

## مسائل مربوط به آلودگی هوا و آب و مبارزه با صدا

نوشته :

عزت الله مخاطب رفیعی

استاد دانشکده فنی

باعث تعجب است که پیشرفت سریع تکنولوژی که از مشخصات تمدن قرن بیستم است موجبات آلودگی را در مقیاس بزرگ فراهم کرده است .

کارخانجاتی که در حوالی شریانهای اصلی حمل و نقل متمرکز میشوند مراکز مسکونی که در اطراف واحدهای صنعتی و بازرگانی توسعه مییابند و واحدهای دولتی که اغلب در مراکز توسعه جمعیت گسترش مییابند همگی برای ایجاد مبدأ و پتانسیل آلودگی بیگدیگر کمک میکنند. در امریکا روزانه ۱۰۰ میلیون اتومبیل بسوی مراکز کار بحرکت میآید .

در مواردیکه در بالا بان اشاره شد میباید علل آلودگی را از مبدأ آلودگی بطور جداگانه تشخیص داد. علل آلودگی جنبه تکنولوژی یا جنبه اجتنابناپذیر نداشته بلکه جنبه بی اطلاعی و بی توجهی عمومی دارد . اهالی شهرها و مسئولان مربوطه میباید قبل از اینکه آلودگی بصورت غامض در آید پیش بینی های لازم را بنمایند .

در ماههای اخیر در صفحات اول روزنامه ها اخبار مهمی در مورد مرك میلیونها ماهی در رودخانه رن (Rhine river) که از کشورهای عمده صنعتی میگذرد بچشم خورد و علت آن کوتاهی در مصرف بعضی از مواد شیمیائی در آب رودخانه بود .

طبق اظهار منابع امریکائی کارخانجات و شهرداریها بعلمت اینکه فضولات را در نزدیکترین آبها ریخته اند در مناطق صنعتی و در رودخانه ها اثری از نسل ماهی باقی نمانده است و اضافه کردن مقدار کمی مواد شیمیائی بداخل رودخانه ها جهت گندزدائی فضولات بهیچوجه کافی نبوده است .

بعلم فوق الذکر در حال حاضر کلیه آلودگی ها از جمله هوا و آب و صدا جلب توجه افکار عمومی را نموده و پارامترهای آن مورد مذاقه قرار گرفته است بقسمیکه آمارهای سالهای اخیر نشان میدهد کنترل

آلودگی اگر بصورت کامل صورت گیرد فقط در کشور آمریکا سالیانه ۱۳/۵ میلیارد دلار هزینه خواهد داشت. کمیته علوم و نجوم آمریکا این مبلغ را در ۱۰ تا ۲۰ سال آینده به ۱۰۰ میلیارد دلار برآورد نموده است. فقط هزینه از بین بردن فضولات جامد<sup>۲</sup> در ۲۰ سال آینده برابر ۱۰ درصد رشد اقتصادی پیش بینی شده است. هزینه تصفیه آب و فضولات مایع در سال ۱۹۷۵ سالیانه بالغ بر ۷ میلیارد دلار خواهد بود. هزینه تصفیه هوا در همین زمان در حدود ۱ تا ۱۰ میلیارد دلار پیش بینی شده است. براین اعداد میباید سالیانه مبلغ ۱۰ میلیارد دلار اضافه نمود که بمصرف از بین بردن آلودگی ۱۰ ماده شیمیایی حاصل از سوخت و سائط نقلیه خواهد رسید. هزینه آلودگی حاصل از صدا که مسئله جدیدی است هنوز برآورد نشده است و مبلغ حاصل از آن نیز میباید بر اعداد فوق الذکر اضافه شود. در کشور آمریکا مطالب فوق الذکر مورد توجه قرار گرفته و حتی بمرحله قانونگزاری نیز رسیده است از جمله:

۱۹۶۷	قانون استاندارد هوای تمیز مصوب
۱۹۶۵	» » فضولات جامد
۱۹۶۶	» » آب تمیز
۱۹۳۸	تجدید نظر در قانون استاندارد آلودگی حاصل از صدا مصوب

در دوران حکومت پرزیدنت نیکسون کمیته ای در سطح وزیران تشکیل شده تا بمسائل حاصل از آلودگی فضولات جامد و صدا و حمل و نقل مواد شیمیائی خطرناک و سایر آلودگیهای محیط رسیدگی نماید. طبق تصمیماتی که از این طریق بعمل آمده در سال ۱۹۷۰ مبلغ یک میلیارد دلار برای رفع آلودگی آبها و ۱۳۴ میلیون دلار برای رفع آلودگی هوا پیش بینی شده است. در ۸ کشور از ممالک متحده آمریکا قوانین مربوط به جلوگیری از آلودگی هوا موجود است. بعضی از این کشورها اجازه میدهند ماشین آلات مربوط باینکار فقط در مدت ۶ ماه مستهلک گردد بعضی دیگر ضرایبی از ۵ تا ۷ درصد معافیت مالیاتی برای این قبیل ماشین آلات منظور میدارند.

وزارت بهداری آمریکا پیش بینی نموده که تا پایان قرن اخیر ۹۰ درصد از مردم در مناطق شهری زندگی خواهند نمود در صورتیکه فقط ۵۰ درصد از افراد از آب کاملاً تصفیه شده استفاده مینمایند. ازدیاد جمعیت و تمرکز آنها در شهرها این مسئله را بصورت حادثتری نمایان خواهد ساخت. وزارت بهداری پیش بینی نموده که در سال ۲۰۰۰ تقریباً ۸۸۹ میلیارد گالن آب آلوده که برابر ۲/۳ مصرف ثابت و کل آب در حال حاضر است برودخانه هائی که خود آلودگی دارند جریان خواهد یافت. در سال ۱۹۸۰ اختلاف بین آب تصفیه شده و آب مورد احتیاج روزانه بالغ بر ۱۰۰ میلیارد گالن خواهد شد.

در حالیکه آلودگی هوا و آب از مسائل حاد عصر حاضر است رهائی از فضولات جامد نیز میباید مورد توجه خاصی قرار گیرد. در آمریکا سالیانه ۳ میلیارد تن فضولات جامد موجود است. این مقدار در سال

۱ - The House Science and Astronautics Committee

۲ - Solid wastes

... ۲ به سه برابر خواهد رسید. اگر چه قوانین سخت دولتی در حال حاضر موجب تقلیل آلودگی هوا در اثر دود وسائط نقلیه شده است ولی از سال ۱۹۸۰ بعد بعلت ازدیاد تعداد اتومبیل ها آلودگی هوا از این طریق وارد قوس صعودی خواهد شد. در این مورد پروژه های متعددی پیشنهاد شده است که جالبترین آنها پیشنهاد A. J. Potter رئیس دانشکده علوم و مهندسی کوپر است. نامبرده پیشنهاد نموده که به کارخانجات و واحدهای صنعتی مالیاتی متناسب با درصد آلودگی هوا تعلق گیرد طبق این پیشنهاد ماشینهای احتراق داخلی مشمول این مالیات میگردند و همچنین ۱۲ میلیون تن گوگرد که از دود کش کارخانجات تولید برق در سال بیرون میآید تحت قانون مالیات قرار خواهد گرفت.

### آلودگی صدا :

در حال حاضر اهمیت روزافزونی به آلودگی صدا بکلیه صور مختلف داده میشود. تحقیقات روانشناسی ثابت کرده که آلودگی صدا از حدود ناراحتی های معمولی تجاوز کرده است. نزدیکی بفرود گاهها توجه خاص افکار عمومی را جلب کرده ولی صداهای حاصل از عایق نادرست مسکن و اتومبیل و موتورسیکلت و کارخانجات و ماشین آلات دیگر نیز موجبات نگرانی های عمومی را فراهم ساخته است. طبق مطالعاتی که در آمریکا بعمل آمده ۰ درصد آزمایشین آلات که در صنایع بکار میرود بین ۹۰ تا ۱۰۰ دسی بل (de cibles) صدا ایجاد میکند با این اعداد پتانسیل خطرات عدم شنوایی خیلی زیادتر است. تحقیقات بسیار جدید ثابت نموده که موزیکهای قوی رقص های متداول سالهای اخیر خطرات متوسط گاهی سخت برای شنوایی ایجاد کرده است. برای مجاورت های مداوم حداکثر صدا برای شنوایی سالم بین ۶ تا ۸ دسی بل تشخیص داده شده است. آزمایشهای اکوستیک صنعتی ثابت کرده که اثرات فیزیولوژیکی بمدت ۰ دقیقه برای صداهائی در حدود ۱۰۰ دسی بل موجب تضعیف ضربان قلب میگردد. اثرات طولیتر این آلودگی موجب ازدیاد فشار خون میشود و چنانچه این آلودگی استمرار داشته باشد باعث سرگیجه و تهوع و توهم میگردد تا حدودیکه ممکن است منجر به انتحار شود. اگر چه این حدود نهائی خارج از محیط کارخانه کمتر مشاهده شده معهدا آلودگی ناشی از صدا موجب تقلیل بازدهی افراد در محیط کارگشته و به بهداشت عمومی صدمات زیادی وارد میسازد. برای رفع این مشکل دوره موجود است :

۱- تقلیل اصطکاک و رزونانس در مبدأ ایجاد صدا .

۲- تقلیل انتقال صدا بوسیله عایق و سقف های اکوستیک و سدهای جلوگیری صدا .

با ملاحظه مطالب فوق الذکر معهدا آلودگی صدا تا بحال کمتر از طرف محافل مختلف درك شده است. مطالعات علمی در این مسئله بیشتر بوسیله مؤسسه Wyle Laboratories انجام گرفته است که متخصص تحقیقات صدا در برنامه های فضائی و فرود گاهها و مناطق مسکونی است.

### آلودگی هوا

در کشور آمریکا سالیانه ۱۳ میلیون تن مواد آلوده کننده ایجاد میگردد که طبق آمار وزارت فرهنگ و بهداشت بترتیب زیر توزیع میشود :

۶. درصد ناشی از گاز اتومبیل و کامیون ۱۹ درصد ناشی از صنایع ۱۲ درصد ناشی از مراکز مولد نیرو ۹ درصد بقیه ناشی از دستگاههای ایجاد حرارت و تهویه و سوخت ناقص آنها است.

رقم فروش سازندگان وسایل کنترل آلودگی هوا در صنایع که در سال ۱۹۶۳ برابر ۵۰ میلیون دلار بود در سال ۱۹۶۸ به ۱۳۸ میلیون دلار رسید و رشد سالیانه ۲۰ درصد در سالهای آینده ادامه خواهد داشت چهار روش کلی برای کنترل آلودگی هوا در صنایع بکار میرود:

۱- رسوب الکترواستاتیکی که متداولترین روشها است و در آن به ذرات پراکنده بار الکتریکی منفی میدهند و سپس آنها را روی صفحاتی که بار الکتریکی مثبت دارند هدایت کرده و بوسائل مکانیکی آنها را جمع آوری میکنند. در این روش هرگونه ذرات جامد و یا مایع را که در هوا یا گاز معلق باشد میتوان بیرون کشید.

۲- رسوب بوسیله پارچه که در آن ذرات هنگام عبور از لوله‌هایی که در داخل دارای پارچه یا فیبرهای مخصوص است گردآوری میگردد. عبور گاز یا هوا از لوله بوسیله خلاء صورت میگردد. امتیاز این روش سادگی آن است و برای جلوگیری از گرد و غبار کارخانجات و کنترل آلودگی هوا متداول است.

۳- مالش با آب که در آن آب را بصورت گرد روی هوای آلوده رانده و بدین وسیله هوا یا گاز پس از شستشوی با آب از کلیه ذرات معلق پاک میشود. این روش اغلب در کارخانجات ذوب آهن و کاغذ سازی و متالوژی و صنایع شیمیایی بکار میرود.

۴- رسوب بوسائل مکانیکی که در آن از روش گریز از مرکز استفاده میشود. این روش ارزانه‌ترین در مواردی که دقت زیاد مورد توجه نیست بکار برده میشود.

اگر چه روشهای فوق برای کنترل آلودگی هوا خیلی مؤثر است ولی سرمایه‌گذاری در وسایل و تجهیزات آنها هنوز نسبتاً گران است. معهذاً گاهی اوقات راه‌های خاصی پیش می‌آید. مثلاً در مراکز مولد نیرو که گازهای اکسید ازت و نیتروژن سولفور و بوسیله دستگاههای کنترل آلودگی جدا میشود فروش باقیمانده اسید نیتریک و اسید سولفوریک حاصل از این تصفیه در حدود ۴ درصد مبلغ سرمایه‌گذاری در وسایل و تجهیزات اولیه را جبران میکنند. استفاده از انرژی اتمی بمقدار قابل توجهی از آلودگی برای این مراکز خواهد کاست ولی در مقابل برآلودگی آب خواهد افزود.

مؤسسه‌ای که در این رشته کار میکنند عبارتند از GCA که قراردادهای قابل توجهی با NASA منعقد نموده است Combustion Engineering که وسایل خود کار بقیتهای ۵۰۰۰ تا ۹۰۰۰ دلار برای سوزاندن فضولات بیمارستانها و مدارس و ساختمانهای آپارتمانی می‌سازد. Honeywell که پیشرو سازندگان وسایل کنترل محیط در دنیا است.

بقسمتی که در صفحات قبل اشاره شد ۶ درصد از آلودگی هوا در شهرها مربوط بگاز اتومبیل‌ها است. این گازها بیشتر شامل هیدروکربورها و اکسید کربن و اکسید ازت است. کارخانجات فورد - ژنرال موتور - کریسلر - امریکن موتور و همچنین بعضی از مؤسسات ژاپنی دستگاههایی ساخته‌اند که آلودگی این گازها

را در محیط به حدود ۳ تا ۱ درصد آلودگی وسائط نقلیه بمیزان محیط قبل از سال‌های ۱۹۶۱ می‌رساند .  
برای اینکار پنج روش متداول است :

- ۱- را کتور حرارتی که هوای بیشتری وارد لوله خروجی گاز نموده و اکسید کربن و هیدروکربورهای نسوخته را پس از احتراق کاملتر تبدیل به گاز کاربنیک و آب مینماید .
- ۲- مبدل‌های کاتالیتیک برای کنترل هیدروکربورها و اکسید ازت و اکسید کربن .
- ۳- برگرداندن مجدد گازهای خروجی جهت ادامه احتراق کاملتر .
- ۴- کنترل تبخیر سوخت<sup>۱</sup> .
- ۵- سیستم اندازه‌گیری هوای ثانوی<sup>۲</sup> .

یکی از مشکلات عمده مسائل فوق در این است که هراندازه مقدار اکسید کربن تقلیل داده شود مقدار اکسید ازت بالاتر میرود . مشکل دیگر مصرف کاتالیزورها است که در مدت کوتاهی بوسیله سرب موجود در بنزین آلوده شده و خواص مؤثر خود را از دست میدهند .

آنچه که مسلم است هیچگاه نمیتوان یک راه حل قاطع و طویل‌المدت برای جلوگیری از آلودگی حاصل از گاز خروجی وسائط نقلیه پیدا کرد زیرا این آلودگی بعلت اکسیداسیون ناقص سوخت است که اصولاً یکی از خواص وابسته بماشینهای احتراق داخلی است . این است که اغلب افکار متوجه تغییر سیستم ایجاد قدرت برای وسائط نقلیه شده است .

در تعقیب این افکار تحقیقات دامنه‌داری روی سلول سوخت<sup>۳</sup> انجام شده است که در آن هیدروکربورها احتراق کامل انجام میدهند و پس از خاتمه احتراق نتیجه آن بصورت آب و انیدرید کربنیک و الکترسیته بدست میآید . ولی برای استفاده تجارتي این روش هنوز سالهای درازی وقت لازمست . اخیراً فکر ایجاد موتورهای احتراق خارجی توسعه یافته که در آنها از حرارت بخار آب استفاده میشود . آزمایش‌های انجام شده ، اکسید کربن حاصل از این روش را فقط ۳ درصد مقدار فعلی آن در گازهای اتومبیل و هیدروکربورها را فقط ۷ درصد مقدار فعلی آن در این گازها نشان داده است . ژنرال موتور در مورد اتومبیل‌های بخاری تحقیقات وسیعی انجام داده ولی مشکل عمده هنوز ابعاد بزرگ موتور و مدت زمان گرم کردن آن است . تحقیقاتی نیز بر روی موتورهای با سوخت دوجانبه انجام شده است که در شهرها با نیروی برق و در جاده‌های خارج شهر با نیروی احتراق داخلی کارکنند .

## آلودگی آب

شهرها منبع اصلی آلودگی آب میباشند البته صنایع هم سهمی دارند . صنایع گاهی میباید آب مورد احتیاج خود را قبل از اینکه مورد استفاده قرار دهند تصفیه نمایند . اگرچه صنایع هزینه‌های معتناهی برای

۱ - Fuel evaporation Controls

۲ - Secondary air metering systems

۳ - Fuel cells

حذف مواد آلوده کننده پرداخت مینمایند ولی هزینه اصلی تحمیل بودجه شهرداری ها و دولت است که سیل آلودگی را در خلاف جهت ایجاد آن تغییر دهند. در هر دو حال صنایع خصوصی باید ماشین آلات و سیستم های ضروری و مواد شیمیائی لازم را بمنظور مبارزه با این آلودگی فراهم کنند. تصفیه آبها و فضولات غیر معدنی شامل سه مرحله است.

۱- در مرحله اول جامدات ته نشین شده و با صافی و فشار از حجم کل جدا میشوند. این عمل حجم مواد آلوده کننده را که برای تجزیه احتیاج به اکسیژن دارند تقلیل میدهد. هدف اینکار این است که تعادلی بین اکسیژن لازم جهت تصفیه داخلی آب و اکسیژن لازم جهت نباتات و ماهی ها برقرار شود.

۲- در مرحله دوم بوسیله صافی ها و تصفیه کننده ها و هوارسانی و مواد اکتیو جامدات باقیمانده را جدا میکنند و باین ترتیب مقدار اکسیژن برای مصرف بیولوژیک تقلیل بیشتری مییابد. در حدود ۹ درصد از مواد آلی در این مرحله جدا میشود.

۳- در مرحله سوم کلیه بقایای اجسام آلی در آب حذف شده و مشخصات آن تبدیل باستاندارد آب آشامیدنی میگردد. مواد غیر آلی نیز در این مرحله حذف میشوند. در این مرحله از روشهای تبادل یون و صافیهای ذغال اکتیو و خواص اسمز استفاده میگردد.

آلودگی گرمای آبها فقط در سالهای اخیر مورد توجه واقع شده است. آلودگی گرم معمولاً مشتق از آبهای است که در صنعت برای خنک نمودن ماشینها بکار میرود یا از تقطیر بخار به آب در مراکز مولد نیرو حاصل میشود. ریزش آب گرم بداخل رودخانه ها موجب تغییرات خطرناک اکولوژیک میگردد. بتدریج که درجه حرارت آب بالا میرود مقدار اکسیژن محلول در آن کم میشود و باین ترتیب از قدرت تصفیه داخلی آب کاسته شده و برای زندگی گیاهان و ماهیها ایجاد خطر مینماید.

در حال حاضر روش مبارزه با این خطر استفاده از برج های خنک کننده است. در امریکا سالیانه بطور متوسط ۱۱۰ تا ۱۲۰ میلیون دلار تجهیزات باین منظور بوسیله کارخانجات سازنده بفروش میرسد که ۳ درصد آن منحصراً از طرف موسسات تولید نیروی برق خریداری میشود. بتدریج که سوخت اتمی جانشین فسیل ها میشود احتیاج مراکز مولد نیرو به برج های خنک کننده بیشتر خواهد شد. در حال حاضر در امریکا یک درصد از نیروی برق از انرژی اتمی بدست میآید در صورتیکه در سال ۱۹۷۰ این مقدار به ۱۴ درصد خواهد رسید. مراکز مولد نیروی اتمی اگرچه آلودگی هوا ندارند ولی آلودگی گرمای آنها ۴ درصد بیشتر از مراکز مولد نیروی فعلی است.

طبق برآورد اخیر تا پایان قرن جاری در حدود ۱۰٪ آب تازه موجود در امریکا برای رفع احتیاج مراکز مولد نیروی آن کشور مورد احتیاج خواهد بود. پیشنهادات متعددی بقرار زیر برای رفع آلودگی گرمای آب مطرح شده است:

۱- گرمای اضافی آبرا برای استفاده در کارخانجات شیرین کردن آب بکار برند.  
۲- حرارت آبهای گرم مراکز مولد نیرو یا سایر کارخانجات را برای استفاده مناطق مسکونی مجاور بکار برند. کلیه این پیشنهادات برای این است که آب روی سیکل بسته کار کند و در مصرف آن صرفه جوئی بعمل آید.

شیرین کردن آب اگر چه از لحاظ تجارتي هنوز مقرون بصرفه نیست ولی احتیاج مبرم به آب ممکن است موضوع قیمت تمام شده آنرا تحت الشعاع قرار دهد.  
مؤسساتی که برای کنترل آلودگی آب کار میکنند بسیار متعددند از جمله GCA که در بالا بان اشاره شد و اخیراً دستگاہی بنام Aqua Rator ساخته که آلودگی آبرا در مدتی کمتر از ۲ دقیقه معین میکند. مؤسسه Honeywell سازنده دستگاہهای اندازه گیری آلودگی آب رودخانه هاست. مؤسسه Drew Chemical مواد شیمیائی جهت تصفیه آب فراهم میکند. مؤسسه Dorr Oliver برای برطرف کردن فضولات شهری و فضولات آلی هتلها و رستورانها و مساکن تجهیزات لازم را میسازد. مؤسسه Marley سازنده برجهای خنک کننده ایست که تا حدود ۹۰ درصد آب مصرفی آنها صرفه جوئی میگردد.

#### نتیجه

در تعبیر اقتصادی کلمه میتوان اظهار داشت که در حال حاضر آب و هوا از اجناس کمیاب محسوب میشوند و برای مصرف آنها باید قیمت گزافی پرداخت کرد لذا از کلیه وسائل لازم جهت استفاده مجدد آنها باید استفاده شود. هزینه این دو مطاع تا سالهای اخیر فقط براساس قیمت تمام شده مستقیم آنها احتساب گردیده و هزینه های ثانوی که بحسابهای دیگری رفته در این اقلام ملحوظ نشده است. برای توضیح این مطالب کافی است بسئالات زیر پاسخ دهیم:

چه کسی برحسب واحد پول توانسته رنجها و ناراحتیهای ریوی حاصل از استنشاق هوای آلوده را ارزیابی نماید؟ چه مقدار باید متحمل هزینه اضافی شویم تا برای شنا کردن به رودخانه ای که مثلاً در ۸ کیلومتری شهر واقع است برویم زیرا آب رودخانه های نزدیکه در اثر ریختن فضولات در آنها آلوده شده است؟

چنانچه وضع بهمین ترتیب و بدون کنترل پیشرفت کند طولی نخواهد کشید که تغییرات کلی در آب و هوا ایجاد خواهد شد. در آمریکا سالیانه ۱۱ میلیارد دلار هزینه حاصل از ضررهای آلودگی برآورده شده است. بهمین دلیل همانطوریکه در ابتدای این مطالب اشاره کردیم چنانچه برای تشویق سازندگان وسائل جلوگیری از آلودگی قوانین جدیدی وضع شود و آنها را از پرداخت مالیات معاف نمایند و تسهیلات لازم جهت پیشرفت صنایع آنها از طرف دولت فراهم گردد از لحاظ مالی پتانسیل سود فراوانی برای درآمد عمومی دولت در برخواهد داشت.