

## مرگ دریاچه‌ها

دکتر مقصود خیام

دریاچه‌ها از نقطه نظر بیولوژیکی محیط‌های ویژه‌ای هستند و وقتی بوسیله مواد آلوده اشغال میشوند بسادگی محکوم بمرگ میگردند. بعقیده تمام متخصصین، آلودگی دریاچه‌ها در حال حاضر بصورت یک فاجعه بزرگ درمیآید زیرا اثرات شومی در سلامتی محیط و انسان باقی می‌گذارد.

تجزیه‌های شیمیائی که از سال ۱۹۶۵ بر آب دریاچه فیریزا<sup>۱</sup>، که مخازن آب آشامیدنی شهر فیریزا استریمتری<sup>۲</sup> را در کشور رومانی تأمین میکند، انجام شده نشان میدهد که آبهای آن فاقد موجودات حیاتی مفید بوده ولی در آن موجودات ذره‌بینی از نوع ساپروفیت‌ها فراوان گشته است. آب این دریاچه را امروزه بوسیله رژیم هیدروبیولوژیکی خاصی در سفره‌های آبی با افزودن بیوسنوزهای معین درطول چندین سال تغییر داده‌اند البته بدون آنکه آب آن خاصیت آشامیدنی خود را از دست بدهد. دریاچه‌های کشور سوئیس یعنی بزرگترین منابع آب اروپای غربی نیز بچنین صورتی درمیآید. ملتی که همواره نگران پاکي و بهداشت آبهایش بوده اکنون بیش از پنج سال است که بطور معجزه‌آسا از آنها

۱- Firiza.

۲- Firiza-Strimteri.

حفاظت می‌کند. از نوامبر ۱۹۶۷ قسمت‌های عمده‌ای از آب دریاچه لمان بطور ناگهانی بمانند خون قرمز رنگ شده است. متخصصین آگاه نشانه‌ای از مسمومیت را در آب این دریاچه تشخیص داده‌اند که باصطلاح بآن خون بورگینیون<sup>۲</sup> نام داده‌اند. پیدایش چنین علائم ناشی از افزایش سریع نوعی آلگ‌های میکروسکپی است که فقط در آب آلوده رشد و افزایش می‌یابد.

همین پدیده در دریاچه مورا<sup>۳</sup> نیز مشاهده شده است. بعضی از محققین عقیده داده‌اند که دریاچه زورینخ<sup>۴</sup> نیز بیابان مرحله‌ی خلائی بیولوژیکی نامرئی نزدیک میشود.

در اتازونی دریاچه بزرگ میشیگان<sup>۵</sup> بدرجه‌ای از مسمومیت رسیده است که حتی آب تنی در آن نیز بسیار مضر شناخته شده و محاسبات نشان میدهد که اگر ریزش مواد آلوده بآنرا متوقف سازند بیش از پانصد سال طول میکشد که این دریاچه تعادل خود را بازیابد.

دریاچه وسیع اریه<sup>۶</sup> نیز بوسیله مواد آلوده چنان اشغال شده که این دریاچه را محکوم بمرگ کرده است: آب فاضل آبها و فضولات صنعتی و جویبارهایی که از خاکهای حاصلخیز بمقدار زیادی فسفات و نترات حمل میکنند موجب از بین رفتن تعادل بیولوژیکی طبیعی این دریاچه شده‌اند.

- ۱- Leman.
- ۲- Bourguignon.
- ۳- Morat.
- ۴- Zurich.
- ۵- Michigan.
- ۶- Erié.

آلودگی شدید این دریاچه بحدی است که موجب شده کلیه ماهیها در آن ناپدید گردند. دریاچه اوهایو<sup>۱</sup> نیز آلودگی اش ناشی از حرارت است. آب دریاچه سوپریور<sup>۲</sup> نیز بطور جدی در بخش غربی بشدت فاسد میگردد زیرا این بخش در مجاورت مجتمع صنعت آهن گدازی Duluth در ایالت مینزوتا<sup>۳</sup> قرار دارد بعلاوه دریاچه سوپریور خود نیز بندر دریاچه هورن<sup>۴</sup> موجی از مواد آلوده صنعتی وارد میسازد.

در اتحاد شوروی نیز همین پدیده آشکار شده است. در سیرری آبهای دریاچه بایکال که روزگاری بعنوان ذخیره بسیار مهم و پاک دنیا شناخته شده بود رو به فساد میروند. دریاچه خزر با وسعت ۴۲۴۳۰۰ کیلو متر مربع که بزرگترین دریاچه دنیاست با ایجاد صنایع کاغذ سازی در شهرهای شمالی زمینه آلودگی آن فراهم شده و این آلودگی باعث بخطر افتادن وضع خاویار و کاهش تعداد ماهیهای موجود گشته است. این دریاچه در بخش شوروی، بعلت نیازهای بزرگ آبیاری، توسعه صنایع، رشد و افزایش شهرها ۲۸ میلیارد متر مکعب از آب خود را در حوضه‌های رودخانه‌ای از دست میدهد مصرف این آب که موجب پائین آمدن سطح آب دریاچه و افزایش مقدار املاح آن شده خسارات زیاد به صید ماهی وارد آورده و افزایش گیل و لای بنادر و پائین رفتن سطح آب سواحل را باعث گشته است. (دولت شوروی بمنظور جلوگیری از این عوارض در نظر دارد ۵۰ میلیارد متر مکعب از آب رودخانه‌های شمالی را باین دریاچه انتقال دهد).

- ۱- Ohio.
- ۲- Supérieur.
- ۳- Minnesota.
- ۴- Huron.

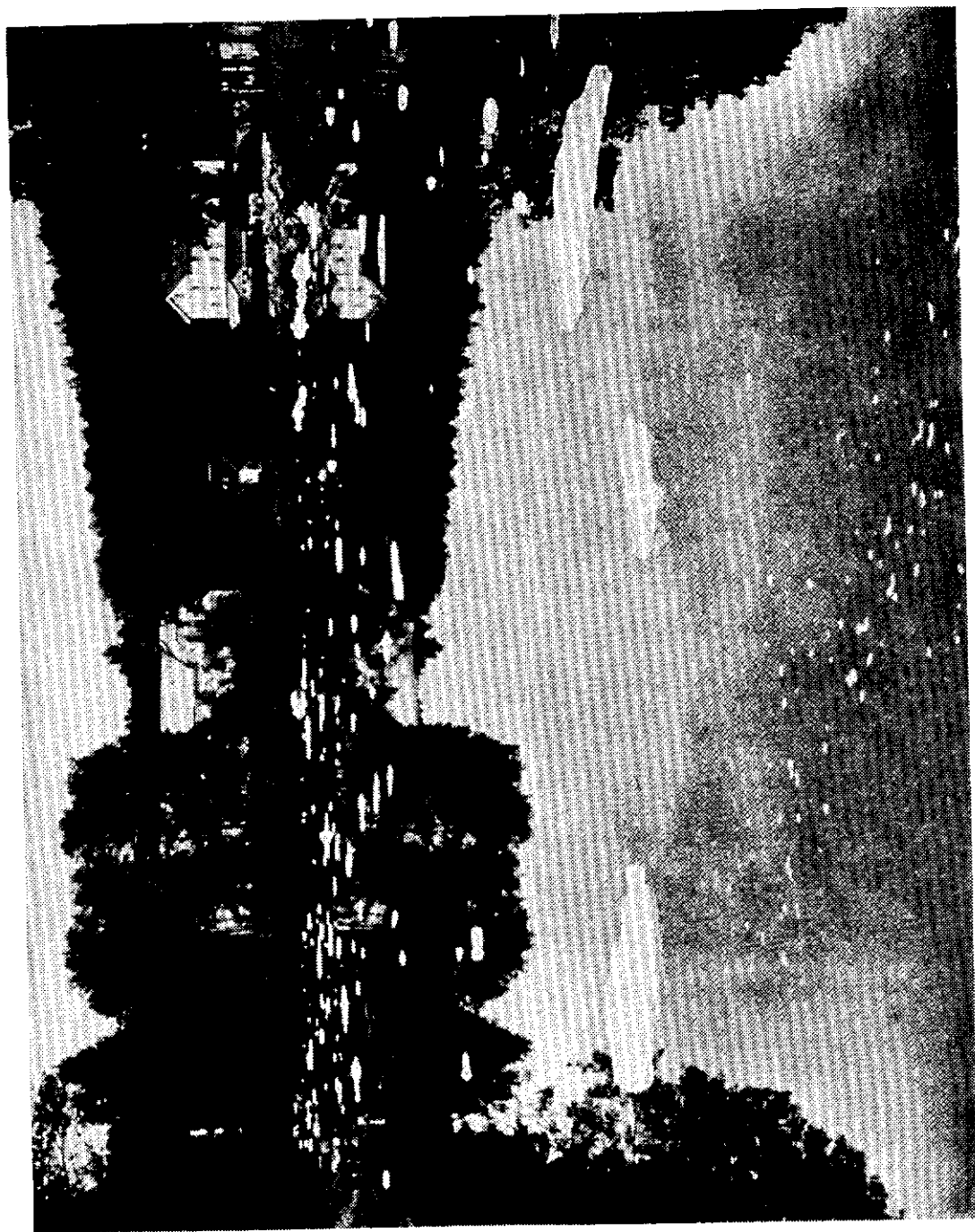
آلودگی آب دریاچه‌ها در کشورهای مذکور با مرگ دسته جمعی ماهیان یا پیدایش سفره‌های هیدروکربور در سطح آن تظاهر مینماید. بطور کلی پیدایش بیشتر این عوارض ناشی از افزایش آبهای آزت و فسفردار بوده و بچنین پدیده‌ای اوتروفیزاسیون «Eutrophisation» گفته میشود. این مواد شیمیائی بوسیله شعبات رودخانه‌ها و همچنین بر اثر ریزش آب‌هایی که بخوبی تصفیه نگردیده‌اند بدریاچه‌ها وارد میگردد. اینگونه آبها بشدت تغییراتی در موجودات حیوانی و گیاهی دریاچه‌ها ایجاد کرده و بالاخره موجب از بین رفتن و ناپدید شدن موجودات ذره‌بینی و گیاهان دریائی میگرددند.

با این عمل ترکیب نسبی آب دریاچه تغییر یافته و شفافیت آن کاهش مییابد درحالیکه عمل کلروفیلی گیاهان دریائی موجب افزایش اکسیژن در طبقات فوقانی آب میگردد در طبقات زیرین یعنی جائیکه نور در آن نفوذ نمیکند تنفس میکرواورگانیزم‌های زیاد موجب کاهش مقدار اکسیژن گشته و بالاخره موجب پیدایش پدیده‌های Euxinisme یعنی ظهور  $\text{NH}_3$  و  $\text{SH}_2$  میگردد.

ماهیان Salmonider معدوم میشوند زیرا موجودات ذره‌بینی که مورد تغذیه آنها هستند بعلت نبودن اکسیژن از بین رفته‌اند و اغلب ماهیهای کم ارزش جایگزین آنها میگرددند.

اوتروفیزاسیون بر اثر عمل تجزیه‌های شیمیائی بخوبی معلوم میگردد. مثلا در دریاچه کنستانس<sup>۱</sup> مقدار فسفاتها از صفر به ۳۷ میلی‌گرم در لیتر در ۳۰ سال اخیر رسیده است و مقدار مواد آلی در اعماق آن با

۱- Constance.



صنایع سوئد موجب آلودگی شدید دریاچه‌های این کشور شده است .

ضریب ۲۰ افزایش یافته است در نتیجه تعداد مکرو بها سرعت رشد و فزونی یافته اند .

آلودگی آب دریاچه‌ها بوسیله دستگاههای عکس برداری (اشعه ماوراء قرمز) که اغلب در ایستگاههای ساحلی مستقر میشوند در فواصل و اعماق مختلف تعیین میگردد با این روش، دریاچه نانتوا<sup>۱</sup> بطور سیستماتیک مورد بررسی قرار گرفته زیرا این دریاچه تا حد زیاد آلوده گردیده است. تجزیه‌های شیمیائی نشان میدهد که کاهش دائمی اکسیژن در اعماق این دریاچه از یک قرن پیش آغاز گردیده است .

دریاچه شاقاوا<sup>۲</sup> در انازونی که آبهای استعمال شده و بدون تصفیه شهرهای Ely مینزوتا<sup>۳</sup> و همچنین آبهای آلوده صنایع معدنی به آن وارد میگردد بشدت آلوده گشته و تجزیه و بررسی دیاتومه‌های فسیل و رسوبات اعماق دریاچه بکمک کاروت‌هایی ببلندی یک متر موجب شده که سه سطح متمایز در آن تعیین کنند عمیق‌ترین آن ( ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی متر ) حاوی دیاتومه‌های ساحلی یا نیم ساحلی آبهای غیر آلوده است ، بین ۲۰ و ۸۰ سانتی متر سیکلوتلاکومتا<sup>۴</sup> را تشخیص داده اند که از دیاتومه‌های عمومی دریاچه‌های غیر آلوده در همین عرضهای جغرافیائی هستند ولی سطح فوقانی محتوی دیاتومه‌هایی است که در حال حاضر در دریاچه زندگی میکنند و یا در سایر سطح‌های آبهای آلوده عرضهای جنوبی دیده میشوند این مقطع سطحی با ظهور دانه‌های هماتیت نیز مشخص است ، زیرا این

۱- Nantua.

۲- Shagawa.

۳- Minnesota.

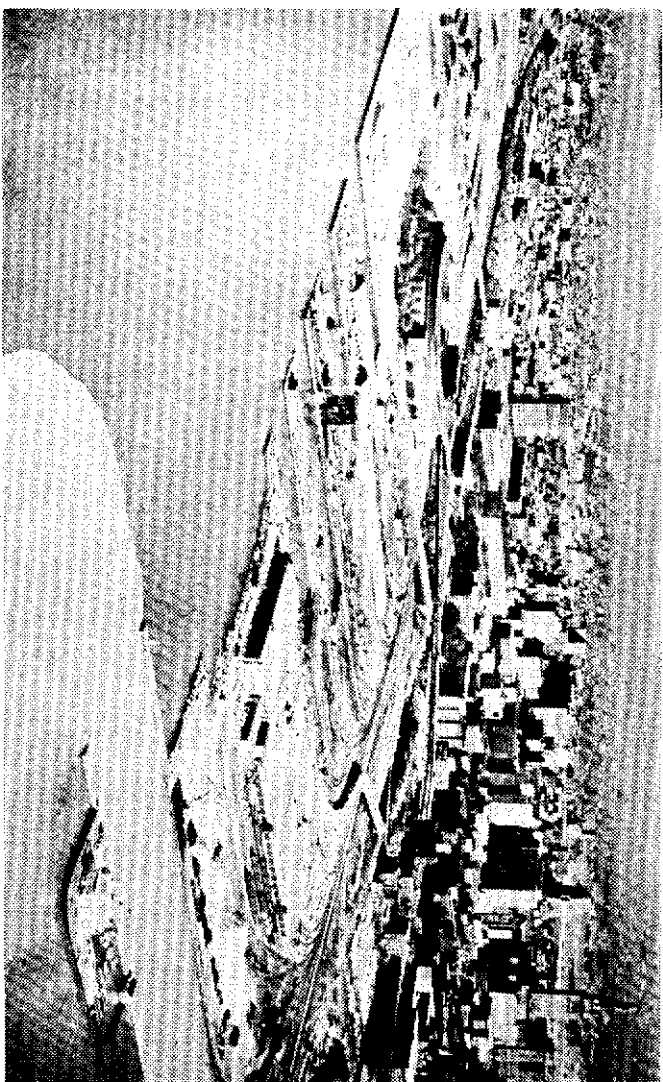
۴- Cyclotella Comta.

سطح درست همزمان با پیدایش صنایع معدنی است که از سال ۱۸۹۰ با اینطرف آغاز گشته است. بررسی این مقاطع تغییراتی را که بر اثر فعالیت‌های انسانی در آنها ظاهر میشود بخوبی نشان میدهد.

درجه شدت اوتروفیزاسیون بمقدار آبهای آلوده وارده و به نسبت حجم آب دریاچه‌ها و بعلاوه به چگونگی تجدید آب دریاچه بستگی دارد. پژوهشهای علمی نشان داده است که در چینه بندی عمودی آب دریاچه‌ها بر حسب خواص فیزیکی و شیمیائی، فقط آبهای سطحی و گرم در تابستان جریان یافته و تجدید میشوند؛ در حالیکه آبهای عمیق و یا آبهایی که در حد وسط قرار گرفته‌اند خیلی بکندی تجدید میشوند. باید گفت که در فصل زمستان بطور کلی چینه بندی عمودی آب از بین میرود. بوسیله روشهای ریاضی سعی کرده‌اند که چگونگی تجدید آبهای دریاچه را بخوبی تعیین کنند اما با وجود این کوششها پیچیدگی مسئله را نیز بیشتر کرده‌اند.

در مورد جلوگیری از ازدیاد آلودگی آب دریاچه‌ها، امروزه تصفیه آبهای استعمال شده شعب رودخانه‌ها را پیشنهاد کرده‌اند و این روشی است بسیار فنی و بعلاوه پرخرج که متد کلاسیک آن دارای سه مرحله عمده بشرح زیر است:

مرحله اول، حفاظت در حوضه‌های رسوبی است، یعنی جائیکه آنها مواد اساسی خود را از دست میدهند. مرحله دوم عبارت از فعال نمودن رشد باکتریهای هوازی است که این باکتریها بر اثر اعمال فیزیولوژیکی مانع آلودگی آنها میشوند. مرحله سوم که خیلی بندرت اجرا میشود عبارت از پائین آوردن اندازه مواد آلی آب است. بعلاوه گرفتن نمک‌های



شهر بافالو در کنار دریاچه اریه در امریکا  
اغلب دریاچه‌های این کشور از جهت آوردگی آب مورد تهدید جدی قرار گرفته‌اند .



محلول از قبیل فسفات‌ها و نیترات‌ها و کلرورها نیز می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد.

در کشور فرانسه برای جلوگیری از آلودگی آب دریاچه انسی<sup>۱</sup> و نانتوا<sup>۲</sup> آب فاضل آبهای کنار دریاچه را جمع‌آوری کرده و آنها را روانه کارخانه‌های تصفیه واقع در پائین دست دریاچه میکنند. استقرار چنین کارخانجات در این کشور بتازگی صورت گرفته و هنوز نتایج آنها را بخوبی نمیتوان ارزیابی کرد. زیرا بكمك این تكنيك و همچنین عمل پومپاژ آبهای دریاچه، خواه بطور مستقیم یا بتوسط سفره‌های فرآتیک<sup>۳</sup> ساحلی، بخشی از مواد حیاتی و طبیعی دریاچه را زایل می‌سازند و این خود موجب نوع دیگری از آلودگی دریاچه میگردد.

بنظر بسیاری از محققین برای سالم‌سازی دریاچه‌ها اعمال روشهای نامبرده باز کافی نیستند زیرا این متدها بر آبهای آلوده حوضه‌های کنونی انجام نمیکرد.

در دریاچه‌های کوچک، حفاظت گیاهان دریائی (نیزارها وغیره...) برای جلوگیری از آلودگی بسیار نافع است زیرا این گیاهان مقدار زیادی کود جهت رشد خود مصرف میکنند و بدین ترتیب می‌توان گفت این گیاهان از عناصر اصلی برای زندگی بیوسنس‌های دریاچه‌ای بشمار می‌آیند.

در انگلستان، سوئد، سوئیس آزمایشاتی بر مبنای وارد کردن اکسیژن در طبقات عمیق دریاچه‌ها بوسیله هوای فشرده صورت میگیرد. در اتازونی برای مداوای دریاچه‌های بیمار اقدام به عمل پومپاژ کرده بوسایل مکانیکی

۱- Annecy.

۲- Nantua.

۳- Phréatique.

گردش عمودی آب را فراهم میسازند، بدین ترتیب آبهای سطحی اکسیژن دار بخوبی در اعماق دریاچه وارد میگردد .

باید یادآور شد که در دریاچه بورژ<sup>۱</sup> نیز از اواخر سال ۱۹۷۱ کار افزایش پودر صدفها را آغاز کرده اند زیرا هوای محبوس در منافذ این پودرها میتواند بمقدار زیادی اکسیژن در طبقات عمیق دریاچه فراهم سازد ولی افزایش چنین موادگرد مانند بآب دریاچه مقدار ۰/۲۰٪ املاح آنرا بالا برده است .

بهر حال بیشتر متخصصین روشهای بازدارنده و سریع بر فرآیندهائی را که موجب آلودگی دریاچه میشوند توصیه میکنند. بنظر میرسد این اعمال در توسعه لیمنوتراپی ضرورت دارد .

صرف نظر از استفاده دریاچهها بمنظور لیمنوتراپی که میتوان گفت در مراحل ابتدایی است، دریاچهها نقاط جاذب برای توریستها بشمار می آیند .

توریزم دریاچه‌ای از سال ۱۹۶۰ بیعد در کشور ژاپون بیش از ۱۰٪ افزایش یافته است، اغلب دریاچه‌های این کشور که منشاء آتشفشانی دارند بسیار مورد توجه بوده و هر کدام سالانه بیش از ۵۰۰/۰۰۰ بازدیدکننده دارد. پنج دریاچه واقع در پایکوه فوجی یاما تنها ۵ میلیون توریست در سال بخود جلب میکند و دریاچه‌های بیشماری نیز در شمال ژاپون جای گزیده اند که بعضی از آنها در فصل زمستان برای ورزش اسکی روی یخ یا «Patinage» مورد استفاده قرار میگیرند .

اطراف دریاچه کوم<sup>۲</sup> در ایتالیا بعلت کمی رطوبت نسبی عامل عمده

۱- Bourget. ۲- Côme.

جذب توریست شده است .

کوتاه سخن آنکه دریاچه‌ها بیش از رودخانه‌ها بوسیلهٔ مسمومیت تهدید میشوند و تعادل بیولوژیکی خود را از دست داده و حالت نفرت-انگیز پیدا میکنند و آبهای آن نه تنها مشکلات عمده‌ای برای سلامت محیط و زیست فراهم میسازند بلکه تمام زندگی دریائی بر اثر کاهش پریودیک مقدار اکسیژن تهدید شده بمرگ محکوم میگردد .

تکوین و احیاء مجدد دریاچه‌ها محققاً آرزوی همه‌است، اما باید دانست تولد مجدد آن نه تنها بسیار مشکل است بعلاوه هزینهٔ زیادی نیز میطلبد .

منابعی که در تهیهٔ این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است :

- 1- Colas (René) : La Pollution des Eaux.
- 2- J. Billet et J. Loup : R. G. A. 1971 , № 4. La bioclimatologie Lacustre.
- 3- Edouard Bannefous-1970. L'Homme ou la Nature.
- 4- «Water and air Pollution» . Humane environment 1972 .

1- در رودخانه‌ها مواد بطور منظم بسوی دریا همراه جریان آب کشانده میشود . بعلاوه طغیانهای رودخانه نیز نقش عمده‌ای بعنوان تخلیهٔ مواد زائد به‌عهده دارند ولی عمل چنین پدیده در دریاچه‌ها صورت نمیگیرد با اینکه دریاچه در مسیر جریان رودخانه نیز قرار گرفته باشد . سرعت جابجائی آب در چنین حالت نیز چندان سریع نیست و بستر آن نیز برای عمل «توربلانس» بسیار عمیق است بنا براین در دریاچه‌ها مواد آلوده در اعماق متراکم شده و در همانجا باقی میمانند و موجب افزایش آلكها گشته و بدین صورت تعادل بیولوژیکی آن از بین می‌رود.