقابل استفاده شد.

در همان سال ۱۸۸۵، اپیدمی حصبه رخ داد و حدود ۹۰ هزار نفر را به کام مرگ کشاند. این فاجعه مستقیماً ناشی از آلودگی آب دریاچه میشیگان بود که محل تخلیه فاضلاب یک میلیون نفر به شمار می رفت. این حادثه یکی از مرگبارترین فجایع زیست محیطی ثبت شده در تاریخ بود. حتی پس از آن، به دلیل تداوم آلودگی رودخانه ها و دریاچه، شیوع بیماری ها ادامه یافت. بر اساس گزارش ها، بین سال های ۱۸۹۱ تا ۱۸۹۵ بیش از ۲۰ هزار نفر دیگر از مردم شیکاگو دوباره به حصبه مبتلا شدند. تا زمانی که شیکاگو فاضلاب را در همان دریاچه ای تخلیه می کرد که آب آشامیدنی خود را از آن می گرفت، بیماری های منتقل شونده از آب ادامه می یافتند.

تغییر مسیر رودخانه ها

برای مقابله با این بحران، شیکاگو به یک پروژه مهندسی عظیم دست زد: تغییر مسیر جریان رودخانه ها. فاضلاب به جای آنکه به دریاچه میشیگان بریزد، به سمت رودخانه ایلینوی و در نهایت به رودخانه می سی سی پی هدایت شد. این اقدام بزرگ ترین پروژه عمرانی ایالات متحده تا آن زمان بود. با این حال، مشکلات حقوقی و سیاسی پدید آمد؛ زیرا فاضلاب شیکاگو به سمت پایین دست می سی سی پی سرازیر می شد و شهرهایی مانند سنت لوئیس را تحت تأثیر قرار می داد. همچنین، ایالت های مجاور و حتی کانادا از کاهش سطح آب دریاچه میشیگان شکایت کردند.

با وجود این اعتراضات، شیکاگو با افزایش استفاده از منابع آب زیرزمینی و ساخت تصفیه خانه های فاضلاب توانست بخشی از فشارها را کاهش دهد. این الگو بعدها در شهرهای دیگر آمریکا و حتی اروپا مورد استفاده قرار گرفت مانند سیاتل در دهه ۱۹۳۰ و دریاچه ژنو در سوئیس در دهه ۱۹۵۰.

پیشرفت فناوری تصفیه آب

این فاجعه محرکی برای پیشرفت فناوری تصفیه آب و فاضلاب در آمریکا شد. در سال ۱۸۸۷ برای نخستین بار در آمریکا، دستگاه فیلتر ماسه ای در ماساچوست نصب شد و به کاهش چشمگیر موارد حصبه انجامید. سپس بسیاری از شهرها این فناوری را به کار گرفتند. در آغاز قرن بیستم، بیماری های اسهالی ناشی از آب آلوده سومین علت مرگ در ایالات متحده پس از ذات الریه و سل بودند.





در سال ۱۹۰۸، استفاده از **کلر زنی آب** آغاز شد و ثابت شد که روشی مؤثر برای نابودی باکتری ها و ایمن سازی آب آشامیدنی است. این روش به سرعت در سراسر جهان گسترش یافت. در سال ۱۹۴۸ «قانون کنترل آلودگی فدرال» تصویب شد و بعدها به «قانون آب پاک» تبدیل گردید که چارچوب اصلی مدیریت کیفیت آب در آمریکا محسوب می شود.

قانون آب آشامیدنی ایمن

در دهه ۱۹۷۰، آلودگی های شیمیایی چالش تازه ای برای آب آشامیدنی ایجاد کردند. در پاسخ به این مسئله، در سال ۱۹۷۴ «قانون آب آشامیدنی ایمن Safe Drinking Water Act» تصویب شد. این قانون جامع ترین نظام حقوقی برای مدیریت منابع آب و آب آشامیدنی بود و سازمان تازه تأسیس حفاظت محیط زیست آمریکا EPA را به نهاد اصلی نظارت و اجرای آن تبدیل کرد. این قانون استانداردهای ملی کیفیت آب را تعیین کرد و فناوری های نوین را برای تصفیه و پایش به کار گرفت.

جمع بندی

فاجعه حصبه شیکاگو با بیشترین تعداد مرگ در میان فجایع زیست محیطی زمان خود، نقطه عطفی شد برای درک ضرورت **مدیریت دولتی کیفیت آب های سطحی**. این حادثه موجب شد سیستم های حقوقی و فنی برای تصفیه آب و فاضلاب شکل گیرند. همچنین ساخت کانال هایی که شیکاگو را به رودخانه می سی سی پی متصل کرد، زمینه رشد این شهر را به سومین شهر بزرگ ایالات متحده فراهم آورد.





فصل ۳

فاجعه معدن آشپو

در سال ۱۶۱۰، رگه عظیمی از مس در روستای آشپو در استان تویچگی، ۱۵۰ کیلومتری شمال توکیو کشف شد. یک معدن کوچک مس در این منطقه نزدیک به دو قرن فعال بود تا اینکه در سال ۱۷۹۰ فعالیت آن متوقف شد. با آغاز دوران اصلاحات میچی در سال ۱۸۶۸، معدن دوباره بازگشایی شد و تولید آن steadily افزایش یافت. بیست سال بعد، معدن آشپو ۴۴٪ از کل تولید مس ژاپن را تأمین می کرد و به یکی از بزرگ ترین شرکت های آسیای شمال شرقی بدل شد.

همزمان با رشد معدن، پسماندهای استخراج و ذوب مس افزایش یافت و همگی به رودخانه واتاراسه ریخته می شد. این رودخانه منبع آبیاری کشاورزان پایین دست و محل ماهیگیری بود. گاهی طغیان می کرد و زمین های حاصلخیز برای کشت برنج فراهم می ساخت. اما گسترش معدن موجب نابودی جنگل های اطراف شد، تأسیسات ذوب توسعه یافت، کوه ها برهنه شدند و دودهای کارخانه پوشش گیاهی باقی مانده را نیز از بین برد.

از سال ۱۸۷۸ نشانه های آلودگی مس در رودخانه پدیدار شد. آب آلوده به مس موجب مرگ ماهی ها و بروز بیماری های پوستی در مردم شد. به مرور، نشانه های مسمومیت در گیاهان، حیوانات و انسان ها ظاهر گردید. گزارشی در همان زمان نوشت:

«زمین های کشاورزی خشک و بایر شدند، بیماری همه گیر دام ها را نابود کرد و مردم از بیماری و مرگ در امان نماندند. قربانیان این فاجعه که نمی توانست یک بلای طبیعی نامیده شود، در رنج شدید بدون لباس و غذا رها شدند.»

در سال ۱۸۹۰، کشاورزان پایین دست که معدن را علت فاجعه می دانستند از دولت خواستند فعالیت آن متوقف شود؛ اما درخواستشان رد شد. آنان نمونه های آب و خاک را جمع آوری کردند تا علمی ثابت کنند آسیب ها ناشی از معدن است و آن را به وزارت کشاورزی و بازرگانی فرستادند، اما پاسخی نگرفتند. سرانجام استادان دانشگاه امپریال توکیو تحقیق کردند و علت آلودگی ۲۸ روستا را معدن آشپو دانستند. این ماجرا به یک مسئله ملی تبدیل شد.

در دسامبر ۱۸۹۱، شوگو تاناکا، نماینده مجلس تازه تأسیس ژاپن، دولت را به دلیل بی توجهی به رفاه مردم و عدم اجرای قوانین معدن به شدت نقد کرد. او گفت: «اگر صنعت معدن به رفاه عمومی آسیب می زند، وزارت کشاورزی و بازرگانی نباید مجوز بدهد.» با این حال، پاسخ رسمی دولت مبهم بود و اقدامی نشد. بعدها کمیته ای محلی برای میانجی گری تشکیل شد و کشاورزان تنها ۷ هزار ین غرامت گرفتند، در حالی که خسارت ها حدود ۱۱ میلیون ین برآورد شده بود. همچنین وعده ساخت تأسیسات تصفیه داده شد که تأثیر اندکی داشت. بین سال های ۱۸۹۱ تا ۱۸۹۷ وسعت زمین های آلوده از ۲۰۰۰ هکتار به ۴۰۰۰ هکتار رسید و آلودگی به پنج استان، از تویچگی تا توکیو، گسترش یافت.

در همین زمان، ژاپن درگیر جنگ با چین ۱۸۹۴ شد و تقاضا برای مس افزایش یافت. نیمی از کل مس کشور از معدن آشپو تأمین می شد. بنابراین، دولت کنترل آلودگی را اولویت نداد و کشاورزان نیز به خاطر شرایط جنگی سکوت کردند و امید داشتند پس از جنگ جبران شوند.





جمع‌بندی

فاجعه معدن آشیو یکی از نخستین نمونه‌های آلودگی فلزات سنگین در تاریخ ژاپن بود که خسارت‌های گسترده انسانی و محیطی برجای گذاشت. این ماجرا بعدها مبنایی برای جنبش‌های محیط‌زیستی ژاپن شد و نشان داد که توسعه صنعتی بدون مقررات و توجه به جوامع محلی، می‌تواند فاجعه‌ای ملی بیافریند.





فصل ۴

مه دود دونورا

شهر کوچک دونورا در ایالت پنسیلوانیای آمریکا بر پایه صنایع فولاد و ذوب فلزات ساخته شد. این شهر در کنار رودخانه مونونگاهلا قرار داشت و در سال ۱۹۰۰ با ساخت یک کارخانه فولاد توسط ویلیام دانه شکل گرفت. با تکمیل کارخانه، مهاجران اروپایی برای کار به آنجا آمدند. دونورا شهری جوان بود که بیشتر جمعیتش کارگر بودند، به طوری که افراد سالمند تقریباً وجود نداشتند و گاهی ماه ها مرگی در شهر رخ نمی داد.

حادثه مه دود

در صبح سه شنبه، ۲۶ اکتبر ۱۹۴۸، هوای سرد و بی باد، همراه با مه غلیظ، دود کارخانه های فولاد و روی را در دره محبوس کرد. مه زرد رنگ و بدبویی خیابان ها و خانه ها را فرا گرفت و حتی در ظهر هم تاریکی سنگینی حکمفرما بود. وسایل نقلیه فلج شدند و مردم دچار تنگی نفس شدند. ابتدا، ساکنان آن را پدیده ای طبیعی دانستند و حتی رژه سالانه هالووین و مسابقه فوتبال دبیرستانی طبق برنامه برگزار شد. اما ظرف چند روز، هزاران نفر بیمار شدند و در یک هفته ۲۰ نفر جان باختند. در یک ماه بعد، ۵۰ نفر دیگر نیز مردند و در مجموع حدود ۶۰۰۰ نفر بیمار شدند؛ یعنی تقریباً نیمی از جمعیت شهر.

واکنش و پیامدها

مقامات به طور موقت کارخانه روی را تعطیل کردند، اما سپس دوباره بازگشایی شد و ماجرا به عنوان «پدیده ای موقتی» قلمداد شد. با این حال، بررسی ها نشان داد بیشترین مرگ و میر در فاصله ۸۰۰ متری کارخانه روی رخ داده بود، جایی که دود متراکم تر بود.

این حادثه یادآور فاجعه مشابهی در سال ۱۹۳۰ در دره موز بلژیک بود که طی آن ۶۳ نفر بر اثر وارونگی دما و تجمع دود کارخانه ها جان باختند. اگر تجربه بلژیک در نظر گرفته می شد، شاید فجایع دونورا قابل پیشگیری بود.

اصلاحات قانونی و زیست محیطی

مه دود دونورا زنگ خطری جدی برای آمریکا بود و سرانجام دولت فدرال را به تصویب قوانین کنترل آلودگی هوا واداشت. نخستین مقررات محلی مربوط به دود و دوده در دهه ۱۸۸۰ وضع شده بود، اما این حادثه زمینه ساز **قانون هوای پاک Clean Air Act** در سال ۱۹۶۳ و تقویت آن در سال ۱۹۷۰ شد که با تأسیس آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا EPA همراه بود. این قانون به EPA اختیار داد تا استانداردهای ملی کیفیت هوا و حدود مجاز انتشار آلاینده ها را وضع کند. با اصلاحات بعدی ۱۹۹۰، آلاینده های جدیدی همچون بنزن و پرکلرواتیلن نیز تحت کنترل قرار گرفتند.

تغییرات مثبت

از ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۹، در حالی که جمعیت آمریکا ۳۳٪، مسافت پیموده خودروها ۱۴۰٪، تولید ناخالص داخلی ۱۴۷٪ و مصرف زغال سنگ برای نیروگاه ها سه برابر شد، انتشار آلاینده های اصلی ۳۱٪ کاهش یافت. انتشار دی اکسید گوگرد، که نقش کشنده ای در دونورا داشت، از ۳۲ میلیون تن در ۱۹۷۲ به ۱۹ میلیون تن در ۱۹۹۹ رسید؛ سطحی مشابه سال ۱۹۱۵.





یادبود

در پنجاهمین سالگرد فاجعه ۱۹۹۸، با تلاش یک دانش‌آموز دبیرستانی به نام **جاستین شاولی**، یادبودی برای قربانیان در محل کارخانه فولاد نصب شد.

جمع‌بندی

فاجعه دونورا نشان داد که ترکیب شرایط جوی و آلودگی صنعتی می‌تواند فجایع مرگبار ایجاد کند. این حادثه نقطه عطفی در تاریخ زیست‌محیطی آمریکا بود و منجر به ایجاد یکی از قوی‌ترین نظام‌های قانونی حفاظت از هوا در جهان شد.





فصل ۵

مه‌دود بزرگ لندن

از زمان انقلاب صنعتی، آلودگی هوای لندن به دلیل سوزاندن گسترده زغال سنگ، به‌ویژه در ماه‌های زمستان، یک مشکل جدی بود. دود و دوده ناشی از میلیون‌ها بخاری و دودکش کارخانه، هوای شهر را سیاه و غلیظ می‌کرد. در اواسط قرن بیستم، آلودگی هوا به نقطه‌ای رسید که در شرایط خاص جوی به فاجعه‌ای مرگبار انجامید.

حادثه دسامبر ۱۹۵۲

در ۵ دسامبر ۱۹۵۲، یک دوره سرمای شدید و پرفشار جوی، به همراه پدیده وارونگی دما، لایه‌ای از هوای آلوده را بر فراز لندن حبس کرد. مه طبیعی زمستانی با دود حاصل از سوزاندن زغال سنگ ترکیب شد و «مه‌دود» غلیظی پدید آورد که دید را به چند متر کاهش می‌داد. نور خورشید قادر به نفوذ نبود و در طول روز، شهر در تاریکی مطلق فرو رفت. این وضعیت پنج روز ادامه یافت. زندگی روزمره فلج شد؛ اتوبوس‌ها و قطارها متوقف شدند، آمبولانس‌ها نمی‌توانستند بیماران را جابه‌جا کنند، و در سالن‌های سینما پرده‌ها آن قدر تیره شد که نمایش متوقف گردید.

تلفات انسانی

در طول این رویداد، هزاران نفر دچار مشکلات حاد تنفسی شدند. بیمارستان‌ها پر از بیماران شد. در ابتدا شمار رسمی مرگومیر حدود ۴۰۰۰ نفر برآورد شد، اما بررسی‌های بعدی نشان داد که تعداد واقعی قربانیان بین ۱۰'۰۰۰ تا ۱۲'۰۰۰ نفر بوده است. بیشتر قربانیان سالمندان، نوزادان و بیماران قلبی-ریوی بودند.

پیامدهای سیاسی و اجتماعی

فاجعه مه‌دود بزرگ لندن نقطه عطفی در تاریخ زیست محیطی بریتانیا بود. پس از فشار افکار عمومی و تحقیقات علمی، دولت مجبور به اقدام شد. در سال ۱۹۵۶، **قانون هوای پاک Clean Air Act** تصویب شد که استفاده از زغال سنگ در مناطق مسکونی را محدود کرد و استفاده از سوخت‌های پاک‌تر مانند گاز طبیعی و برق را ترویج نمود. همچنین مناطقی موسوم به «مناطق بدون دود Smoke Control Areas» تعیین شدند. این روند در دهه‌های بعد ادامه یافت و قوانین سخت‌گیرانه‌تری برای کنترل آلودگی هوا تصویب شد. مه‌دود ۱۹۵۲ نشان داد که آلودگی هوا صرفاً مسئله‌ای زیبایی‌شناختی یا ناراحتی سطحی نیست، بلکه تهدیدی مستقیم برای سلامت عمومی است.

میراث حادثه

مه‌دود لندن در حافظه جمعی جهان باقی مانده است و اغلب به‌عنوان نماد مرگبارترین آلودگی هوای شهری یاد می‌شود. این حادثه الهام‌بخش شکل‌گیری سیاست‌های نوین محیط‌زیستی در اروپا و جهان شد و به جامعه بشری یادآور شد که بی‌توجهی به کیفیت هوا می‌تواند فجایع انسانی در پی داشته باشد.

جمع‌بندی: مه‌دود بزرگ لندن نشان داد که مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی و غفلت از مقررات محیط‌زیستی می‌تواند فجایع مرگبار رقم بزند. این رویداد به ایجاد قوانین هوای پاک در بریتانیا و بعدها در سایر کشورها کمک کرد و سرآغازی برای جنبش جهانی کنترل آلودگی هوا شد.





فصل ۶

مهدود لس آنجلس

مقدمه

خودرو، که یکی از بزرگ ترین دستاوردهای بشری محسوب می شود، در عین حال منبع مشکلات زیست محیطی بزرگی نیز بوده است. مصرف بیش از حد انرژی، منابع محدود نفت را تهی می کند، راهها و پارکینگ های وسیع طبیعت را نابود می سازند، و دودهای سمی و تصادفات جادهای سلامت و جان انسانها را تهدید می کنند. با این وجود، خودروها جایگزین گاریها و اسب هایی شدند که در گذشته هزاران تن فصولات بدبو و حامل میکروبها را در خیابانها بر جای می گذاشتند.

تلاش برای کاهش آلودگی

از نیمه قرن بیستم، انسان کوشید پیامدهای زیست محیطی خودرو را مهار کند. نتایج این تلاشها بسیار چشمگیر بود. مبدل کاتالیستی سهرامه در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد که گازهای سمی CO ، HC ، NOx را به ترکیبات بی ضرر H_2O ، CO_2 ، N_2 تبدیل می کرد. همچنین استفاده از بنزین بدون سرب به طور چشمگیری آلودگی هوا را کاهش داد.

امروزه، میزان آلاینده های خروجی یک خودرو تنها حدود ۱٪ خودروهای دهه ۱۹۷۰ است. خودروهای هیبریدی و برقی تجاری شده اند و خودروهای سلول سوختی هیدروژنی نیز در جاده ها ظاهر شده اند. این پیشرفت ها امید کارشناسان محیط زیست را به آینده ای بهتر افزایش داده است.

چالش های حل نشده

با وجود این پیشرفت ها، گرد و غبار و سروصدای ناشی از حرکت خودروها همچنان مشکلاتی حل نشده باقی مانده است. در کلان شهرهایی مانند لس آنجلس، این مسئله به شکل «مهدود فتوشیمیایی» خود را نشان داد.

مهدود فتوشیمیایی لس آنجلس

لس آنجلس به دلیل اقلیم خشک، آفتاب فراوان و ترافیک سنگین، یکی از کانون های اصلی شکل گیری مهدود فتوشیمیایی بود. در دهه ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰، این پدیده بارها رخ داد و زندگی روزمره مردم را مختل کرد. مهدود فتوشیمیایی ترکیبی از اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات آلی فرار است که در حضور نور خورشید واکنش داده و آزن و دیگر ترکیبات سمی را در سطح زمین تشکیل می دهند.

این پدیده موجب سوزش چشم ها، مشکلات تنفسی، کاهش دید و حتی آسیب به گیاهان و ساختمان ها می شد. در آن زمان، بسیاری از مردم تصور می کردند دشمنان خارجی مانند ژاپن در جنگ جهانی دوم مواد شیمیایی جنگی بر فراز شهر پخش کرده اند! اما به تدریج روشن شد که علت اصلی، خودروها و رشد بی مهار آنها بود.





اقدامات اصلاحی

با افزایش آگاهی عمومی و فشار اجتماعی، کالیفرنیا به پیشگام قوانین ضد آلودگی تبدیل شد. «هیئت منابع هوایی کالیفرنیا California Air Resources Board» تأسیس شد و مقررات سخت گیرانه ای برای کنترل انتشار خودروها وضع گردید. استفاده از بنزین بدون سرب، نصب مبدل کاتالیستی و توسعه فناوری خودروهای پاک، همگی ابتدا در کالیفرنیا آغاز شد و سپس در سطح ملی و جهانی گسترش یافت.

پیامدها و درس ها

تجربه لس آنجلس نشان داد که حتی در عصر فناوری مدرن، مصرف بی رویه سوخت های فسیلی می تواند فجایع زیست محیطی پدید آورد. در عین حال، این تجربه ثابت کرد که با نوآوری فناورانه و قوانین سخت گیرانه می توان از تکرار چنین بحران هایی جلوگیری کرد.

جمع بندی

مهدود لس آنجلس یک نمونه کلاسیک از چالش های زیست محیطی ناشی از خودرو و شهرنشینی مدرن است. این فاجعه نشان داد که آلودگی هوا محدود به صنایع سنگین نیست، بلکه می تواند محصول عادی ترین فعالیت های روزمره رانندگی باشد. همچنین، این رویداد الگویی برای سایر کشورها شد تا با الهام از اصلاحات کالیفرنیا، نظام های کنترل آلودگی پیشرفته تری تدوین کنند.





فصل ۷

آسم یوکایچی

زمینه تاریخی و صنعتی

یوکایچی در جزیره هونشو ژاپن، در میانه راه بین توکیو و کیوتو، به دلیل شرایط مناسب بندری از دیرباز توسعه صنعتی یافته بود. در دوران میجی، صنایع بازرگانی و بافندگی پنبه شکوفا شدند. در دهه ۱۹۳۰، این شهر به پایگاه صنایع نظامی بدل شد. در سال ۱۹۳۷، پالایشگاه نفت و پایگاه ذخیره سازی نفت برای نیروی دریایی ژاپن ایجاد گردید، اما در پایان جنگ جهانی دوم، بمباران آمریکا کل شهر را به ویرانه تبدیل کرد.

پس از جنگ، سیاست گذاران صنعتی ژاپن تصمیم گرفتند یوکایچی را به قطب پتروشیمی بدل کنند. مردم محلی با افتخار همکاری کردند. نخستین پالایشگاه در ۱۹۵۶ آغاز به کار کرد و از ۱۹۵۹، مجتمع صنعتی به طور کامل عملیاتی شد.

آغاز بحران سلامتی

به زودی کودکان بیشتر سرما می خوردند و به سختی بهبود می یافتند. علائم تازه ای چون سرفه، تنگی نفس و برونشیت مزمن در میان ساکنان رایج شد. بوی تند مواد سمی و سر و صدای کارخانه ها خواب مردم را مختل می کرد. اقدامات مسئولان تنها به توزیع ماسک محدود بود.

اعتراضات و تحقیقات

اعتراضات از آوریل ۱۹۶۰ آغاز شد. در اوت همان سال، کمیته «اقدامات پیشگیری از آلودگی» تشکیل شد. بررسی ها نشان داد در تابستان ۱۹۶۱، ۴۸٪ کودکان زیر ۱۰ سال، ۳۰٪ سالمندان بالای ۶۰ سال و ۱۹٪ جوانان در دهه ۲۰ زندگی شان دچار مشکلات تنفسی شدند. آلاینده های اصلی شامل دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و فرمالدهید بودند.

وخامت اوضاع

با وجود شواهد، مجتمع پتروشیمی همچنان توسعه یافت. در ۱۹۶۲ معاینات رایگان پزشکی ارائه شد، اما هیچ گرامتی پرداخت نشد. در آوریل ۱۹۶۴، «یوشیرو فروکاوا» ۶۲ ساله، به دلیل سرطان ریه و برونشیت مزمن درگذشت و نخستین قربانی رسمی بیماری آلودگی یوکایچی شد. این حادثه توجه ملی را جلب کرد و در همان سال، سیستم مدیریت بیماری های ناشی از آلودگی در یوکایچی ایجاد شد - نخستین نمونه در جهان.

مبارزه اجتماعی و حقوقی

در آوریل ۱۹۶۵، انجمن حمایت از بیماران آسم یوکایچی تأسیس شد. با ادامه بی توجهی مقامات، اعتراضات شدت گرفت. در ژوئن ۱۹۶۷، دومین خودکشی ناشی از ناامیدی رخ داد. همان سال، ۹ گروه بیماران آسم علیه ۶ شرکت مجتمع پتروشیمی اقامه دعوی کردند. پس از پنج سال، دادگاه این شرکت ها را به پرداخت ۸۸ میلیون ین غرامت محکوم کرد. این نخستین بار در ژاپن بود که یک گروه صنعتی به طور جمعی مسئول شناخته شد.





پیامدهای سیاسی و نهادی

حادثه یوکایچی در اوج رشد اقتصادی ژاپن رخ داد و موجی از نگرانی و اعتراض ایجاد کرد. دولت در سال ۱۹۶۹ استانداردهای انتشار آلاینده ها را وضع کرد. در ۱۹۷۱ «آژانس محیط زیست ژاپن» تأسیس شد و قوانین سخت گیرانه تری برای کاهش آلودگی وضع گردید. این ماجرا نقشی تعیین کننده در تصویب «قانون جبران خسارت سلامت ناشی از آلودگی» در ۱۹۷۴ داشت.

جمع بندی

ماجرای آسم یوکایچی نمونه ای روشن از تعارض میان توسعه صنعتی و سلامت عمومی است. این فاجعه به ایجاد چارچوب قانونی تازه در ژاپن برای کنترل آلودگی و حمایت از قربانیان انجامید و به جهان نشان داد که توسعه اقتصادی بدون ملاحظات محیط زیستی، به بهای جان انسان ها تمام می شود.





فصل ۸

آلودگی هوای مکزیکوسیتی

آغاز بحران

در فوریه ۱۹۸۷، حادثه‌ای شوک‌آور در مکزیکوسیتی رخ داد: هزاران پرنده در حال پرواز ناگهان سقوط کردند و مردند. کالبدشکافی اجساد نشان داد مقادیر زیادی سرب، کادمیوم و جیوه در قلب، ریه و کبد آن‌ها تجمع یافته است. دلیل اصلی، آلودگی شدید هوای مکزیکوسیتی بود.

شرایط جغرافیایی و صنعتی

این شهر بر فلاتی به ارتفاع ۲۲۴۰ متر و در محاصره کوه‌هایی به ارتفاع ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر قرار دارد. در دهه ۱۹۸۰، حدود ۲۰ میلیون نفر در محدوده‌ای ۴۹۰۲ کیلومترمربعی زندگی می‌کردند و ۵ میلیون خودرو در خیابان‌ها تردد داشتند. افزون بر این، حدود ۳۵۰۰۰ کارخانه شامل پالایشگاه نفت و نیروگاه حرارتی در شهر فعال بودند. این صنایع روزانه نزدیک به ۴۵ میلیون تن سوخت فسیلی می‌سوزاندند. اقلیم خشک و آفتاب شدید، زمینه‌ساز تشکیل مه‌دود فتوشیمیایی در تمام طول سال بود. همچنین، استفاده از بنزین سرب‌دار تا میانه دهه ۱۹۹۰ منبع عمده آلودگی سرب محسوب می‌شد.

وضعیت سلامت و اجتماع

سازمان جهانی بهداشت WHO اعلام کرد آلودگی مکزیکوسیتی در دهه ۱۹۸۰ بدترین در میان کلان‌شهرهای جهان بود. اندازه‌گیری‌ها نشان داد غلظت آلاینده‌ها سه تا چهار برابر بالاتر از حد مجاز است.

شهروندان علائمی مانند سردرد، بی‌خوابی، بی‌حالی، تهوع و حتی توهم و هذیان گزارش کردند. سطح فلزات سنگین در بدن مردم بیش از ۲۰ برابر ساکنان آلمان یا آمریکا بود. پزشکان هشدار دادند که شیر مادر حاوی مقادیر زیادی فلزات سنگین است و شیردهی به نوزادان می‌تواند خطرناک باشد.

افزون بر آسیب به سلامتی، خسارت اقتصادی نیز عظیم بود: خوردگی ساختمان‌ها و خودروها گسترده بود، کارکنان شرکت‌های خارجی «حق خطر» دریافت می‌کردند و پزشکان می‌گفتند زندگی در مکزیکوسیتی معادل کشیدن دو بسته سیگار در روز است.

دلایل تشدید بحران

۱. موقعیت در حوضه‌ای مرتفع با ۲۳٪ اکسیژن کمتر از سطح دریا.
۲. محاصره با کوه‌ها که تهویه طبیعی هوا را مختل می‌کرد.
۳. پدیده وارونگی دما که آلاینده‌ها را نزدیک سطح زمین نگه می‌داشت.
۴. استفاده طولانی از بنزین سرب‌دار.
۵. اقلیم خشک که مانع شستشوی آلاینده‌ها توسط باران می‌شد.





پیامدهای اقتصادی و اجتماعی

بیماری های تنفسی دومین علت مرگ و میر پس از بیماری های قلبی شدند. هزینه های درمانی هر سه سال دو برابر می شد. بهره وری نیروی کار نصف سایر مناطق مکزیک بود و توان یادگیری کودکان ۲۵٪ کمتر گزارش شد. همچنین، شهرت جهانی شهر به شدت آسیب دید و گردشگری و سرمایه گذاری خارجی کاهش یافت.

اقدامات اصلاحی

از اوایل دهه ۱۹۹۰، برنامه ای عظیم با سرمایه گذاری ۴۷ میلیارد دلار آغاز شد که شامل ۱۱۲ پروژه بود:

- جایگزینی سوخت های کم آلاینده
- جابه جایی صنایع آلاینده
- اجرای روزهای بدون خودرو
- توسعه حمل و نقل عمومی
- آموزش محیط زیستی و مشارکت مردمی

استفاده از بنزین سرب دار تا ۱۹۹۷ به طور کامل متوقف شد و خودروها ملزم به استفاده از کاتالیست شدند. درختکاری و بازسازی زیست بوم های شهری انجام گرفت. مکزیک با کمک کارشناسان بین المللی و مشارکت ماریو مولینا برنده نوبل شیمی ۱۹۹۵ تحقیقات گسترده ای آغاز کرد.

نتایج

در یک دهه، غلظت منوکسید کربن، دی اکسید گوگرد و ازن به یک سوم، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق به نصف و میزان سرب در هوا به کمتر از یک دهم کاهش یافت. با وجود این، به دلیل شرایط جغرافیایی و اقلیمی، مکزیکوسیتی همچنان یکی از دشوارترین شهرهای جهان برای مدیریت کیفیت هوا باقی مانده است.

جمع بندی

آلودگی هوای مکزیکوسیتی نمونه ای هشداردهنده از ترکیب رشد بی برنامه شهری، ترافیک سنگین، صنایع آلاینده و شرایط نامساعد جغرافیایی بود. این فاجعه نشان داد که غفلت از محیط زیست نه تنها سلامت مردم بلکه اقتصاد ملی را نیز تهدید می کند. اقدامات دهه ۱۹۹۰ پیشرفت چشمگیری به همراه داشت و الگویی برای سایر کلان شهرهای در حال توسعه شد.





فصل ۹

بیماری میناماتا

آغاز فاجعه

در اوایل دهه ۱۹۵۰، ساکنان شهر ساحلی میناماتا در استان کوماموتو ژاپن با علائم عجیبی روبه رو شدند: بی حسی دست و پا، لرزش، از دست دادن توانایی صحبت و در موارد شدید مرگ. همچنین نوزادانی با ناهنجاری های مادرزادی به دنیا آمدند. بررسی ها نشان داد علت، ترشح ترکیبات متیل جیوه از فاضلاب کارخانه چیسو Chisso به خلیج میناماتا بود. این ماده سمی در ماهی ها و صدف ها تجمع یافت و با مصرف آن ها توسط مردم، وارد بدن انسان شد.

واکنش اولیه دولت و کارخانه

استان کوماموتو مشکل را پذیرفت، اما دولت مرکزی ژاپن تا ۱۵ سال علت بیماری را نپذیرفت. حتی در سال ۱۹۵۹ توافقی با کارخانه چیسو صورت گرفت که صرفاً شامل پرداخت «مبالغ دلجویی» بود، نه پذیرش مسئولیت. در این مدت، کارخانه به فعالیت خود ادامه داد و آلودگی نیز گسترش یافت.

گسترش فاجعه و پرونده های قضایی

در سال ۱۹۶۵، حادثه مشابهی در استان نیگاتا رخ داد که منبع آن فاضلاب کارخانه شو دنکو Showa Denko بود. این ماجرا اولین دادخواست محیط زیستی ژاپن را رقم زد. در نهایت، وزارت بهداشت ژاپن در سال ۱۹۶۸ به طور رسمی علت بیماری میناماتا را «جیوه آلی موجود در پساب چیسو» اعلام کرد.

در سال ۱۹۶۹، شهروندان میناماتا دادخواستی به ارزش ۶۴۰ میلیون ین علیه کارخانه تنظیم کردند و در سال ۱۹۷۳ دادگاه به نفع قربانیان رأی داد. دادگاه حکم داد که کارخانه با پنهان کاری و ادامه تخلیه جیوه مرتکب جرم شده است. به ۳۰ خانواده شاکی، مجموعاً ۹۳۷ میلیون ین غرامت تعلق گرفت.

قربانیان ناشناخته و مشکلات اجتماعی

با گذشت زمان، شمار زیادی از بیماران به عنوان «مبتلایان رسمی» شناخته نشدند. این افراد نیز سال ها برای احقاق حق خود مبارزه کردند. بسیاری از آنان به دلیل برجسب «بیماری میناماتا» در ازدواج و اشتغال دچار تبعیض شدند. حتی فرزندان آن ها نیز به دلیل احتمال انتقال ژنتیکی صدمات ناشی از جیوه، مورد بی اعتمادی قرار می گرفتند.





توافقات نهایی

پس از چندین دهه، در ۱۹ مه ۱۹۹۶، آخرین پرونده حقوقی به نتیجه رسید. حدود ۱۹۸۴ بیمار در دادگاه حاضر شدند و توافق کردند که با دریافت تنها ۲/۶ میلیون ین به ازای هر نفر پرونده را ببندند. دلیل پذیرش این مبلغ اندک کاهش تعداد بازماندگان و ناتوانی مالی شرکت چیسو در پرداخت غرامت های بیشتر بود.

پیامدهای طولانی مدت

بیماری میناماتا بیش از ۴۰ سال ادامه داشت و به طولانی ترین بحران زیست محیطی قرن بیستم تبدیل شد. تاکنون بیش از ۱۰ هزار نفر در ژاپن خواستار شناسایی رسمی به عنوان بیمار میناماتا شده اند. این ماجرا به نمادی جهانی از هراس و پیچیدگی بیماری های ناشی از آلودگی صنعتی بدل شد.

پاسخ جهانی

در ۹ اکتبر ۲۰۱۳، برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد « UNEP کنوانسیون میناماتا درباره جیوه » را در کوماموتوی ژاپن امضا کرد که در سال ۲۰۱۷ لازم الاجرا شد. این کنوانسیون به محدودسازی تولید، مصرف و تجارت محصولات حاوی جیوه می پردازد، زیرا جیوه می تواند در حالت گازی مسافت های طولانی را طی کند و تهدیدی جهانی به شمار می رود.

جمع بندی

بیماری میناماتا یکی از تکان دهنده ترین فجایع زیست محیطی جهان است که نشان داد بی توجهی صنایع و دولت ها به آلودگی می تواند پیامدهایی چندنسلی داشته باشد. این بحران اهمیت نظارت علمی، شفافیت، و مسئولیت پذیری صنایع را آشکار ساخت و زمینه ساز تصویب مهم ترین معاهده جهانی برای کنترل جیوه شد.





فصل ۱۰

کروم هینکلی

آغاز ماجرا و بازتاب فرهنگی

در سال ۱۹۹۹، فیلمی با نام **ارین براکوویچ** اکران شد که بر اساس یک پرونده واقعی محیط زیستی ساخته شده بود و سروصدای زیادی در آمریکا به پا کرد. این فیلم روند کشف حقیقت و نبرد حقوقی «پرونده کروم هینکلی» را به تصویر کشید که مربوط به آلودگی آب های زیرزمینی در کالیفرنیا بین سال های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ بود. فیلم موفقیت تجاری بزرگی کسب کرد و حتی در سال ۲۰۰۱ نامزد جایزه اسکار شد. بازی **جولیا رابرتز** که برای این نقش جایزه اسکار بهترین بازیگر زن را دریافت کرد، به جذابیت اثر افزود.

کشف آلودگی

ارین براکوویچ، منشی یک وکیل محلی به نام **اد ماسری**، هنگام مرتب کردن پرونده ها به سندی برخورد که به نظر مشکوک می رسید: نتایج پزشکی عجیب در پرونده های معاملات املاک. کنجکاوی او باعث شد به هینکلی سفر کند و متوجه شود بیشتر اهالی شهر از بیماری های مشابه رنج می برند و شرکت **Pacific Gas & Electric PG&E** هزینه درمان آن ها را می پردازد. همچنین، شرکت زمین و خانه های مردم را بالاتر از قیمت واقعی می خرید. این شواهد، ارین را متقاعد کرد که موضوع بسیار فراتر از معاملات ملکی است.

او دریافت که منبع بیماری ها، آلودگی خاک و آب زیرزمینی هینکلی به وسیله فاضلاب حاوی **کروم شش ظرفیتی Hexavalent Chromium** است که از ایستگاه کمپرسور گاز تخلیه می شد. ساکنان با نوشیدن این آب آلوده، استحمام، بازی کودکان در حیاط و استخرها، یا استفاده از کولرهای آبی، به طور مداوم این فلز سنگین سمی را استنشاق و جذب می کردند.

مسئولیت شرکت PG&E

در جریان بررسی ها آشکار شد که PG&E از سال ۱۹۶۵ می دانست ماده ضد خوردگی حاوی کروم شش ظرفیتی موجب آلودگی خاک و آب می شود. با وجود این، آن ها **۳۷۰ میلیون گالن ۱/۴۶ میلیارد لیتر** فاضلاب سمی را به طور غیرقانونی در برکه ای نزدیک تخلیه کردند. در سال ۱۹۸۷ هم مشخص شد غلظت کروم در آب های زیرزمینی هینکلی ۱۰ برابر حد مجاز است، اما شرکت حقیقت را پنهان کرد و حتی اطلاعات غلط منتشر نمود؛ آن ها ادعا می کردند کروم برای سلامتی مفید است!

ماهیت کروم

کروم فلزی خاص است که سمیت آن به نوع شیمیایی اش بستگی دارد. **کروم سه ظرفیتی** برای بدن بی ضرر و حتی یک ماده مغذی ضروری است. اما **کروم شش ظرفیتی** به شدت سمی و سرطان زا است. کارگران کارخانه های آبکاری، به ویژه کسانی که بخار آن را استنشاق می کردند، معمولاً دچار سرطان ریه و بیماری های پوستی می شدند.





روند دادگاه و پیروزی مردم

با پیگیری های ارین و شواهد علمی، تعداد شاکیان از ۷۷ نفر در سال ۱۹۹۳ به ۶۳۴ نفر افزایش یافت. سرانجام دادگاه PG&E را موظف کرد به ساکنان هینکلی ۳۳۳ میلیون دلار غرامت بپردازد، منطقه آلوده را پاکسازی کند و استفاده از کروم شش ظرفیتی را متوقف نماید. این حکم در سال ۲۰۰۰ صادر شد و یکی از بزرگ ترین پیروزی های حقوقی محیط زیستی تاریخ آمریکا به شمار می رود.

پیامدها برای شرکت

PG&E علاوه بر خسارت مالی سنگین، به شدت در اعتبار و وجهه عمومی آسیب دید. این شرکت عظیم که سرمایه ای معادل ۳۵ میلیارد دلار داشت، در سال ۲۰۰۲ دچار ورشکستگی شد. پرونده هینکلی نمونه ای شد از اینکه حتی غول های صنعتی هم اگر اصول اخلاق زیست محیطی را نادیده بگیرند، می توانند سقوط کنند.

جمع بندی

پرونده کروم هینکلی نشان داد که شفافیت، مسئولیت پذیری و پیگیری مردمی می تواند در برابر بزرگ ترین شرکت ها هم پیروز شود. این فاجعه زنگ خطری برای صنایع بود که نشان داد پنهان کاری در برابر آلودگی های زیست محیطی می تواند نه تنها سلامت انسان ها بلکه بقای خود شرکت را نیز نابود کند.





فصل ۱۱

بیماری ایتای-ایتای

آغاز بیماری

ساکنان حوضه رودخانه جینزو در استان توایما ژاپن از حدود سال ۱۹۱۰ دچار درد شدید در کمر و مفاصل شدند. هرچه مدت اقامت افراد در این منطقه طولانی تر بود، علائم شدیدتر می شد: شکستگی های مکرر بازو، دنده، لگن و ران. استخوان ها آن قدر ضعیف می شدند که حتی یک سرفه باعث شکستگی می گردید. در اثر آتروفی استخوان، قد افراد کاهش می یافت و در موارد شدید بیش از ۲۰ سانتی متر کوتاه می شدند.

این علائم به ویژه در میان کشاورزان و خانواده هایشان رایج بود. زنان به ویژه کسانی که فرزندآوری داشتند، کارگران سخت کوش و ساکنان قدیمی بیشتر درگیر بیماری می شدند. در آن زمان، این بیماری یک «بیماری بومی محلی» تلقی می شد و علت مشخصی نداشت. تنها نامی که به آن داده شد «ایتای-ایتای» بود، به معنی «آخ، آخ»، زیرا مبتلایان از درد شدید ناله می کردند.

جست و جوی علت

اولین تلاش ها برای شناسایی علت پس از جنگ جهانی دوم آغاز شد. ابتدا کمبود ویتامین D به عنوان علت بیماری تشخیص داده شد و مکمل ویتامین D توزیع گردید، اما هیچ تأثیری نداشت. در دهه ۱۹۵۰، دکتر هاگیوارا نوبورو موضوع را به طور علمی بررسی کرد. او موارد بیماری و مرگ را ثبت نمود و در سال ۱۹۵۵ به محافل دانشگاهی گزارش داد.

در سال ۱۹۶۱، او همراه با پروفیسور کوبایاشی جون از دانشگاه اوکایاما علت اصلی بیماری را کشف کردند: کادمیم موجود در فاضلاب معدن فلزات شرکت میتسویی در کامیوکا ۵۰ کیلومتر بالادست رودخانه جینزو. آنان غلظت های بالای سرب و روی در بدن بیماران یافتند و حتی غلظت کادمیم در برخی بیماران به ۱۰۰۰۰ ppm می رسید.

کادمیم ساختاری مشابه کلسیم دارد و هنگام ورود به بدن در استخوان ها تجمع می یابد و باعث پوکی استخوان، اختلال کبد، کلیه و غده تیروئید می شود.

پیامدها و واکنش دولت

کادمیم فلزی فوق العاده سمی است. حتی مقدار اندک آن موجب تهوع، اسهال، سردرد و درد عضلانی می شود. قرارگیری مزمن با غلظت های پایین می تواند منجر به کم خونی، بی خوابی، اختلال بویایی، آسیب کبد و کلیه و نرم شدن استخوان ها گردد. زمان ماندگاری آن در بدن بین ۱۶ تا ۳۳ سال است.

با رسمی شدن گزارش خسارت های ناشی از کادمیم، دولت ژاپن در مه ۱۹۶۸ اقدام به تنظیم استانداردهای مجاز در آب، برنج و پساب صنعتی کرد. اما اجرای این استانداردها دشوار بود. برای مثال، ابتدا حد مجاز کادمیم در برنج قبل از سفید کردن ۰/۴ ppm تعیین شد، اما چون تقریباً هیچ برنجی با این معیار قابل فروش نبود، در سال ۱۹۷۰ استاندارد به ۱ ppm قبل از سفید کردن و ۰/۹ ppm پس از آن تغییر یافت.





در سال ۱۹۷۲، آژانس تازه‌تأسیس محیط زیست ژاپن بررسی ۱۱۷۰۰ هکتار زمین زراعی را انجام داد و دریافت که ۲۵٪ از آن‌ها برنجی با غلظت کادمیم بالاتر از حد مجاز تولید می‌کنند. به همین دلیل، تولید برنج در آن مناطق ممنوع شد.

ابعاد گسترده‌تر آلودگی

ماجرای ایتای-ایتای تنها یک نمونه از فاجعه‌های ناشی از پساب معادن در ژاپن بود. از اواخر قرن نوزدهم تا اوایل قرن بیستم، ژاپن برای آماده‌سازی جنگ‌ها به استخراج سرب، روی و مس پرداخت و فاضلاب معادن و کارخانه‌ها بدون هیچ مدیریتی در طبیعت رها می‌شد. پس از جنگ جهانی دوم، با توسعه صنایع الکتریکی و الکترونیکی، مصرف کادمیم افزایش یافت و آلودگی به مناطق شهری نیز گسترش پیدا کرد. کادمیم در صنایع متعددی مانند قطعات الکترونیکی، آلیاژها، آبکاری فلزات، رنگریزی، سرامیک، عکاسی و حتی سوزاندن پلاستیک‌ها در زباله‌سوزها منتشر می‌شد. بنابراین، آلودگی کادمیم به صورت پراکنده سراسر ژاپن را فرا گرفت.

جمع‌بندی

بیماری ایتای-ایتای نمونه‌ای دیگر از فجایع زیست‌محیطی ناشی از آلودگی فلزات سنگین بود که ابتدا در مناطق روستایی و کشاورزی بروز کرد اما بعدها پیامدهای ملی یافت. این بحران منجر به ایجاد استانداردهای سخت‌گیرانه برای فلزات سنگین در ژاپن شد و نشان داد که بی‌توجهی به پساب معادن می‌تواند دهه‌ها زندگی و سلامت مردم را نابود کند.





فصل ۱۲

شیوع کریپتوسپوریديوم در ميلواكي

آغاز حادثه

در ۳ آوریل ۱۹۹۳، اورژانس بیمارستانی در شهر میلواکی ویسکانسین با انبوهی از بیماران دچار اسهال پر شد. دانش آموزان و کارکنان بسیاری به جای مدرسه یا محل کار، روانه اورژانس شدند. داروخانه های شهر به سرعت با کمبود داروی ضداسهال مواجه شدند. تنها پس از آن مشخص شد که یک همه گیری ناشی از آب آشامیدنی در شهر رخ داده است.

در دو هفته نخست، مسئولان علت بیماری را نمی دانستند و تنها توصیه می کردند آب آشامیدنی قبل از مصرف جوشانده شود. سرانجام، منبع آلودگی آب لوله کشی تأمین شده از تصفیه خانه جنوبی میلواکی و عامل بیماری کریپتوسپوریديوم شناسایی شد. آب آلوده از ۲۳ مارس تا ۸ آوریل در شبکه توزیع شد. در این مدت، شفافیت آب به شکل غیرعادی بالا رفت که نشان دهنده حضور گسترده انگل بود.

تلفات و خسارت ها

برآورد شد که حدود ۵۲٪ شهروندانی که آب آلوده نوشیدند، دچار عفونت شدند. حدود ۴۰۳'۰۰۰ نفر علائم شدیدی مانند دل درد، اسهال و استفراغ داشتند، از این میان ۴'۴۰۰ نفر در بیمارستان بستری شدند و ۱۰۹ نفر جان باختند. افزون بر خسارت انسانی، زبانی معادل ۱/۷ میلیون دلار هزینه درمان و ۶۴/۶ میلیون دلار کاهش بهره وری به بار آمد. این رویداد به عنوان بدترین فاجعه آب لوله کشی در دنیای توسعه یافته در اواخر قرن بیستم ثبت شد.

منبع آلودگی و مشکل تصفیه

آب آشامیدنی میلواکی از دریاچه میشیگان تأمین می شد و فرآیند تصفیه شامل انعقاد، ته نشینی، فیلتراسیون و ضدعفونی بود. درست پیش از حادثه، بارندگی شدید و ذوب برف، آب گل آلود رودخانه ها را به محل برداشت آب وارد کرد. همچنین، مقادیر زیادی کریپتوسپوریديوم از کشتارگاه ها، تصفیه خانه های فاضلاب و مزارع دامی بالادست وارد آب شد. با این وجود، آب آشامیدنی همه استانداردهای رایج را پاس کرد و حتی آزمایش های شاخص مانند باکتری های کلیفرم مشکلی نشان ندادند. دلیل آن، مقاومت بالای کریپتوسپوریديوم در برابر کلرزنی معمول بود.

ویژگی های بیماری

کریپتوسپوریديوم یک انگل تک یاخته ای است که در روده انسان و حیوانات زندگی می کند. این انگل با تشکیل کیست های مقاوم، می تواند در برابر مواد ضدعفونی کننده مانند کلر زنده بماند. بیماری ناشی از آن، کریپتوسپوریديوزیس نام دارد. در افراد سالم، بیماری معمولاً پس از یک هفته خودبه خود بهبود می یابد. اما در افراد با سیستم ایمنی ضعیف مانند مبتلایان به ایدز اسهال مزمن، کاهش وزن سریع و حتی مرگ رخ می دهد. در جریان حادثه میلواکی، حدود نیمی از قربانیان فوت شده بیماران ایدز بودند.





اقدامات اصلاحی

پس از حادثه، روش های بهسازی آب شامل فیلتراسیون تقویت شده، ازن زنی و کلرزنی طولانی مدت با غلظت بالا مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین، آموزش عمومی برای جوشاندن آب در شرایط بحرانی گسترش یافت. این حادثه نشان داد که حتی در کشورهای توسعه یافته نیز آلودگی های نوظهور می تواند استانداردهای موجود را بی اثر کند و لزوم بازنگری جدی در سیستم های تصفیه آب را آشکار ساخت.

جمع بندی

فاجعه میلوکی نشان داد که آب آشامیدنی حتی در کشورهای پیشرفته نیز می تواند آسیب پذیر باشد. مقاومت کریپتوسپوری دیوم در برابر کلر به این حادثه ابعاد جهانی بخشید و ضرورت ارتقای فناوری های تصفیه آب و مراقبت ویژه از بیماران با سیستم ایمنی ضعیف را برجسته کرد.





فصل ۱۳

مسمومیت حیوهای نیگاتا

زمینه و بروز حادثه

در دهه ۱۹۶۰، منطقه نیگاتا در ژاپن با یکی از جدی ترین فجایع زیست محیطی ناشی از فلزات سنگین مواجه شد. در این منطقه، شرکت شوا دنکو Showa Denko در فرآیند تولید استات و مواد شیمیایی صنعتی، فاضلاب حاوی ترکیبات حیوه را به رودخانه آگانو تخلیه می کرد.

ساکنان روستاهای اطراف که عمدتاً ماهیگیر و کشاورز بودند، به مصرف ماهی و صدف های آلوده ادامه دادند و در نتیجه، موارد متعددی از مسمومیت حیوه ظاهر شد.

علائم بیماری

مسمومیت حیوه در نیگاتا علائمی مشابه با بیماری معروف میناماتا داشت که چند سال پیش تر در ژاپن شایع شده بود. بیماران دچار از دست دادن کنترل حرکتی، اختلال در تکلم، نابینایی، ناشنوایی، لرزش، و آسیب های مغزی دائمی می شدند. نوزادانی که از مادران آلوده به دنیا می آمدند نیز دچار نقایص مادرزادی جدی بودند.

واکنش و تحقیقات

با مشاهده افزایش سریع بیماری، مقامات محلی و پژوهشگران دانشگاهی بررسی ها را آغاز کردند. مطالعات نشان داد که علت اصلی بیماری، متیل حیوه در زنجیره غذایی بوده که از طریق ماهی و آبزیان به بدن انسان منتقل شده است.

در ابتدا شرکت شوا دنکو مسئولیت را نپذیرفت و حتی مانند ماجرای میناماتا، تلاش برای پنهان کاری صورت گرفت. اما در نهایت، تحت فشار افکار عمومی و شواهد علمی، دولت ژاپن تأیید کرد که این شرکت مسئول آلودگی و بیماری است.

تلفات و خسارت ها

گزارش ها نشان داد که صدها نفر به بیماری مبتلا شدند و ده ها تن جان خود را از دست دادند. علاوه بر خسارت انسانی، خسارت های اقتصادی به جوامع محلی — به ویژه ماهیگیران — بسیار سنگین بود.

پیامدها و اصلاحات

فاجعه نیگاتا به همراه فاجعه میناماتا باعث شد دولت ژاپن استانداردهای سختگیرانه تری برای فاضلاب صنعتی و فلزات سنگین تدوین کند. همچنین، نظام جبران خسارت برای قربانیان مسمومیت های زیست محیطی ایجاد شد. این حادثه نقطه عطفی در سیاست های زیست محیطی ژاپن بود و در سراسر جهان به عنوان نمونه ای از خطرات بی توجهی به دفع پسماندهای صنعتی مطرح شد.





جمع بندی

مسمومیت جیوه ای نیگاتا نشان داد که حتی کشورهای صنعتی پیشرفته می توانند قربانی مدرنیزاسیون بی محابا و فقدان کنترل های زیست محیطی شوند. این فاجعه بار دیگر بر اهمیت مدیریت پایدار فاضلاب صنعتی و حفاظت از منابع غذایی تأکید کرد.





فصل ۱۴

PBB می‌شیگان

معرفی ماده PBB

شرکت **Michigan Chemical Company** در شهر سنت‌لوئیس ایالت می‌شیگان از سال ۱۹۷۱ ماده‌ای به نام پلی‌برمینه بی‌فنیل‌ها **PBB** تولید می‌کرد و آن را با نام تجاری **Firemaster** در سراسر ایالات متحده می‌فروخت. PBB یک ماده مقاوم در برابر حرارت بود که در تلفن‌ها، ماشین‌تحریرهای برقی، ماشین‌حساب‌ها، تلویزیون‌ها، خودروها و به‌ویژه به‌عنوان **بازدارنده شعله در پلاستیک‌ها** استفاده می‌شد.

پیش از توسعه این محصول، هر سال حدود ۱۲'۰۰۰ نفر در آتش‌سوزی‌ها جان می‌باختند و حدود ۳۰۰'۰۰۰ نفر دچار سوختگی شدید می‌شدند. دولت فدرال آمریکا با این باور که افزودن بازدارنده‌های شعله به لوازم خانگی می‌تواند تلفات ناشی از آتش‌سوزی را کاهش دهد، استفاده از PBB را **اجباری** اعلام کرد. واقعاً هم پس از آن، خسارت‌های ناشی از آتش‌سوزی در آمریکا به‌طور چشمگیری کاهش یافت. اما این ماده شیمیایی مفید به دلیل یک اشتباه انسانی، به فاجعه‌ای زیست‌محیطی بدل شد.

اشتباه سرنوشت‌ساز

شرکت می‌شیگان کمیکال علاوه بر PBB، مواد شیمیایی دیگری نیز تولید می‌کرد که بیشتر آن‌ها با پسوند «-master» نام‌گذاری می‌شدند. یکی از این محصولات، افزودنی خوراک دام برای افزایش تولید شیر با نام **Nutrimaster** بود.

در تابستان ۱۹۷۳، به دلیل شباهت اسمی، مسئول بسته‌بندی به اشتباه **PBB** را در کیسه افزودنی خوراک دام قرار داد و آن را به مزرعه‌ای در می‌شیگان مرکزی تحویل داد. در نتیجه، PBB به جای افزودنی خوراکی، وارد زنجیره غذایی شد.

PBB ماده‌ای بسیار سمی است که در بدن حیوان و انسان موجب **سرطان و اختلالات عصبی** می‌شود. مردم با مصرف شیر و فرآورده‌های لبنی دام‌های آلوده، این سم را دریافت کردند و علائم بیماری به تدریج ظاهر شد، اما علت آن تا پایان سال ۱۹۷۵ ناشناخته ماند.

کشف علت

راز این ماجرا توسط یک کشاورز به نام **فردریک هالبرت** آشکار شد. او متوجه شد که تنها طی ۲۰ روز، تولید شیر در دام‌هایش ۴۰٪ کاهش یافته و مصرف خوراک دام نیز ۵۰٪ کم شده است. هالبرت به ماجرا مشکوک شد و مصرف افزودنی را متوقف کرد. پس از توقف، مصرف خوراک دام به حالت عادی برگشت، اما تولید شیر همچنان در سطح پایین باقی ماند.

این یافته سرنخی شد برای بررسی‌های علمی بیشتر که نهایتاً علت اصلی یعنی آلودگی خوراک دام به PBB را آشکار کرد.





پیامدها

این اشتباه هزاران دام را نابود کرد و سلامت هزاران نفر از ساکنان میشیگان را به خطر انداخت. مطالعات بعدی نشان داد PBB در بدن انسان به سختی تجزیه می شود و می تواند برای مدت طولانی باقی بماند و اثرات سمی خود را اعمال کند.

جمع بندی

فاجعه PBB میشیگان نمونه ای از خطای انسانی کوچک با پیامدهای عظیم زیست محیطی بود. ماده ای که برای نجات جان انسان ها از آتش سوزی ساخته شده بود، به علت سوءمدیریت و اشتباه در بسته بندی، به تهدیدی جدی برای سلامت انسان و دام بدل شد. این رویداد اهمیت مدیریت دقیق مواد شیمیایی، برچسب گذاری شفاف و کنترل کیفی سخت گیرانه را آشکار ساخت.





فصل ۱۵

روغن کانمی و آلودگی PCB

زمینه و وقوع حادثه

در اواخر دهه ۱۹۶۰ در ژاپن، شرکت **Kanemi** روغن خوراکی تولید و عرضه می کرد. اما در فرایند تولید، از پلی کلرو بای فنیل ها **PCB** به عنوان سیال گرم کننده در لوله های حرارتی استفاده شد. به دلیل **خوردگی لوله ها**، **PCB** به داخل روغن خوراکی نشت کرد. از آنجا که روغن خوراکی بخش اساسی رژیم غذایی مردم ژاپن — به ویژه برای غذاهای سرخ شدنی — بود، شمار زیادی از مردم با مصرف آن دچار مسمومیت شدند.

ویژگی های PCB

PCB ترکیبی پایدار و غیر قابل تجزیه در برابر گرماست و خاصیت عایق الکتریکی عالی دارد. به همین دلیل در گذشته به طور گسترده در تجهیزات الکتریکی و صنعتی استفاده می شد. اما مشکل آن است که در محیط زیست تجزیه نمی شود، در بدن موجودات زنده تجمع می یابد و به شدت سمی است.

سموم **PCB** باعث بیماری های پوستی، اختلالات کبدی، مشکلات غدد درون ریز، آسیب عصبی و حتی مرگ می شود. ساختار مولکولی آن مشابه **DDT** است، اما از نظر شدت سمیت خطرناک تر از **DDT** شناخته می شود.

علائم و پیامدها

به دنبال این حادثه، حدود ۱۴ هزار نفر از علائم متعددی شکایت کردند: ریزش مو، کاهش حافظه، خستگی، سردرد، درد شکمی، سرگیجه، تغییر رنگ پوست و ناخن ها، کاهش میل جنسی و اختلالات اسکلتی-عضلانی. از میان آن ها، ۱۰۶۸ نفر به درمان های ویژه نیاز داشتند.

تقریباً ۹۰٪ از مادرانی که روغن آلوده مصرف کرده بودند، نوزادانی با پوست تیره یا خاکستری به دنیا آوردند، زیرا **PCB** از طریق جفت به جنین منتقل می شد. علاوه بر انسان ها، حدود یک میلیون مرغ با مصرف خوراک آلوده مسموم شدند که ۷۰۰ هزار قطعه از آن ها مردند.

نبود درمان مؤثر

تا امروز هیچ روش درمانی مؤثری برای دفع یا خنثی سازی **PCB** از بدن وجود ندارد. داروها تنها می توانند علائم محیطی مانند سردرد و درد شکمی را تسکین دهند، اما **PCB** در بدن باقی می ماند و آسیب ها را مادام العمر ادامه می دهد.





بازتاب جهانی و اقدامات بعدی

حادثه روغن کانمی به سرعت به عنوان یک نمونه روشن از **خطرات PCB** در جهان مطرح شد. آلودگی های مشابه بعداً در **دریاچه های بزرگ و رودخانه هادسون آمریکا** نیز مشاهده شد. در پاسخ به این رویداد، دولت ژاپن در سال ۱۹۷۲ قوانینی برای کنترل مواد غیرقابل تجزیه و خطرناک مانند PCB تصویب کرد و نظارت ویژه ای بر تولید و واردات آن ها اعمال شد.

در سطح جهانی نیز در سال ۲۰۰۱، سازمان ملل **کنوانسیون استکهلم** را تصویب کرد تا حرکت و انتشار آلاینده های آلی پایدار مانند PCB بین کشورها محدود شود. این معاهده از سال ۲۰۰۴ اجرایی شد و هدف آن جلوگیری از آسیب های درازمدت چنین آلاینده هایی به سلامت انسان و اکوسیستم بود.

جمع بندی

فاجعه **Kanemi Oil PCB** نشان داد که حتی در کشوری پیشرفته مانند ژاپن، **بی توجهی به مدیریت ایمن مواد شیمیایی** می تواند فاجعه ای انسانی و زیست محیطی به بار آورد. این رویداد، نقطه عطفی در قوانین جهانی برای کنترل آلاینده های پایدار و غیرقابل تجزیه شد.





فصل ۱۶

آلودگی آب های زیرزمینی و ووبورن

زمینه تاریخی

شهر ووبورن در ایالت ماساچوست شرق آمریکا از نخستین مکان های صنعتی شده در قرن نوزدهم بود. صنعت چرم سازی در اینجا رونق داشت و کارخانه های متعددی ایجاد شد. بعدها، صنایع شیمیایی نیز به این منطقه منتقل شدند. اما در دهه ۱۹۶۰، صنعت چرم افول کرد و جای آن را کارخانه های بزرگ شیمیایی گرفتند.

آغاز بحران سلامتی

در سال ۱۹۷۲، پسری سه ساله به نام جیمی به سرطان خون لوسمی مبتلا شد. مادرش، آن اندرسون، گمان کرد علت بیماری پسرش آب آشامیدنی آلوده است. در آن زمان، لوسمی بیماری نادری بود ۴ مورد در هر ۱۰۰'۰۰۰ کودک، اما در ووبورن شمار غیرعادی بیماران مشاهده شد. با وجود اصرار مادر، بسیاری او را نادیده گرفتند.

پیش از آن هم مردم محلی بارها از طعم و بوی غیرعادی آب شکایت داشتند. رودخانه ابرجونا ۱۵۰ سال آلوده به مواد صنعتی بود. پس از حفر دو چاه جدید در سال های ۱۹۶۴ و ۱۹۶۷، کیفیت آب به وضوح بدتر شد و بحث ها درباره ایمنی آن ها شدت گرفت. در سال ۱۹۷۹، پلیس ۱۸۴ بشکه زباله صنعتی را در نزدیکی همان چاه ها کشف کرد. آزمایش ها نشان داد که آب این چاه ها به شدت به تری کلرواتیلن TCE آلوده است.

دادگاه و مبارزه حقوقی

با ابتلای ۲۸ کودک به لوسمی هفت برابر میانگین ملی، چاه آلوده تعطیل شد. اما جیمی در سال ۱۹۸۱ در ۱۲ سالگی درگذشت. مادر او همراه با هفت خانواده دیگر از شرکت های UniFirst، Beatrice Foods، و Grace & Co. شکایت کردند UniFirst. با پرداخت یک میلیون دلار از پرونده خارج شد، اما دو شرکت دیگر به دادگاه کشیده شدند.

دانشگاهیان هاروارد گزارش کردند که TCE موجود در آب چاه ها می تواند سیستم ایمنی را مختل کند و سرطان زا باشد. اما وکلای شرکت ها این نتایج را انکار کردند. پس از ۷۸ روز محاکمه، در سال ۱۹۸۶ هیئت منصفه Beatrice Foods را تبرئه کرد و تنها Grace & Co. مسئول شناخته شد و به پرداخت ۸ میلیون دلار غرامت محکوم گردید - بسیار کمتر از انتظار قربانیان.

بعدها آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا EPA آزمایش های بیشتری انجام داد و ثابت کرد که هر دو شرکت آلوده کننده اصلی بودند. در نهایت، آن ها مجبور شدند هزینه پاکسازی را بپردازند. طرح تصفیه آب های زیرزمینی ووبورن به بزرگ ترین پروژه پاکسازی تاریخ نیوانگلند بدل شد که ۶۹/۴ میلیون دلار و ۵۰ سال زمان نیاز داشت.





بازتاب فرهنگی

این ماجرا الهام بخش کتابی با عنوان *A Civil Action ۱۹۹۵* شد که بعدها فیلمی با همین نام با بازی جان تراولتا و کاتلین کوئین ساخته شد. در کنار فیلم «ارین براکوویچ»، این اثر به عنوان یکی از برجسته ترین بازنمایی های دادخواهی های زیست محیطی در سینما شناخته می شود.

جمع بندی

فاجعه ووبورن نشان داد که بی توجهی شرکت ها به پسماندهای صنعتی می تواند فجایع انسانی بیافریند. هرچند قربانیان به جبران کامل نرسیدند، اما این پرونده نماد مقاومت شهروندان عادی در برابر غول های صنعتی شد و تأثیر مهمی در تاریخ قوانین زیست محیطی آمریکا گذاشت.





فصل ۱۷

آلودگی DDD در دریاچه گلیر

زمینه و آغاز ماجرا

دریاچه گلیر در ۱۵۰ کیلومتری شمال سانفرانسیسکو کالیفرنیا مدت ها محل محبوب ماهیگیران بود. اما در تابستان ها، افزایش شدید حشراتی کوچک به نام گنات gnats بازدیدکنندگان را آزار می داد. مدیران دریاچه از سال ۱۹۱۶ راه های مختلفی برای حذف این حشرات آزمایش کردند: رهاسازی ماهی برای خوردن لاروها یا استفاده از آفت کش های نوظهور. اما موفقیتی حاصل نشد.

استفاده از DDD

در سال ۱۹۴۹، آن ها آفت کش تازه ای به نام **دی کلرو-دی فنیل-دی کلرواتان DDD** را به طور گسترده در دریاچه پاشیدند. ترکیبی **کلره و شبیه DDT** بود که در طبیعت به سختی تجزیه می شد و دهه ها باقی می ماند. آزمایش های مقدماتی نشان داده بود که DDD برای ماهی ها نسبتاً بی ضرر است، اما اثر کشنده قوی بر لارو گنات دارد. پس از پاشش، گنات ها تقریباً ناپدید شدند. با این حال، در سال ۱۹۵۱ جمعیت آن ها دوباره افزایش یافت. بنابراین، در ۱۹۵۴ بار دیگر DDD پاشیده شد، این بار با شدت ۵۰٪ بیشتر. آن زمستان، بیش از ۱۰۰ مرغ غواص grebe مرده در سواحل دیده شد. بررسی ها هیچ نشانه ای از بیماری همه گیر نیافتند.

در سال های ۱۹۵۵ و ۱۹۵۶ نیز جمعیت گنات ها دوباره انفجاری افزایش یافت. بنابراین، در ۱۹۵۷ بار دیگر DDD در همان سطح سال ۱۹۵۴ پاشیده شد. این بار، شمار بیشتری مرغ غواص مردند. تجزیه بافت چربی پرندگان نشان داد که غلظت DDD در بدن آن ها به ۱۶۰۰ ppm رسیده است، در حالی که حداکثر غلظت DDD در آب دریاچه تنها ۰/۰۲ ppm بود - یعنی بدن پرندگان غلظتی ۸۰ هزار برابر بیشتر از آب داشت. مطالعات بعدی نشان داد که زنجیره غذایی باعث تجمع تدریجی DDD می شود: فیتوپلانکتون ها حدود ۵ ppm، ماهی های گیاه خوار ۴۰-۳۰۰ ppm، و ماهی های شکارچی مثل گربه ماهی تا ۲۵۰۰ ppm DDD در بدن خود داشتند.

بازتاب علمی و اجتماعی

حادثه دریاچه گلیر برای زیست شناسان بسیار تکان دهنده بود، زیرا نشان داد حتی **مقادیر اندک سموم در محیط** می تواند از طریق زنجیره غذایی در بدن شکارچیان راس تجمع یابد و مرگومیر گسترده ایجاد کند. این پدیده بعدها به نام **تجمع زیستی biomagnification** شناخته شد.

تأثیر بر کتاب «بهار خاموش»

حادثه دریاچه گلیر نقشی کلیدی در شکل گیری شاهکار قرن بیستم، کتاب **بهار خاموش Silent Spring** اثر ریچل کارسون داشت. کارسون این واقعه را نمونه ای روشن دانست که نشان می داد حتی دوزهای پایین آفت کش ها می توانند در زنجیره غذایی متمرکز شوند و پرندگان را نابود کنند. او در سال ۱۹۶۲ کتاب خود را منتشر کرد و با توصیف غیبت پرندگان در بهار، جامعه جهانی را نسبت به خطرات آفت کش ها بیدار ساخت. کتاب کارسون جدل های گسترده ای درباره مزایا و مضرات آفت کش ها برانگیخت و به شکل گیری نخستین موج جنبش های محیط زیستی مدرن کمک کرد.





جمع بندی

حادثه دریاچه کلیر نشان داد که طبیعت سامانه ای درهم تنیده است و سمومی که بی ضرر به نظر می رسند می توانند در زنجیره غذایی اثرات مرگبار ایجاد کنند. این فاجعه نه تنها باعث نابودی حیات وحش شد، بلکه الهام بخش مهم ترین اثر زیست محیطی قرن بیستم گردید.





فصل ۱۸

علف کش های جنگ ویتنام – عامل نارنجی Agent Orange

زمینه تاریخی

جنگ ویتنام دهه های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ علاوه بر تلفات انسانی و خسارت های مادی، یکی از بزرگ ترین فجایع زیست محیطی تاریخ جنگ ها را رقم زد. ارتش آمریکا برای مقابله با نیروهای ویت کنگ که در جنگل ها پنهان می شدند، از علف کش ها و مواد شیمیایی جنگی برای نابودی پوشش گیاهی استفاده کرد.

معرفی Agent Orange

در آغاز، مواد شیمیایی با نام های **Agent Green**، **Pink** و **Purple** به طور محدود استفاده شدند. اما پس از حادثه خلیج تونکین ۱۹۶۴ و ورود گسترده آمریکا به جنگ، از سال ۱۹۶۵ به بعد، ماده ای بسیار قوی با نام **Agent Orange** به کار گرفته شد. نام آن از رنگ نارنجی بشکه های ذخیره سازی گرفته شد. این ماده ترکیبی از دو علف کش شیمیایی **D ۲,۴** و **T ۲,۴,۵** به نسبت ۵۰:۵۰ بود. هنگام پاشش، برگ ها خشک شده و می ریختند، بنابراین جنگل ها و زمین های کشاورزی نابود می شدند.

این ماده نه تنها جنگل ها را نابود می کرد، بلکه محصولات کشاورزی مردم ویتنام مثل لوبیا، بادام زمینی، سیب زمینی و انبه را نیز از بین می برد. برای تخریب مزارع برنج، ماده دیگری به نام **Agent Blue** حاوی آرسنیک سمی نیز به کار رفت.

ابعاد استفاده

در مجموع، آمریکا طی ده سال حدود ۷۲ میلیون لیتر از این مواد را پاشید:

- ۹۰٪ برای نابودی جنگل ها
- ۸٪ برای نابودی مزارع دشمن
- ۲٪ برای محافظت از پایگاه های نظامی

مشکل دیوکسین

نیمی از ترکیب **Agent Orange** **T ۲,۴,۵** در فرآیند تولید، ناخالصی ای بسیار سمی به نام **دیوکسین** تولید می کرد. در زمان استفاده، هنوز اثرات دیوکسین به خوبی شناخته نشده بود و کنترل کیفی مناسبی برای حذف آن انجام نمی شد. بعدها مشخص شد دیوکسین باعث سرطان، نقص مادرزادی، سقط جنین، مشکلات عصبی و روانی می شود.





اعتراضات علمی

در سال ۱۹۶۶ آکادمی ملی علوم آمریکا هشدار داد که استفاده گسترده از این مواد می تواند آسیب های جبران ناپذیر به انسان و محیط زیست وارد کند. در ۱۹۶۷، بیش از ۵۰۰۰ دانشمند آمریکایی طوماری برای توقف این برنامه امضا کردند. وزارت دفاع آمریکا به رغم هشدارها، گزارش موسسه تحقیقات Midwest را منتشر کرد که ادعا می کرد «هیچ آسیب بلندمدتی وجود ندارد» - گزارشی که بعدها به شدت مورد انتقاد قرار گرفت.

در سال ۱۹۶۸، دکتر فرد تیرلی از وزارت کشاورزی آمریکا گزارش داد که Agent Orange جنگل های ساحلی و زیستگاه پرندگان و ماهیان را نابود کرده است. در ۱۹۶۹، استادان دانشگاه مونتانا و واشنگتن نیز این یافته ها را تأیید کردند.

توقف استفاده

همان سال، پژوهش ها نشان دادند ۲,۴,۵-T در آزمایش های حیوانی موجب نقایص مادرزادی می شود. وزارت کشاورزی آمریکا استفاده از آن را در مزارع نزدیک مناطق مسکونی ممنوع کرد. در ۱۹۷۰، دولت نیکسون اعلام کرد استفاده از Agent Orange در ویتنام متوقف می شود. تا ۱۹۷۲، نیروی هوایی آمریکا باقی مانده ۱/۳۷ میلیون گالن را در دریا سوزاند در دمای بالای ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد که دیوکسین را تجزیه می کند. این کار درست قبل از اجرایی شدن «کنوانسیون لندن» ۱۹۷۵ بود که دفع زباله های شیمیایی در دریا را ممنوع کرد.

پیامدهای انسانی و زیست محیطی

گرچه دوره استفاده تنها پنج سال بود، اما آثار آن هنوز ادامه دارد:

- در ویتنام، نرخ مرده زایی پس از جنگ افزایش یافت و نقایص مادرزادی ۱۰ برابر شد.
- سربازان آمریکایی، کره ای و استرالیایی درگیر جنگ نیز با نرخ بالای سرطان، مشکلات روانی و تولد فرزندان معلول روبه رو شدند. در کره جنوبی، بیش از ۱۲۶ هزار سرباز علائم آسیب ناشی از Agent Orange گزارش کردند. در آمریکا حدود ۲۴۰ هزار نفر و در استرالیا حدود ۱۲۰۰ نفر به عنوان قربانی ثبت شدند.
- ویتنام ۴۰٪ زمین های کشاورزی و نیمی از جنگل های خود را از دست داد. اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت IUCN هشدار داد اگر کاری نشود، ویتنام به بیابانی غیرقابل احیا بدل خواهد شد و پیشنهاد کاشت ۵۰۰ میلیون درخت را مطرح کرد.

جمع بندی

استفاده از Agent Orange نشان داد که جنگ می تواند نه تنها انسان ها بلکه کل زیست بوم ها را نابود کند. این ماجرا درسی بود برای جامعه جهانی که مواد شیمیایی باید پیش از استفاده، دقیقاً از نظر اثرات بلندمدت بر انسان و طبیعت بررسی شوند.





فصل ۱۹

نشت نفت Amoco Cadiz

آغاز حادثه

سواحل شنی زیبای منطقه بریتانی فرانسه مقصدی مشهور برای گردشگران اروپایی است. در شب ۱۶ مارس ۱۹۷۸، نفتکش عظیم Amoco Cadiz با ظرفیت ۲۲۰ هزار تن، هنگام عبور از نزدیکی پورتسال Portsall به صخره برخورد کرد. این کشتی که متعلق به شرکت نفتی آمریکایی Amoco بود، ۱/۶ میلیون بشکه نفت خام از خاورمیانه به اروپا حمل می کرد.

به دلیل خرابی کلید ناوبری و اشتباه کاپیتان، کشتی به گل نشست. هرچند هوا مساعد بود، تأخیر در اقدامات نجات فاجعه را تشدید کرد. مذاکرات طولانی برای اجاره یدک کش، مانع اقدام فوری شد و در نهایت عملیات نجات شکست خورد. اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از گسترش نفت هم به موقع اجرا نشد. در نهایت، کشتی غرق شد و تمام محموله نفتی آن به دریا ریخت.

پیامدهای زیست محیطی

این حادثه باعث شد:

- ۱۵ هزار کیلومتر مربع دریا با لایه ضخیمی از نفت پوشیده شود.
- ۳۲۰ کیلومتر از سواحل زیبای فرانسه به توده های بدبوی نفتی بدل گردد.
- میلیون ها مرغ دریایی و اردک در همان روزها مردند.
- موجودات ساحلی از جمله صدف ها، خرچنگ ها و توتیاهای دریایی نابود شدند.
- ۷۰٪ از جلبک های ساحلی با نفت پوشیده و به زباله تبدیل شدند.
- تولید صدف خوراکی در منطقه ۸۰٪ کاهش یافت.

اقدامات فوری و خسارت ها

فرانسه برای نجات ساحل، سربازان و داوطلبان جوان را بسیج کرد تا نفت ها را جمع آوری کنند. با این حال، بازسازی محیط زمان بر و پرهزینه بود. برآورد خسارت ها:

- ۴۶ میلیون دلار زیان صنعت شیلات ساحلی
- ۱۹۲ میلیون دلار زیان گردشگری





- ۱۴۲ میلیون دلار هزینه پاکسازی

- مجموعاً حدود ۳۹۰ میلیون دلار خسارت.

این فاجعه به عنوان یکی از بزرگ ترین نشت های نفتی قرن بیستم ثبت شد.

پیامدهای بلندمدت

حادثه Amoco Cadiz به نمادی از آسیب های زیست محیطی ناشی از نفتکش ها بدل شد. مشابه آن، چندین فاجعه بزرگ دیگر نیز رخ داده است. این موضوع سبب شد قوانین و مقررات بین المللی برای افزایش ایمنی حمل و نقل دریایی نفت تقویت گردد.

جمع بندی

فاجعه Amoco Cadiz نشان داد که یک اشتباه کوچک فنی و مدیریتی می تواند منجر به یکی از بزرگ ترین فجایع زیست محیطی تاریخ شود. این رویداد، اهمیت پیشگیری فوری، آمادگی اضطراری و قوانین بین المللی سخت گیرانه تر در زمینه حمل و نقل نفت را برجسته ساخت.





فصل ۲۰

کانال لاو

آغاز و پیشینه

آبشار نیاگارا در مرز ایالات متحده و کانادا، که دو دریاچه بزرگ اری و اونتاریو را متصل می کند، از بزرگ ترین جاذبه های طبیعی جهان است. در سال ۱۸۹۲، کارآفرینی به نام ویلیام لاو تصمیم گرفت با ساخت کانالی ۱۰ کیلومتری در این منطقه، علاوه بر امکان کشتیرانی، یک نیروگاه برق آبی نیز ایجاد کند. او تصور می کرد که با برق ارزان و فراوان، کارخانه ها به این منطقه جذب می شوند و شهری با ۲۰۰ تا ۱'۰۰۰'۰۰۰ نفر جمعیت شکل خواهد گرفت.

اما در سال ۱۸۹۴ اختراع جریان متناوب AC توسط نیکولا تسلا، که انتقال برق در مسافت های طولانی را بدون افت شدید امکان پذیر کرد، طرح لاو را بی ارزش ساخت. در سال ۱۹۱۰ پروژه متوقف شد و تنها یک کانال ناقص به طول ۱/۶ کیلومتر، عرض ۱۴ متر و عمق ۳ تا ۱۲ متر باقی ماند.

تبدیل کانال به محل دفن زباله

دهه ها کانال رها شده بود تا اینکه در دهه ۱۹۴۰ شرکت هوکر کیمیکال Hooker Chemical آن را مکانی مناسب برای دفن پسماندهای صنعتی دانست. بین سال های ۱۹۴۲ تا ۱۹۵۰، حدود ۲۲'۰۰۰ تن از ۲۴۸ نوع ماده سمی شامل آفت کش ها مانند DDT و لیندان، حلال های آلی، PCB، دیوکسین، فلزات سنگین، و حتی زباله های پروژه منتهن ساخت سلاح هسته ای آمریکا در جنگ جهانی دوم در بشکه های فلزی در این کانال دفن شدند. سپس سطح آن با خاک رس و بتن پوشانده شد.

در سال ۱۹۵۳، این زمین به قیمت ۱ دلار به هیئت آموزش نیاگارا داده شد و در سال ۱۹۵۵ یک مدرسه ابتدایی و صدها خانه در اطراف آن ساخته شد.

نشانه های اولیه آلودگی

در دهه ۱۹۷۰، مواد شیمیایی عجیب از حیاط مدرسه بیرون زدند. بچه ها سنگ ها را روی این مواد پرتاب می کردند و شاهد دود و خوردگی می شدند. مواد ناشناخته به زیرزمین خانه ها و لوله های فاضلاب نشت می کرد و مشکلات پوستی، سردرد و سقط جنین های مکرر در میان ساکنان مشاهده شد. پس از سیل سال ۱۹۷۶، درختان و گل های محوطه خشک شدند و نمونه برداری ها نشان داد آب زیرزمینی به شدت آلوده است.

اعتراضات و افشاگری

در سال ۱۹۷۸، خبرنگاری به نام مایکل براون گزارشی در روزنامه محلی Niagara Gazette منتشر کرد که این مواد سمی باعث بیماری های مردم شده اند. مادری به نام لوئیس گیبس دریافت بیماری های پسرش آسم مزمن، بیماری کلیوی و صرع ناشی از این آلودگی است. او درخواست انتقال فرزندش به مدرسه دیگر را داد اما رد شد. بنابراین، خود دست به کار شد، سلامت دانش آموزان را بررسی کرد و دریافت اکثرشان بیمار هستند. او کمیته ای از ساکنان تشکیل داد و طوماری به رئیس جمهور کارتر فرستاد:





«ما نمی‌خواهیم فرزندانمان در محیطی بزرگ شوند که آینده‌ای جز بیماری و مرگ در آن نیست.»

حتی برخی ساکنان خشمگین، مأموران حفاظت محیط زیست را گروگان گرفتند تا صدای خود را به گوش رسانه‌ها و سیاستمداران برسانند.

واکنش دولت و اقدامات قانونی

وزارت بهداشت نیویورک بررسی اپیدمیولوژیک انجام داد و اعلام کرد نرخ سقط جنین در این منطقه ۴ برابر میانگین بود. از میان ۱۶ نوزاد متولد شده بین ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۸، ۹ نفر نقص مادرزادی شدید عقب ماندگی ذهنی، بیماری قلبی یا کلیوی داشتند.

در اوت ۱۹۷۸، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا EPA برای اولین بار در تاریخ این کشور منطقه کانال لاو را **منطقه فاجعه زیست محیطی** اعلام کرد. ۲۳۸ خانوار مجبور به تخلیه شدند و مدرسه ابتدایی تعطیل شد. شکایت‌های میلیارد دلاری مطرح شد، اما هیچ نهاد یا شرکتی مسئولیت را نپذیرفت.

در مه ۱۹۸۰، EPA محدوده را گسترش داد و ۸۰۰ خانوار دیگر را نیز شامل کرد. خانه‌ها و مدارس تخریب شدند، روی زمین لایه پلاستیکی و خاک قرار داده شد، چمن کاشته شد و حصار ۲/۵ متری کشیده شد تا ورود انسان و حیوان جلوگیری شود.

قانون «سوپرفاند»

در واکنش به این فاجعه، دولت آمریکا در دسامبر ۱۹۸۰ قانون **سوپرفاند CERCLA** را تصویب کرد. این قانون به EPA اجازه داد ابتدا با بودجه فدرال مناطق آلوده را پاکسازی کند و سپس هزینه‌ها را تا سه برابر از آلوده‌کنندگان بازپس گیرد. تا سال ۱۹۹۰، EPA بیش از ۲۶'۰۰۰ منطقه آلوده شناسایی کرده بود که ۱'۲۲۴ مورد آن‌ها به‌عنوان بسیار خطرناک طبقه‌بندی شد.

دولت آمریکا بیش از **۱۰۰ میلیون دلار** برای پاکسازی کانال لاو هزینه کرد. این منطقه سال‌ها شهر ارواح باقی ماند و تنها پس از یک دهه، برخی بخش‌ها دوباره مسکونی شدند.

جمع‌بندی

حادثه کانال لاو به یکی از **بدنام‌ترین فجایع زیست محیطی آمریکا** بدل شد. سرزمین اهداشده برای آموزش کودکان، به دلیل نادانی و بی‌توجهی به محیط زیست، به مرگ و بیماری آنان انجامید. این ماجرا الهام‌بخش شکل‌گیری «قانون سوپرفاند» شد و نشان داد که دفن زباله‌های سمی هرگز ناپدید نمی‌شود، بلکه دیر یا زود مانند بومرنگ بازمی‌گردد و زندگی انسان‌ها را تهدید می‌کند.





فصل ۲۱

شکوفایی جلبکی رودخانه دارلینگ

زمینه و بحران

رودخانه دارلینگ طولانی ترین رودخانه استرالیاست و منبع حیاتی آب برای کشاورزی، دامداری و سکونتگاه های انسانی است. اما در دهه های اخیر، ترکیب کودهای شیمیایی، پساب های کشاورزی و کاهش جریان آب موجب پدیده «یوتروفیکاسیون» غنی شدن بیش از حد آب از مواد مغذی شد.

در شرایط خشکسالی و موج های گرما، جلبک های سبز-آبی سیانوباکتری ها به طور انفجاری رشد کردند. این جلبک ها نور خورشید و اکسیژن را از آب می گیرند، سموم خطرناک آزاد می کنند و آب آشامیدنی را به زهر کشنده بدل می سازند.

پیامدها

شکوفایی جلبکی در رودخانه دارلینگ نشان داد که منابع آبی طبیعی می توانند به سرعت به تهدیدی برای سلامت عمومی تبدیل شوند. این رویداد به مرگ گسترده ماهی ها انجامید، دام ها با نوشیدن آب آلوده مردند و بسیاری از شهرها با بحران کمبود آب سالم مواجه شدند.

اقدامات مقابله ای

بهترین روش برای پیشگیری از شکوفایی جلبکی، کاهش ورود مواد مغذی فاسفر و نیتروژن به رودخانه هاست. اما در شرایط خشکسالی و گرما، حتی کاهش ورودی مواد مغذی هم کافی نیست، زیرا تبخیر آب، غلظت این مواد را بالا می برد.

بنابراین دو دسته اقدام انجام می شود:

۱. پیشگیری: مدیریت بهتر پساب های کشاورزی و صنعتی، تصفیه فاضلاب، و کاهش مصرف کود.
۲. پس از وقوع: جمع آوری جلبک های سطحی با قایق و تبدیل آن ها به کود طبیعی. کود جلبکی برتری هایی نسبت به کود شیمیایی دارد، زیرا به آرامی تجزیه می شود و مواد مغذی پایدار آزاد می کند.

پژوهش های نوین

در کشورهای توسعه یافته، تحقیقات گسترده ای درباره استفاده از جلبک سبز برای تولید زیست انرژی و زیست پلاستیک ها در جریان است.⁴⁴ جلبک ها در هر واحد سطح ۲۰ تا ۳۰ برابر بیشتر از نخل روغنی یا نارگیل انرژی تولید می کنند و حتی در آب های با کیفیت پایین نیز رشد می کنند.





امروزه در آمریکا و ژاپن از جلبک ها برای تولید زیست پلاستیک های خانگی استفاده می شود. این محصولات نسبت به پلاستیک های معمولی محیط زیست دوست تر هستند، پس از مصرف به سادگی تجزیه می شوند و وابستگی به نفت را کاهش می دهند. همچنین، پژوهش هایی درباره تولید مواد نوین از جلبک ها، از جمله مواد آرایشی، در حال انجام است.

جمع بندی

حادثه شکوفایی جلبکی رودخانه دارلینگ به جهان نشان داد که تغییرات اقلیمی خشکسالی و گرما همراه با آلودگی مواد مغذی می تواند منابع آبی حیاتی را به تهدیدی مرگبار بدل کند. این پدیده تنها به استرالیا محدود نیست و در بسیاری از کشورها، حتی توسعه یافته، خطر آن در حال افزایش است.





فصل ۲۲

مسمومیت صدف ها در گواتمالا

آغاز ماجرا

در اوایل دهه ۱۹۸۰، سواحل گواتمالا شاهد پدیده ای غیرعادی شدند: شمار زیادی از افرادی که صدف خورده بودند، دچار حالت تهوع، اسهال، سرگیجه و فلج موقت شدند. برخی نیز جان باختند. بررسی ها نشان داد که علت، نوعی سم جلبکی بوده که در بدن صدف ها تجمع یافته است.

ویژگی سموم جلبکی

سموم تولید شده توسط جلبک های میکروسکوپی می توانند در بافت صدف ها و دیگر سخت پوستان دریایی ذخیره شوند. این سموم با پختن یا منجمد کردن از بین نمی روند و در بدن انسان موجب بیماری هایی چون:

- مسمومیت عصبی صدفی NSP

- مسمومیت اسهالی صدفی DSP

- مسمومیت فلجی صدفی PSP

می شوند. علائم می توانند از سردرد و تهوع خفیف تا فلج شدید و مرگ متفاوت باشند.

دلایل شکوفایی جلبکی

شکوفایی جلبک ها algal bloom معمولاً نتیجه افزایش مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر در آب است که از طریق فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی وارد دریا می شوند. در گواتمالا، ورود بی رویه فاضلاب و پساب به دریا شرایطی فراهم کرد که رشد انفجاری جلبک های سمی را به دنبال داشت.

پیامدهای اجتماعی و اقتصادی

این حادثه نه تنها جان انسان ها را تهدید کرد، بلکه به اقتصاد ماهیگیری محلی ضربه سنگینی زد. صادرات صدف برای مدت طولانی متوقف شد و اعتماد مصرف کنندگان به محصولات دریایی کاهش یافت. همچنین، به دلیل کمبود آگاهی عمومی، شایعات گسترده ای در جامعه شکل گرفت و نگرانی ها را تشدید کرد.

اقدامات مقابله ای

پس از این رویداد، دولت و سازمان های بین المللی برنامه هایی برای:

- پایش جلبک های دریایی





- آموزش ماهیگیران و مصرف کنندگان

- تدوین مقررات برای کنترل آلودگی دریایی

به اجرا گذاشتند. این حادثه نشان داد که کشورهای در حال توسعه به زیرساخت های نظارتی و آزمایشگاهی قوی تر برای شناسایی و پیشگیری از چنین فجایعی نیاز دارند.

جمع بندی

فاجعه مسمومیت صدفی در گواتمالا نمونه ای روشن از پیوند میان آلودگی انسانی و فجایع طبیعی بود. این حادثه به جهان یادآور شد که سلامت غذاهای دریایی مستقیماً به مدیریت منابع آب و کنترل آلودگی بستگی دارد.





فصل ۲۳

دی اکسین تایمز بیچ

آغاز ماجرا

در شهر کوچک تایمز بیچ در ایالت میزوری آمریکا، از سال ۱۹۷۱ برای کاهش گرد و غبار جاده های خاکی، روی جاده ها و حتی چراگاه ها روغن پاشیده می شد. به زودی اتفاقات عجیبی رخ داد: پرندگان از آسمان سقوط می کردند، سگ ها و گربه ها می مردند، و ساکنان بدون علت مشخص دچار دردهای شدید، سرطان ریه، سقط جنین و بیماری های کبد، کلیه و حنجره شدند.

افشاگری

تحقیقات نشان داد که این روغن ها حاوی دی اکسین بودند؛ ماده ای بسیار سمی که به عنوان محصول جانبی در تولید علف کش ها ۲،۴،۵-T و همچنین در فرآیند سوزاندن زباله به وجود می آید. به ویژه ترکیب TCDD تتراکلرودی بنزو-دی اکسین حتی در مقادیر بسیار کم سرطان زا و مسبب نقص های مادرزادی است.

در ابتدا، در سال ۱۹۷۱، پس از مرگ ۶۲ اسب در مزرعه ای نزدیک تایمز بیچ، موضوع به مراکز بهداشتی گزارش شد. مرکز کنترل بیماری ها CDC بررسی کرد اما در گزارش نخست علت را «نامشخص» اعلام نمود. تازه در سال ۱۹۷۴ مشخص شد علت واقعی، دی اکسین موجود در روغن های پاشیده شده است.

منشأ آلودگی

ردیابی ها نشان داد شرکت داروسازی Nepacco در میسوری از سال ۱۹۷۱ سالانه حدود ۷۰'۰۰۰ لیتر پسماند غنی از دی اکسین تولید می کرد. به جای دفع ایمن، این پسماندها به دست فردی به نام راسل بلیس، صاحب یک شرکت جمع آوری روغن های ضایعاتی، سپرده شد. او این پسماندها را با روغن مخلوط و برای کنترل گرد و غبار در جاده ها و چراگاه ها می پاشید.

واکنش ها و اقدامات

در ابتدا، دانش شیمیایی درباره دی اکسین محدود بود و حتی برخی تصور می کردند در خاک تجزیه می شود. اما بعدها مشخص شد که این ماده در محیط پایدار می ماند و تنها در دمای بالای ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد نابود می شود. عملاً هیچ راه کوتاه مدتی برای پاکسازی منطقه وجود نداشت. در سال ۱۹۸۳، دولت فدرال آمریکا تمام مناطق آلوده در میسوری، از جمله تایمز بیچ را خریداری کرد و بیش از ۲۲'۰۰۰ نفر را به اجبار جابه جا نمود. این مناطق به سرزمین های غیرقابل سکونت بدل شدند.





پیامدها

این حادثه نمونه‌ای از فاجعه‌های زیست‌محیطی ناشی از **دفع غیرقانونی پسماند صنعتی** بود. در آن زمان سیستم مدیریت مواد شیمیایی ناکافی بود و بسیاری از صنایع تنها با سپردن پسماند به پیمانکاران تصور می‌کردند وظیفه‌شان تمام شده است. اما نتیجه، یکی از بزرگ‌ترین فجایع دی‌اکسین در تاریخ آمریکا شد.

جمع‌بندی

فاجعه تایمز بیچ نشان داد که **نادانی، بی‌مسئولیتی و دفع غیرقانونی پسماندهای سمی** می‌تواند یک شهر کامل را نابود کند. این ماجرا به آمریکا و جهان آموخت که کنترل دقیق و قانونی پسماندهای خطرناک، یک ضرورت حیاتی برای سلامت انسان و محیط زیست است.





فصل ۲۴

اگر تروریسم جنگ خلیج فارس

توصیف کلی

یک روزنامه جنگ خلیج فارس را «جنگی که با گروگان گرفتن زمین پیش برده شد» توصیف کرد، زیرا این جنگ به یکی از وحشتناک‌ترین فجایع زیست‌محیطی تاریخ بشر منجر شد.

در طول تاریخ، جنگ‌ها همواره با فجایع زیست‌محیطی همراه بوده‌اند. از هزاران سال پیش، ارتش‌ها برای نابود کردن دشمن، خانه‌ها و مزارع او را می‌سوزاندند، دام‌ها و غلات را غارت می‌کردند و چاه‌ها را مسموم می‌ساختند. در دوران مدرن، جنگ‌ها تخریب‌های گسترده‌تری بر زیرساخت‌های حیاتی — مانند جاده‌ها، راه‌آهن، نیروگاه‌ها و بیمارستان‌ها — وارد کرده‌اند.

فاجعه جنگ خلیج فارس

اما جنگ خلیج فارس ۱۹۹۱ فاجعه‌ای بی‌سابقه به همراه داشت: **انفجار صدها چاه نفتی کویت** و تخریب گسترده تأسیسات نفتی. این اقدام آگاهانه باعث آلودگی شدید هوا، خاک و آب شد و آثار آن تا سال‌ها غیرقابل جبران باقی ماند.

پیامدهای زیست‌محیطی

- ستون‌های عظیم دود ناشی از سوختن چاه‌های نفت، آسمان کویت و عربستان را تاریک کرد و حتی بارش باران اسیدی در کشورهای همسایه را رقم زد.
- مردم منطقه با بیماری‌های تنفسی گسترده مواجه شدند.
- بیش از ۶۰۰ چاه نفت آتش گرفت و مهار آن‌ها دو سال طول کشید.
- حدود ۶ تا ۸ میلیون بشکه نفت خام به خاک و آب‌های سطحی سرریز شد و اکوسیستم‌های زمینی و دریایی را نابود ساخت.

بعد تروریسم زیست‌محیطی

برخلاف فجایع دیگر که ناشی از غفلت یا ناآگاهی بودند، این فاجعه به‌عنوان نمونه‌ای از تروریسم زیست‌محیطی عمدی شناخته شد. منفجر کردن چاه‌های نفت اقدامی برنامه‌ریزی‌شده بود تا محیط‌زیست را به سلاح جنگی تبدیل کند و دشمن را با ویرانی زیست‌محیطی تحت فشار قرار دهد.





درس ها و ضرورت ها

این فاجعه نشان داد که در عصر صنعتی، جنگ ها می توانند حتی بدون استفاده از سلاح های هسته ای یا بیولوژیکی، فجایعی هم سنگ آنها ایجاد کنند. برای کاهش این خطر:

- برنامه ریزی شهری و صنعتی باید با در نظر گرفتن احتمال جنگ انجام شود.
- زیرساخت های حساس مانند نیروگاه های هسته ای یا کارخانه های شیمیایی باید در مکان های امن تر ساخته شوند.
- لازم است نوعی «کنوانسیون ژنو دوم» برای ممنوعیت تخریب عمده زیرساخت هایی که منجر به فجایع زیست محیطی گسترده می شوند تدوین گردد.

جمع بندی

اکوتروریسم جنگ خلیج فارس نشان داد که محیط زیست می تواند هدفی مستقیم در جنگ ها باشد. این حادثه هشدار برای جامعه جهانی بود که باید قوانین بین المللی محکم تری برای حفاظت از محیط زیست در زمان جنگ تدوین و اجرا کند.





فصل ۲۵

فاجعه هسته‌ای چرنوبیل

آغاز حادثه

در صبح ۲۸ آوریل ۱۹۸۶، یک کارگر در نیروگاه هسته‌ای سوئد هنگام بررسی دستگاه‌ها متوجه سطح غیرعادی بالای تشعشع رادیواکتیو شد. کفش‌های او نیز آلوده به مواد رادیواکتیو بودند، در حالی که هیچ نشستی در نیروگاه وجود نداشت. به‌زودی مشخص شد منبع تشعشعات، از اتحاد جماهیر شوروی می‌آید. همان شب، رادیوی مسکو رسماً وقوع حادثه در نیروگاه چرنوبیل اوکراین را اعلام کرد.

حادثه سه روز پیش رخ داده بود: یک کارگر هنگام آزمایش خاموش کردن توربین، مقررات ایمنی را نادیده گرفت. این خطا باعث شد دمای راکتور افزایش یابد، انفجار رخ دهد و مواد رادیواکتیو به محیط نشت کنند.

تلفات و خسارت‌ها

- ۳۱ نفر از کارکنان در همان روز جان باختند.
 - ۴۲ نفر دیگر بعدها بر اثر مسمومیت پرتوی درگذشتند.
 - حدود ۱۳۵'۰۰۰ نفر از شعاع ۳۰ کیلومتری تخلیه شدند.
 - نزدیک به ۳۰ میلیون نفر در اوکراین و روسیه که از آب دریاچه‌های اطراف استفاده می‌کردند، در معرض خطر قرار گرفتند.
- برای مهار تشعشعات، حدود ۵'۰۰۰ تن سرب و بور و سپس ۱۰'۰۰۰ تن بتن بر روی راکتور شماره ۴ ریخته شد. اما در سال‌های بعد، بیماری‌های ناشی از پرتوگیری افزایش یافت: سرطان تیروئید، لوسمی، سقط جنین، مرده‌زایی و ناهنجاری‌های مادرزادی. بر اساس گزارش سازمان ملل در سال ۱۹۹۵، حتی مواردی از تولد کره‌اسب‌های دو سر و نوزادان بدون دست و پا ثبت شد.

گسترش آلودگی

مواد رادیواکتیو توسط باد به سراسر اروپا پراکنده شدند. کشورهای آلمان، یونان، اسکاندیناوی و بریتانیا آسیب جدی دیدند. سبزیجات، میوه‌ها و لبنیات آلوده نابود شد. کشورهای اروپای شرقی مانند لهستان و رومانی برداشت کشاورزی را ممنوع کردند. در دانمارک و نروژ، این حادثه به موج‌های ضد انرژی هسته‌ای دامن زد.





سرپوش بتنی و ایمنی بلندمدت

«سارکوفاغوس» بتنی که در ۱۹۸۶ ساخته شد، تنها ۲۰ تا ۳۰ سال دوام داشت. از سال ۲۰۱۰ دولت اوکراین با وام ۱/۵ میلیارد یورویی از بانک اروپایی بازسازی و توسعه، پروژه **محفظه ایمنی جدید NSC** را آغاز کرد. این سازه فولادی عظیم در سال ۲۰۱۶ تکمیل شد و اکنون راکتور به طور کامل از محیط بیرونی ایزوله است. هزینه کل این پروژه ۲/۱ میلیارد یورو بود.

میراث و پیامدها

فاجعه چرنوبیل، با وجود اینکه ناشی از یک **خطای انسانی ساده** بود، به بزرگترین فاجعه هسته‌ای تاریخ بدل شد. این حادثه بار دیگر ایمنی انرژی هسته‌ای را زیر سؤال برد، هرچند در حالت عادی تولید برق هسته‌ای نسبت به سوخت‌های فسیلی پاک‌تر است. اما اگر حادثه‌ای رخ دهد، خسارت‌ها **فاجعه‌بار و چندنسلی** خواهند بود.

جمع‌بندی

چرنوبیل به جهان نشان داد که انرژی هسته‌ای با وجود کارایی بالا، در صورت بی‌احتیاطی می‌تواند به **فاجعه‌ای جهانی** تبدیل شود. این حادثه موجب تقویت جنبش‌های ضد هسته‌ای، تدوین استانداردهای ایمنی سخت‌گیرانه‌تر و سرمایه‌گذاری‌های کلان برای مدیریت پسماند و ایمنی راکتورها شد.





فصل ۲۶

فاجعه گاز بوپال

آغاز حادثه

شرکت چندملیتی آمریکایی **Union Carbide** کارخانه‌ای در شهر **بوپال هند** تأسیس کرده بود که در آن آفت کش تولید می‌شد. این کارخانه گازی بسیار سمی به نام **متیل ایزوسیانات MIC** را در مخازن زیرزمینی ذخیره می‌کرد MIC. ماده‌ای بود که برای تولید حشره کش‌ها، علف کش‌ها و داروها به کار می‌رفت و به شدت با آب واکنش می‌داد. مقدار اندک آن می‌توانست به ریه‌ها و چشم انسان آسیب بزند و سیستم عصبی و ایمنی بدن را در لحظه نابود کند.

در ۳ دسامبر ۱۹۸۴، حدود ساعت ۱۲:۳۰ بامداد، یکی از این مخازن دچار نشتی شد.

ابعاد فاجعه

در حالی که حدود ۷۵۰ هزار نفر از ساکنان بوپال در خواب بودند، طی دو ساعت نزدیک به ۳۶ تن ۸۰ هزار پوند از این گاز سمی نشت کرد. چون از هوا سنگین تر بود، مانند مه روی زمین نشست و تمام موجودات زنده در شعاع ۶۵ کیلومتر مربع را دربر گرفت.

- همان روز حدود ۲'۸۰۰ نفر جان باختند.

- حدود ۱۷ هزار نفر دچار آسیب‌های شدید شدند.

- در مجموع بیش از ۲۰۰ هزار نفر قربانی شدند.

بعدها شمار تلفات بیشتر شد: برآوردهای غیررسمی دولت هند حاکی از ۱۰ هزار مرگ و حدود ۶۰۰ هزار مجروح است. همچنین ۵۸۳ هزار نفر برای دریافت غرامت شکایت کردند. در نهایت، شرکت **Union Carbide** به پرداخت ۴۷۰ میلیون دلار غرامت محکوم شد.

با این حال، بیشتر بازماندگان دچار نابینایی، بیماری‌های ریوی، اختلالات سیستم عصبی و ایمنی شدند و بسیاری از نوزادان با ناهنجاری‌های ژنتیکی متولد شدند.

علت حادثه

مخزن گاز MIC باید همواره در **دما و فشار پایین** نگهداری می‌شد و نیازمند تجهیزات ایمنی پیچیده و پایبندی دقیق به مقررات بود. اما:

- دستگاه‌های ایمنی کار نمی‌کردند،

- مقررات ایمنی رعایت نمی‌شد،

- و سیستم هشدار اولیه از کار افتاده بود.





کارشناسان این فاجعه را «حادثه‌ای قابل پیش‌بینی» دانستند. آنچه جهان را بیشتر شوکه کرد، این بود که مخزن گاز سمی درست در قلب یک منطقه پرجمعیت شهری و فقیرنشین قرار داشت؛ در کنار دو بیمارستان بزرگ و یک ایستگاه قطار.

بازتاب جهانی و اقدامات بعدی

حادثه بوپال به‌عنوان مرگبارترین فاجعه زیست‌محیطی دهه ۱۹۸۰ ثبت شد و حتی از نظر تلفات انسانی، از چرنوبیل نیز سنگین‌تر بود. پس از آن، بسیاری از کشورها بررسی کردند که آیا احتمال رخ دادن فجایعی مشابه در صنایع شیمیایی آن‌ها وجود دارد یا خیر.

تنها در آمریکا، بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵، بیش از ۶۹۰۰ حادثه مواد خطرناک رخ داد که به مرگ ۱۳۸ نفر، مجروحیت ۴۷۰۰ نفر و تخلیه ۲۰۰ هزار نفر انجامید. پس از بوپال، کنگره آمریکا در سال ۱۹۸۶ قانون برنامه‌ریزی اضطراری و حق مردم برای اطلاع را تصویب کرد که کارخانه‌ها را ملزم می‌کرد همه مواد شیمیایی خطرناک، محل و میزان ذخیره‌سازی و خطرات احتمالی آن‌ها را به مردم محلی اطلاع دهند.

جمع‌بندی

فاجعه بوپال نشان داد که بی‌توجهی به ایمنی صنعتی در صنایع شیمیایی می‌تواند فجایعی به مراتب مرگبارتر از حوادث هسته‌ای به بار آورد. این رویداد نماد بی‌دفاع‌بودن فقیرترین اقشار در برابر طمع و بی‌مسئولیتی شرکت‌های چندملیتی شد و نقطه عطفی برای قوانین سخت‌گیرانه‌تر در زمینه ایمنی و شفافیت صنایع شیمیایی در سراسر جهان به‌شمار می‌رود.





فصل ۲۷

نشت شیمیایی راین - بازل

زمینه

رودخانه راین از آلپ های سوئیس سرچشمه می گیرد و پس از عبور از فرانسه و آلمان، در نهایت به دریای شمال در سواحل هلند می ریزد. این رودخانه به طول ۱۲۳۳ کیلومتر و حوضه ای به وسعت ۲۰۰ هزار کیلومتر مربع، زیستگاه حدود ۶۰ میلیون نفر است. همچنین مرکز پرجمعیت ترین و صنعتی ترین منطقه اروپا به شمار می رود.

در امتداد راین، حدود ۱۰ تا ۲۰٪ از کارخانه های شیمیایی کشورهای عضو OECD و صنایع فولاد، فلزکاری و کشاورزی متمرکز هستند. علاوه بر این، به خاطر سدها، کشتی رانی و کاربری شدید صنعتی، راین بیشتر شبیه یک آبراه مصنوعی شده است.

پیشینه آلودگی

از اوایل قرن بیستم، رود راین با آلودگی های شیمیایی صنعتی و پساب های خانگی مواجه بود. تا پایان جنگ جهانی دوم، موارد مرگ دسته جمعی ماهیان شایع شد و گونه های حساسی مثل سالمون کاملاً از رودخانه ناپدید شدند. در سال ۱۹۶۳، کشورهای حوزه راین «کمسیون بین المللی حفاظت از راین» را تشکیل دادند و پیمان های متعددی برای کنترل آلودگی شیمیایی و کلرید امضا کردند.

حادثه بازل - ۱۹۸۶

با وجود این تلاش ها، در اول نوامبر ۱۹۸۶، در شهر بازل سوئیس، آتش سوزی در انبار مواد اولیه شرکت چندملیتی Sandoz رخ داد. این انبار شامل ۱۳۰۰ تن مواد شیمیایی بیشتر آفت کش ها و ضد عفونی کننده های بسیار سمی، سوخت ها، و حتی ۱/۹ تن جیوه بود.

بدشأنی این بود که آتش نشانان ویژه مواد خطرناک در مرخصی بودند و آتش سوزی با آب خاموش شد. این کار موجب شد حجم عظیمی از مواد سمی همراه آب به رود راین سرازیر شود. دود سمی ناشی از آتش سوزی هم به ساکنان و اکوسیستم آسیب رساند. در نتیجه:

- حدود ۵۰۰ هزار ماهی مردند.
- موجودات کفزی در ۴۰۰ کیلومتر پایین دست به کلی نابود شدند.
- آلاینده ها در رسوبات بستر رود ماندگار شدند و آسیب طولانی مدت زدند.

پیامدها و واکنش ها

- سوئیس علاوه بر خسارت های اقتصادی، با انتقاد شدید همسایگان روبه رو شد.
- شرکت Sandoz مجبور به پرداخت ۱۰۰ میلیون فرانک سوئیس غرامت به کشورهای قربانی آلمان، فرانسه و هلند شد.





- با وجود تلاش های بعدی برای تصفیه رودخانه و بهبود کیفیت آب، بسیاری از مواد شیمیایی در رسوبات باقی ماندند.

این فاجعه تنها چند ماه پس از چرنوبیل ۱۹۸۶ رخ داد و اروپا را دوباره در شوک زیست محیطی فرو برد.

جمع بندی

حادثه نشت شیمیایی بازل نشان داد که حتی با وجود سیستم های پیشرفته هشدار و توافقات بین المللی، یک خطای کوچک در مدیریت ایمنی می تواند رودخانه ای مهم را به «رودخانه مرگ» تبدیل کند. این واقعه یادآور اهمیت چندلایه سازی اقدامات پیشگیرانه و همکاری منطقه ای برای حفاظت از منابع آب بود.





فصل ۲۸

حادثه هسته‌ای تری‌مایل آیلند

زمینه و آغاز

در ایالت پنسیلوانیا آمریکا، در نزدیکی شهر هریسبورگ، رودخانه‌ای به نام **ساسکهانا** جریان دارد که به اقیانوس اطلس می‌ریزد. روی جزیره‌ای کوچک به نام **تری‌مایل آیلند**، در سال ۱۹۶۸ ساخت یک نیروگاه هسته‌ای آغاز شد و در ۱۹۷۴ تکمیل گردید.

بامداد ۲۸ مارس ۱۹۷۹، در ساعت ۴ صبح، یکی از رآکتورهای این نیروگاه دچار **ذوب هسته‌ای جزئی** شد. دلیل آن، خرابی سیستم خنک‌کننده بود که باعث نشت مواد رادیواکتیو شد.

جزئیات فنی

سیستم خنک‌کننده اصلی از کار افتاده بود و شیر اضطراری سیستم خنک‌کننده ثانویه نیز باز نشد. صفحه کنترل تنها «سیگنال فعال بودن شیر» را نشان می‌داد، نه وضعیت واقعی آن. اپراتورها تصور کردند همه‌چیز عادی است، اما در واقع جریان آب قطع بود.

این موضوع موجب **گرم‌شدن بیش از حد رآکتور** شد. وقتی سیستم اضطراری فعال شد، نزدیک به ۱۰۰ چراغ هشدار همزمان روشن شدند. اپراتورها که گیج شده بودند، به اشتباه جریان آب خنک‌کننده را کاهش دادند و این تصمیم به **ذوب نیمه‌ای از هسته رآکتور** منجر شد. این رآکتور تنها چهار ماه از آغاز بهره‌برداری آزمایشی‌اش می‌گذشت.

واکنش فوری

بلافاصله دستور تخلیه به **زنان باردار و کودکان** داده شد و ۲۳ مدرسه تعطیل شدند. هرچند هیچ مرگی ثبت نشد، اما:

- یک رآکتور به ارزش ۲ میلیارد دلار در عرض ۳۰ ثانیه نابود شد.
- **نرخ مرگ‌ومیر نوزادان** در اطراف تری‌مایل آیلند بیش از دو برابر سایر مناطق گزارش شد.
- وزارت بهداشت پنسیلوانیا اعلام کرد که تشعشعات این حادثه اثرات واقعی بر سلامت مردم گذاشته است.

اثرات اجتماعی و انرژی

این حادثه تصویر «انرژی هسته‌ای به‌عنوان انرژی پاک و ایمن» را در آمریکا نابود کرد. صنعت هسته‌ای آمریکا پس از آن برای مدتی **رکود جدی** را تجربه کرد.

اما از دل این بحران، مفهومی نو پدید آمد:





- **نگاوات: Negawatts** انرژی صرفه جویی شده که به عنوان سوخت پنجم پس از زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و اورانیوم شناخته شد.
- در دهه ۱۹۸۰، آمریکا به توسعه خانه ها، خودروها و لوازم برقی کم مصرف روی آورد. فرهنگ «زندگی صرفه جویانه در مصرف انرژی» به تدریج گسترش یافت.

میراث حادثه

- حادثه تری مایل آیلند بدون تلفات مستقیم انسانی بود، اما به عنوان بزرگ ترین فاجعه هسته ای آمریکا در قرن بیستم ثبت شد. همچنین الهام بخش بازاندیشی جدی درباره گزینه های انرژی آینده شد، زیرا:
- سوخت های فسیلی با بحران آلودگی و کربن روبه رو بودند.
 - انرژی هسته ای خطرات فاجعه بار داشت.
 - انرژی های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید در آن زمان هنوز از نظر اقتصادی و مقیاس پذیری محدودیت های جدی داشتند.

جمع بندی

حادثه تری مایل آیلند نشان داد که حتی یک خطای کوچک فنی و انسانی می تواند اعتماد عمومی به انرژی هسته ای را نابود کند. این رویداد نقطه عطفی در تاریخ انرژی آمریکا بود و مسیر را به سوی بهره وری انرژی و صرفه جویی به عنوان منبع جدید انرژی هموار ساخت.





فصل ۲۹

ابر سمی سوزو

آغاز حادثه

در ۱۰ ژوئیه ۱۹۷۶، در شهر سوزو در شمال ایتالیا، به دلیل افزایش فشار بیش از حد در داخل راکتور یک کارخانه شیمیایی، حجم زیادی مواد سمی به اتمسفر نشت کرد. این کارخانه که متعلق به شرکت **Icmesa Chemical Co.** از مجموعه شرکت داروسازی سوئیسی **هوفمان-لا روش** بود، در آن زمان در حال تولید ماده‌ای به نام **تری کلرو فنول Trichlorophenol** بود.

گسترش آلودگی

ابر سمی ایجاد شده تنها در ۱۵ دقیقه به ۱۱ روستا در شعاع ۵ کیلومتری سوزو رسید. به دلیل وجود **کلر** در ترکیب نشت یافته:

- ۴۰'۰۰۰ دام مردند.
- بیش از ۳'۰۰۰ خانوار در معرض مستقیم ابر سمی قرار گرفتند.
- از میان حدود ۴۰۰ زن باردار، ۵۱ نفر سقط جنین کردند و بیش از ۱۰۰ نفر دیگر برای جلوگیری از تولد نوزادان ناقص الخلقه، سقط جنین القای انجام دادند. حتی کلیسای کاتولیک روم که سقط جنین را ممنوع می‌داند، فرمانی صادر کرد که قربانیان این حادثه می‌توانند سقط انجام دهند.

پیامدهای انسانی

بسیاری از مردم دچار **سوختگی و بیماری‌های پوستی** شدند. کودکان بیش از همه آسیب دیدند و دچار تغییر چهره و مشکلات شدید پوستی شدند.

کشف دیوکسین

تحقیقات بعدی نشان داد که ماده اصلی مسئول این فاجعه **دی‌اکسین TCDD** بوده است؛ ترکیبی فوق‌العاده سمی که:

- ۷ برابر سیانید که پیش‌تر سمی‌ترین ماده شناخته شده بود سمی‌تر است.
- در بدن موجودات زنده تجمع می‌کند.
- در طبیعت تجزیه نمی‌شود و حتی در دمای بالا نیز پایدار است.
- توان بالایی برای ایجاد سرطان حتی در مقادیر بسیار کم دارد.





پیامدهای سیاسی و اجتماعی

این حادثه به یک بحران سیاسی بزرگ در ایتالیا بدل شد. شرکت عامل **lcmesa** نه تنها مسئولیت را نپذیرفت بلکه با استناد به «مزایای اقتصادی» خود، ادعا کرد که توسعه سرمایه داری گاه با «چنین مشکلاتی» همراه است. این موضع گیری خشم مردم ایتالیا را برانگیخت.

دادگاه در ابتدا ۵ مقام مسئول را به زندان محکوم کرد، اما بعدها اکثر آنها تبرئه شدند و در نهایت تنها دو نفر مجازات خفیف دیدند. مبلغ غرامت نیز **۱۹۰ میلیون دلار** تعیین شد که کمتر از نصف خسارت واقعی بود.

در سال ۱۹۸۹، **انریکو پائولتی** مدیر کارخانه در زمان حادثه، توسط یک گروه تروریستی چپ گرا به نام **Prima Linea** ترور شد. آن ها اعلام کردند دلیل این اقدام، «آزاد شدن وی از مجازات به رغم خسارات عظیم وارده به مردم» بوده است.

جمع بندی

حادثه سوزو نه تنها یکی از **فجیع ترین فجایع شیمیایی اروپا** بود، بلکه موجب شد جهان نسبت به **خطرات دیوکسین ها** و سوء مدیریت صنایع شیمیایی آگاه شود. این رویداد همچنین ضعف نظام قضایی و سیاسی در مواجهه با فجایع زیست محیطی را آشکار کرد و به تقویت قوانین بین المللی برای کنترل مواد خطرناک انجامید.





فصل ۳۰

آلودگی رودخانه جیمز با ماده Kepone

آغاز ماجرا

در دهه ۱۹۶۰ شرکت **Allied Chemical Corp.** آمریکا آفت کشی به نام **Kepone** تولید کرد. این ماده شیمیایی بسیار سمی و غیرقابل تجزیه بود و بیشتر به کشورهای آمریکای مرکزی و جنوبی برای کنترل آفات موز صادر می شد. در داخل آمریکا تنها برای از بین بردن سوسک و مورچه های آتشین استفاده محدود داشت.

با کاهش تقاضا در دهه ۱۹۷۰، **Allied Chemical** تولید را متوقف کرد. اما دو کارمند سابق شرکت، شبکه فروش و حق امتیاز را خریدند و در شهر **هوپول (Hopewell)** ویرجینیا شرکتی به نام **Life Science** تأسیس کردند. این کارخانه در یک پمپ بنزین متروکه راه اندازی شد و از آوریل ۱۹۷۴ تولید **Kepone** را آغاز کرد. شرایط کاری بسیار بد بود؛ گرد و غبار سمی همه جا پخش می شد و کارکنان ساعت ها در محیط آلوده کار می کردند.

بروز علائم مسمومیت

تنها پس از چند هفته، کارگران علائم مسمومیت نشان دادند: سرگیجه، دردهای عصبی، تشنج، مشکلات کبدی و ناباروری. حتی خانواده هایشان هم علائم مشابه داشتند. بیش از نیمی از ۱۵۰ کارگر کارخانه به بیماری های جدی مبتلا شدند. وزارت بهداشت ویرجینیا تحقیق کرد و علت را **Kepone** دانست. در نتیجه، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) در ۱۹۷۵ دستور تعطیلی کارخانه را صادر کرد.

ورود Kepone به رودخانه جیمز

با تعطیلی کارخانه، مدیران **Life Science** مقدار زیادی از باقی مانده های سمی **Kepone** را به فاضلاب شهری ریختند. این مواد به تصفیه خانه رسید و به دلیل سمیت شدید، میکروارگانیسم های تجزیه کننده را کشت و سیستم تصفیه را فلج کرد. در نتیجه، آلودگی مستقیم وارد **رودخانه جیمز** شد.

طولی نزدیک به **۱۰۰ کیلومتر** از رودخانه به «رودخانه مرگ» تبدیل شد؛ جایی که هیچ موجود زنده ای نتوانست دوام بیاورد. رودخانه جیمز که تا آن زمان منبع آب آشامیدنی و تفریحی (ماهیگیری و قایق رانی) بود و به خلیج چساپیک (بزرگ ترین مرکز صید صدف در شرق آمریکا) می ریخت، عملاً نابود شد. دولت ویرجینیا در سال ۱۹۷۵ ماهیگیری در محدوده **۱۶۰ کیلومتری** رودخانه را ممنوع کرد. این ممنوعیت تنها در سال ۱۹۸۹ (۱۵ سال بعد) لغو شد.

۱۶





شرایط خاص مصب رودخانه

مصب رودخانه جیمز که محل تلاقی آب شیرین و شور بود، یکی از متنوع ترین زیستگاه های طبیعی محسوب می شد. اما به دلیل لایه بندی آب شور و شیرین، آلاینده ها در این ناحیه گیر افتادند و بارها بین رسوب و آب در گردش قرار گرفتند. به همین دلیل، آسیب زیست محیطی در مصب شدیدتر و طولانی تر بود و پژوهشگران تخمین زدند دهه ها زمان نیاز است تا ترمیم کامل رخ دهد.

پیگرد حقوقی و اقدامات قانونی

پس از فاجعه، شکایتی به ارزش ۲۵ میلیون دلار مطرح شد. اما شرکت Life Science ورشکسته بود و توان پرداخت نداشت. در نهایت، مسئولیت به Allied Chemical برگشت و این شرکت به پرداخت ۱۳ میلیون دلار غرامت برای قربانیان و پاکسازی رودخانه محکوم شد. در سال ۱۹۷۷، EPA استفاده از Kepone را در سراسر آمریکا ممنوع کرد و در سال ۱۹۷۸ تولید و صادرات آن به خارج از کشور نیز ممنوع شد.

اهمیت این حادثه

این فاجعه نمونه ای آشکار از پیامدهای سوءمدیریت مواد شیمیایی سمی بود. پیام های کلیدی آن:

۱. کارخانه های مواد خطرناک باید حتی در هنگام تعطیلی تحت نظارت شدید باشند.
۲. تصفیه خانه های شهری ظرفیت محدودی برای دفع آلاینده های پیچیده دارند و نیازمند نظارت دقیق اند.
۳. آلودگی شیمیایی رودخانه ها نه تنها محیط زیست بلکه اقتصاد (صید، گردشگری) و سلامت عمومی را برای سال ها فلج می کند.

جمع بندی

حادثه رودخانه جیمز با ماده Kepone یکی از بزرگ ترین فجایع آلودگی آب در تاریخ آمریکا بود. این ماجرا به خوبی نشان داد که طمع و بی مسئولیتی صنعتی می تواند یک منبع حیاتی آب و غذا را به جهنمی مرگبار تبدیل کند.





فصل ۳۱

فاجعه سزیم گویانیا

آغاز حادثه

در سال ۱۹۸۵ یک بیمارستان خصوصی در **گویانیا** (مرکز ایالت گویاس برزیل) به ساختمان جدیدی منتقل شد. این بیمارستان، مرکز درمان سرطان بود و از دستگاه **رادیوتراپی سزیم-۱۳۷** استفاده می کرد. هنگام انتقال، دستگاه قدیمی در ساختمان متروکه باقی ماند و تنها دستگاه جدید **کبالت-۶۰** به دولت گزارش شد. دو نامه پرسشی دولت درباره وضعیت دستگاه قدیمی هم بی پاسخ ماند.

در **۱۳ سپتامبر ۱۹۸۷**، دو جوان بیکار به نام های **روبرتو دوس سانتوس آلوش و واگنر موتا پیرا** این دستگاه را از ساختمان متروکه بیرون آوردند و به قیمت ۲۵ دلار به یک خریدار ضایعات فروختند.

باز شدن کپسول

در کارگاه ضایعاتی، دستگاه طی چند روز باز شد و کپسول سربی آن شکسته شد. درون آن ماده ای درخشان و آبی رنگ قرار داشت: **سزیم-۱۳۷**، با نیمه عمر حدود ۳۰ سال و تابش قوی. این ذرات نورانی به عنوان «سنگ قیمتی» میان خانواده و همسایگان پخش شدند. برخی آن ها را در جیب گذاشتند، برخی روی پوست مالیدند تا بدرخشند.

شیوع آلودگی

چند روز بعد، علائم شدید ظاهر شد: تهوع، ریزش مو، زخم های پوستی. صاحب کارگاه با کیسه ای حاوی ذرات سزیم به درمانگاه رفت و همان جا منشأ فاجعه افشا شد. دولت برزیل کمیته اضطراری تشکیل داد و از **آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA)** کمک خواست. در ورزشگاه شهر، ۱۱۲ هزار نفر غربالگری شدند؛ **۲۵۰ نفر آلوده**، ۵۰ نفر در شرایط شدید، ۲۰ نفر بستری و ۴ نفر (از جمله همسر و دختر برادر صاحب کارگاه) طی یک ماه جان باختند.

۸۵ خانه به شدت آلوده شدند و باید تخریب می شدند. خاک و مصالح آلوده جمع آوری و در ظروف ویژه سربی دفن شدند. حتی اجساد قربانیان در تابوت های سربی غیرقابل نفوذ دفن گردیدند.

پیامدهای اجتماعی و اقتصادی

- محصولات کشاورزی، صنعت و گردشگری منطقه با سقوط ۴۰٪ قیمت ها آسیب دیدند.
- هزاران نفر منطقه را ترک کردند.
- مردم دولت را به دلیل مدیریت ضعیف مواد رادیواکتیو مقصر دانستند. مسئولیت به سه پزشک مدیر بیمارستان و همچنین کمیسیون انرژی هسته ای برزیل و وزارتخانه های بهداشت و کار بازگشت.





اهمیت جهانی

این حادثه یکی از جدی ترین فاجعه های انتشار مواد رادیواکتیو خارج از نیروگاه در جهان بود (۱۴۰۰ کوری تابش آزاد شد). هرچند بسیار کمتر از چرنوبیل (۵۰ میلیون کوری)، اما به دلیل تماس مستقیم مردم با مواد رادیواکتیو، آسیب گسترده تری داشت. پرستاران، پزشکان و پلیس نیز قربانی آلودگی ثانویه شدند.

در سال ۱۹۸۹ فیلمی با عنوان «سزیم ۱۳۷: کابوس گویانیا» ساخته شد که بر پایه شهادت قربانیان و کارکنان درمانی بود و بعدها در اجلاس های جهانی محیط زیست نمایش داده شد.

جمع بندی

فاجعه گویانیا نشان داد که مواد رادیواکتیو تنها در نیروگاه ها خطرناک نیستند، بلکه در بیمارستان ها، دانشگاه ها و صنایع هم می توانند فاجعه بیافرینند، اگر مدیریت و نظارت دقیقی بر آنها وجود نداشته باشد. این حادثه هشدار جدی درباره ضرورت سیستم های ایمن برای نگهداری و دفع مواد رادیواکتیو و نیز **خطر بالقوه تروریسم هسته ای** بود.





فصل ۳۲

نشت فنول در رودخانه ناکدوونگ

آغاز حادثه

در مارس ۱۹۹۱، در شهر صنعتی گومی واقع در بالادست رودخانه ناکدوونگ کره جنوبی، در شرکت **D-Electronics**، لوله انتقال زیرزمینی مواد اولیه فنول دچار نشتی شد. حدود ۳۰ تن فنول وارد رودخانه گردید.

فنول وارد شده هنگام فرآیند ضد عفونی آب با کلر، به **کلروفنول** تبدیل شد که طعم و بوی شدیدی ایجاد می کرد. در نتیجه، شهروندان **دئگو** (سومین شهر بزرگ کره جنوبی) که از این آب به عنوان آب آشامیدنی استفاده می کردند، دچار مشکلات جدی شدند. آب لوله کشی طعم و بوی تعفن پیدا کرد و وحشت عمومی شکل گرفت. حتی **بوسان**، دومین شهر بزرگ کشور در پایین دست رودخانه، تحت تأثیر قرار گرفت.

پیامدهای انسانی و اجتماعی

بیش از ۱۶۱۷ مورد شکایت در دئگو ثبت شد، از جمله نگرانی زنان باردار بابت تولد نوزادان ناقص. خشم عمومی به اوج رسید و اعتماد مردم به دولت و شرکت آلاینده به شدت تضعیف شد.

دومین حادثه

با وجود دستور توقف فعالیت و بهسازی خطوط انتقال، دولت در ۹ آوریل ۱۹۹۱ به طور ناگهانی اجازه از سرگیری عملیات را داد. کارخانه در ۱۸ آوریل بازگشایی شد و تنها چهار روز بعد، ۱/۳ تن فنول دوباره به دلیل شکستگی لوله های روزمینی نشت کرد. هرچند این بار حدود ۱ تن فنول بازیابی شد، اما خشم مردم بیشتر شد. کارخانه برای ۶۴ روز تعطیل گردید.

عواقب سیاسی و اقتصادی

- شرکت **D-Electronics** مجبور شد ۲۲ میلیارد وون غرامت بپردازد.
- وزیر و معاون وزیر محیط زیست استعفا دادند.
- هفت مقام دولتی به جرم پنهان کاری بازداشت شدند.
- مردم دئگو جنبشی علیه دولت و شرکت آلاینده آغاز کردند، از پرداخت قبض آب خودداری نمودند و تحریم سراسری محصولات گروه **D** شکل گرفت.

اصلاحات و اقدامات بعدی

این حادثه، بزرگ ترین خشم عمومی ناشی از یک فاجعه زیست محیطی در تاریخ کره جنوبی بود. دولت در پی آن:





- در سال ۱۹۹۳ «برنامه جامع آب سالم» را تصویب کرد.
- ساخت تصفیه خانه های فاضلاب، بهسازی شبکه لوله کشی و پاک سازی رودخانه ها را گسترش داد.
- سیستم های نوینی مانند مدیریت بار آلاینده ها، نواحی حریم رودخانه، خرید اراضی در مناطق حفاظت از منابع آب، شبکه های پایش خودکار و مدیریت یکپارچه حوضه های آبریز معرفی شدند.

اهمیت جهانی

نشت فنول رودخانه ناکدونگ نشان داد که آلودگی منابع آب آشامیدنی با مواد سرطان زا می تواند نه تنها سلامت، بلکه مشروعیت سیاسی و اقتصادی دولت ها و شرکت ها را به خطر اندازد. این فاجعه همچنین آگاهی عمومی در کره جنوبی را درباره اینکه «آب آشامیدنی مساوی حق بقا» است، به شدت افزایش داد.

جمع بندی

حادثه رودخانه ناکدونگ به عنوان نقطه عطف سیاست های آب در کره جنوبی شناخته می شود. این فاجعه نشان داد که یک خطای صنعتی ساده می تواند به بحرانی ملی بدل شود و لزوم مدیریت شفاف، نظارت دقیق و آموزش زیست محیطی را برای دولت ها و صنایع جهان آشکار کرد.





فصل ۳۳

حوادث هسته‌ای توکای مورا و فوکوشیما

حادثه توکای مورا (۱۹۹۹)

در ۳۰ سپتامبر ۱۹۹۹، در تأسیسات سوخت هسته‌ای توکای مورا در استان ایباراکی ژاپن، خطایی انسانی منجر به یکی از جدی ترین حوادث هسته‌ای این کشور شد. کارگران برای صرفه جویی در زمان، به جای استفاده از مخازن ایمن طراحی شده، محلول اورانیوم غنی شده را در ظرفی معمولی ریختند. این کار باعث آغاز یک واکنش زنجیره‌ای غیرقابل کنترل شد.

پیامدها:

- دستور تخلیه برای ۳۱۰ هزار نفر در شعاع ۱۰ کیلومتری صادر شد.
 - ۴۹ نفر به طور مستقیم در معرض تابش قرار گرفتند.
 - سه کارگر در مرکز حادثه دوز بالای پرتو گرفتند؛ یکی از آنها (هی ساشی اوچی) پس از ۸۳ روز رنج درگذشت.
- این حادثه نشان داد که با وجود سابقه بمباران اتمی هیروشیما و ناگازاکی، فرهنگ ایمنی و مدیریت هسته‌ای ژاپن ناکافی بوده است. از سال ۱۹۷۱ تا آن زمان بیش از ۲۰ نشت پرتوی در توکای مورا ثبت شده بود.

دیگر حوادث هسته‌ای ژاپن در دهه ۱۹۹۰

ژاپن در این دهه چندین حادثه دیگر را تجربه کرد:

- ۱۹۹۱: نشت در نیروگاه می هاما. (Kansai Electric)
 - ۱۹۹۵: نشت سدیم مایع در تأسیسات آزمایشی مونجو.
 - ۱۹۹۷: آتش سوزی در کارخانه بازآآوری سوخت و خوردگی ۲۰۰۰ بشکه پسماند رادیواکتیو.
- تکرار این حوادث در نهایت به تعطیلی نهاد اصلی توسعه هسته‌ای ژاپن، DONEN، در ۱۹۹۸ انجامید.

فاجعه فوکوشیما (۲۰۱۱)

در ۱۱ مارس ۲۰۱۱، ساعت ۱۴:۴۶، زمین لرزه‌ای با قدرت ۹ ریشتر (بزرگترین در تاریخ ژاپن) در بستر دریای میاگی رخ داد. در آن زمان ژاپن ۵۴ نیروگاه هسته‌ای فعال داشت که ۱۴ واحد آنها مستقیماً تحت تأثیر بودند.





۵۰ دقیقه بعد، **سونامی ۱۵ متری** به نیروگاه **فوکوشیما** **دای ایچی** رسید. ارتفاع این موج سه برابر حدی بود که در طراحی نیروگاه پیش بینی شده بود. ژنراتورهای دیزلی اضطراری که در زیرزمین قرار داشتند، غرق شدند و نیروگاه کاملاً دچار **خاموشی سیاه (Blackout)** شد. سیستم های خنک کننده از کار افتادند و در نهایت:

- دمای رآکتورها بالا رفت و انفجار رخ داد.
- استخرهای سوخت مصرف شده آتش گرفتند.
- مقدار زیادی مواد رادیواکتیو وارد هوا، خاک، آب های زیرزمینی و دریا شدند.

پیامدها:

- فوکوشیما و سواحل اطراف به مناطق آلودگی شدید رادیواکتیو بدل شدند.
- این حادثه در سطح فاجعه **چرنوبیل** طبقه بندی شد.
- هم زمانی با مرگ حدود **۲۰ هزار نفر بر اثر سونامی** باعث شد بسیاری از تلفات به اشتباه به نیروگاه نسبت داده شوند، اما واقعیت این بود که صدها هزار نفر به دلیل آلودگی رادیواکتیو آواره شدند.

پیامدهای سیاسی و جهانی

- شوک ناشی از فوکوشیما بسیاری از کشورها (از جمله آلمان) را به سمت سیاست **خروج از انرژی هسته ای** سوق داد.
- اعتماد عمومی در ژاپن نسبت به دولت و صنعت هسته ای به شدت سقوط کرد.
- این فاجعه نشان داد که حتی کشورهای پیشرفته با فناوری پیشرفته هم در برابر ترکیب **فاجعه طبیعی + خطای طراحی** آسیب پذیرند.

جمع بندی

ژاپن، کشوری که خود قربانی بمب اتمی بوده است، در قرن بیستم و بیست و یکم باز هم از انرژی هسته ای آسیب دید. توکای مورا ضعف فرهنگ ایمنی را آشکار کرد، و فوکوشیما نشان داد که حتی طراحی های مهندسی مدرن هم در برابر بلایای طبیعی غیرقابل پیش بینی می توانند شکست بخورند. این حوادث یادآور ضرورت **تنوع بخشی به منابع انرژی، سرمایه گذاری بر انرژی های تجدیدپذیر و مدیریت ریسک جامع** هستند.





فصل ۳۴

تراژدی آزبست

پیشینه

آزبست (پنبه نسوز) ماده ای معدنی است که به دلیل مقاومت بالا در برابر حرارت، کشش، و مواد شیمیایی، از قرن نوزدهم به طور گسترده در صنایع مختلف به کار رفت:

- عایق حرارتی در ساختمان ها و کارخانه ها
- ترمز و کلاچ خودروها
- لوله کشی، سیمان و مصالح ساختمانی

ویژگی های فیزیکی منحصربه فرد آزبست باعث شد آن را «ماده شگفت انگیز قرن بیستم» بنامند.

آغاز نگرانی ها

از اوایل قرن بیستم پزشکان متوجه شدند کارگرانی که در معادن و کارخانه های آزبست کار می کنند، دچار بیماری های ریوی غیرعادی می شوند. در سال ۱۹۲۴ اولین مورد مرگ ناشی از آزبستوزیس (زخم و فیبروز ریه ناشی از تنفس فیبرهای آزبست) ثبت شد. در دهه های بعد، تحقیقات علمی رابطه مستقیم بین قرارگیری در معرض آزبست و بیماری های زیر را ثابت کرد:

- آزبستوزیس
- سرطان ریه
- مزوتلیوما (سرطان پرده جنب ریه یا صفاق، تقریباً مختص آزبست)

ابعاد بحران

با وجود شواهد پزشکی، صنایع آزبست تا دهه ۱۹۷۰ تولید را ادامه دادند و بسیاری از دولت ها نیز دیر اقدام کردند. در برخی کشورها (مانند کانادا و آفریقای جنوبی)، استخراج آزبست بخش مهمی از اقتصاد بود. میلیون ها نفر کارگر معدن و کارخانه، و همچنین میلیون ها نفر دیگر در خانه ها و ادارات آلوده به گردوغبار آزبست شدند.

مشکل اصلی این بود که فیبرهای آزبست نامرئی، بی بو و بی مزه هستند و بیماری ها پس از ۲۰ تا ۴۰ سال آشکار می شوند. به همین دلیل، تراژدی آزبست را «بمب ساعتی سلامت عمومی» نامیدند.





اقدامات قانونی و بین المللی

- در دهه ۱۹۷۰ آمریکا و اروپا قوانین سخت گیرانه ای برای محدود کردن مصرف آزیست وضع کردند.
- در سال ۱۹۸۶، «سازمان بین المللی کار (ILO)» و در سال ۱۹۸۷ «سازمان جهانی بهداشت (WHO)» هشدارهای جدی درباره خطرات آزیست صادر کردند.
- بسیاری از کشورها مصرف آزیست را ممنوع کردند، اما هنوز در برخی کشورهای در حال توسعه (مانند روسیه، چین، هند و ایران) در ساختمان سازی و صنعت استفاده می شود.

وضعیت کنونی

سازمان جهانی بهداشت تخمین می زند هر سال بیش از ۱۰۰ هزار نفر در جهان بر اثر بیماری های ناشی از آزیست جان می بازند. پاک سازی ساختمان های قدیمی آلوده به آزیست میلیاردها دلار هزینه دارد. در عین حال، اختلافات حقوقی علیه شرکت های تولید کننده آزیست در آمریکا به یکی از بزرگ ترین دعاوی جمعی تاریخ بدل شده است.

جمع بندی

«تراژدی آزیست» نشان داد که یک ماده صنعتی، حتی اگر در ابتدا «معجزه گر» باشد، می تواند به قاتل خاموش جهانی بدل شود. این فاجعه جهانی تأکید می کند که:

۱. هیچ ماده شیمیایی نباید بدون آزمایش های ایمنی درازمدت وارد بازار شود.
۲. شفافیت علمی و اطلاع رسانی عمومی باید بر منافع کوتاه مدت اقتصادی اولویت داشته باشد.
۳. کشورهایی مانند ایران که هنوز رد پای مصرف آزیست در صنایع ساختمانی دارند، باید هرچه سریع تر برنامه های جایگزینی و پاک سازی را اجرا کنند.





فصل ۳۵

داستان رادون استنلی واتراس

در دسامبر ۱۹۸۴، یک مهندس آمریکایی به نام استنلی واتراس که در یک نیروگاه هسته‌ای در ایالت پنسیلوانیا کار می‌کرد، هر روز از دروازه ورودی مخصوص کارکنان عبور می‌کرد. در این ورودی، دستگاهی برای سنجش میزان پرتوهای رادیواکتیو تعبیه شده بود تا در صورت آلودگی بدن یا لباس کارگران، هشدار دهد.

یک روز، وقتی واتراس از دروازه گذشت، دستگاه به صدا درآمد. مأموران امنیتی ابتدا تصور کردند که او از داخل نیروگاه مواد رادیواکتیو به همراه دارد. اما بررسی‌های دقیق نشان داد که مشکل از نیروگاه نیست، بلکه خود واتراس در خانه‌اش در معرض گاز رادون بوده و همین پرتوها همراه او به لباس و بدنش چسبیده بود.

گاز رادون یک گاز بی‌رنگ و بی‌بو است که از تجزیه طبیعی اورانیوم موجود در پوسته زمین به وجود می‌آید. در مناطق خاصی که خاک یا سنگ‌ها حاوی مقادیر بیشتری از مواد رادیواکتیو هستند، این گاز می‌تواند در فضاهای بسته مانند خانه‌ها و زیرزمین‌ها تجمع کند.

وقتی تیمی از کارشناسان محیط زیست خانه واتراس را بررسی کردند، متوجه شدند که سطح پرتوهای رادون در آن‌جا به طرز وحشتناکی بالاست؛ به حدی که اگر خانواده او سال‌ها در آن خانه زندگی می‌کردند، خطر ابتلا به سرطان ریه برایشان بسیار زیاد می‌شد.

این حادثه باعث شد توجه عمومی و علمی به خطرات رادون جلب شود. تا پیش از آن، رادون به عنوان یک تهدید جدی برای سلامت عمومی چندان شناخته نشده بود. پس از ماجرای واتراس، دولت آمریکا و بسیاری از کشورها اقدام به اندازه‌گیری سطح رادون در مناطق مختلف کردند. همچنین استانداردهایی برای تهویه ساختمان‌ها و روش‌های کاهش سطح رادون در خانه‌ها تدوین شد.

رادون پس از سیگار کشیدن، دومین عامل مهم بروز سرطان ریه در جهان شناخته شد. تخمین زده می‌شود که سالانه هزاران نفر در ایالات متحده به دلیل قرار گرفتن در معرض رادون جان خود را از دست می‌دهند.

ماجرای واتراس نشان داد که حتی در کشوری با پیشرفته‌ترین سیستم‌های ایمنی هسته‌ای، تهدید اصلی ممکن است نه از یک نیروگاه، بلکه از خانه‌ای عادی و بی‌صدا ناشی شود. این رویداد سرآغاز موجی از آگاهی عمومی و اقدامات پیشگیرانه در زمینه «آلودگی رادون در خانه‌ها» بود.

جمع‌بندی

- کشف تصادفی واتراس، نقطه عطفی در شناخت عمومی خطرات رادون بود.
- رادون عامل مهمی در سرطان ریه است، به‌ویژه در محیط‌های بسته و بدون تهویه.
- پس از این حادثه، قوانین و مقررات زیادی برای پایش و کاهش سطح رادون در خانه‌ها و مدارس اجرا شد.





فصل ۳۶

فاجعه ضد عفونی کننده های مرطوب کننده

سه مسیر اصلی وجود دارد که از طریق آن ها مواد می توانند از محیط خارج وارد بدن انسان شوند:

۱. دستگاه گوارش (بلع) از طریق آب و غذا،

۲. دستگاه تنفسی (استنشاق) از طریق هوا،

۳. تماس پوستی.

حتی اگر ماده ای با همان غلظت وارد بدن شود، اثر آن بر بدن می تواند بسته به مسیر ورود بسیار متفاوت باشد. مشکل بزرگ ضد عفونی کننده های مرطوب کننده این بود که مستقیماً از طریق دستگاه تنفسی وارد بدن شدند.

دولت کره جنوبی استفاده از مواد شیمیایی مانند PHMG، PGH و MCI را که در این محصولات وجود داشت، بدون آزمایش دقیق سمیت هنگام استنشاق، مجاز دانسته بود. این مواد ابتدا برای استفاده های صنعتی طراحی شده بودند. اما به دلیل طبقه بندی اشتباه، این محصولات به عنوان «کالاهای صنعتی» شناخته شدند و تنها تحت مقررات عمومی «قانون مدیریت کیفیت و ایمنی محصولات صنعتی» بررسی شدند. همین موضوع باعث شد هیچ گونه ارزیابی کافی از خطرات تنفسی آن ها انجام نشود و در نهایت، آسیب های گسترده ای به مصرف کنندگان وارد شد.

در واکنش به این حادثه، دولت کره جنوبی در سال ۲۰۱۳ قانونی به نام «قانون ثبت، ارزیابی و غیره مواد شیمیایی» تصویب کرد. این قانون قرار بود ابزاری تازه برای حفاظت از سلامت عمومی و محیط زیست در برابر مواد شیمیایی باشد. با این حال، هنوز هم پر از خلأها و کاستی ها است.

کره جنوبی در حال حاضر از نظامی موسوم به «سیستم منفی» پیروی می کند؛ به این معنا که تنها استفاده از برخی مواد مضر مشخصاً ممنوع است. در مقابل، در اروپا و ایالات متحده «سیستم مثبت» اعمال می شود؛ یعنی فقط استفاده از مواد شیمیایی که بی خطر تشخیص داده شده اند مجاز است. در سیستم مثبت، عملاً امکان استفاده عمومی از مواد خطرناک وجود ندارد، زیرا کنترل تا سطح تولیدکنندگان صورت می گیرد. اما در سیستم منفی، چون مسئولیت مدیریت به تولیدکننده واگذار می شود، این احتمال وجود دارد که مواد شیمیایی خطرناک ثبت نشده همچنان به دست مصرف کننده برسند.

جیمز جی. اسپت، استاد برجسته سیاست محیط زیست در ایالات متحده و استاد دانشگاه ییل، در کتاب خود **طلوع سرخ در بامداد (۲۰۰۴)** نوشت که آموزش محیط زیستی باید برای تمام دانش آموزانی که از مدارس فارغ التحصیل می شوند اجباری باشد. او این موضوع را یکی از هشت گذار مهم در جامعه مدرن می داند. دلیل این پیشنهاد، پر کردن شکاف میان رشد سریع علم و فناوری و آگاهی نسبتاً پایین عموم مردم بود.

او معتقد بود در محیط زندگی مدرن، **خطرات بهداشتی همه جا حضور دارند**، اما مردم به دلیل نداشتن دانش کافی، قادر به درک آن نیستند و همین موضوع آن ها را در معرض آسیب و حوادث قرار می دهد. به بیان دیگر، آموزش محیط زیستی امری حیاتی برای بقا است. فقدان دانش محیط زیستی به معنای ناتوانی در داشتن یک زندگی سالم و ایمن در دل تمدن مدرن است. این فصل نشان می دهد که بی توجهی به ارزیابی های علمی و طبقه بندی اشتباه مواد شیمیایی می تواند فجایعی مرگبار ایجاد کند.





فصل ۳۷

راز پرتوهای الکترومغناطیسی سن دیگو

یک رشته مرگ های ناشی از **تومور مغزی** در میان استادان و دانشجویان در دانشگاه ایالتی سن دیگو در کالیفرنیا، ایالات متحده رخ داد. این مرگ ها که از سال ۱۹۹۳ آغاز شده بود، در دهه ۲۰۰۰ افزایش یافت. قابل توجه است که هفت عضو هیئت علمی (۱ نفر در ۱۹۹۳، چهار نفر در ۲۰۰۸، یک نفر در ۲۰۱۰ و یک نفر در ۲۰۱۳) و سه دانشجو (یکی در ۲۰۰۸، یکی در ۲۰۱۱ و یکی در ۲۰۱۲) همگی در اتاق ۱۳۱ سالن نساتیر یا ساختمان های مجاور آن مشغول به کار یا تحصیل بودند.

در سال ۲۰۱۱، آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) وابسته به سازمان جهانی بهداشت، **پرتوهای ناشی از تلفن های همراه** را در گروهی طبقه بندی کرد که «می توانند سرطان را برای انسان باشند». در این گروه موادی همچون سرب، DDT، آزیست و کلروفرم نیز قرار دارند.

مورد مشابهی در **دانشگاه کالیفرنیا در سن دیگو** اتفاق افتاد. از سال ۲۰۰۰ تاکنون دست کم هشت کارمند در ساختمان ادبیات این دانشگاه به سرطان سینه مبتلا شدند و دو نفر نیز جان باختند. افزون بر این، چندین مورد دیگر از سرطان ها مانند سرطان تخمدان و غدد بزاقی گزارش شد. به دلیل شیوع بالای سرطان سینه، درخواست هایی برای تحقیق در سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ مطرح شد، اما تا سال ۲۰۰۷ هیچ بررسی ای انجام نشد. در نهایت، تحقیقات نتیجه گرفت که «هیچ مدرک احتمالی» برای توضیح افزایش نرخ سرطان وجود ندارد.

با این حال، دانشجویان، استادان و کارکنان استدلال کردند که دانشگاه در رسیدگی به نگرانی ها کوتاهی کرده است، زیرا ساختمان ادبیات تعداد هشداردهنده ای موارد سرطان داشت. آن ها با پلاکاردهایی که روی آن نوشته شده بود «بحران ایمنی» دست به اعتراض زدند. این فشار باعث شد دانشگاه در سال ۲۰۰۸ تحقیق تازه ای انجام دهد. در این زمان، هر دو آسانسور ساختمان که مظنون به ایجاد میدان های الکترومغناطیسی سرطان زا بودند، خاموش شدند.

بررسی جدید نتیجه گرفت که «ممکن است اندکی یا کمی افزایش خطر سرطان سینه مرتبط با بخش کوچکی از طبقه اول، بسیار نزدیک به اتاق برق و موتورخانه آسانسور وجود داشته باشد». در پی این یافته ها، دانشگاه بخش های پرخطر را تخلیه کرد و موتورها و تجهیزات آسانسور را تعویض نمود تا تولید میدان های الکترومغناطیسی (EMF) کاهش یابد.

با این حال، زیان های ناشی از **پرتوهای رادیوفرکانسی** که در دستگاه های بی سیم مختلف از جمله تلفن همراه استفاده می شود، همچنان موضوعی است که مقررات دولتی در قبال آن بسیار ناکافی است و کاربران نیز آگاهی چندانی ندارند. بنابراین حتی زمانی که چنین حوادثی رخ می دهد، نتیجه نهایی معمولاً بی ثمر باقی می ماند. این همان واقعیت است.

بحث های علمی درباره زیان های احتمالی **امواج الکترومغناطیسی ناشی از فناوری های بی سیم و استفاده از برق** همچنان در ایالات متحده و اروپا ادامه دارد. این فصل نشان می دهد که موضوع قرار گرفتن در معرض پرتوهای الکترومغناطیسی هنوز هم یک «منطقه خاکستری علمی» است و شفافیت و مقررات کافی برای حفاظت از مردم وجود ندارد.





فصل ۳۸

باران اسیدی اسکاندیناوی

شبه جزیره اسکاندیناوی، جایی که کشورهای شمال اروپا همچون سوئد، نروژ و فنلاند قرار دارند، بیش از یک چهارم کل مساحت اروپا را در بر می گیرد، اما جمعیتی حدود ۳۰ میلیون نفر دارد. این کشورها با داشتن کوه ها و دریاچه های فراوان و ساختاری اجتماعی پایدار که صلح و رفاه را در اولویت قرار می دهد، از نظر جغرافیایی نسبتاً دور از آلودگی های محیطی بودند.

با این حال، از دهه ۱۹۵۰ نشانه های غیرعادی در جنگل ها و دریاچه های این منطقه آشکار شد. جنگل های سرسبز به تدریج نابود شدند و ماهی ها در رودخانه ها و دریاچه ها شروع به ناپدید شدن کردند. دلیل اصلی این پدیده، باران اسیدی ناشی از آلاینده های هوا بود که از کشورهای همسایه وارد منطقه می شد.

باران اسیدی حاصل ترکیب اکسیدهای گوگرد و نیتروژن با بخار آب موجود در جو است. این ترکیبات پس از بارش به زمین می رسند و خاک، دریاچه ها، رودخانه ها و گیاهان را اسیدی می کنند. در خاک های اسکاندیناوی که لایه آهک محافظ کمی دارند، باران اسیدی به سرعت موجب نابودی حاصلخیزی خاک و مرگ موجودات زنده می شود. به همین دلیل، بسیاری از دریاچه های این منطقه به «دریاچه های مرده» تبدیل شدند و جنگل ها به طور گسترده تخریب شدند.

شدت این بحران تا جایی بود که گزارش شد در برخی مناطق سوئد، آب لوله کشی به دلیل انحلال فلزات در لوله ها، مقادیر بالایی یون مس داشت و حتی رنگ موهای برخی ساکنان به رنگ قرمز تغییر پیدا کرده بود. باران اسیدی همچنین سازه ها و آثار تاریخی مانند کلیسای نوتردام در پاریس و کلیسای کلن در آلمان را فرسوده کرده است.

بررسی عکس های ماهواره ای در دهه ۱۹۹۰ نشان داد که باران اسیدی در محدوده وسیعی از بریتانیا تا آسیای مرکزی به طور منظم می بارد. حتی مشخص شد که باران اسیدی تولید شده در آمریکای شمالی از اقیانوس اطلس عبور کرده و به اروپا می رسد.

این پدیده باعث بروز تنش های ملی و بین المللی شد. کانادا مدعی بود که بیش از ۷۰٪ مواد ایجادکننده باران اسیدی در این کشور از ایالات متحده می آید. همچنین پذیرفته شد که بخش عمده باران اسیدی در اسکاندیناوی ناشی از انتشار آلودگی در بریتانیا و آلمان است. ژاپن نیز اعلام کرد که ۵۰٪ باران اسیدی آن ناشی از چین، ۱۵٪ ناشی از شبه جزیره کره و ۳۵٪ داخلی است. در مورد کره جنوبی، تخمین زده شد که ۳۰ تا ۵۰٪ باران اسیدی از آلودگی های چین ناشی می شود. چین، به عنوان بزرگترین تولیدکننده و مصرف کننده زغال سنگ در جهان، هنوز هم با بارش باران اسیدی در حدود ۳۰٪ خاک خود مواجه است.

این فصل نشان می دهد که باران اسیدی یک مشکل محلی نیست بلکه پدیده ای فرامرزی است که می تواند تنش های سیاسی و زیست محیطی میان کشورها ایجاد کند.





فصل ۳۹

جنگ آب رود اردن

روی زمین، حدود ۷۰٪ سطح زمین را آب پوشانده است که در مجموع به ۱/۴ میلیارد کیلومتر مکعب می‌رسد. با این حال، بیشتر این آب شور بوده و برای آشامیدن قابل استفاده نیست. تنها حدود ۲/۶٪ آب‌ها شیرین هستند و از همین مقدار نیز دوسوم در یخچال‌های قطبی محبوس است. بخشی هم در مناطق غیرقابل استفاده یا در زمان و مکان نامناسب می‌بارد و موجب بلایایی همچون سیل می‌شود. در نتیجه، آبی که واقعاً در دسترس بشر قرار دارد، تنها حدود ۰/۰۰۷۲٪ کل آب زمین است.

اگر این مقدار محدود به‌طور عادلانه میان همه انسان‌ها تقسیم شود، می‌تواند نیازها را تأمین کند. اما متأسفانه، منابع آب شیرین در جهان به‌طور نامتوازن توزیع شده‌اند. برخی کشورها مانند ایسلند با ۶۰۶'۵۰۰ تن سرانه، کانادا با ۹۴'۰۰۰ تن، نروژ با ۸۸'۰۰۰ تن، روسیه با ۲۹'۰۰۰ تن، سوئد با ۲۰'۰۰۰ تن و ایالات متحده با ۸'۹۰۰ تن در زمره کشورهای پرآب قرار دارند. در مقابل، کشورهایی همچون کویت (۱۱ تن سرانه)، اسرائیل (۲۸۹ تن)، امارات متحده عربی (۶۴ تن) و مصر (۴۳ تن) با کمبود شدید آب مواجه‌اند.

در قرن گذشته، رشد انفجاری جمعیت و صنعتی‌شدن باعث شد مصرف آب به‌شدت افزایش یابد. جمعیت زمین چهار برابر شد، اقتصاد ۱۴ برابر رشد کرد، تولید صنعتی ۴۰ برابر شد و زمین‌های کشاورزی پنج برابر افزایش یافت. نتیجه این تغییرات، ۹ برابر شدن مصرف آب در طول یک قرن بود؛ به عبارتی مصرف آب هر ۲۰ سال دو برابر شد. این افزایش مصرف، به افزایش پساب‌ها و آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیز انجامید.

امروزه، حدود ۴۰٪ جمعیت جهان در بیش از ۸۰ کشور با مشکلات مرتبط با آب دست‌وپنجه نرم می‌کنند. سازمان ملل گزارش داده است که روزانه بیش از ۵۰۰۰ کودک به دلیل مشکلات مرتبط با آب جان خود را از دست می‌دهند. این بحران به‌ویژه در آفریقا، هند و چین، موجب مرگ میلیون‌ها نفر در هر سال می‌شود. به همین دلیل، سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ و پس از اجلاس محیط‌زیست ریو، روز ۲۲ مارس را به‌عنوان روز جهانی آب تعیین کرد.

اگر قرن بیستم «قرن آتش (نفت)» بود، قرن بیست‌ویکم به‌عنوان «قرن آب» شناخته می‌شود. سازمان‌های بین‌المللی از جمله بانک جهانی هشدار داده‌اند که در این قرن، جنگ‌های مربوط به آب بیشتر از جنگ‌های مربوط به نفت خواهد بود. هم‌اکنون حدود ۴۰٪ مردم جهان برای آب آشامیدنی وابسته به رودها و منابعی هستند که از کشورهای همسایه سرچشمه می‌گیرند. بیش از ۲۱۴ رودخانه بین‌المللی در جهان جریان دارند که می‌توانند در صورت بدتر شدن شرایط آب، به‌سان بشکه‌های باروتی عمل کنند و جنگی فراگیر را شعله‌ور سازند. این فصل هشدار می‌دهد که بحران آب در آینده نه تنها یک مسئله زیست محیطی بلکه یک تهدید امنیتی و ژئوپلیتیکی خواهد بود.





فصل ۴۰

دفن زباله های سمی کوکو

در سال های ۱۹۸۷ تا ۱۹۸۸، یک کارمند ایتالیایی یک شرکت ساختمانی در نیجریه، با همکاری یک تبعه نیجریه ای، توطئه ای ترتیب دادند تا در مجموع ۳۸'۸۴۰ تن زباله خطرناک را از ایتالیا به بندر کوکو در ایالت بندل نیجریه قاچاق کنند. این محموله ها در پنج نوبت، از اوت ۱۹۸۷ تا مه سال بعد، تحت پوشش «محصولات شیمیایی» وارد شدند.

بشکه های ارسالی حاوی مواد شیمیایی خطرناکی مانند بی فنیل های پلی کلره (PCB) که هنگام سوختن دیوکسین تولید می کنند، دی متیل فرمالدهید و الیاف آزبست بودند. این بشکه ها در حیاط پشتی یک کشاورز بی خبر از ماجرا نگهداری شدند. چند ماه بعد، بشکه های زنگ زده شروع به نشت مواد سمی کردند و خاک و آب های زیرزمینی را آلوده ساختند. در نتیجه، تعدادی از روستاییان به شدت بیمار شدند.

وقتی مشخص شد که این آسیب ها ناشی از زباله های صنعتی خارجی است، دولت نیجریه با شدت علیه ایتالیا واکنش نشان داد و این اقدام را «غیرانسانی و بی شرمانه» خواند. در پی اعتراض شدید نیجریه، زباله ها دوباره بارگیری و از کشور خارج شدند. کشتی حامل زباله ها در تابستان ۱۹۸۸ تلاش کرد در بنادر اسپانیا، فرانسه، بلژیک، هلند، آلمان و بریتانیا پهلو بگیرد، اما هیچ کشوری آن ها را نپذیرفت. در نهایت، تحت فشار افکار عمومی بین المللی و مذاکرات دیپلماتیک، محموله ها به ایتالیا بازگردانده شدند.

با این حال، هزینه پاک سازی منطقه آلوده و درمان افراد آسیب دیده را دولت نیجریه مجبور شد از جیب خود بپردازد.

این ماجرا نمونه ای از پدیده ای بود که به آن «دفن زباله های جهان سوم (Third World Dumping)» گفته می شود؛ یعنی کشورهای توسعه یافته برای رهایی از زباله های خطرناک خود، آن ها را به کشورهای در حال توسعه صادر می کردند. بسیاری از کشورهای آفریقایی در آن زمان برای کسب ارز خارجی، واردات چنین زباله هایی را می پذیرفتند.

بر اساس آمار، تنها در سال ۱۹۸۵، حجم زباله های خطرناک صادر شده از اروپا ۳ میلیون تن بود. ایالات متحده و ژاپن نیز مقادیر زیادی از زباله های صنعتی خود را به خارج ارسال می کردند. اما پس از فاجعه کوکو، نیجریه از سایر کشورهای آفریقایی خواست که واردات زباله صنعتی خارجی را متوقف کنند تا از مردم و سرزمین خود محافظت کنند.

این فصل نشان می دهد که چگونه بی مسئولیتی کشورهای ثروتمند می تواند فجایع زیست محیطی و انسانی بزرگی در کشورهای فقیر ایجاد کند.





فصل ۴۱

بیابان زایی ساحل

منطقه ساحل در آفریقا یک چمنزار پهناور است که در جنوب صحرای بزرگ آفریقا قرار دارد و بین عرض های ۱۴ تا ۲۰ درجه شمالی کشیده شده است. این منطقه حدود ۵۰۰۰ کیلومتر طول از شرق به غرب و حدود ۳۰۰ کیلومتر عرض دارد. بیشتر سال خشک است و تنها در فاصله ژوئن تا اوت یک فصل بارانی کوتاه با حدود ۲۰۰ میلی متر بارش رخ می دهد. بخش شمالی عمدتاً محل زندگی کوچ نشینان است، در حالی که بخش جنوبی برای کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد.

بیابان زایی در این منطقه عمدتاً به دلیل افزایش جمعیت، رشد تقاضا برای زمین کشاورزی، گسترش کشاورزی «سوزاندن و کشت»، قطع بی رویه درختان برای هیزم و چرای بیش از حد دام رخ داده است. همچنین دوره های طولانی خشکسالی به نابودی شرایط طبیعی دامن زده اند. با از بین رفتن پوشش گیاهی، بازتابش انرژی خورشید افزایش می یابد، سطح زمین سرد می شود و جریان های هوای خشک نزولی شکل می گیرند که بارندگی را کاهش می دهد. این چرخه باعث کاهش رطوبت خاک و تشدید روند بیابان زایی می شود.

خاک بدون پوشش گیاهی به راحتی توسط باد و باران فرسایش می یابد و دیگر قادر به تأمین مواد مغذی و رطوبت نیست. در نتیجه، اکوسیستم نابود می شود: میزان اکسیژن کاهش می یابد، حیات وحش از بین می رود و کمبود آب، کشت محصولات کشاورزی را غیرممکن می سازد. این وضعیت منجر به قحطی شدید در منطقه شده است. در سطح جهان، حدود یک سوم خشکی های زمین مناطق خشک هستند؛ بخشی ذاتاً بیابان و بخشی دیگر چمنزارهایی که با بارش کم، امکان کشاورزی و دامداری دارند. بیابان زایی بیشتر در همین چمنزارها رخ می دهد. این پدیده علاوه بر گرسنگی و بیماری، موجب تولید ریزگردها و طوفان های شن می شود که به کشورهای همسایه آسیب می زنند.

اکنون، بیابان زایی در حدود ۳۰ میلیون کیلومتر مربع (۱۹٪ از خشکی های زمین) در حال وقوع است و حدود ۱۵۰ میلیون نفر را با تهدید بقا روبه رو کرده است. بیش از ۱۰۰ کشور جهان با آثار آن دست و پنجه نرم می کنند. در آسیا حدود ۴۰٪ زمین های کشاورزی و در آفریقا حدود ۸۰٪ در معرض بیابان زایی هستند. شرایط به ویژه در ساحل آفریقا، آند در آمریکای جنوبی، مغولستان و شمال غرب چین وخیم است. در این مناطق، سیل مهاجران اقلیمی همچنان ادامه دارد.

علل بیابان زایی را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

• عوامل اقلیمی مانند خشکسالی طولانی مدت (۱۳٪)،

• عوامل انسانی مانند بهره برداری بیش از حد، چرای بی رویه و جنگل زدایی ۰۸۷٪.

گسترش سریع زمین های کشاورزی برای تأمین نیاز جمعیت روبه رشد و منابع صنعتی، همراه با تخریب جنگل ها، خاک را نابود کرده و اقلیم را تغییر داده است. این روند در نهایت زمین را به سرزمینی خشک و بایر تبدیل می کند که دیگر توان پشتیبانی از زندگی ندارد. این فصل نشان می دهد که بیابان زایی نتیجه ترکیب بحران اقلیمی و خطاهای انسانی است و تهدیدی مستقیم برای امنیت غذایی و بقا در قاره آفریقا و فراتر از آن محسوب می شود.





فصل ۴۲

تخلیه لایه اوزون

لایه اوزون، سپری حیاتی در بخش بالایی استراتوسفر زمین، از ما در برابر اشعه فرابنفش خورشید (UV-B) و (UV-C) محافظت می کند. بدون این لایه، زندگی بر سطح زمین امکان پذیر نبود، چرا که تشعشعات پرنرژی می توانستند DNA موجودات زنده را نابود کنند.

در دهه ۱۹۷۰، دانشمندان دریافتند که برخی مواد شیمیایی مصنوعی، به ویژه کلروفلوئوروکربن ها (CFCs) که در یخچال ها، اسپری ها و سیستم های تهویه استفاده می شوند، به استراتوسفر راه یافته و در آنجا موجب تجزیه اوزون می شوند. مولکول های CFC با تابش نور خورشید شکسته شده و اتم های کلر آزاد می کنند؛ این کلرها قادرند صدها هزار مولکول اوزون را نابود کنند.

در دهه ۱۹۸۰، اندازه گیری ها نشان داد که حفره اوزون بر فراز قطب جنوب در حال گسترش است. هر ساله در بهار نیمکره جنوبی، بخش عظیمی از اوزون در استراتوسفر قطب جنوب از بین می رود. این کشف باعث نگرانی جهانی شد، زیرا افزایش پرتو فرابنفش می تواند منجر به سرطان پوست، آب مروارید چشمی، تضعیف سیستم ایمنی در انسان ها، و همچنین کاهش فتوسنتز در گیاهان و مرگ پلانکتون های دریایی شود.

در واکنش به این تهدید، جامعه جهانی در سال ۱۹۸۷ پروتکل مونترال را امضا کرد؛ توافقی تاریخی برای کاهش و در نهایت حذف مصرف CFC ها و دیگر مواد مخرب اوزون مانند هالون ها. این پروتکل به تدریج با موفقیت اجرا شد و تبدیل به یکی از موفق ترین توافقات زیست محیطی در تاریخ شد. اگرچه بهبود لایه اوزون فرایندی طولانی است، اما نشانه های مثبت دیده می شود. داده های ماهواره ای ناسا و سازمان جهانی هواشناسی نشان می دهند که ضخامت لایه اوزون از دهه ۲۰۰۰ به این سو به آرامی در حال ترمیم است و انتظار می رود تا اواسط قرن بیست و یکم به سطح پیش از ۱۹۸۰ بازگردد.

با این وجود، تهدیدات جدیدی مانند مواد شیمیایی جایگزین HFC ها (که گرچه به اوزون آسیب نمی زنند اما گازهای گلخانه ای قوی هستند، نشان می دهد که رابطه انسان با جو زمین همچنان نیازمند توجه و مدیریت دقیق است.

پیام کلیدی

تجربه لایه اوزون نشان می دهد که همکاری بین المللی، علم و سیاست گذاری جهانی می تواند بحران های زیست محیطی را مهار کند. این فصل تأکید دارد که اگرچه اوزون در حال ترمیم است، اما نباید از چالش های جدید غافل شد.

این فصل عملاً با یک پیام امیدبخش پایان می یابد: اگر اراده جهانی و علم در کنار هم قرار بگیرند، حتی بزرگ ترین بحران های زیست محیطی نیز قابل حل هستند.





سخن پایانی

تا اینجا، کتاب بر علل فاجعه های زیست محیطی، فرآیندهای شکل گیری آن ها، عوامل مؤثر، خسارت ها، اقدامات پس از وقوع، رویدادهای مشابه و دانش زیست محیطی مرتبط تمرکز داشت و آن ها را به صورت رویداد به رویداد سازمان دهی کرد. با نگارش این نسخه انگلیسی، فرصت پیدا شد که همه فاجعه ها به طور جامع مرور شوند. در این بازبینی، علل فاجعه های زیست محیطی مقایسه شد، تغییرات پس از صنعتی شدن بررسی گردید، و فاجعه های زیست محیطی پیشاصنعتی نیز با روش دیرینه «مقایسه و تضاد» تحلیل شدند. اکنون، کتاب با اشاره به برخی سوءبرداشت ها درباره فاجعه های زیست محیطی، مرور کلی مطالب و نیز ارائه چشم اندازها و وظایف آینده به پایان می رسد.

علل و روندها

فاجعه های زیست محیطی در اوایل صنعتی شدن، عمدتاً به دلیل نبود علم و فناوری محیط زیستی رخ دادند؛ مانند وبای لندن، حصبه شیکاگو، یا فجایع هوای آلوده در دونورا، لندن و لس آنجلس. این حوادث موجب توسعه فناوری های مهمی چون تصویه فاضلاب، کلرزنی آب لوله کشی، و سیستم های فیلتر و تصفیه دود شدند و قوانین و نظام های زیست محیطی تقویت گردید.

گروهی دیگر از فجایع ناشی از نادانی یا بی مسئولیتی بودند: میناماتا، لائو کنال، و گویانیا نمونه های بارز این دسته اند. فجایع دیگری مانند آسم یکاچی، کروم هینکلی و آلودگی آب ووברن نیز با غیراخلاقی بودن صنایع تشدید شدند. برخی حوادث مانند نیروگاه تری مایل آیلند یا نشت مواد رادیواکتیو توکای مورا نیز ناشی از خطاهای ساده انسانی یا کارگران کم تجربه بودند. همچنین فجایع عمدی مانند تروریسم زیست محیطی در جنگ خلیج فارس رخ دادند.

در میان عوامل، مواد شیمیایی سمی نقش پررنگی داشتند؛ به ویژه دیوکسین که غیرقابل تجزیه و بسیار سمی است و در ویتنام (عامل نارنجی)، سووزو (ایتالیا) و تایمز بیج (آمریکا) فجایع بزرگی آفرید. بدترین مورد نشت گاز در بوپال هند بود که بیش از ۲۰ هزار کشته فوری و صدها هزار مصدوم برجای گذاشت.

سوءبرداشت های رایج

دو باور غلط درباره فجایع زیست محیطی وجود دارد:

۱. «صنعتی شدن علت اصلی فجایع زیست محیطی است».

۲. «پشت فجایع زیست محیطی، سرمایه داری و زیاده خواهی ثروت نهفته است».

این دیدگاه ها امروز کمتر درست اند، زیرا حتی پیش از صنعتی شدن فجایع بزرگی مانند مرگ سیاه (طاعون قرن چهاردهم) رخ دادند.





چشم انداز آینده

کشورهای صنعتی توانایی خود را در پیشگیری و واکنش به فجایع به طور چشمگیری بهبود داده اند. اگر این علم و فناوری با کشورهای در حال توسعه و فقیر به اشتراک گذاشته شود، چشم انداز آینده می تواند امیدوارکننده باشد. با این حال، کشورهای در حال توسعه همچنان آسیب پذیرند و حتی کشورهای پیشرفته نیز ممکن است با خطاهای کوچک دچار فاجعه شوند.

بنابراین، وظیفه اصلی آینده، مطالعه نظام مند فجایع زیست محیطی و آموزش عمومی در این زمینه است. این کتاب، با بررسی نمونه های متعدد، منبع ارزشمندی از دانش و مطالعات موردی برای تحقق این هدف فراهم کرده است.

این سخن پایانی بر یک نکته مهم تأکید دارد:

با دانش علمی، سیاست گذاری هوشمندانه و همکاری بین المللی می توان حتی بزرگ ترین فجایع زیست محیطی را مهار کرد.

