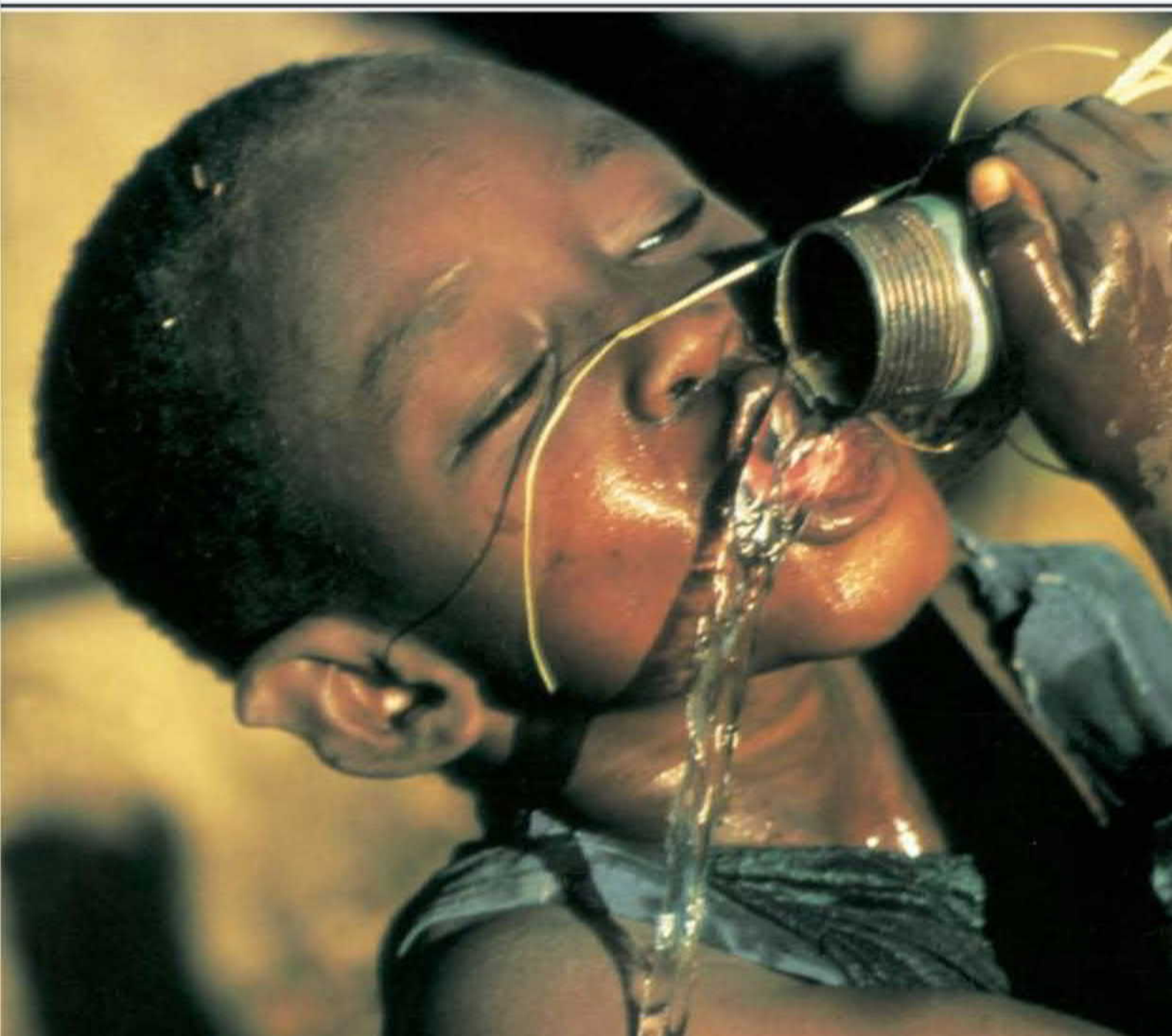
ชุดสิ่งแวดล้อมของ UNEP/GEMS เล่มที่ 6

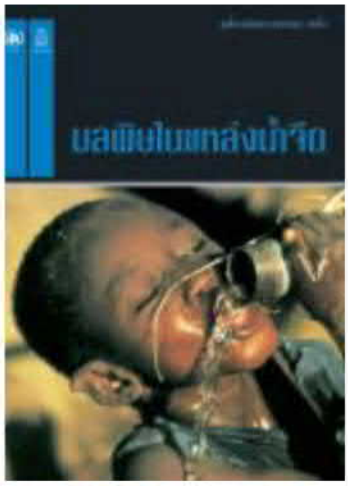
UNEP

มลพิษในแหล่งน้ำจืด



หนังสือในชุดเดียวกัน

1. ก๊าซเรือนกระจก
2. ชั้นโอโซน
3. ช้างแอฟริกา
4. มลพิษอากาศในเมือง
5. อาหารปนเปื้อน
6. มลพิษในแหล่งน้ำจืด
7. ผลกระทบจากการทำลายชั้นโอโซน
8. ปรากฏการณ์เอลนิโญ
9. ธารน้ำแข็งกับสิ่งแวดล้อม
10. ผลกระทบเมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง
11. ความหลากหลายทางชีวภาพของโลก
12. มลพิษในทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ
13. ผลกระทบของภูมิอากาศต่อการประมง



ปกเป็นภาพเด็กในประเทศเคนยา
กำลังดื่มน้ำสะอาดที่เพิ่งติดตั้งให้
ประชากรทั่วโลกนับล้านๆ คน
ไม่มีน้ำสะอาดใช้ เพราะน้ำเจือปนด้วย
สารมลพิษ ทำให้คุณภาพน้ำด้อยลง

มลพิษในแหล่งน้ำจืด

The Freshwater Pollution

ของ UNEP/GEMS

แปลโดยนักแปลเครือข่ายของกรมวิชาการ

ทำนอง เจริญรูป ทัศนีพร ประภัสสร สุภาพร จันทร์ศิริโยธิน
กัลยา สุวรรณกายี ปรียา คณะแก้ว วิลาวัลย์ กาวิชัย

สถาบันการแปลหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

Freshwater Pollution

UNEP 1991

หนังสือชุดสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 6

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ ไนโรบี

หนังสือแปลอันดับที่ 172

สาขาสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ฉบับภาษาไทยเป็นของกระทรวงศึกษาธิการ

สถาบันการแปลหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แปลและจัดพิมพ์

ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2544 จำนวนพิมพ์ 15,000 เล่ม

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

สหประชาชาติ. โครงการสิ่งแวดล้อม.

มลพิษในแหล่งน้ำจืด = Freshwater Pollution.-- กรุงเทพฯ:

สถาบันการแปลหนังสือ กรมวิชาการ, 2544.

52 หน้า.

1. มลพิษน้ำ. I. ระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก. II. ทำนอง เจริญรูป และคณะ, ผู้แปล.

III. กรมวิชาการ. IV. ชื่อเรื่อง.

363.7394

ISBN 974-269-038-3

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ
เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการได้จัดทำหนังสือแปลชุดสิ่งแวดล้อม รวม 13 เล่ม ได้แก่ 1) ก๊าซเรือนกระจก 2) ชั้นโอโซน 3) ช้างแอฟริกา 4) มลพิษอากาศในเมือง 5) อาหารปนเปื้อน 6) มลพิษในแหล่งน้ำจืด 7) ผลกระทบจากการทำลายชั้นโอโซน 8) ปรากฏการณ์เอลนิโญ 9) ธารน้ำแข็งกับสิ่งแวดล้อม 10) ผลกระทบเมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง 11) ความหลากหลายทางชีวภาพของโลก 12) มลพิษในทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ และ 13) ผลกระทบของภูมิอากาศต่อการประมง โดยแปลจากหนังสือชุดสิ่งแวดล้อม ของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ และระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก (UNEP/GEMS Environment Library) เพื่อใช้เป็นหนังสือความรู้สำหรับครู นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนประชาชนทั่วไป

กระทรวงศึกษาธิการพิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้

ประกาศ ณ วันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2544

(นายอำรุง จันทวานิช)
รองปลัดกระทรวง ปฏิบัติราชการแทน
ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

สิ่งแวดล้อมมีคุณค่าอเนกอนันต์แก่มวลชีวิตบนโลก และก่อความรำคาญจนถึงขั้นเป็นอันตรายรุนแรงได้เช่นเดียวกัน สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวและสิ่งแวดล้อมโลกมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงโดยธรรมชาติ หากเราทุกคนร่วมกันดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว ระบบสิ่งแวดล้อมทั้งโลกย่อมยั่งยืนและน่าอยู่ตลอดไป

กรมวิชาการเห็นว่าหนังสือชุดสิ่งแวดล้อมของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ และระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก (UNEP/GEMS Environment Library) ประกอบด้วยประเด็นสิ่งแวดล้อมหลักๆ ของโลกรวม 13 เรื่อง เสนอสาระที่น่าเรียนรู้อย่างมาก ก่อให้เกิดความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตเราสมควรเผยแพร่ให้แพร่หลาย จึงได้จัดประชุมปฏิบัติการนักแปลเครือข่าย ของกรมวิชาการเพื่อร่วมกันแปลหนังสือชุดนี้ สำหรับใช้ในโรงเรียนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป และเผยแพร่แก่สาธารณชนทั้งหลาย

กรมวิชาการขอขอบคุณนักแปลเครือข่าย ผู้ตรวจ วิทยากร และผู้เกี่ยวข้องทุกคนที่ร่วมกันจัดทำหนังสือนี้ และขอขอบคุณโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติเป็นพิเศษที่เอื้อเฟื้อลิขสิทธิ์การแปล

(นายประพัฒน์พงศ์ เสนาฤทธิ์)
อธิบดีกรมวิชาการ
22 มิถุนายน 2544

มลพิษในแหล่งน้ำจืด

ไมเคิล ดี. กวินน์

ระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก หรือเจมส์ (Global Environment Monitoring Sysem–GEMS) ได้ดำเนินงานจนประสบผลดีเยี่ยมมานานกว่าหนึ่งทศวรรษแล้ว ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้ประเมินผลสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ๆ ทั่วโลก เช่น ปัญหาภาวะเรือนกระจก ปัญหาป่าไม้เขตร้อนถูกทำลาย และสัตว์ถูกคุกคามจนจำนวนลดลง เช่น ช้างแอฟริกา

เนื่องจากเป็นเรื่องเฉพาะ จึงจัดพิมพ์ผลการประเมินเหล่านี้เป็นเอกสารทางวิชาการตามปกติ แต่ยังไม่ได้จัดพิมพ์ในรูปแบบที่ง่ายแก่การเข้าใจสำหรับผู้ที่ไม่คุนเคยกับเรื่องนี้

ดังนั้น UNEP และ GEMS จึงจัดพิมพ์หนังสือชุดนี้ขึ้น เพื่อตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว หนังสือเล่มนี้เป็นอันดับที่ 6 ในชุด ส่วนเรื่องอื่น ๆ จะทยอยพิมพ์ตามมา โดยมุงหวังให้สาธารณชนได้รับรู้สภาพสิ่งแวดล้อมจากผลการประเมินของ UNEP จนเกิดเป็นมติมหาชนเรียกร้องให้หยุดยั้งการทำลายสิ่งแวดล้อม และรักษาไว้ให้ชนรุนห่ลังในอนาคตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างผาสุกมากเท่าที่จะทำได้

ไมเคิล ดี. กวินน์
ผู้อำนวยการระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก

สารบัญ

คำนำ	
ถ้อยแถลง	7
บทนำ	8
ภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์	10
โลกขาดแคลนน้ำจริงหรือ?	10
การใช้น้ำและคุณภาพน้ำ	14
การเร่งภาวะมลพิษ	16
การประเมินผลของ GEMS	19
เชื้อโรค	22
สารอินทรีย์	25
ธาตุอาหาร	27
โลหะหนัก	30
อินทรีย์จุลพิษ	33
การปล่อยมลพิษในบรรยากาศ	36
สารแขวนลอย	38
ความเค็ม	40
การกำหนดนโยบาย	43
ข้อสรุปจากการประเมินผลของ GEMS	43
ยุทธศาสตร์การควบคุม	48
แหล่งอ้างอิง	51

ถ้อยแถลง

มอสตาฟา เค. ทอลบา

มนุษย์ทำให้แหล่งน้ำสกปรกมาตั้งแต่ต้นยุคอารยธรรม และปัจจุบันมีผู้คนมากมายที่ใช้น้ำในปริมาณเกือบเท่ากัน เนื่องจากมีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น ปัญหาการขาดแคลนน้ำและปัญหาน้ำเสียจึงรุนแรงขึ้นด้วย

ผลการประเมินของ UNEP และ GEMS ให้แก่องค์การอนามัยโลกในเรื่องคุณภาพน้ำจืดของโลก ซึ่งนำมาจัดพิมพ์ไว้ในหนังสือเล่มนี้ ครอบคลุมข้อมูลส่วนใหญ่ในช่วง ค.ศ. 1974–1984 การประเมินดังกล่าวสรุปรวมผลการติดตามตรวจสอบน้ำของ GEMS กล่าวถึงปัญหาวิกฤตของคุณภาพน้ำจืด รวมทั้งข้อเสนอแนะด้านนโยบายที่ปฏิบัติได้ตลอดจนตัวอย่างมาตรการควบคุม การประเมินนี้ให้ภาพลักษณ์ของแหล่งน้ำจืดเกือบทั่วโลก แต่น่าเสียดายที่ภาพเหล่านี้ก่อให้เกิดความหวาดวิตก

กิจกรรมส่วนใหญ่ของมนุษย์ เช่น ตั้งแต่การทำเหมืองแร่และอุตสาหกรรมจนถึงเกษตรกรรมและการตัดไม้ทำลายป่า ล้วนส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั้งสิ้น ทำให้พลโลกต้องดื่มน้ำที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งไม่ได้บำบัดน้ำก่อนนำมาบริโภค จึงเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่มากับน้ำ และเป็นเหตุให้อัตราตายของทารกสูงจนน่าตกใจ

น้ำบาดาลปนเปื้อนสารไนเตรตจากปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเกษตร ทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำหลายแห่งมีสาหร่ายสีเขียวเพิ่มขึ้น คุณภาพน้ำจึงไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ แม่น้ำนำพาโลหะหนักที่เป็นพิษและของเสียจากครัวเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรม ไหลไปตามกระแสน้ำสู่เมืองต่าง ๆ และไหลสู่ทะเลในที่สุด ผืนดินไม่สามารถให้ผลผลิตเท่าที่ควร เพราะสภาพดินมีความเค็มสูงเนื่องจากการชลประทานที่ไม่มีประสิทธิภาพ

แม้ว่าการฟื้นฟูความเสียหายที่เกิดขึ้นจะซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายมาก แต่ก็จำเป็นต้องลดความเสียหายเหล่านี้ให้น้อยลง วิธีการอย่างหนึ่งก็คือ บอกกล่าวให้สาธารณชนทราบเกี่ยวกับเรื่องนี้ หนังสือชุดสิ่งแวดล้อมของ UNEP/GEMS เล่มนี้จึงจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อบอกกล่าวให้สาธารณชนทราบ เหมือนเช่นเล่มอื่นๆ ในชุดเดียวกัน โดยใช้ภาษาง่ายๆ เพื่อให้คนทั่วไปได้ตระหนักถึงสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นกับแหล่งน้ำ และวิธีนี้อาจจะเป็นวิธีที่ได้ผลที่สุด เพื่อช่วยชะลอการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ

มอสตาฟา เค. ทอลบา
ผู้อำนวยการบริหาร
โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาติ

บทนำ

...บริเวณแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งของโลกหลายแห่งไม่มีแหล่งน้ำจืดที่จะนำมาใช้ได้อีกต่อไปแล้ว

ปริมาณน้ำในโลกนี้มีปริมาณคงที่ โดยรวมทั้งโลกมีอยู่ 1,360 ล้านคิวบิกกิโลเมตร ซึ่งครอบคลุมพื้นผิวโลกถึงร้อยละ 70 จากจำนวนนี้ ร้อยละ 3 เท่านั้นที่เป็นน้ำจืด และไม่ถึงร้อยละ 1 เป็นน้ำที่อยู่ตามแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำในแม่น้ำและทะเลสาบ ถึงแม้ว่าจะมีน้ำจืดมากมายที่สามารถสนองความต้องการทั้งในปัจจุบันและอนาคต แต่บางครั้งแหล่งน้ำเหล่านี้ก็อยู่ในที่ที่ไม่เหมาะสม แม้กระทั่งแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และน้ำฝน ก็ไม่กระจายโดยทั่วถึง บริเวณแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งของโลกหลายแห่งไม่มีแหล่งน้ำจืดที่จะนำมาใช้ได้อีกต่อไปแล้ว

อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการใช้สอยน้ำในครัวเรือนยังเพิ่มปัญหามลพิษในแหล่งน้ำอีกด้วย ดังนั้นปริมาณน้ำที่มีคุณภาพที่มนุษย์จะนำไปใช้จึงลดปริมาณลงเรื่อยๆ

ระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลกได้ดำเนินการศึกษาปัญหาเหล่านี้ตั้งแต่ ค.ศ. 1987 โดยผ่านองค์การอนามัยโลก องค์การยูเนสโก และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก เพื่อที่จะพัฒนาเครือข่ายการตรวจสอบคุณภาพน้ำของโลก เครือข่ายนี้มีสถานีตรวจสอบ 344 แห่ง ได้แก่ สถานีตรวจสอบแม่น้ำ 240 แห่ง สถานีตรวจสอบทะเลสาบ 43 แห่ง และสถานีตรวจสอบน้ำใต้ดิน 61 แห่ง ระบบตรวจสอบนี้ได้สำรวจตัวแปรในน้ำมากกว่า 50 ตัวแปร เพื่อดูว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ที่มนุษย์จะใช้บริโภค ใช้ในการเกษตร การพาณิชย์ และอุตสาหกรรม การประเมินผลใน ค.ศ. 1988 ได้ข้อสรุปอย่างกว้างๆ ซึ่งนำมาจัดพิมพ์ในหนังสือเล่มนี้ พร้อมทั้งมีการวางแผนการประเมินผลเช่นนี้ในทุกๆ 5 ปี

น้ำที่ไม่ได้บำบัดก่อนนำมาใช้ในประเทศกำลังพัฒนา ...คร่าชีวิตผู้คนประมาณ 25,000 คนต่อวัน

จากการประเมินดังกล่าวพบว่าของเสีย ธาตุอาหาร โลหะที่เป็นพิษ และสารเคมีจากการเกษตรและอุตสาหกรรม เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำ ในบรรดามลพิษเหล่านี้ สารที่แพร่กระจายได้มากที่สุดคือสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียจากครัวเรือน น้ำที่ไม่ได้บำบัดก่อนนำมาใช้ในประเทศกำลังพัฒนาเป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างที่สุด และยังคงคร่าชีวิตผู้คนประมาณ 25,000 คนต่อวัน โรคต่างๆ เช่น โรคมาลาเรีย โรคพยาธิใบไม้ ล้วนเกิดจากการบริโภคน้ำที่ไม่สะอาด มลพิษน้ำในประเทศเหล่านี้มีสถานการณ์รุนแรงขึ้นในศตวรรษที่ 20 เมื่อมีอุตสาหกรรมมากขึ้น และมีการกลายสภาพเป็นเมืองมากขึ้น แต่บำบัดน้ำเสียได้ไม่ดีพอ เหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำและการบริการด้านสุขาภิบาล

การตรวจสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า มลพิษน้ำมิได้จำกัดอยู่เฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาเท่านั้น อุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นและเทคโนโลยีชั้นสูงที่ใช้ในการเกษตรในประเทศพัฒนาแล้ว ก็ส่งผลให้เกิดสารมลพิษมากมายในสิ่งแวดล้อม ซึ่งในที่สุดจะไหลลงสู่ทะเลสาบและแม่น้ำ แม่น้ำหลายสายในสหรัฐอเมริกาและยุโรปมีธาตุอาหารหรือสารกระตุ้นชีวภาพมากเกินไป ทำให้เกิดปัญหานานัปการ เช่น กระตุ้นให้สาหร่ายเซลล์เดียวเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ออกซิเจนในน้ำลดลงเพราะการเน่าเปื่อยของสาหร่าย

การทำเหมืองแร่และอุตสาหกรรมก็เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนโลหะในน้ำ นอกจากนี้อุตสาหกรรมบางประเภทก็ก่อให้เกิดความเป็นกรดในน้ำ เนื่องมาจากการปล่อยไนโตรเจนและซัลเฟอร์ออกไซด์สู่บรรยากาศในขณะที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การโค่นป่าและการทำลายตัวกรองตามธรรมชาติ เช่น บริเวณพื้นที่หนองบึง ก็ทำให้เกิดการตกตะกอนทับถมในน้ำเพิ่มขึ้น

การมีมาตรการคุมค้องสิ่งแวดล้อม และการควบคุมมลพิษทางการเกษตรและอุตสาหกรรม จะเป็นหนทางลดมลพิษน้ำในระยะยาว หวังกันว่าข้อมูลที่โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลกนำมาเสนอจะกระตุนเตือนประชาชนและผู้กำหนดนโยบายที่จำเป็นเร่งด่วนทั้งหลาย ให้ปกป้องและดูแลแหล่งน้ำไว้ให้อนุชนรุ่นหลังต่อไป

มลพิษน้ำ...มีสถานการณ์รุนแรงขึ้นในศตวรรษที่ 20 เมื่อมีอุตสาหกรรมมากขึ้น และมีการกลายสภาพเป็นเมืองมากขึ้น แต่บำบัดน้ำเสียได้ไม่ดีพอ เหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำและการบริการด้านสุขาภิบาล

กระแสน้ำในแม่น้ำไซร์ตอนเหนือในประเทศมาลาวี แหล่งน้ำจืดในลักษณะเดียวกันนี้ ซึ่งมีทั้งปริมาณและคุณภาพที่ดีพอ กำลังเหลือน้อยลง เนื่องจากน้ำถูกนำมาใช้ในการขยายอุตสาหกรรมมากขึ้นๆ และมีการใช้สารเคมีเพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้นขนานใหญ่

ภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์

โลกขาดแคลนน้ำจริงหรือ?

น้ำจืดของโลกมีไม่ถึงร้อยละ 3 ของน้ำที่มีอยู่ในโลกจำนวน 1,360 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร และในร้อยละ 3 นี้ จำนวน 29 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรเป็นหิมะและน้ำแข็ง 8 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรเป็นน้ำบาดาล และมีเพียง 200,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรที่เป็นน้ำในแม่น้ำและทะเลสาบ น้ำจืดจะหมุนเวียนกลับมาในรูปของวัฏจักรน้ำ ซึ่งระเหยและตกลงมาเป็นน้ำฝน (ดูรูปที่ 1) ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (ทุกปีหรือเกือบทุกปี) แต่บางส่วน เช่น น้ำใต้ดิน จะเกิดช้ามาก (ทุก 2-3 พันปี) จำนวนครั้งของการหมุนเวียนดูได้ในตารางที่ 1

ปริมาณน้ำฝนที่มนุษย์สามารถนำมาบริโภคได้ลดลงจาก 40,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร เหลือเพียง 9,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร เนื่องจากองค์ประกอบหลายประการ

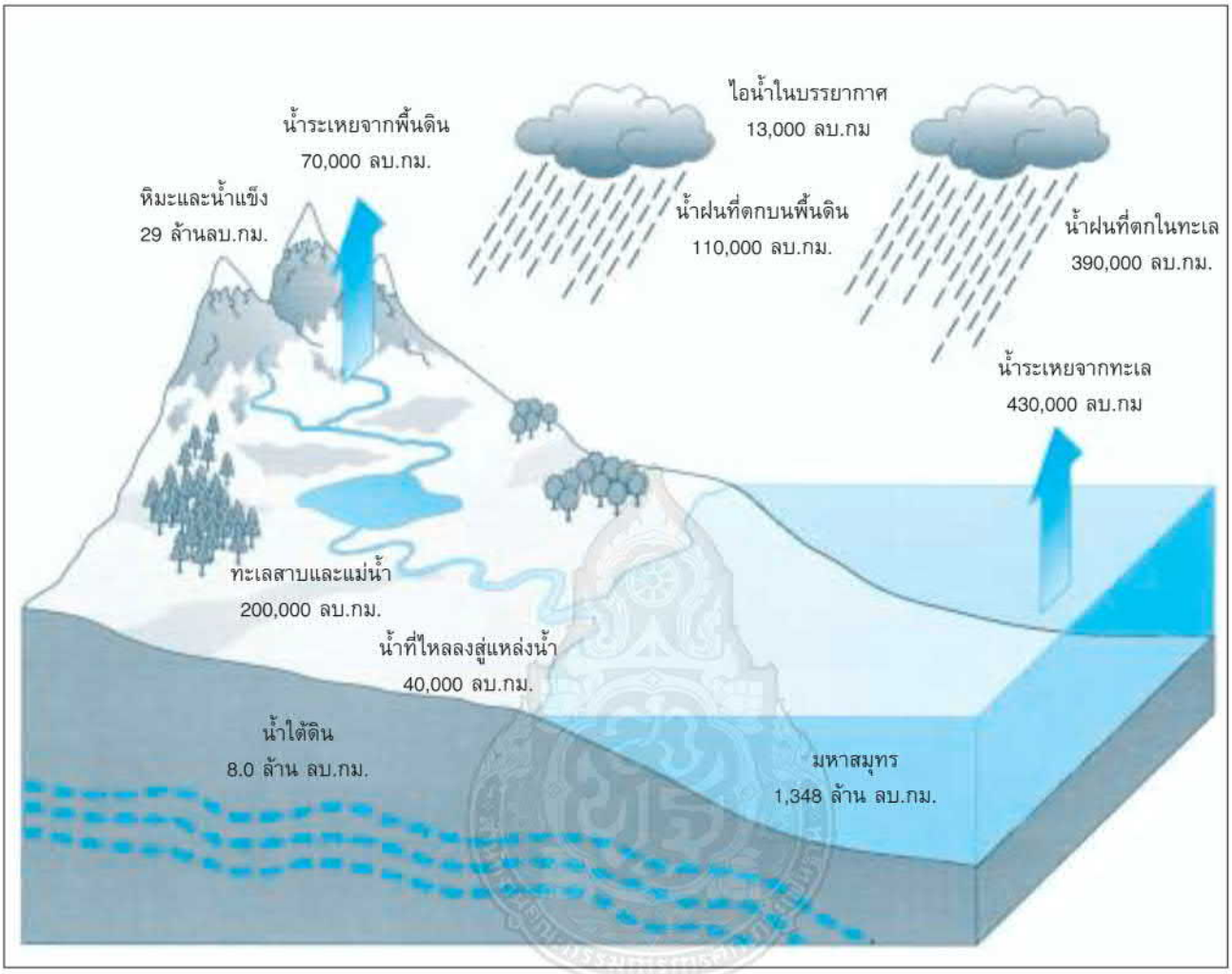
ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินทั่วโลกเฉลี่ย 110,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร จำนวน 70,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรระเหยไปในอากาศก่อนที่จะตกลงสู่ทะเล จึงเหลือน้ำที่ตกลงสู่พื้นดินซึ่งเรียกว่าน้ำท่าหรือน้ำไหลผ่านเพียง 1 ใน 3 หรือ 40,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรที่พอจะนำมาใช้ได้

ปริมาณน้ำจืดที่สามารถคืนรูปกลับมาใช้ได้ใหม่มีปริมาณน้อยมาก ปริมาณหยาดน้ำฟ้าบางส่วนตกลงในบริเวณที่ไม่มีสิ่งที่มีชีวิตอาศัยอยู่ เช่น ทวีปแอนตาร์กติกา ดังนั้นจึงไม่เกิดประโยชน์ต่อการใช้น้ำของมนุษย์ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงเวลาสั้นและไหลลงสู่ทะเลอย่างรวดเร็ว มนุษย์ก็ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี ก็สะท้อนให้เห็นว่าหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยแต่ละปีลดลงด้วย

วัฏจักรการคืนรูปของน้ำโดยเฉลี่ยในแหล่งต่าง ๆ

หิมะที่ปกคลุมถาวรตลอดปี	9,700	ปี
มหาสมุทร	2,500	ปี
น้ำใต้ดิน	1,400	ปี
ทะเลสาบ	17	ปี
หนองบึง	5	ปี
ความชื้นในดิน	1	ปี
ลำธาร	16	วัน
ความชื้นในบรรยากาศ	8	วัน

ตารางที่ 1 *วัฏจักรการคืนรูปของน้ำจืดและน้ำทะเล ซึ่งใช้เวลาต่างกันตั้งแต่ไม่กี่วันจนถึงเวลานับพัน ๆ ปี*



รูปที่ 1 *วัฏจักรอุทกหรือวัฏจักรน้ำของโลกควบคุมปริมาณน้ำจืดที่มนุษย์ใช้บริโภค ความแตกต่างระหว่างน้ำฝนที่ตกสู่พื้นดินและระเหยเป็นไอ มีอยู่ประมาณ 40,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลจากแม่น้ำลำคลองลงสู่ทะเล จากปริมาณนี้ มีน้ำเพียง 9,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรที่ผ่านแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต และเป็นปริมาณน้ำประจำปีที่มนุษย์ต้องใช้ แผนภูมินี้ยังแสดงปริมาณน้ำจืดในรูปหิมะและน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน และน้ำในทะเลสาบและแม่น้ำลำคลองต่างๆ*

องค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวลดปริมาณน้ำซึ่งมีประมาณ 40,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร แต่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตสามารถนำมาใช้ได้เพียง 9,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ถ้าฝนทั้งหมดตกกระจายไปทั่วโลก ก็จะมีน้ำฝนมากเพียงพอกับความต้องการทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะปัจจุบันนี้มนุษย์บริโภคน้ำจืดประมาณ 4,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนน้ำที่มีอยู่ และเท่ากับว่าประชากรจำนวน 5,000 ล้านคนใช้น้ำคนละ 800 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

ดูเหมือนว่าจะมีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นในอนาคต แต่ในความเป็นจริงแล้ว มีตัวแปรอีกหลายประการที่ต้องพิจารณาถึงความเพียงพอในการใช้น้ำ มากกว่าที่จะนำแหล่งน้ำของโลกมาแบ่งหารตามจำนวนประชากร

ประการแรกก็คือน้ำฝนกระจายไม่ทั่วทุกแห่ง ในแต่ละปีปริมาณน้ำไหลผ่านหรือน้ำท่า คิดเฉลี่ยตามรายหัวประชากรในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก ตั้งแต่ 120,000 ลูกบาศก์เมตรในประเทศแคนาดา จนถึงปริมาณเพียง 70 ลูกบาศก์เมตรในมอลตา ส่วนในอเมริกาใต้สูงกว่าเอเชียและยุโรปประมาณ 10 เท่า ประมาณ ค.ศ. 2000 ความไม่สมดุลอย่างใหญ่หลวงระหว่างทวีปจะเกิดขึ้น ในขณะที่ปริมาณเฉลี่ยต่อคนในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ประเทศในทวีปเอเชีย แอฟริกา และละตินอเมริกาจะน้อยลง เนื่องจากมีประชากรเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การมีน้ำใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งเป็นตัวกำหนดความเจริญความก้าวหน้าในหลายเขต เช่น บริเวณซาเฮล ซึ่งมีลักษณะกึ่งทะเลทรายอยู่ทางชายขอบตอนใต้ของทะเลทรายสะฮาราในทวีปแอฟริกา เขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งอื่นๆ

ผลจากการขาดแคลนน้ำทำให้ต้องนำน้ำที่ไม่มีคุณภาพมาใช้เพื่อสนองความต้องการ และยิ่งทำให้ความต้องการน้ำสะอาดโดยรวมเพิ่มมากขึ้น ประมาณการว่ามีน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณ 450 ลูกบาศก์กิโลเมตรในแม่น้ำต่าง ๆ ของโลก จำเป็นต้องใช้น้ำดีจำนวน 6,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรเพื่อขับน้ำเสียจำนวนดังกล่าวออกไป และทำให้น้ำเสียเจือจางลง การขจัดของเสียในโลกนี้จึงจำเป็นต้องใช้น้ำถึง 2 ใน 3 ของน้ำท่าที่มีอยู่

การมีน้ำใช้ไม่เพียงพอ อีกทั้งยังมีมลพิษด้วย ย่อมแสดงว่า 1 ใน 5 ของประชากรที่อยู่ในเมือง และ 3 ใน 4 ที่อยู่ในชนบทในประเทศกำลังพัฒนา ยังคงขาดแคลนน้ำดื่มที่ปลอดภัย สภาพที่รุนแรงเช่นนี้เกิดขึ้นในประเทศที่มีเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งกว้างใหญ่ และมีประชากรเพิ่มขึ้นมาก รวมทั้งในประเทศที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ แต่มีประชากรมาก

เกษตรกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการชลประทานใช้น้ำมากกว่า 2 ใน 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่มนุษย์ใช้ ความจำเป็นของการชลประทานมีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศอย่างมาก เช่น ในประเทศอินเดีย การชลประทานใช้น้ำถึงร้อยละ 97 ของการใช้น้ำทั้งหมด

ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อคนในประเทศกลุ่มตัวอย่าง		
ประเภท	*ปริมาณน้ำต่อคน*	*ประเทศ(%)*
ต่ำมาก	1,000 ลบ.ม./ปี หรือน้อยกว่า	14
ต่ำ	1,000–5,000 ลบ.ม./ปี	37
ปานกลาง	5,000–10,000 ลบ.ม./ปี	14
สูง	10,000 ลบ.ม./ปี หรือมากกว่า	35

ตารางที่ 2 *การสำรวจใน ค.ศ. 1986 ของสถาบันทรัพยากรโลกพบว่าปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ร้อยละ 51 ของประเทศกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ต่ำหรือต่ำมาก*

ในปัจจุบันน้ำจากโครงการชลประทานประมาณร้อยละ 50–80 ไม่ได้สนองจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพราะน้ำซึมลงในดินอย่างรวดเร็ว หรือไม่ก็ไหลผ่านเลยบริเวณเพาะปลูกไปอย่างรวดเร็วโดยที่ยังไม่ทันซึมลงสู่พื้นดินในระดับที่รากพืชจะดูดซับได้ ประมาณกันว่าใน ค.ศ. 2000 การชลประทานเพียงอย่างเดียวจะใช้น้ำเท่ากับความต้องการใช้น้ำของประชากรทั่วโลกใน ค.ศ. 1980 ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงการชลประทานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชลประทานใช้น้ำมากกว่า 2 ใน 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่มนุษย์ใช้...ในปัจจุบันน้ำจากโครงการชลประทานประมาณร้อยละ 50–80 ไม่ได้สนองจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

คาดกันว่าความต้องการด้านอุตสาหกรรมจะเพิ่มขึ้นช้าลง ภาคอุตสาหกรรมจะต้องให้ความใส่ใจกับการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ให้มากขึ้น บางประเทศในซีกโลกเหนือนำน้ำกลับมาใช้ใหม่เพิ่มมากขึ้น ลดความต้องการใช้น้ำในอุตสาหกรรมลง แต่ยังคงมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่น ประเทศฟินแลนด์ เนเธอร์แลนด์ และสหราชอาณาจักร ล้วนลดปริมาณการใช้น้ำในการอุตสาหกรรมทั้งสิ้น

น้ำเสียจากเขตเทศบาลก็สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในการชลประทานและในอุตสาหกรรมบางประเภทได้ ประเทศอิสราเอลนำน้ำเสียร้อยละ 30 มาใช้ใหม่ และส่งน้ำเสียไปใช้ในการชลประทานในไร่นาและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้ดิน ใน ค.ศ. 2000 ประเทศอิสราเอลมีแผนนำน้ำเสียมาใช้ได้ถึงร้อยละ 80

ปัญหาเรื่องอุปสงค์และอุปทานเกี่ยวกับน้ำไม่สามารถแยกออกจากประเด็นเรื่องคุณภาพน้ำได้โดยง่าย เพราะมนุษย์มีความกดดันต่อข้อจำกัดของน้ำในหลาย ๆ พื้นที่ของโลก ฉะนั้นคุณภาพของน้ำจึงอยู่ในสภาพที่น่าเป็นห่วง

การใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

ระดับความแตกต่างของน้ำสะอาดที่เหมาะสมต่อการใช้แบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ น้ำประปาซึ่งมนุษย์ใช้บริโภค น้ำที่ใช้ในการเกษตร น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม น้ำเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และน้ำเพื่อการประมงและสัตว์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ น้ำแต่ละประเภทมีเกณ ์คุณภาพและวิธีการประเมินความเหมาะสมแตกต่างกัน เช่น น้ำสะอาดที่สุดจะใช้เป็นน้ำดื่ม ส่วนน้ำเสียจะนำไปใช้ในการระบายความร้อนในอุตสาหกรรม เรียกว่าน้ำหล่อเย็น

น้ำประปา

ตัวชี้บอกทางจุลชีววิทยาเป็นตัวกำหนดที่สำคัญที่สุดสำหรับการนำน้ำไปใช้ในครัวเรือน สารประกอบอนินทรีย์หลายชนิด เช่น ไนเตรต ฟลูออไรด์ สารหนู และไอโอดิน ควรตรวจสอบเป็นพิเศษ เพราะมีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างมาก รวมทั้งสารปรอทและสารตะกั่ว ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง ตลอดจนสารมลพิษขนาดเล็กมาก เช่น เบนซีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ส่วนความเค็มของน้ำ ถึงแม้จะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ก็ควรมีการตรวจสอบเช่นกัน เพราะมนุษย์ไม่ดื่มน้ำที่เค็มเกินควร

ปัจจุบันมีกรรมวิธีทันสมัยที่จะนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ รวมทั้งการทำให้น้ำเค็มกลายเป็นน้ำจืดเพื่อทำเป็นน้ำประปา แต่วิธีการที่ก้าวหน้าเหล่านี้บางครั้งก็ไม่สามารถทำน้ำเสียให้สะอาดเพียงพอตามเกณ ์ที่กำหนดได้ ในประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศขาดแคลนโรงงานบำบัดน้ำเสียและทรัพยากร จึงทำให้น้ำที่มาใช้ในครัวเรือนมีภาวะมลพิษอยู่

เกณ ์คุณภาพของน้ำสำหรับการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ

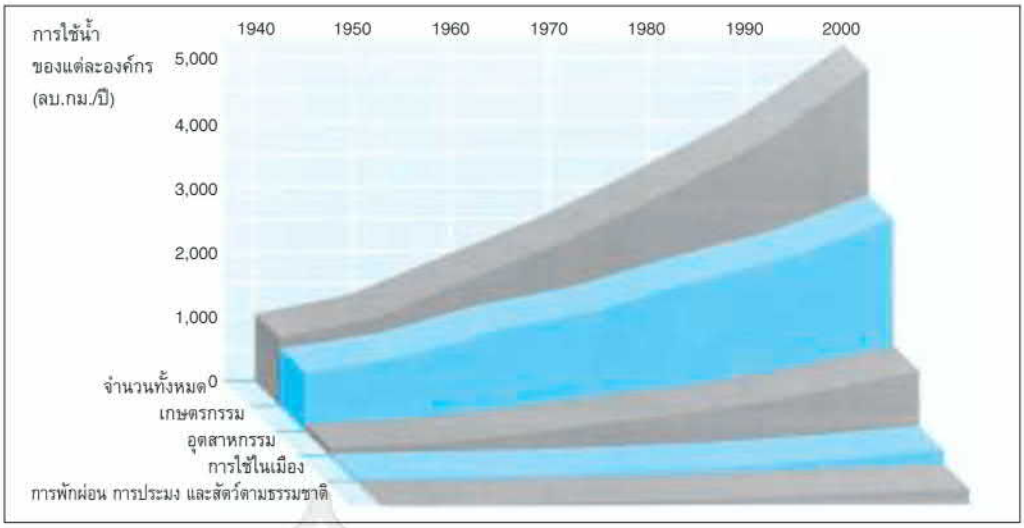
	น้ำดื่ม	*น้ำเพื่อชลประทาน*	*น้ำสำหรับปศุสัตว์*	*การประมง*
ประเภทจุลชีวะ โคลิฟอร์ม ไข่ไส้เดือนฝอย				
อนุภาคแขวนลอย				
อินทรีย์มลพิษ				
ไนเตรต				
ไนไตรต				
ความเค็ม				
อนินทรีย์จุลพิษ				
อินทรีย์จุลพิษ				
สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์				

เฉพาะฟลูออไรด์เท่านั้น † ดูจากการละลายของออกซิเจน BOD และ COD
‡ ความเข้มข้นของสารประกอบซึ่งส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจนและคาร์บอน

ตารางที่ 3 *น้ำที่ใช้ประโยชน์ต่างกันจะมีวิธีควบคุมที่ต่างกัน ตารางนี้แสดงให้เห็นเกณ ์มาตรฐานความปลอดภัยของการใช้น้ำแต่ละประเภท*

น้ำใช้ในการเกษตร

ในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งต้องการใช้น้ำจากการชลประทานมากที่สุด ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการประเมินค่าความเหมาะสมของน้ำเพื่อการชลประทาน คือ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) หรือเกณฑ์วัดความเค็ม การชลประทานที่มีสารโซเดียมอยู่เป็นเวลานานจะทำลายโครงสร้างของดินและพืชผล ขีดจำกัดความเค็มที่พืชแต่ละชนิดรับได้ต่างกัน เป็ดไก่และปศุสัตว์อื่นทนความเค็มได้มากกว่ามนุษย์ ผลกระทบของธาตุที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืชบางชนิดก็ควรพิจารณาให้เหมาะสมด้วย เกษตรกรจึงควรยึดเกณฑ์มาตรฐานของน้ำที่ใช้กับพืช เนื่องจากมีความจำเป็นในการนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ในการเกษตร องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมให้มีไข่ไส้เดือนฝอยในน้ำเพื่อการชลประทานขึ้นซึ่งเข้มงวดมากกับน้ำที่ใช้ปลูกพืชที่รับประทานดิบๆ ส่วนเกณฑ์ที่ใช้กับพืชที่ต้องทำให้สุกก่อนนำมารับประทานนั้น หย่อนลงได้เล็กน้อย



รูปที่ 2 การใช้น้ำของแต่ละภาคในช่วง ค.ศ. 1940–2000 ภาคการเกษตรใช้น้ำมากที่สุด แต่ความต้องการในภาคอุตสาหกรรมลดลง เนื่องจากหมุนเวียนนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

น้ำใช้ในอุตสาหกรรม

น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมมักใช้ในลักษณะเป็นวัตถุดิบ เส้นทางขนส่ง ตัวชำระล้าง และแหล่งพลังงานไอน้ำ รวมทั้งใช้เป็นตัวระบายความร้อนหรือหล่อเย็น (ส่วนใหญ่ใช้กับโรงไฟฟ้า) ซึ่งสามารถใช้น้ำที่มีคุณภาพต่ำได้ ในอุตสาหกรรมมีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่มากขึ้น น้ำเสียและน้ำทะเลที่ทำให้จืดสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง

น้ำเพื่อการประมงและสัตว์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานแล้วนำไปใช้กับสารปนเปื้อนทุกชนิดที่มีอยู่ในปลาน้ำจืดไม่ใช่เรื่องง่าย แต่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นตัวบ่งชี้สำคัญต่อชีวิตสัตว์น้ำ อินทรีย์จุลพิษ และอนินทรีย์จุลพิษ เช่น สารไฮโดรคาร์บอนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของพืชและสัตว์ (PAH) และสารประกอบอินทรีย์ที่ปนเปื้อนคลอรีน ได้แก่ พีซีบี (PCB) และสารเอชซีบี (HCB) สามารถก่อให้เกิดโรคเนื้องอก กระดูกสันหลังคดงอ และทำให้ปลามีรูปร่างผิดแปลกไป

น้ำเพื่อการพักผ่อน

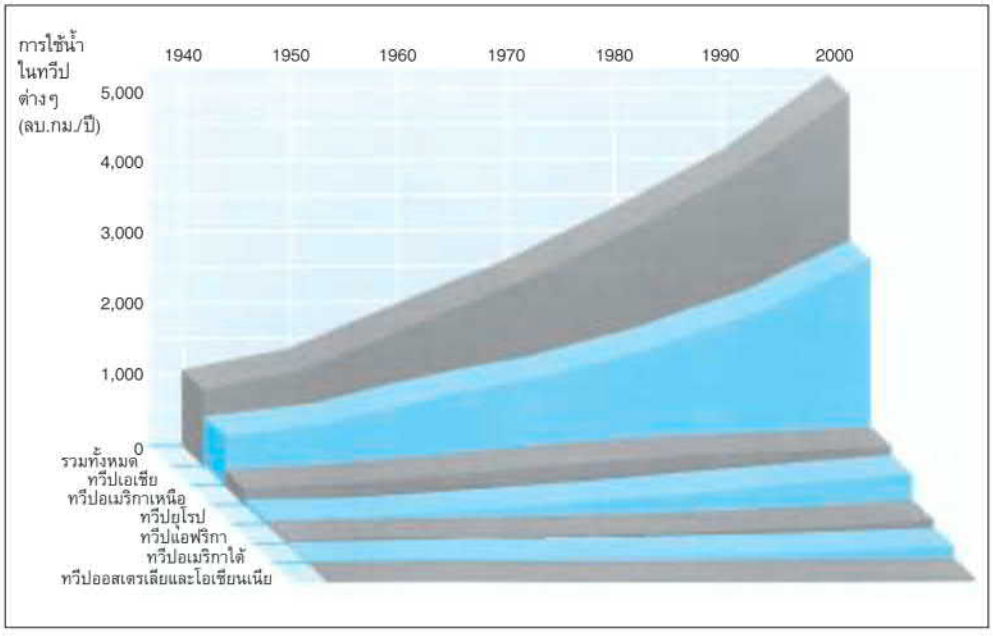
ความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างเชื้อแบคทีเรียในน้ำกับความเจ็บป่วยจากการสัมผัสน้ำเป็นเรื่องยากที่จะระบุได้ แต่หลายประเทศได้กำหนดเกณฑ์การยอมให้มีเชื้อแบคทีเรียในน้ำที่ใช้อาบได้ประมาณ 100–1,000 ตัวต่อปริมาณน้ำ 100 มิลลิลิตร

การเร่งภาวะมลพิษ

แม้แต่ในสมัยโรมัน โลหะหนักจากการทำเหมืองแร่และเชื้อโรคจากเมือง ก็เป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำอย่างรุนแรง ตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ปัญหาภาวะมลพิษในน้ำกลายเป็นปัญหาใหญ่ระดับภูมิภาค ระดับเขต และขยายเป็นปัญหาระดับโลกในปัจจุบัน ปัจจัยสำคัญที่เร่งให้เกิดมลพิษในน้ำจืดมีดังต่อไปนี้

การกลายสภาพเป็นเมือง และผลจากการเพิ่มจำนวนประชากร เกษตรกรรมหนาแน่น และการเติบโตทางอุตสาหกรรม อาจส่งผลให้มลพิษในน้ำจืดเพิ่มขึ้นและเพิ่มเป็นสองเท่าเมื่อกำจัดและบำบัดน้ำเสียได้ไม่ดีพอ แหล่งน้ำอาจปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ แบคทีเรีย และธาตุอาหารจากทางระบายน้ำเสียของเทศบาล ท่อระบายน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำท่าที่หลากลงสู่ทางน้ำ เมื่อระดับออกซิเจนลดลง สารปนเปื้อนจะแตกตัว ทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชัน ซึ่งเป็นภาวะที่มีธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากจนกระตุ้นก้ารเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียว ทำให้น้ำมีสีเขียว เมื่อสาหร่ายตายทับถม จะทำให้นำเน่าเสีย การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียนี้รุนแรงมากในประเทศกำลังพัฒนาที่ขาดแคลนแหล่งน้ำและบำบัดน้ำเสียไม่ดีพอหรือไม่ทำเลย ทารกและเด็กจำนวนมากที่ขาดภูมิต้านทานสารปนเปื้อนเหล่านี้ เสียชีวิตจากการดื่มน้ำที่เป็นมลพิษนั้น

ปัญหาน้ำเสียดูเหมือนจะรุนแรงมากขึ้นถ้าประชากรเพิ่มขึ้น คาดว่าจะมีประชากรเพิ่มขึ้น 5 เท่าในทวีปแอฟริกา และ 3 เท่าในละตินอเมริกา การเพิ่มประชากรนี้ส่วนใหญ่



รูปที่ 3 *ปริมาณน้ำที่ใช้ในทวีปต่างๆ ตั้งแต่ ค.ศ. 1940–2000 แสดงให้เห็นว่ามีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าในตอนปลายศตวรรษ ซึ่งเพิ่มความกดดันต่อคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติจนมีจำนวนจำกัดลง*

จะอยู่ในเมืองใหญ่ คาดกันว่าแหล่งมลพิษน้ำที่สำคัญๆ ในเมืองขนาดใหญ่ เช่น เดลลี เซาเปาโล เม็กซิโกซิตี้ และกรุงไนโรบี จะเพิ่มมากขึ้นเป็น 50 เท่าในช่วง ค.ศ. 1950–2000 และประมาณ ค.ศ. 2000 ประชากรร้อยละ 75 ของละตินอเมริกาจะอาศัยอยู่ในเขตเมือง

การทำลายป่า เพื่อทำเกษตรกรรมและขยายตัวเมืองมักนำมาสู่การปนเปื้อนในน้ำ เมื่อดินถูกชะล้างออกจากพืชที่ปกคลุมดินจะทำให้เกิดการพังทลายของดิน มีผลทำให้น้ำขุ่นม่ากขึ้น เพราะมีสารแขวนลอยมากขึ้น เกิดการชะล้างธาตุอาหารในดิน และลดความสามารถในการอุมน้ำของดิน

การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ เพื่อสร้างอ่างเก็บน้ำสามารถเปลี่ยนคุณภาพของน้ำได้ เพราะมีการระเหยและการกักเก็บน้ำนานขึ้น และทำให้สารแขวนลอยลดลง (เนื่องจากน้ำนิ่ง) ความอุดมสมบูรณ์จึงไม่ไหลไปตามกระแสน้ำ ทำให้การประมงไม่ได้ผล

การทำลายพื้นที่ชุมน้ำ นอกจากจะทำลายแหล่งอาศัยของนกและปลาหลายชนิดแล้ว ยังเป็นการขจัดตัวกรองมลพิษตามธรรมชาติที่สามารถดูดซับและลดสารมลพิษที่มีอยู่จำนวนมากด้วย เช่น ฟอสฟอรัสและโลหะหนัก ระหว่าง ค.ศ. 1950–1980 สหรัฐอเมริกาได้ทำลายพื้นที่ชุมน้ำร้อยละ 18 ฟินแลนด์ร้อยละ 15 และสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนีร้อยละ 52 ของพื้นที่ทั้งหมด

การพัฒนาอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าระหว่าง ค.ศ. 1965–1984 ก่อให้เกิดของเสียที่เป็นพิษจำนวนมาก รวมถึงสารอินทรีย์สังเคราะห์ที่เป็นอันตราย ของเสียบางชนิดเกิดจากการชะล้างกากแร่ การปล่อยน้ำเสียจากท่อระบายน้ำโดยตรง หรือการแพร่กระจายของเสียในอากาศ หรืออื่นๆ สิ่งเหล่านี้จะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ปริมาณของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เพิ่มเป็น 2 เท่าใน ค.ศ. 2000 ซึ่งเป็นอัตราเพิ่มที่เร็วกว่าปกติในประเทศกำลังพัฒนา จึงยากที่จะควบคุมมลพิษทางด้านอุตสาหกรรม เพราะมลพิษเหล่านี้มีอยู่หลากหลายและเจือปนกับสิ่งต่างๆ ได้ง่าย

การผลิตทางการเกษตร เพิ่มขึ้นทั่วโลกถึงร้อยละ 19 ระหว่าง ค.ศ. 1975–1984 และเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในหลายประเทศที่กำลังพัฒนาในระยะเวลาเดียวกัน การใช้ปุ๋ยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากน้อยกว่า 1 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในหลายส่วนของทวีปแอฟริกา จนถึงมากกว่า 700 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ก่อให้เกิดการสะสมไนเตรตและฟอสเฟตในอัตราที่น่าเป็นห่วงในแหล่งน้ำ แม้โลกที่พัฒนาแล้วก็มีระดับการใช้ปุ๋ยสูงที่สุด ในปัจจุบันประเทศกำลังพัฒนาใช้ปุ๋ยในปริมาณที่ใกล้เคียงกันใน ค.ศ. 1980 การใช้ปุ๋ยต่อ 1 เฮกตาร์ของประเทศกำลังพัฒนาน้อยกว่าประเทศพัฒนาแล้วถึง 5.5 เท่า แต่ใน ค.ศ. 1986 ตัวเลขนี้กลับลดลงเหลือเพียง 2.2 เท่า และมีการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์เพิ่มมากขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ย เช่น ในแคนาดา การขายสารฆ่าศัตรู

พืชและสัตว์เพิ่มเป็น 8 เท่าระหว่าง ค.ศ. 1970–1980 นอกจากนี้การทำชลประทานมากเกินไปก็ทำให้สถานการณ์เลวร้ายลง เพราะสารมลพิษจากเคมีซึมลงไปต่ำกว่าระดับรากพืชและใกล้กับน้ำใต้ดินมากขึ้น

การใช้พลังงานขั้นพื้นฐาน เพิ่มขึ้นเกือบเป็นสองเท่าระหว่าง ค.ศ. 1965–1984 ซัลเฟอร์และไนโตรเจนออกไซด์แพร่กระจายในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย สาร 2 ชนิดนี้ทำให้เกิดฝนกรด การที่น้ำจืดมีภาวะเป็นกรดโดยเฉพาะในทะเลสาบเป็นสิ่งที่น่าวิตก ทะเลสาบหลายแห่งในสแกนดิเนเวียมีสภาพเป็นกรดจากการแพร่กระจายของสารซัลเฟอร์จากแหล่งน้ำในยุโรป ส่งผลให้ทะเลสาบนับพันแห่งมีสภาพคล้ายกันไปด้วย ภาวะเช่นนี้ทำให้มีสารโลหะในแหล่งน้ำและห่วงโซ่อาหาร เนื่องจากน้ำที่มีสภาพเป็นกรดได้ชะล้างธาตุสำคัญหลายอย่างออกมาจากดินและท่อระบายน้ำ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกาและตอนเหนือของยุโรปได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสภาวะการเป็นกรดนี้ หลายส่วนของประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินเดีย และอเมริกาใต้ ก็อยู่ในภาวะเสี่ยง เนื่องจากการแพร่กระจายของสารซัลเฟอร์และไนโตรเจนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

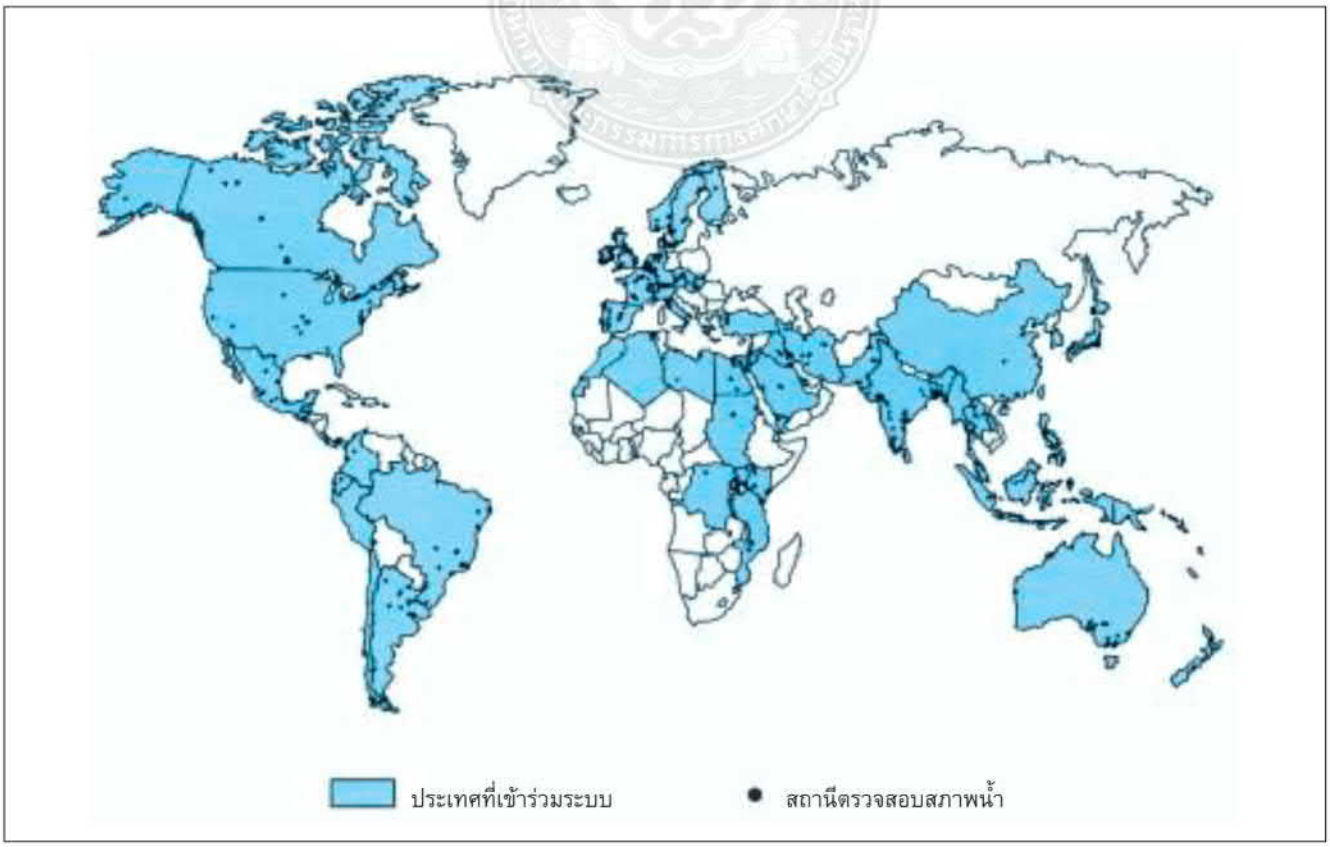
มลพิษน้ำที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ อาจเกิดได้จากหลายทาง (เช่น ท่อน้ำและแท็งก์น้ำระเบิด การรั่วไหล ไฟไหม้ และน้ำมันรั่วไหล) ทำให้เกิดความเสียหายในระดับต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณ ความเป็นพิษ และความคงทนของสารมลพิษ ขนาดและความสามารถในการคืนสภาพของแหล่งน้ำ การรั่วไหลของสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน เช่น สารกัมมันตรังสี โลหะหนัก และสารอินทรีย์ที่ตกค้าง ล้วนเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญทางอุตสาหกรรม และส่งผลกระทบรุนแรงที่สุดต่อคุณภาพของน้ำ

การประเมินผลของ GEMS

ตั้งแต่ ค.ศ. 1977 เป็นต้นมา โครงการสิ่งแวดล้อมโลกแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารมลพิษน้ำจากสถานีตรวจสอบน้ำที่สุ่มตัวอย่าง สถานีเหล่านี้ดำเนินการภายใต้การดูแลของระบบตรวจสอบสิ่งแวดล้อมโลก ปัจจุบันมี 344 สถานี ครอบคลุมแม่น้ำ 244 สาย ทะเลสาบ 43 แห่ง และแหล่งน้ำใต้ดิน 61 แห่งทั่วโลก

วัตถุประสงค์ประการหนึ่งของการดำเนินงานนี้ คือ จัดหาข้อมูลเพื่อนำมาประเมินคุณภาพของน้ำในโลก โดยให้ความสนใจความแตกต่างของน้ำในแต่ละภูมิภาค การพิจารณาคุณภาพน้ำสามารถชี้วัดได้ด้วยลักษณะผันแปร 50 รายการ ประกอบด้วย

แบคทีเรียโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในอุจจาระ
ความต้องการออกซิเจนด้านชีวเคมี
ไนเตรตและฟอสฟอรัส
สารแขวนลอย
โลหะหนัก
จุลอินทรีย์จุลพิษ
สภาพกรด
ความเค็ม



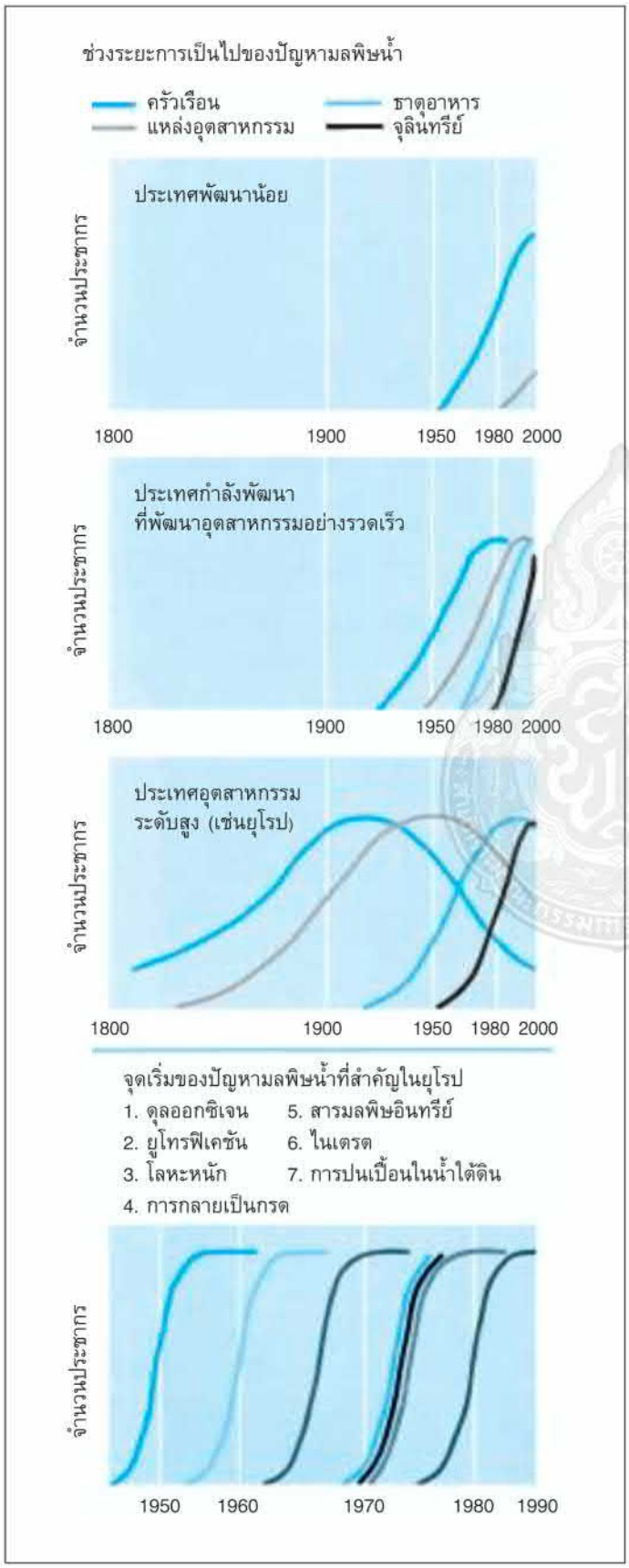
รูปที่ 4 *แผนที่แสดงประเทศต่าง ๆ ที่เข้าร่วมระบบตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water และที่ตั้งของสถานีตรวจสอบน้ำ 344 แห่ง*

แม้ว่าสถานีตรวจสอบน้ำบางแห่งจะตั้งอยู่บริเวณแหล่งน้ำทันที่อยู่ห่างไกลและมักใช้เป็นที่ตั้งวัดคุณภาพของน้ำ แต่สถานีส่วนใหญ่ที่ได้รับผลกระทบอยู่ใกล้กับแหล่งอุตสาหกรรมและเขตเมือง และตั้งขึ้นเพื่อวัดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยเฉพาะ การประเมินเบื้องต้นใช้ข้อมูลของ ค.ศ. 1979–1981 และจาก ค.ศ. 1982–1984 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น (ตามที่มีอยู่) เพื่อค้นหาสารมลพิษที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ได้จัดส่งไปป้อนธนาคารข้อมูลเกี่ยวกับน้ำของโลกซึ่งขึ้นกับ GEMS/Water โดยมีศูนย์ข้อมูลแหล่งน้ำในพื้นดิน (Canada Centre for Inland Waters) ตั้งอยู่ที่เมืองเบอร์ลิงตัน รัฐออนโตริโอ ใน ค.ศ. 1988 GEMS นำข้อมูลจากแหล่งเหล่านี้มาเป็นฐานในการประเมินสภาพน้ำจืดของโลก ยังมีทะเลสาบและแม่น้ำที่สำคัญอีกหลายแหล่งของโลกที่ไม่ได้อยู่ในเครือข่ายของ GEMS (โดยเฉพาะในแอฟริกา สหภาพโซเวียต และยุโรปตะวันออก) และสถานีตรวจสอบของ GEMS แต่ละแห่งก็วัดสารมลพิษไม่ได้ทุกตัว ดังนั้น GEMS จึงนำข้อมูลเพิ่มเติมมาจากรายงานผลการตรวจสอบระดับประเทศ ภูมิภาค โลก วารสารและสิ่งพิมพ์ทางวิชาการมาเสริมและจัดทำรายงานเพิ่มเติม

หนังสือเล่มนี้เป็นการสรุปการค้นพบที่สำคัญ ๆ จากการประเมินผล ซึ่งได้แก่ การปนเปื้อนจากเชื้อโรค สารอินทรีย์ ธาตุอาหารหรือสารกระตุนชีวภาพ โลหะหนัก สารมลพิษจุลินทรีย์ การแพร่กระจายมลพิษในอากาศ สารแขวนลอย และความเค็ม

ข้อสรุปที่สำคัญจากการประเมินประการหนึ่ง คือ ธรรมชาติและระดับมลพิษในแหล่งน้ำจืดเกิดจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมเป็นสำคัญ ประเทศอุตสาหกรรมหลายประเทศประสบปัญหามลพิษในแหล่งน้ำจืด ซึ่งมาจากของเสียในครัวเรือน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ดังนั้นจึงออกกฎหมายควบคุมปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ปัจจุบันนี้มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมเริ่มได้รับการควบคุม แต่ปัญหาเรื่องมีสภาพกรด สารมลพิษจุลอินทรีย์ สารไนเตรต และสารปนเปื้อนในน้ำใต้ดินกำลังได้รับความสนใจ (ดูกราฟลำดับที่ 4 ในรูป 5)

ปรากฏการณ์ลูกโซ่ลักษณะนี้ มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรมเช่นกัน แม้จะต่างวาระกัน จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นปัญหาลักษณะเดียวกันที่กำลังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศที่กำลังพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรม แม้ว่าปัญหาเหล่านี้จะปรากฏขึ้นภายหลังและมีโอกาสที่จะเป็นไปได้เร็วกว่าประเทศอุตสาหกรรม ประเทศกำลังพัฒนาที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างช้า ๆ ในปัจจุบันนี้ ปัญหามลพิษน้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ยกเว้นปัญหามลพิษที่เกิดจากของเสียในครัวเรือน

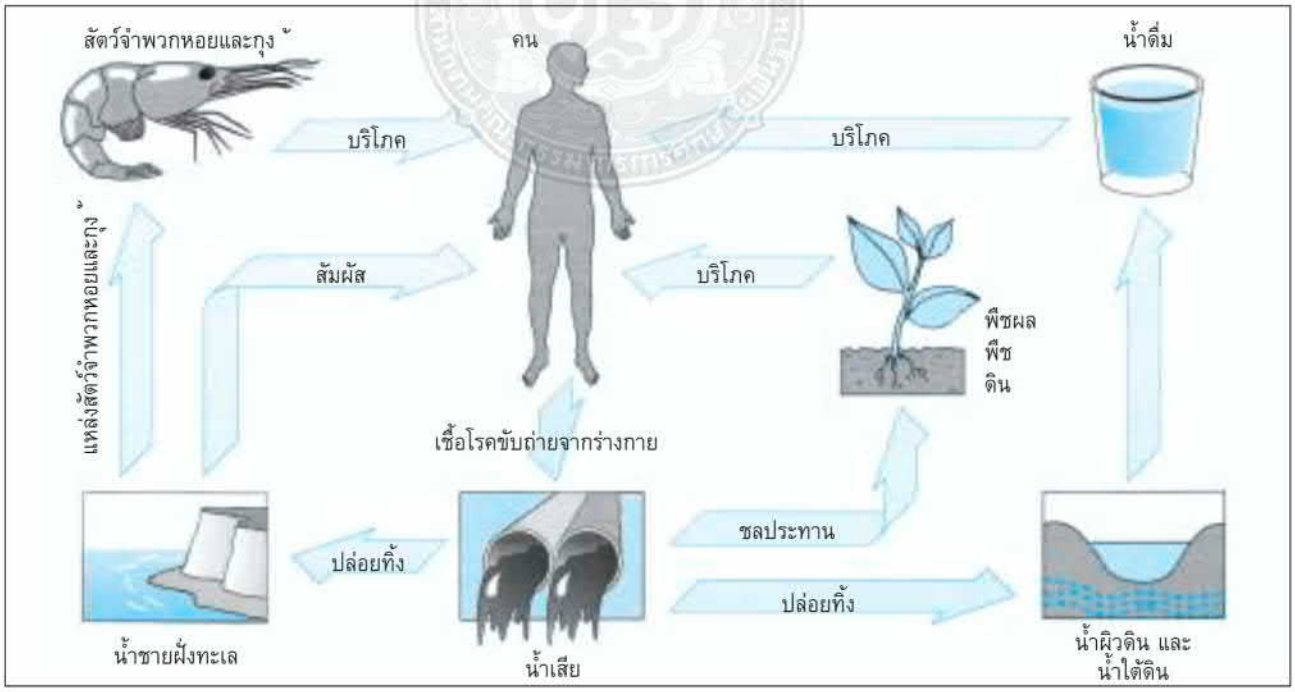


รูปที่ 5
ประเทศอุตสาหกรรมประสบปัญหามลพิษในแหล่งน้ำจืด 4 ช่วงระยะ (ดูกราฟที่ 3) ประเทศที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในช่วงระยะต่างๆ กันประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกันในโอกาสต่อๆ มา กราฟล่างสุด แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหามลพิษน้ำในยุโรป

เชื้อโรค

จากการประเมินคุณภาพน้ำของ GEMS/Water พบว่ามีสารอินทรีย์จากน้ำเสียในครัวเรือน น้ำเสียจากชุมชน และน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมการเกษตรที่เป็นมลพิษน้ำที่พบโดยทั่วไปมากที่สุด ของเสียเหล่านี้ประกอบด้วยอุจจาระซึ่งอาจมีเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ไวรัส แบคทีเรีย และอินทรีย์ชีวภาพอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการติดเชื้อทางน้ำ เช่น โรคตับอักเสบเอ และโรคกระเพาะลำไส้อักเสบ เชื้อโรคเหล่านี้มาจากน้ำเสียที่ระบายสู่แหล่งน้ำโดยตรง เชื้อโรคสามารถปะปนอยู่ในน้ำที่ไหลหลาก หรือน้ำที่ซึมผ่านชั้นดินจากหลุมฝังกลบหรือจากพื้นที่เกษตรกรรมที่นำน้ำเสียมาใช้รดพืช ในประเทศพัฒนาแล้วผ้าอ้อมใช้แล้วเป็นแหล่งเชื้อโรคอีกแหล่งหนึ่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกาเพียงแห่งเดียวมีผ้าอ้อมที่ใช้แล้วในหลุมฝังกลบถึง 16,000 ล้านชิ้นต่อปี เชื้อโรคที่มากับน้ำไม่สามารถค้นพบได้ง่ายนักในห้องปฏิบัติการ จึงต้องเอาน้ำที่ปนเปื้อนอุจจาระมาทดสอบ จุลินทรีย์ที่มักจะนำมาทดสอบคือ แบคทีเรียเรียกว่าโคลิฟอร์ม ซึ่งมักพบในอุจจาระ โดยเทียบโคลิฟอร์มจำนวนหนึ่งต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

รูปที่ 6 *วงจรซับซ้อนที่ทำให้มนุษย์รับเชื้อโรคจากน้ำ การป้องกันการติดเชื้อที่สำคัญ คือ การบำบัดน้ำที่ใช้ในครัวเรือน โดยออกกฎหมายควบคุมการติดเชื้อจากแหล่งอื่น ๆ ซึ่งบังคับใช้เพิ่มขึ้นในประเทศพัฒนาแล้วหลายประเทศ*



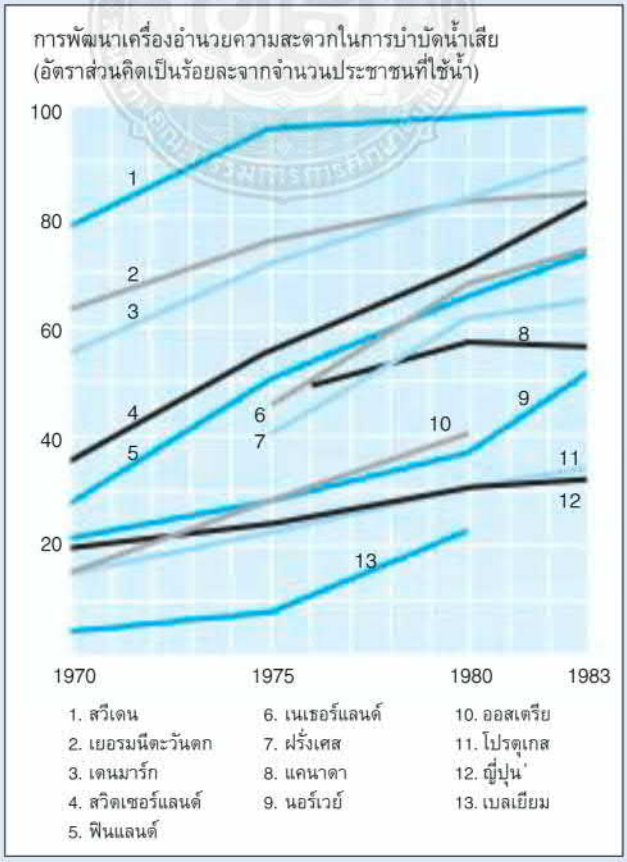
ตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก จำนวนโคลิฟอร์มไม่ควรเกิน 10 : น้ำดื่ม 100 มิลลิลิตร และโคลิฟอร์มจากอุจจาระควรเป็น 0 : น้ำดื่ม 100 มิลลิลิตร แต่ผลการตรวจแม่น้ำของ GEMS/Water จากจำนวน 110 สถานี ปรากฏว่ามีเพียง 20 สถานีเท่านั้นที่รายงานว่าระดับแบคทีเรียในน้ำต่ำกว่าที่ระบุ ความเสี่ยงด้านสุขภาพของผู้คนจะน้อยลงถ้าแหล่งน้ำในชุมชนได้รับการดูแลให้ปราศจากเชื้อโรคเหมือนกับประเทศส่วนใหญ่ที่พัฒนาแล้ว แต่ประเทศส่วนใหญ่ในทวีปเอเชีย อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ไม่ได้ปฏิบัติตามวิธีนี้ จึงมีการปนเปื้อนของเชื้อโคลิฟอร์มจากอุจจาระในน้ำดื่มมาก ซึ่งเห็นได้จากอัตราตายของทารกมีสูงมากด้วยอหิวาตกโรคและการติดเชื้อในลำไส้ ตัวอย่างเช่น ใน ค.ศ.1982 มีรายงานว่าน้ำในแม่น้ำยมนาก่อนไหลผ่านกรุงนิวเดลีมีเชื้อโคลิฟอร์มจากอุจจาระปริมาณ 7,500 ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และเพิ่มเป็นปริมาณ 24 ล้านต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร หลังจากไหลผ่านกรุงนิวเดลี จำนวนแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นมากมายเช่นนี้เนื่องมาจากมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำโดยไม่ได้บำบัดวันละ 200 ล้านลิตร

การปนเปื้อนจากน้ำเสียที่มิได้บำบัดไม่ได้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาเท่านั้น ผลจากการสำรวจน้ำสำหรับอาบตามชายหาดในประเทศอังกฤษปรากฏว่าร้อยละ 24 ของแหล่งสำรวจไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่ประชาคมยุโรปกำหนดไว้เมื่อ 15 ปีมาแล้ว ทั้งนี้สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องมาจากสารปนเปื้อนที่ทำให้น้ำเสีย มีชายหาดเพียง 8 แห่งเท่านั้นที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรปอย่างเคร่งครัด

สถานีตรวจสอบน้ำใต้ดินของ GEMS/Water ในประเทศกำลังพัฒนาจำนวนมากกว่า 2 ใน 3 รายงานเกี่ยวกับภาวะมลพิษจากอุจจาระว่า สถานีตรวจสอบน้ำที่อยู่ไกลชุมชนมีระดับภาวะมลพิษต่ำ แม่น้ำลำธารหลายสายในอเมริกาใต้ อินเดีย และทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียและอุจาระอย่างมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพราะไม่มีโรงบำบัดน้ำเสีย สำหรับข้อมูลของประเทศในทวีปแอฟริกาไม่มี แต่สภาพการณ์คงใกล้เคียงกับประเทศกำลังพัฒนาที่ตั้งอยู่ในเขตแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง

ความสำคัญของการบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากครัวเรือนและชุมชนมีผลต่อคุณภาพน้ำเป็นอย่างมาก เพราะทำให้เกิดสารมลพิษที่สำคัญ 3 ชนิด คือ เชื้อโรค สารอินทรีย์ และธาตุอาหาร การกลายสภาพเป็นสังคมเมืองอย่างรวดเร็วทำให้เกิดสารปนเปื้อนเข้มข้นขึ้น ถ้ามีอุปกรณ์บำบัดน้ำเสียไม่เพียงพอ โอกาสเสี่ยงที่น้ำเสียและน้ำดื่มที่ปนเปื้อนสารมลพิษจะระบายลงสู่แม่น้ำลำคลองมีมากขึ้น ประเทศกำลังพัฒนาที่มีการขยายตัวของเมือง การบำบัดน้ำเสียนับว่าเป็นปัญหาที่รุนแรง มากกว่าร้อยละ 80 ของโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นในโลกกำลังพัฒนามีสาเหตุเนื่องจากแหล่งน้ำที่ปนเปื้อน และความปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาลมีไม่เพียงพอ ในแต่ละปีมีเด็กจำนวนถึง 4 ล้านคนเสียชีวิตด้วยโรคท้องร่วง ซึ่งเป็นเชื้อโรคที่มากับน้ำ 2 ใน 3 ของประชากรโลกขาดแคลนเครื่องอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล และเพียงร้อยละ 50 ของผู้ที่อาศัยอยู่ในเมืองมีวิธีการกำจัดน้ำเสียที่เหมาะสม แม้ใน ค.ศ. 1980 กลุ่มประเทศในองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation & Development Countries หรือ กลุ่มประเทศ OECD) ประชากรที่ได้รับบริการจากโรงบำบัดน้ำเสียก็ยังมีช่วงห่างกันมาก จากร้อยละ 2 ในประเทศกรีซ ถึงร้อยละ 100 ในประเทศสวีเดน ในปัจจุบันน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียไม่สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึงทุกแห่งหนที่ต้องการรับบริการ แม้แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้ว หากมีการตรวจติดตามอย่างสม่ำเสมอก็จะทำได้แต่เพียงการลดปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำเท่านั้น



การปนเปื้อนในแม่น้ำจำแนกตามภูมิภาค
(แม่น้ำสายต่างๆ มีการปนเปื้อนในระดับที่ต่างกัน)

จำนวนโคลิฟอร์มต่อน้ำ 100 มล.	*อเมริกาเหนือ*	*อเมริกากลางและอเมริกาใต้*	*เอเชีย*	*ยุโรปและแปซิฟิก*
<10	8	0	1	1
10	เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก			
10–99	4	1	3	2
100–999	8	10	9	14
1,000–9,999	3	9	11	10
10,000–99,999	0	2	7	2
>100,000	0	2	0	3

ตารางที่ 4 *แสดงจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มจากอุจจาระในแม่น้ำกลุ่มตัวอย่างของ GEMS/Water ในช่วง ค.ศ. 1979–1984 แม่น้ำเกือบทุกสายมีโคลิฟอร์มจากอุจจาระในน้ำอาบใช้ในครัวเรือนสูงกว่าระดับที่กำหนด*

สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีจำนวนมากกว่าสารมลพิษอื่นๆ สารอินทรีย์นี้ประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอน ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียในครัวเรือน แต่น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานฟอกหนัง โรงงานผลิตกระดาษ และโรงงานทอผ้า ก็เป็นแหล่งน้ำเสียที่สำคัญเช่นกัน

สารอินทรีย์จะกระจายในน้ำโดยจุลชีพที่ต้องการออกซิเจน ออกซิเจนที่ต้องใช้ในกระบวนการนี้ได้จากน้ำโดยรอบ ทำให้ออกซิเจนลดลง ถ้ามีสารอินทรีย์มากก็จะทำลายออกซิเจนในน้ำอย่างรุนแรง จึงไม่สามารถช่วยให้สารประกอบอินทรีย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำสลายตัว ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับการสลายตัวของจุลชีพ สามารถวัดได้จาก 'ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี' (biochemical oxygen demand – BOD)

ตัวแปรอีก 2 อย่างที่ใช้วัดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำคือ 'ความต้องการออกซิเจนเชิงเคมี' (chemical oxygen demand – COD) หรือออกซิเจนที่ต้องการเพื่อสลายสารประกอบอินทรีย์ในน้ำซึ่งใช้ตัวออกซิไดส์ที่มีพลังมาก และ 'การอิ่มตัวของออกซิเจน' ซึ่งแสดงเป็นค่าร้อยละของความจุออกซิเจนในน้ำ ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าร้อยละ 10 ของแม่น้ำที่ GEMS ตรวจสอบทั้งค่า BOD และ COD นั้น น้ำเสียเพราะสารอินทรีย์ที่มีค่า BOD สูงกว่า 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ COD สูงกว่า 44 มิลลิกรัมต่อลิตร และร้อยละ 5 ของแม่น้ำมีออกซิเจนลดลงอย่างมาก (การอิ่มตัวของออกซิเจนน้อยกว่าร้อยละ 55)

ตัวชี้บอกความสมดุลของออกซิเจนในแม่น้ำที่มีสถานีประเมินตรวจสอบแหล่งน้ำ

(ร้อยละของการรายงานของสถานีมีค่า ≤ ค่าที่แสดง)

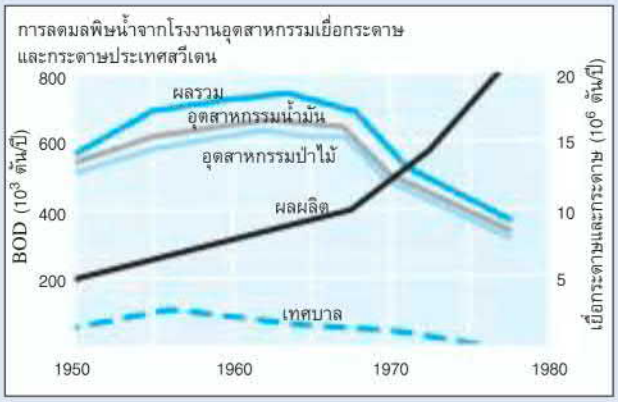
	5%	*10%*	*50%*	*90%*	*95%*	*จำนวนสถานี*
BOD (มก./ลิตร)	1.3	1.6	3	6.5	9	190
COD (มก./ลิตร)	4	6	18	44	60	127
การอิ่มตัวของ O_2 (%)	55	70	90	105	110	227

ตารางที่ 5 *ข้อมูลของ GEMS เกี่ยวกับตัวชี้บอกออกซิเจน แสดงว่าร้อยละ 10 ของแม่น้ำที่ GEMS ตรวจสอบค่า BOD และ COD เป็นน้ำเสีย ค่า BOD สูงกว่า 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ COD สูงกว่า 44 มิลลิกรัมต่อลิตร*

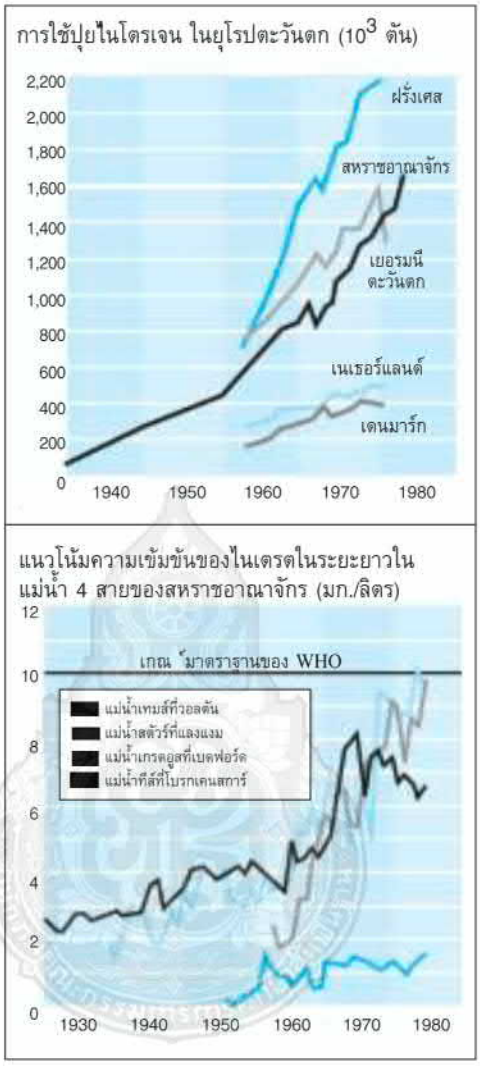
การควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากโรงงาน

ในประเทศพัฒนาแล้ว การสร้างโรงบำบัดน้ำเสียช่วยลดมลพิษสารอินทรีย์ได้มาก การลดการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานก็คือ ก่อนปล่อยสู่แม่น้ำต้องบำบัดเสียก่อน ประเทศสวีเดนได้ดำเนินการในระดับชาติเพื่อลดมลพิษสารอินทรีย์ลงครึ่งหนึ่งแล้ว โดยควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ รวมทั้งน้ำทิ้งจากเทศบาล ในขณะที่มีการส่งเสริมการผลิตทางอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นด้วย

ในประเทศกำลังพัฒนา โรงงานบำบัดน้ำเสียเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อการกำจัดน้ำเสียในเขตเมืองและเขตพื้นที่อุตสาหกรรม ประเทศมาเลเซียได้ลดปริมาณของเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มอย่างจริงจัง ในขณะเดียวกันได้ปรับปรุงคุณภาพของน้ำและผลผลิตของโรงงานซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ธาตุอาหาร



รูปที่ 7 *กราฟแสดงการใช้ปุ๋ยในยุโรปตะวันตก และระดับไนเตรตในแม่น้ำ 4 สาย ของสหราชอาณาจักร ซึ่งแสดงสหสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างการใช้ปุ๋ยกับระดับไนเตรตในแม่น้ำ*

ธาตุอาหารในปริมาณทีละน้อยๆ มีความสำคัญต่อกระบวนการเผาผลาญอาหารและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งหลาย แต่สารอาหารที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น สารอินทรีย์ในน้ำเสียจากเทศบาล และน้ำที่ไหลจากไร่นาซึ่งมีสารเคมีและปุ๋ยหมักเจือปนนั้น ได้ทำลายดุลธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

ในหลายกรณี ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญ 2 ชนิด มักพบในระดับที่เหนือกว่าที่สถานีตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water ตรวจสอบได้ ไนเตรตระดับกลางที่วัดที่สถานีตรวจสอบสูงเป็น 7 เท่าของปริมาณเฉลี่ยสำหรับแม่น้ำที่ไม่เน่าเสีย ส่วนฟอสฟอรัสระดับกลางวัดได้ 2.5 เท่า ร้อยละ 10 ของแม่น้ำที่มีความเข้มข้นของไนเตรตสูงสุด มีระดับความเข้มตั้งแต่ 9–25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งนับว่าสูงเกินกว่าที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้คือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำดื่ม ร้อยละ 10 ของแม่น้ำที่มีความเข้มของฟอสฟอรัสในระดับสูง มีปริมาณระหว่าง 0.2–2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงเป็น 20–200 เท่าของปริมาณเฉลี่ยสำหรับแม่น้ำที่ไม่เน่าเสีย แม่น้ำในทวีปยุโรปหลายสายมีธาตุอาหารเหล่านี้สูงกว่าระดับเฉลี่ยสูงสุด แม่น้ำบางสายมีปริมาณความเข้มของไนเตรตสูงถึง 45 เท่าของระดับปานกลาง

ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ ซึ่งกระตุ้นให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างผิดปกติ โดยเฉพาะสาหร่ายเซลล์เดียว ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงเมื่อพืชเหล่านั้นตายทับถม ทำให้น้ำเน่าเสีย

ปริมาณไนเตรตที่สูงในน้ำดื่มก่อให้เกิดความวิตกกังวล เพราะส่งผลเสียอย่างมากต่อสุขภาพ ในสหรัฐอเมริกาและยุโรปตะวันตก แหล่งที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย คือ บริเวณที่มีเกษตรกรรมหนาแน่น เพราะมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยคอก การใช้ปุ๋ยทั่วโลกสูงขึ้นโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาที่มีระบบชลประทานซึ่งสามารถเพาะปลูกพืชได้ปีละ 2–3 ครั้ง ระหว่าง ค.ศ. 1961–1981 หลายประเทศใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น 2–3 เท่า และคาดว่า

อัตราการใช้ปุยจ๋ะสูงต่อไปและนำไปสู่ปัญหาการชะละลายที่รุนแรงในอนาคต แต่ปัญหาเช่นนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในประเทศพัฒนาแล้วที่มีการเพาะปลูกอย่างหนาแน่นเท่านั้น ในประเทศกำลังพัฒนา เช่น อินเดีย และไนจีเรีย การรั่วซึมจากส้วมสาธารณะและบ่อเกรอะก่อให้เกิดไนเตรตในน้ำใต้ดินสูงขึ้น

ระดับ 'ความปลอดภัย' ของไนเตรตในน้ำดื่มยังคงเป็นประเด็นที่ถกเถียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุโรปและพื้นที่อื่น ๆ ที่ต้องอาศัยน้ำใต้ดินที่ยังคงมีไนเตรตสูงอยู่ ในสหราชอาณาจักรระหว่าง ค.ศ. 1983–1984 แหล่งน้ำใต้ดิน 125 แห่งที่ให้บริการประชากร 1.8 ล้านคน ยังคงมีไนเตรตสูงกว่าระดับที่ WHO กำหนดไว้ถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ยิ่งกว่านั้นมีข้อเสนอแนะว่า ถ้าการเกษตรไม่เปลี่ยนวิธีปฏิบัติที่ดีพอ ในที่สุดไนเตรตในชั้นหินอุมน้ำที่ไม่ปิดกักในประเทศอังกฤษจะเกินขีดจำกัดอย่างแน่นอน การประเมินว่ามนุษย์ได้รับผลกระทบจากสารไนเตรตมากเพียงใดจึงเป็นเรื่องยาก ถึงแม้จะทราบกันดีแล้วว่าไนเตรต (เกลือที่มีสารไนเตรตน้อยกว่าปกติ) เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรค ที่เกิดจากกลุมส่ารของเม็ดโลหิตแดงที่เป็นออกไซด์นำออกซิเจนสู่เนื้อเยื่อในกลุมผู้สูงอายุและทารกที่ดื่มนมจากขวด ก็ยากที่จะพิสูจน์ว่าไนเตรตในน้ำก่อให้เกิดโรคมะเร็งหรือไม่ เพราะมนุษย์ได้รับไนเตรตในอาหารด้วย

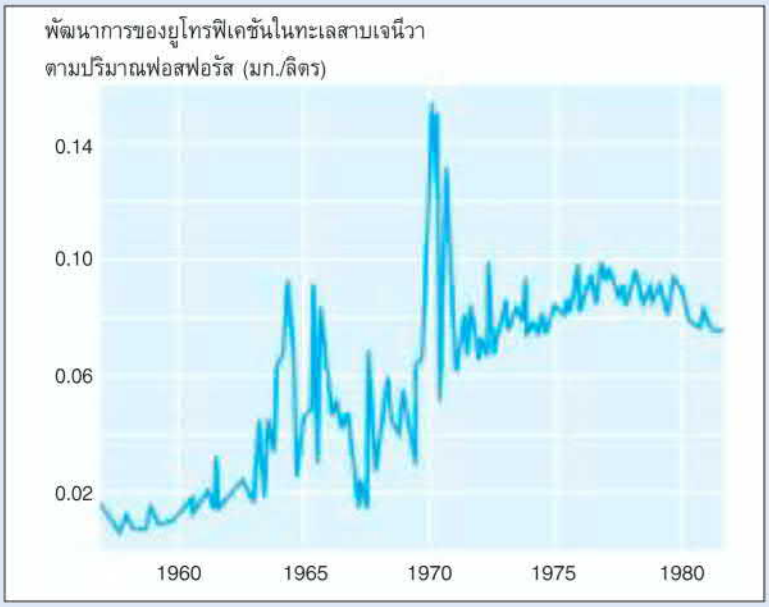
ยูโทรฟิเคชัน

น้ำที่เต็มไปด้วยธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสและไนโตรเจน เรียกว่ายูโทรฟิเคชัน ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการเติบโตของพืชขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น โดยเฉพาะสาหร่ายเซลล์เดียว หรือเรียกว่าสาหร่ายเบ่งบาน (algal bloom) ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง เมื่อพืชเหล่านี้ตายทับทมกัน ไม่ใช่เพียงแต่มนุษย์ที่ทำให้เกิดปัญหานี้ แต่รวมถึงของเสียจากอินทรีย์วัตถุและน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่การเกษตรด้วย สภาวะยูโทรฟิเคชันเพิ่งเป็นที่รู้จักมา 30 ปีมานี้เอง ปัจจุบันร้อยละ 30–40 ของทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำทั่วโลกประสบสภาวะดังกล่าว และตัวเลขกำลังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

การประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชันของโลกนับว่าเป็นเรื่องยาก แต่ก็เป็นปัญหาที่บรรดาประเทศอุตสาหกรรมทั้งหลายซึ่งมีประชากรมากหยิบยกมาพิจารณาแล้ว 1 ใน 3 ของทะเลสาบ 800 แห่งในประเทศสเปนเกิดภาวะยูโทรฟิเคชัน ส่วนแอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย และเม็กซิโก ก็มีสภาพเช่นเดียวกัน และกำลังแผ่ขยายไปยังแม่น้ำหลายสาย (แม่น้ำลัวร์เกิดสภาวะดังกล่าวมากที่สุดในยุโรปตะวันตก) และชายฝั่งทะเล เช่น บริเวณอ่าวเชสฟิก และอ่าวมะนิลา

ในบางพื้นที่ที่ประสบสภาวะนี้อย่างรุนแรง เช่น บริเวณทะเลสาบขนาดเล็กของกลุ่มทะเลสาบเกรตเลกในอเมริกาเหนือ และทะเลสาบในกลุ่มประเทศสแกน-ดิเนเวีย สถานการณ์กำลังดีขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากออกกฎหมายเพื่อลดหรือทดแทนไทรโพลีฟอสเฟต (ใช้ในผงซักฟอก) ซึ่งเป็นมาตรการกำจัดฟอสเฟตออกจากน้ำเสีย แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร การปรับสภาพยูโทรฟิเคชันจึงยังกำหนดเป็นมาตรการระยะกลางและระยะยาวที่ต้องดำเนินการ ประเทศออสเตรีย เดนมาร์ก เยอรมนี สวีเดน และสวิตเซอร์แลนด์ ได้ใช้กฎหมายนี้แล้วเช่นกัน ในสวีเดนมีน้ำเสียเพียงร้อยละ 20 ที่ปล่อยทิ้งโดยไม่ได้กำจัดฟอสฟอรัส ตามสนธิสัญญา ค.ศ. 1972 ระหว่างประเทศแคนาดากับสหรัฐอเมริกา ความเน่าเสียของทะเลสาบเกรตเลกได้รับการพิจารณาและฟื้นฟูโดยกำหนดให้น้ำเสียร้อยละ 75 ต้องได้รับการบำบัดในขั้นปฐมภูมิและทุติยภูมิก่อนปล่อยสู่แอ่งน้ำ ในเดนมาร์กซึ่งใช้สารเคมีในการเกษตรมากและก่อให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบและบริเวณชายฝั่ง รัฐบาลจึงกำหนดระยะเวลาให้เกษตรกรลดการใช้ปุ๋ยสารเคมีในการเกษตรลง มิฉะนั้นจะต้องโทษด้วยการจ่ายภาษีที่สูงมาก

แม้ว่าทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำจำนวนมากทั่วโลกจะได้รับผลกระทบจากยูโทร-ฟิเคชันในระดับต่าง ๆ กัน แต่เป็นเพียงทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเท่านั้นที่มักประสบปัญหานี้บ่อยๆ ทะเลสาบขนาดใหญ่ เช่น ทะเลสาบไบคาล (จุน้ำจืดร้อยละ 20 ของโลก) ทะเลสาบสุพีเรีย และทะเลสาบมาลาวี ยังคงอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกทำลาย



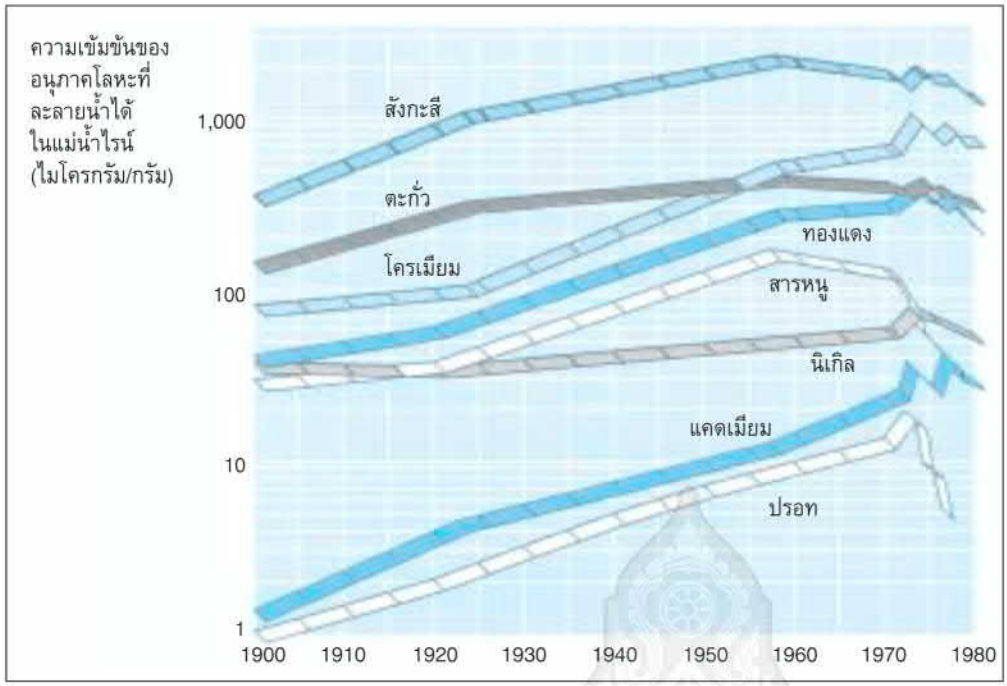
โลหะหนัก

โลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว ทองคำขาว และสังกะสี ตัวเลขโดยประมาณสำหรับการถลุงแร่เหล่านี้ และในที่สุดปล่อยสู่บรรยากาศและบริเวณพื้นผิวโลกที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ มีปริมาณดังนี้ แคดเมียม 0.5 ล้านตัน โครเมียม และทองแดงอย่างละ 310 ล้านตัน ตะกั่ว 240 ล้านตัน แมงกานีส ปรอท และทองคำขาว อย่างละ 20 ล้านตัน และสังกะสี 250 ล้านตัน แม้สารหนูจะไม่ใช่โลหะหนัก ก็ตรวจสอบบ่อยเช่นเดียวกับโลหะหนักเนื่องจากมีความเป็นพิษสูง

มลพิษน้ำจากโลหะหนักเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อันได้แก่ การถลุงแร่และโลหะ การใช้สารประกอบโลหะในการอุตสาหกรรม (เช่นโครเมียมในอุตสาหกรรมฟอกหนัง) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการชะละลายของเสียจากครัวเรือนและอุตสาหกรรม กากแร่ ตะกอนที่มีสารปนเปื้อน และท่อตะกั่ว การชะละลายประเภทนี้มักเกิดผลอย่างเฉียบพลัน น้ำที่มีสภาพเป็นกรดและมีความเค็มจะกระตุนก้ารไหวของโลหะและดึงเอาสารตะกั่วจากท่อน้ำหรือโลหะอื่นจากกากแร่ และยังสามารถเปลี่ยนโลหะหนักให้อยู่ในรูปที่พร้อมจะดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตด้วย นี่เองที่เป็นการขยายพิษจากการชะละลาย

โลหะหนักมีผลต่อคุณภาพน้ำในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาคมากกว่ามีผลต่อระดับโลก แม้ว่าในปัจจุบันนี้ภาวะมลพิษจากสารตะกั่วจะเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมตามทะเลและชายฝั่งทั่วโลกก็ตาม การทำเหมืองแร่และการหลอมแร่ขนาดใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนามักทำให้มีมลพิษรุนแรงไหลลงสู่กระแสน้ำเพราะขาดมาตรการควบคุม การประเมินขอบเขตและความรุนแรงของมลพิษจากโลหะหนักเป็นเรื่องยากเนื่องจากมีปัญหาด้านการเก็บรวบรวมและจัดการกับข้อมูล ผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ที่สมบูรณ์ที่สุดได้จากสถานีตรวจสอบน้ำเกี่ยวกับแม่น้ำ 20 สายในสหรัฐอเมริกา การประเมินผลของ GEMS พบการปนเปื้อนโลหะหนักในแม่น้ำหลายสายในประเทศชิลี จีน ญี่ปุน เม็กซิโก ปานามา ฟิลิปปินส์ ตุรกี และสหรัฐอเมริกา

แม่น้ำไรน์ซึ่งหล่อเลี้ยงประชากร 40 ล้านคน และร้อยละ 20 ของอุตสาหกรรมเคมีของโลกที่ผลิตโดยประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี และเนเธอร์แลนด์ต้องอาศัยแม่น้ำสายนี้ ในทศวรรษ 1970 แม่น้ำไรน์ได้รับมลพิษอย่างรุนแรงจากแคดเมียมและปรอท แต่ก็ลดระดับลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ ค.ศ. 1971 เพราะมีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย และนำโลหะอื่นมาใช้แทนในโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 8 *แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนูและโลหะหนักที่ละลายน้ำได้ ซึ่งพบในแม่น้ำไรน์ในส่วนของเนเธอร์แลนด์ มาตรการควบคุมที่ใช้ตั้งแต่ต้นทศวรรษ 1970 ทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักลดลงมากพอควร*

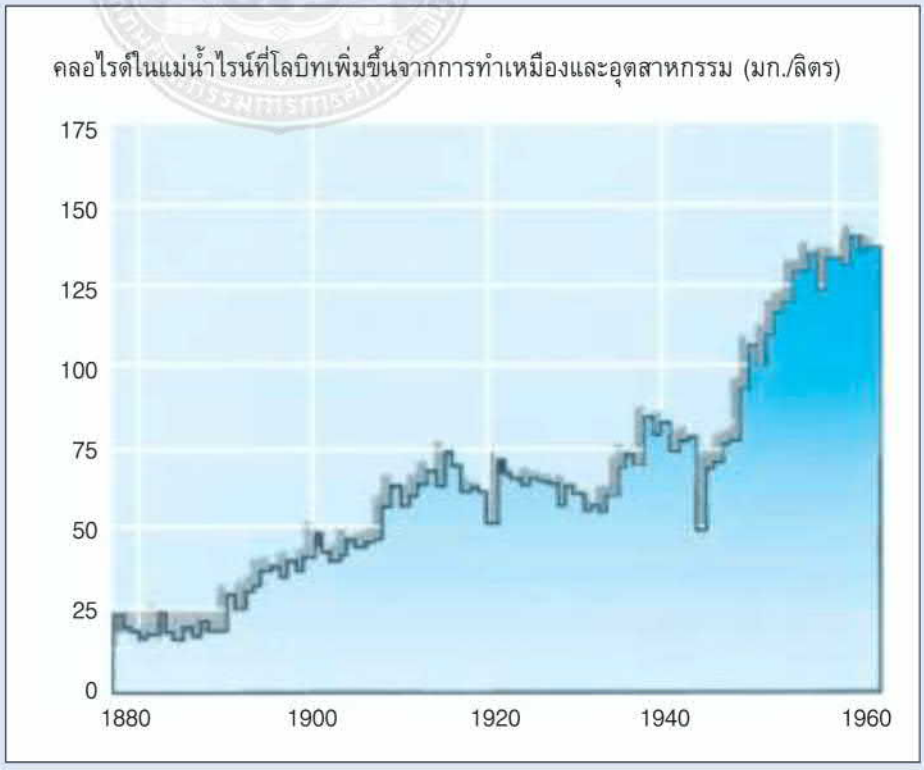
ระดับสารตะกั่วในเลือดของชาวอเมริกันและชาวยุโรปสูงเป็น 2-3 เท่าของประชากรในประเทศที่ไม่มีเทคโนโลยีมากนัก แม้ว่าการเพิ่มขึ้นนี้จะเป็นผลจากการสูดหายใจเอาก๊าซพิษจากรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงผสมสารตะกั่วเข้าในร่างกาย แต่การเคลื่อนที่ของสารตะกั่วจากระบบท่อน้ำเดิมที่ใช้ในบ้านยังคงมีอยู่ ตั้งแต่สหรัฐอเมริกาได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติอากาศบริสุทธิ์ใน ค.ศ. 1970 (the Clean Air Act of 1970) ทำให้เป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง และมีการผลิตน้ำมันไร้สารตะกั่วสำหรับรถยนต์ ดังนั้นหลัง ค.ศ. 1974 ระดับตะกั่วในเลือดจึงลดลงอย่างรวดเร็ว

ระดับ 'ความปลอดภัย' ของความเข้มของโลหะเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดได้ เพราะขึ้นอยู่กับรูปแบบและระดับสารพิษจากโลหะที่ได้รับ ฤทธิ์รุนแรงจากโลหะหนักที่มีต่อมนุษย์นั้นยังไม่ปรากฏแน่ชัดและวัดได้ยาก เพราะผลที่ได้รับสารพิษอาจไม่ปรากฏให้เห็นในระยะสั้น หรืออาจเป็นพิษต่อมนุษย์เฉพาะเมื่อสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ แล้วมนุษย์นำมาบริโภค ปริมาณสารตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียมเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลในระยะยาว การบริโภคอาหารทะเลที่มีสารปรอทเจือปนอาจส่งผลอย่างรุนแรงภายใน 1 เดือน ถ้ารับประทานอาหารนั้นซ้ำ ๆ อยู่เพียงอย่างเดียว

การทำเหมืองแร่

การทำเหมืองแร่สามารถปล่อยสารประกอบโลหะหนักลงสู่น้ำโดยตรง และอาจชะละลายสารมลพิษจากกากแร่ลงสู่น้ำใต้ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่น้ำมีสภาพเป็นกรด ซึ่งเป็นเหตุให้การเคลื่อนที่ของโลหะเป็นไปได้มากขึ้น หนึ่งในเหตุการณ์ที่รุนแรงที่สุดของโลหะพิษมีสาเหตุมาจากการทำเหมืองแร่ในปลายทศวรรษ 1940 เมื่อสารแคดเมียมถูกชะละลายจากกากแร่และข้าวเจ้าที่ปลูกใกล้แม่น้ำจินซีในประเทศญี่ปุ่นดูดซับสารดังกล่าวไว้ ทำให้เกิดโรค 'อิไต-อิไต' ในหมู่ประชากรอีก 20 ปีต่อมา

น้ำเสียที่มีความเค็มมาก ซึ่งเกิดจากการทำเหมืองแร่บางรูปแบบ ก็ทำให้เป็นพิษได้เช่นกัน การระบายน้ำจากกากแร่ที่มีโปแตสในแคว้นอัลซาส และจากนาเกลือในแคว้นลอเรน ทำให้ระดับความเค็มในแม่น้ำไรน์เพิ่มขึ้นถึง 7 เท่าตั้งแต่ ค.ศ. 1880 ประเทศเนเธอร์แลนด์จึงไม่สามารถใช้น้ำจากแม่น้ำไรน์เพาะปลูกพืชในเรือนกระจกได้ ในทศวรรษ 1960 สหรัฐอเมริกาได้สั่งห้ามปล่อยน้ำเค็มจัดลงไปในบ่อระเหยเพราะบางครั้งน้ำนั้นซึมลงไปปนเปื้อนหินอุมน้ำใต้ดิน มาตรการต่อต้านมลพิษอื่น ๆ ได้แก่ การฉาบกันบ่อน้ำเพื่อป้องกันการไหลซึม หรือการฉีดอัดน้ำเสียกลับลงไปในชั้นแร่ใต้ดิน



อินทรีย์จุลพิษ

อินทรีย์จุลพิษ เช่น สารเคมีดีดีที (DDT) พีซีบี (PCB) และตัวทำละลาย (solvent) ล้วนเกิดจากอุตสาหกรรม เช่น การทำเหมืองถ่านหิน การกลั่นน้ำมัน การทอผ้า การผลิตเยื่อกระดาษ และการผลิตสารฆ่าศัตรูพืชและแมลง สารพิษดังกล่าวแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ น้ำที่ไหลหลากจากเขตเมืองและพื้นที่การเกษตร ฝุ่นล่ะอองในอากาศ น้ำเสียจากเขตเมืองและอุตสาหกรรม สารประกอบอินทรีย์เหล่านี้ยังพบได้ในสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในครัวเรือน เช่น ตัวทำละลายที่ใช้ในบ้าน และผลิตภัณ ์ที่เป็นสเปรย์ต่างๆ เนื่องจากสารประกอบเหล่านี้ใช้กันโดยทั่วไป การฟุ้งกระจายของสารสู่สิ่งแวดล้อมจึงมีมาก

สารประกอบอินทรีย์สังเคราะห์มีการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี โดยปราศจากความเข้าใจแท้จริงในเรื่องความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของมนุษย์ทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว ทำให้เกิดโรคเรื้อรังและตายได้ เป็นที่น่าวิตกอีกด้วยว่า น้ำประปาที่ใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรคอาจก่อให้เกิดอนุ ันธ์ของแฮโลเจน ซึ่งบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง

ตารางที่ 6 *ระดับไฮโดร-คาร์บอนที่มีสารคลอรีนเป็นตัวประกอบ (ในสารฆ่าแมลง และ PCB) ต่ำกว่า 10 นาโนกรัม/ลิตร ที่สถานีตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water ระหว่าง ค.ศ.1979–1984 พบว่าเฉพาะประเทศกำลังพัฒนามีสารนี้อยู่ในระดับสูง*

ระดับการปนเปื้อน	*< 10 นาโนกรัม/ลิตร*	*10–50 นาโนกรัม/ลิตร*	*100–1,000 นาโนกรัม/ลิตร*	*> 1,000 นาโนกรัม/ลิตร*
แอฟริกา				แทนซาเนีย(1): ไดเอลดริน
อเมริกา	แคนาดา(5) สหรัฐอเมริกา (12)			โคลัมเบีย(1): ไดเอลดริน, DDT
เอเชีย	ไทย(3) ญี่ปุ่น(5) มาเลเซีย(5)		จีน(4): HCH ญี่ปุ่น(3): PCB ไทย(1): DDE	ประเทศอินโดนีเซีย(11): PCB ประเทศมาเลเซีย(1): ไดเอลดริน
ยุโรป	ฟินแลนด์(5) เนเธอร์แลนด์(6) สหราชอาณาจักร(7)	เบลเยียม(1): DDE ฟินแลนด์(1): DDT สเปน(6): DDT สหราชอาณาจักร(1): DDT, อัลดริน, ไดเอลดริน, HCH	สหราชอาณาจักร (1): PCB	
โอเซียนเนีย		ออสเตรเลีย(1)		
ตัวเลขในวงเล็บแสดงจำนวนสถานีตรวจสอบ (PCB) ฟิลิปปินส์ นิวซีแลนด์	ข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ (เนื่องจากข้อจำกัดในการค้นหาสูงเกินไป) : โปรตุเกต ญี่ปุน'			
ng ย่อมาจากคำว่า nanogram = นาโนกรัม	มีค่าเท่ากับ 1 ในพันล้าน (10^{-9}) ของ 1 กรัม			

การประเมินอินทรีย์จุลพิษของโลกเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และแต่ละประเทศไม่มีหน่วยตรวจสอบประจำที่ทำหน้าที่ตรวจสอบอินทรีย์จุลพิษในน้ำจืด ประเทศกำลังพัฒนามักขาดวิธีการและเครื่องมือที่จะตรวจสอบและวิเคราะห์อินทรีย์จุลพิษ ช่วง ค.ศ. 1979 และ 1984 รายงานข้อมูลเกี่ยวกับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่มีคลอรีนเป็นตัวประกอบ (ได้แก่ DDT อัลดริน และไดเอลดริน) รวมทั้งโพลีคลอรีเนตเดดไบฟินิล (PCB) มีเพียงร้อยละ 25 ของสถานีตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water ความเข้มข้นของอินทรีย์จุลพิษโดยทั่วไปมักต่ำกว่า 10 นาโนกรัม/ลิตร แต่ส่วนมากมักอยู่ระหว่าง 3–7 นาโนกรัม/ลิตรในแม่น้ำในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา รวมทั้งตามสถานีส่วนใหญ่ในยุโรปหลายประเทศ (ประเทศเนเธอร์แลนด์ ฟินแลนด์ สหราชอาณาจักร) และทวีปเอเชีย (ประเทศมาเลเซีย ญี่ปุน และไทย) โดยเฉพาะรายงานเกี่ยวกับแม่น้ำเทร็น (Trent) ในสหราชอาณาจักร (PCB) รายงานจากสถานีในประเทศจีน (ไอโซเมอร์ของ HCH) และจากสถานีในญี่ปุนหลาย ๆ แห่ง (ทะเลสาบบีวา และโยโดะ และแม่น้ำโอตะ) ที่พบระดับความเข้มข้นสูงกว่าปกติอย่างน่าสังเกต (100–1,000 นาโนกรัม/ลิตร) การปนเปื้อนอย่างรุนแรง (มากกว่า 1,000 นาโนกรัม/ลิตร) พบในแม่น้ำบางสายในโคลัมเบีย (DDT และไดเอลดริน) อินโดนีเซีย (PCB) มาเลเซีย (ไดเอลดริน) และแทนซาเนีย (ไดเอลดริน) โดยทั่วไป ยังไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับภาวะมลพิษจากสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่ก่อให้เกิดปัญหาสำคัญในแม่น้ำของประเทศอื่นในเอเชีย หรืออเมริกาเหนือและยุโรป

การสรุปเกี่ยวกับความเป็นพิษของอินทรีย์จุลพิษเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ เพราะมีอินทรีย์มากมายหลายชนิดซึ่งมีที่มาแตกต่างกันไป และห้องปฏิบัติการบางแห่งยังไม่มีเครื่องมือที่จะตรวจสอบสารพิษที่มีอยู่อย่างเจือจาง (แต่ยังคงมีอันตรายอยู่) ได้ หากพิจารณาจากสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ด้วยปริมาณที่กำหนด ซึ่งตรวจสอบโดยสถานี-ตรวจสอบน้ำของ GEMS บางแห่ง ความเข้มข้นของ DDT อัลดริน และไดเอลดริน (สารฆ่าแมลงที่มีคลอรีน) ในชั้นหินอุมน้ำใต้ดิน อาจมีจำนวนเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก็ได้

แม้จะมีการห้ามใช้ DDT ในประเทศพัฒนาแล้วส่วนใหญ่ในทศวรรษ 1960 แต่สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารฆ่าวัชพืช ยังใช้กันมากมายในอเมริกาเหนือ ยุโรป และญี่ปุน ประเทศที่พัฒนาอย่างรวดเร็วก็ใช้สารเคมีเหล่านี้เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่มักจะเป็นสารฆ่าแมลงเสียมากกว่า ประเทศบาร์บาโดสสั่งเข้าสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์มากกว่าร้อยละ 400 ระหว่าง ค.ศ. 1968–1981 สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่ถูกชะละลายหรือระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูกลงสู่แม่น้ำลำคลองและซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินนับเป็นภาวะมลพิษที่มีอันตรายรุนแรงมาก เนื่องจากมีลักษณะเคลื่อนตัวและคงฤทธิ์ตกค้างได้นานในสิ่งแวดล้อม

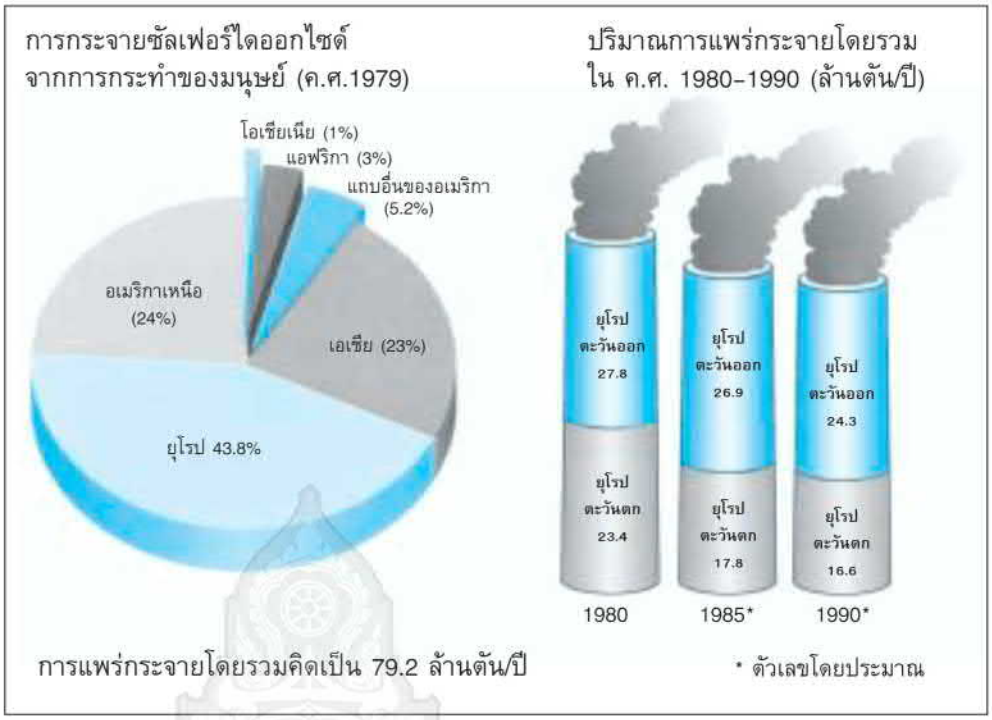
การปล่อยมลพิษในบรรยากาศ

การพ่นยาฆ่าแมลงในประเทศจาไมก้า ประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศยังไม่มีมาตรการควบคุมที่เฉียบขาดในการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ดังนั้นอินทรีย์จุลพิษจึงยังคงมีสูงกว่าประเทศพัฒนาแล้ว

การแพร่กระจายของสารมลพิษ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ซัลเฟอร์และไนโตรเจนออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นสาเหตุหลักของฝนกรด และทำให้น้ำจืดมีสภาวะเป็นกรด ในบรรยากาศเมื่อสารซัลเฟอร์และไนโตรเจนรวมตัวกับออกซิเจน และทำปฏิกิริยากับความชื้นในบรรยากาศ จะก่อตัวเป็นกรด จากนั้นกลับคืนมาสู่โลกในรูปของฝน หมอก น้ำค้าง หิมะ หรือฝุ่น' แล้วค่อย ๆ ลด pH ในน้ำและดินซึ่งไม่ได้ทำให้กรดเจือจางลง ดินที่กลายสภาพเป็นกรดได้ง่ายจะอยู่เหนือชั้นหินที่เป็นด่างซึ่งไม่สามารถทำให้กรดที่ตกลงมาเป็นกลางได้

น้ำจืดที่มีสภาวะเป็นกรดพบครั้งแรกในประเทศสวีเดนและนอร์เวย์ แต่ปัจจุบันพบในภาคตะวันออกของอเมริกาเหนือ บริเวณส่วนใหญ่ของยุโรปเหนือและยุโรปกลาง และในประเทศที่กำลังพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วบางประเทศ ประเทศอุตสาหกรรมเหล่านี้ต้องรับผิดชอบต่อตะกอนกรดอย่างเต็มที่ ซึ่งร้อยละ 90 เกิดจากการกระทำของมนุษย์ การแพร่กระจายของซัลเฟอร์ลดลงร้อยละ 15–40 ในประเทศตะวันตกที่พัฒนาแล้วตั้งแต่ ค.ศ 1970 ส่วนใหญ่เนื่องจากมีนโยบายควบคุม หยาดน้ำฟ้าที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปนเปื้อนมากเกินกว่า 1.5–2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบในประเทศกำลังพัฒนาแถบเอเชีย อเมริกาใต้ ญี่ปุ่น' และแอฟริกาใต้ ทางตอนใต้ของจีนซึ่งดินมีสภาพเป็นกรดอยู่พอควร จะมีตะกอนกรดโผล่ขึ้นมา ซึ่งน่าวิตกอย่างยิ่งต่อสภาพแวดล้อมในอนาคต การแพร่กระจายไนโตรเจนที่เกิดจากน้ำมือของมนุษย์ ถ้าไม่คงตัวก็จะเพิ่มขึ้นในประเทศอุตสาหกรรมในช่วงทศวรรษ 1970 เพราะมีกฎควบคุมการแพร่กระจายไนโตรเจนน้อยกว่าซัลเฟอร์ อีกทั้งเป็นเพราะมีรถเพิ่มจำนวนขึ้น

การประเมินแนวโน้มความเป็นกรดของน้ำจืดมักทำโดยการนำข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นกรดและด่าง (pH) สภาพด่าง และความเข้มข้นของสารซัลเฟตในอดีตมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในปัจจุบัน สถานีตรวจสอบน้ำในเครือข่ายของ GEMS/Water ได้รวบรวมข้อมูลในปัจจุบัน แต่ยังขาดข้อมูลในอดีตเพื่อมาประเมินแนวโน้มในระยะยาว สถิติเพิ่มเติมที่มีอยู่บ้างแต่ก็เฉพาะทะเลสาบเพียงไม่กี่แห่งในสแกนดิเนเวีย สหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ และทางตะวันออกของอเมริกาเหนือ อย่างไรก็ตามจากการใช้ซากฟอสซิล



รูปที่ 9 *แผนภูมิแสดงให้เห็นว่า ยุโรปและอเมริกาเหนือปล่อยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 2 ใน 3 ส่วนของโลกใน ค.ศ. 1979 การแพร่ที่ลดลงในรูปขวามือเป็นผลมาจากประเทศอุตสาหกรรมหลายประเทศได้ออกกฎควบคุมการปล่อยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์*

ของสาหร่ายที่ตกตะกอนอยู่ก้นทะเลสาบก็สามารถนำค่าความเป็นกรดด่างในอดีตมาคิดคำนวณใหม่และเปรียบเทียบกับค่าในปัจจุบันได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทะเลสาบที่อยู่ในภูมิภาคที่เป็นกรดได้ง่าย มีสภาพความเป็นกรดมามากกว่า 100 ปีแล้ว

ผลกระทบประการแรกที่เห็นได้ชัด คือ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ในน้ำจืดที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5 ได้โดยไม่ทำลายการขยายพันธุ์ ผลกระทบที่สำคัญต่อมนุษย์คือการสัมผัสโลหะพิษเพิ่มขึ้น น้ำที่มีสภาพเป็นกรดจะชะล้างธาตุโลหะจากดินและท่อส่งน้ำ แล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำและวงจรอาหาร การสำรวจทะเลสาบในสแกนดิเนเวีย สกอตแลนด์ และบางส่วนทางตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกา แสดงให้เห็นอย่างต่อเนื่องว่า ถ้าค่า pH ต่ำ ระดับอะลูมิเนียมจะสูง ซึ่งมักสูงกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นนี้อาจเป็นตัวเพิ่มปริมาณทองแดง สารหนู และสารปรอทด้วยเหมือนกัน ผู้ผลิตน้ำในเขตเทศบาลหลายแห่งพยายามลดปัญหาที่จะเกิดขึ้น โดยเพิ่มค่า pH ในน้ำดื่มให้อยู่ระหว่าง 7–9 แต่ก็ไม่ได้ช่วยผู้ใช้น้ำจำนวน 1.5 ล้านคนในตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้น้ำที่ไม่ได้รับการบำบัดอย่างไรเลย การแก้ปัญหาระยะสั้นที่มีค่าใช้จ่ายสูงมากคือการใส่ปูนขาวจำนวนมากลงในน้ำ เพื่อทำให้ความเป็นกรดกลายสภาพเป็นกลาง และทำให้ค่า pH กลับสู่ระดับปกติ สวีเดนเริ่มใส่ปูนขาวลงในทะเลสาบประมาณ 4,000 แห่งใน ค.ศ. 1977 และทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำบางอย่างคืนสภาพเดิมอีกครั้ง

สภาวะความเป็นกรดในสแกนดิเนเวีย

ในช่วงทศวรรษ 1950 และ 1960 การปล่อยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนเตรตจากแหล่งอุตสาหกรรมในยุโรปกลางและอเมริกา มีผลต่อการทำลายสภาพสิ่งแวดล้อมในสแกนดิเนเวีย ซึ่งเป็นกรณีแรกที่มีการถ่ายเทภาวะมลพิษอากาศข้ามเขต กระตุ ้นให้เกิดการวิจัยถึงสาเหตุและผลกระทบของฝุ่นก่รดในทุก ๆ ที่ ตั้งแต่กลางทศวรรษ 1900 ค่า pH ในทะเลสาบหลายแหล่งในสแกนดิเนเวียตอนใต้ลดลง 0.5–1.5 pH ซึ่งมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์

ผลกระทบที่สำคัญต่อสุขภาพมนุษย์อันเนื่องจากน้ำที่มีสภาวะเป็นกรด เกิดจากความสามารถในการชะล้างธาตุโลหะจากดินและท่อส่งน้ำ บ่อน้ำส่วนบุคคลทางตะวันตกของสวีเดนมีอะลูมิเนียมสูงถึง 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่เกณ ์ขององค์การอนามัยโลกกำหนดค่าสำหรับน้ำดื่มไว้เพียง 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับของสารปรอทที่เป็นอันตรายก่อให้เกิดปัญหาด้วย โดยเฉพาะเมื่อสะสมในตัวปลา และมนุษย์นำมาบริโภค

ใน ค.ศ. 1985 ทะเลสาบ 6,908 แห่งจากจำนวน 83,000 แห่งทั่วประเทศสวีเดนที่เลือกเป็นพิเศษเพื่อประเมินค่า pH พบว่าทะเลสาบ 4,600 แห่งมีค่า pH ต่ำกว่า 5 ทะเลสาบที่มีขนาดเล็กทางตอนใต้และตะวันตกเฉียงใต้ได้รับผลกระทบมากที่สุด ปลาไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ 4,000 แห่ง และอีก 17,000 แห่งที่สัตว์น้ำหลายชนิดซึ่งไวต่อความเป็นกรดลดลง เช่น ปลาโรช และกุ ้ง

จำนวนทะเลสาบในสวีเดน จำแนกตามค่า pH และขนาด ในฤดูหนาว ค.ศ.1985

pH		*≤ 4.9*	*5.0–5.9*	*6.0–6.9*	*≥ 7.0*
>100	ตร.กม.	0	0	9	13
10–100	ตร.กม.	0	2	260	100
1–10	ตร.กม.	28	380	3,000	590
0.1–1	ตร.กม.	600	4,400	12,700	1,550
0.01–0.1	ตร.กม.	4,000	24,500	28,500	2,700
ทุ กขนาด		4,600	29,000	44,000	5,000

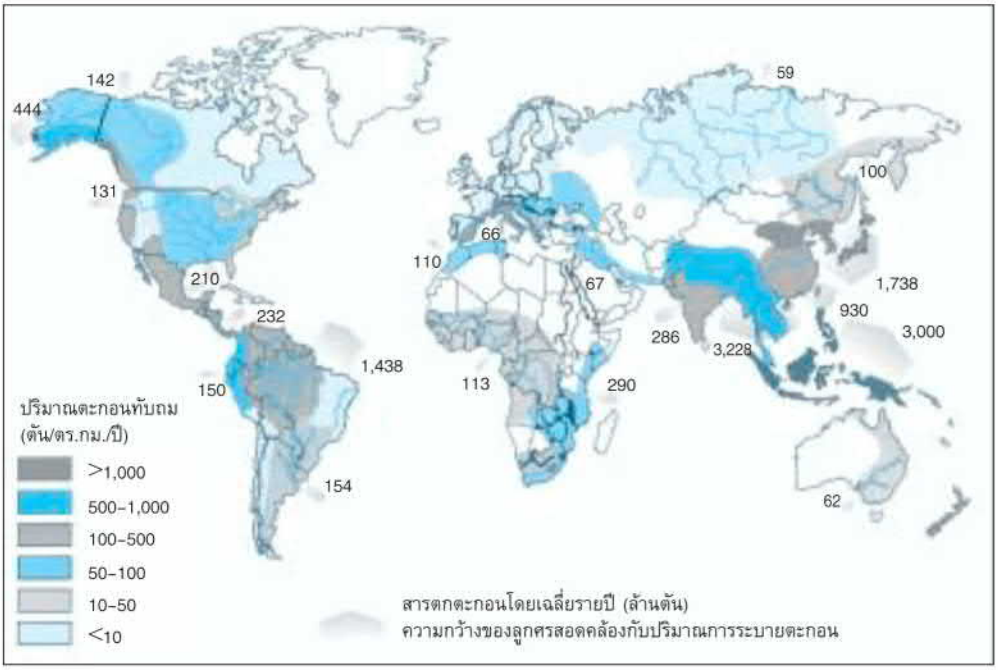
ทะเลสาบตัวอย่าง 400 แห่ง ใส่ปูนขาวอย่างน้อย 1 ครั้ง

สารแขวนลอย

สารแขวนลอยประกอบด้วยสารที่ลอยอยู่ในน้ำ เกิดจาก 3 สาเหตุ คือการกัดเซาะของดินตามธรรมชาติ สารที่ก่อตัวขึ้นเองในน้ำ และสารที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ อนุภาคสารแขวนลอยนี้ทำให้น้ำมีคุณภาพไม่ดีพอที่จะใช้ดื่ม และยังเป็นตัวนำสารมลพิษอินทรีย์และสารมลพิษอนินทรีย์ รวมถึงโลหะหนักที่เป็นพิษ เชื้อโรค และธาตุอาหารด้วย

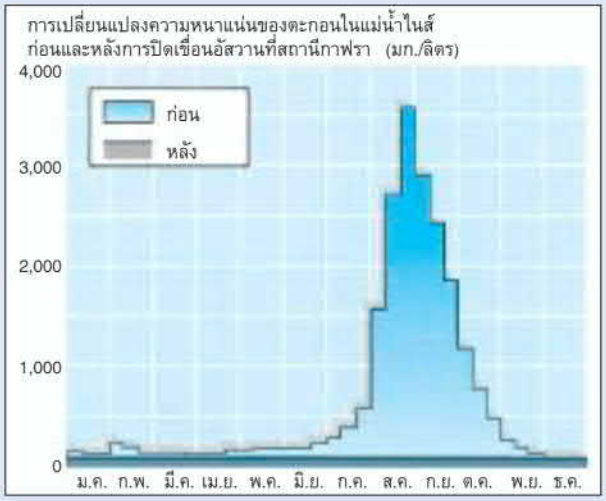
ในบริเวณน้ำนิ่งหรือถ่ายเทน้อย เช่น ในแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ ดินดอน-สามเหลี่ยม และบริเวณปากแม่น้ำ สารแขวนลอยจะตกตะกอนทับถมกัน หลักฐานการเกิดสารแขวนลอยจากการกระทำของมนุษย์ตั้งแต่ยุคโรมันและมายัน พบได้จากก้นทะเลสาบ สิ่งนี้เป็นมลพิษน้ำชนิดแรก การกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดหรือเพิ่มอัตราการกัดเซาะ เช่น การทำลายป่า การสร้างเขื่อน เกษตรกรรม และการทำเหมืองแร่ ล้วนเพิ่มสารแขวนลอยในแม่น้ำและทะเลสาบ การทำลายป่าทำให้เกิดสารแขวนลอยในแม่น้ำมากกว่าร้อยเท่า

สารแขวนลอยเป็นตัวแปรพื้นฐานที่ใช้วัดคุณภาพน้ำ GEMS/Water ได้ตรวจวัดสารแขวนลอยในแม่น้ำที่สถานี 137 แห่ง หรือร้อยละ 52 ของสถานีตรวจแม่น้ำ และมากกว่าร้อยละ 50 ในทะเลสาบ สำหรับตัวแปรอื่น ๆ นั้น แอฟริกาเป็นทวีปที่มีการสำรวจน้อยที่สุด ระดับสารแขวนลอยของโลกโดยเฉลี่ยยากที่จะคำนวณได้ เพราะมีความผันแปรมากและความขุนข่องแม่น้ำตามธรรมชาติไม่เท่ากัน อย่างไรก็ดีข้อมูลของ GEMS/Water แสดงให้เห็นว่าสารแขวนลอยมีระดับสูงใน จีน อินเดีย อินโดนิเซีย อิหร่าน และอิรัก ในอเมริกาเหนือและเอเชีย ซึ่งปัญหาการกัดเซาะของดิน การทับถมของดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำ และการทับถมในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง มีการวัดระดับสารแขวนลอยอย่างถี่ถ้วนอยู่เนืองๆ องค์กรเครือข่าย-พิทักษ์คุณภาพลำน้ำแห่งอเมริกา (The US National Stream Quality Accounting Network – NASQUAN) ได้สุ่มสำรวจสารแขวนลอยในแม่น้ำมากกว่า 300 สายต่อเดือน



รูปที่ 10 *การระบายตะกอนโดยเฉลี่ยต่อปี (ล้านตัน) ในพื้นที่ระบายน้ำที่สำคัญของโลก จากแผนที่แม่น้ำที่มีตะกอนทับถมมากมาย อยู่ในอเมริกาใต้ จีน และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้*

เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ



การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำมีผลต่อการเก็บสะสมของสารแขวนลอยที่จะไหลจากแม่น้ำลงสู่ทะเล เพราะอ่างเก็บน้ำจะทำหน้าที่เก็บกักสารแขวนลอยไว้ ซึ่งประมาณว่า ร้อยละ 10 ของสารแขวนลอยที่จะไหลลงสู่ทะเลถูกกักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ปิดเขื่อนฮูเวอร์ (Hoover) ที่กั้นแม่น้ำโคโรลาโดใน ค.ศ. 1930 ทำให้การระบายสารแขวนลอยลดลงประมาณ 2,000 ตันต่อปี ไปจนกระทั่งไม่มีสารแขวนลอยลงสู่ทะเล

การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำยังมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำด้วย น้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำจะมีปริมาณสารแขวนลอยน้อย จำนวนธาตุอาหารลดลง แต่มักเค็มขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเกษตรและการประมงตามลำน้ำที่อยู่ใต้เขื่อน ภาวะยูโทรฟีเคชันซึ่งเกิดจากการกักเก็บน้ำไว้เป็นเวลานาน มักพบในอ่างเก็บน้ำในเขตกึ่งโซนร้อน การขุดลอกอ่างเก็บน้ำเป็นครั้งคราว และการลดสารแขวนลอยที่สะสมอยู่กันอ่างเก็บน้ำ อาจทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียเพิ่มขึ้น และน้ำที่ไหลออกจากประตูกั้นน้ำขุ่นม่าก

แม้ว่าจะมีปัญหาเกิดขึ้นอย่างชัดเจนเช่นนี้ แต่ก็มีการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำสำคัญของโลกหลายสาย เช่น แม่น้ำวอลก้า ไทกริส อินดัส แซมเบซี วอลต้า ไนล์ และมิสซิสซิปปี ประมาณร้อยละ 25 ของน้ำที่จะไหลลงสู่ทะเลมักกักเก็บอยู่ในอ่างเก็บน้ำมาก่อน

ความเค็ม

น้ำที่มีความเค็มเพิ่มขึ้นเป็นมลพิษน้ำจืดรูปแบบหนึ่งที่สำคัญและกระจายกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตแห้งแล้ง เขตกึ่งแห้งแล้ง และเขตชายฝั่งทะเล สิ่งนี้ไม่ใช่ปรากฏการณ์ใหม่ เมื่อ 6,000 ปีมาแล้ว บริเวณน้ำท่วมถึงแถบลุ่มแม่น้ำไทกริสและยูเฟรติสกลายเป็นน้ำเค็มและดินเค็ม เป็นเหตุแห่งความล่มสลายของอารยธรรมเมโสโปเตเมีย ประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ยังคงได้รับผลกระทบนั้นอยู่

ความเค็มของน้ำมีสาเหตุจากการระบายน้ำที่ไม่ดีพอ แต่มีอัตราการระเหยตัวของน้ำสูง ทำให้เกิดผลึกเกลือหนาแน่นบนพื้นที่ชลประทาน และส่วนใหญ่เกิดขึ้นบริเวณแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งซึ่งอาศัยการชลประทานเพาะปลูกพืชผล สาเหตุอื่นที่ทำให้เกิดความเค็ม คือ การสูบน้ำจากชั้นหินอุมน้ำชายฝั่งทะเลมาใช้มากเกินไป เป็นผลให้น้ำเค็มเข้าแทนที่ปริมาณน้ำเหล่านั้น นอกจากนี้ความเค็มเพิ่มขึ้นจากการใช้เกลือช่วยป้องกันไม่ให้น้ำแข็งเกาะถนน เป็นผลข้างเคียงจากการทำเหมืองแร่และผลจากการระบายน้ำเค็มที่เกิดขึ้นในระหว่างผลิตน้ำมัน อย่างไรก็ตามการชลประทานเป็นสาเหตุของปัญหาที่สำคัญมากกว่าอย่างอื่น

การใช้น้ำในโลกร้อยละ 73 เป็นการชลประทาน (ประมาณ 3,300 คิวบิกกิโลเมตรต่อปี) พื้นที่เพาะปลูกประมาณ 270 ล้านเฮกตาร์เป็นพื้นที่ที่มีการชลประทานสามารถผลิตอาหารสู่โลกได้ร้อยละ 30 และในจำนวนพื้นที่ทั้งหมด ร้อยละ 15 เป็นเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ว พื้นที่ที่มีการชลประทานประมาณ 60–80 ล้านเฮกตาร์ ได้รับผลกระทบจากความเค็มระดับหนึ่ง และอีก 20–30 ล้านเฮกตาร์ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากการประมาณการพื้นที่ที่ไม่ให้ผลผลิตรายปีเพราะความเค็มนั้น พื้นที่ดังกล่าวมีอยู่ถึงร้อยละ 30–50 ของพื้นที่ใหม่ที่มีการเพาะปลูกเป็นครั้งแรก

ปัญหาของความเค็มอีกประการหนึ่งก็คือดินชุมน้ำ ซึ่งมักเกิดจากการมีน้ำท่วมขังมากเกินไปและขาดระบบการระบายน้ำที่เหมาะสม แม้ว่าน้ำที่ขังอยู่มากนี้จะเอ่อท้นจนไหลออกไปบ้าง แต่มีบางส่วนซึมลงในดินทำให้ดินชุมน้ำ และระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นสู่ระดับผิวดินประมาณ 1 เมตรหรือมากกว่า เมื่อมีปรากฏการณ์นี้ ความเค็มขั้นทุติยภูมิอาจเกิดขึ้นได้ เพราะน้ำใต้ดินพาเอาความเค็มซึ่งละลายจากชั้นหินอุมน้ำ ดินชั้นกลางและชั้นรากพืชขึ้นมายังพื้นผิว

ความเค็มเป็นปัญหาของลุมน้ำไนล์ เพราะมีน้ำท่วมขังตลอดปี (อาจเกิดขึ้นตั้งแต่สร้างเขื่อนอัสวาน) ขาดการระบายน้ำที่ดีจากดินตะกอนที่เหมาะแก่การปลูกธัญพืช และอัตราการระเหยของน้ำสูง สาเหตุประการหลังนี่เองที่ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มน้ำลงไปมากกว่าปกติ กลับซ้ำเติมสถานการณ์ให้เลวร้ายลง เพราะทำให้ดินชุมน้ำและมีความเค็ม

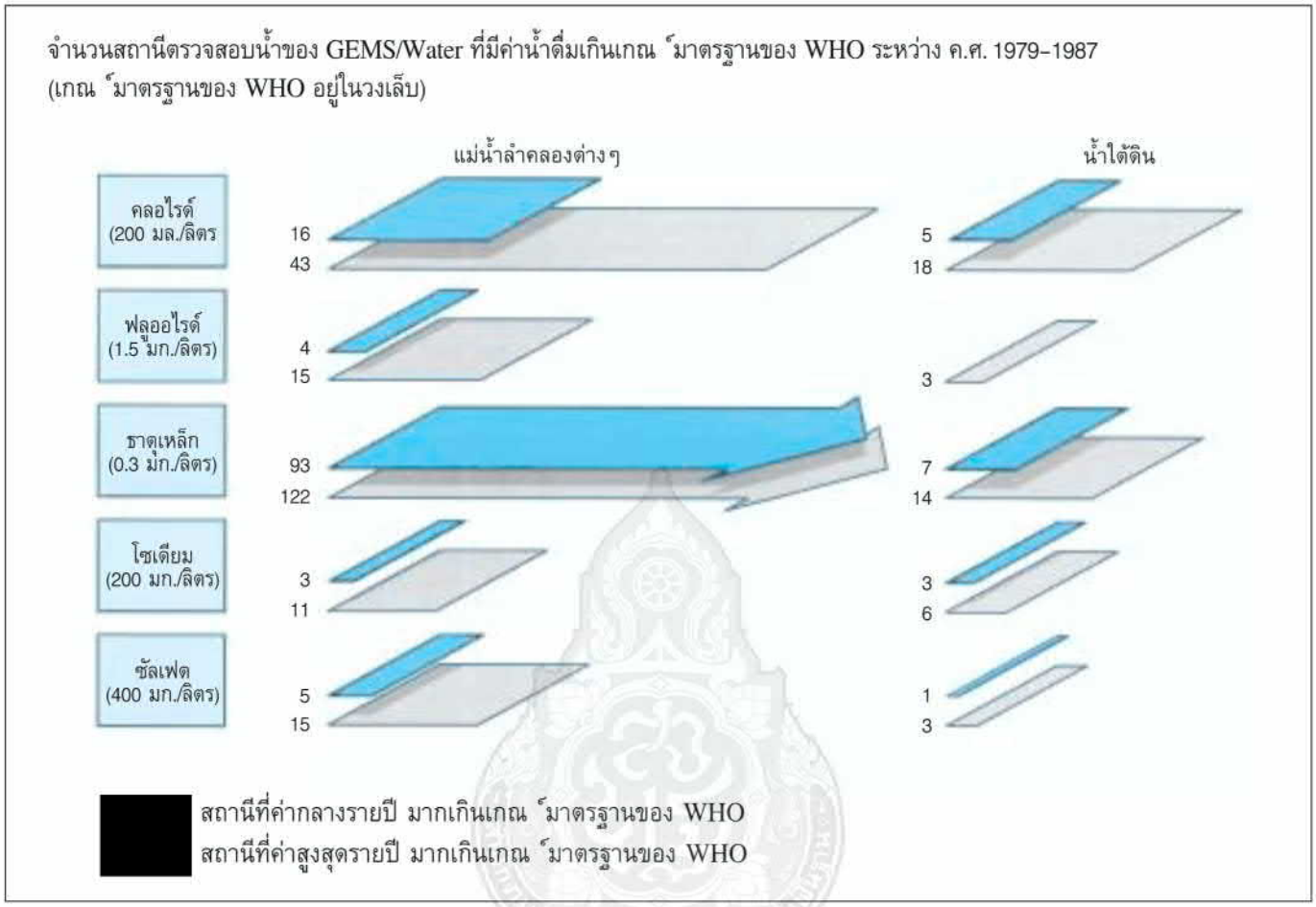
ประเทศที่มีพื้นที่ชลประทานใหญ่ที่สุด แต่ได้รับผลกระทบรุนแรงจากความเค็ม				
	พื้นที่ชลประทาน (ล้านเฮกตาร์)	*(ค.ศ.)*	*พื้นที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม (ล้านเฮกตาร์)*	*(ค.ศ.)*
อินเดีย	41.8	1986-88	12.	1977
สหรัฐอเมริกา	18.1	1986-88	4	1985
ปากีสถาน	15.9	1986-88	3.2[1]	1987
อิหร่าน	5.7	1986-88	1.2	1977
อิรัก	2.0	1986-88	0.45[2]	1977
อียิปต์	2.6	1986-88	0.8[3]	1970

[1] ร้อยละ 80 ของพื้นที่ชลประทานในแคว้นปันจาบได้รับผลกระทบ
[2] มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ชลประทานในที่ราบลุ่มแร่ฟิเดน ได้รับผลกระทบ
[3] ตอนเหนือเกือบทั้งหมดของดินดอนสามเหลี่ยมลุ่มแม่น้ำไนล์

ขั้นทุติยภูมิ ถึงแม้ว่าจะสามารถควบคุมได้ แต่ในทางปฏิบัติต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และมีความยุ่งยากทางการเมือง เมื่อมีหลายประเทศมาเกี่ยวข้องด้วย

การชลประทานที่มีประสิทธิภาพ เช่น การชลประทานน้ำหยด และการระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ นับเป็นทางออกทางหนึ่ง ประเทศอิสราเอลได้ใช้วิธีการน้ำหยดและเครื่องฉีดน้ำฝอยถึงครึ่งหนึ่งของพื้นที่ชลประทาน เทคนิคการชลประทานกำลังปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยเหมือนกัน แต่คงอีกนานกว่าที่จะแก้ปัญหาความเค็มได้ คูน้ำเปิด การระบายน้ำด้วยท่อกระเบื้องหรือการสูบน้ำจากบ่อ สามารถลดหรือป้องกันดินชุมน้ำและความเค็มได้เพราะระดับน้ำใต้ดินต่ำลง ปากีสถานและที่ราบอินดัสใช้วิธีการนี้ แต่ค่าใช้จ่ายสูง ความเค็มเมื่อเกิดขึ้นแล้วยากที่จะแก้ไขได้ ในประเทศทาจิกิสถานและเติร์กเมนิสถานได้นำเอาวิธีต่าง ๆ มาใช้ ได้แก่ การระบายน้ำลงสู่ใต้ดิน การชะล้างเกลือ การสูบน้ำจากชั้นหินอุ้มน้ำในแนวดิ่ง การเสริมพื้นผิวของคลอง และการจัดการน้ำที่ดีมาใช้ แสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะลดความเค็มลงครึ่งหนึ่ง หรือเปลี่ยนน้ำเค็มเป็นน้ำจืด แต่วิธีดังกล่าวก็ทำได้ยากเต็มที

ความเข้มข้นของคลอไรด์และสภาพด่างเป็นตัวแปรที่นิยมใช้วัดความเค็มตามสถานีตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water โดยตรวจวัดสภาพน้ำมากกว่าร้อยละ 75 ของสถานีทั้งหมด และมากกว่า 12 ครั้งต่อปี รูปที่ 11 เป็นการสรุปผลเชิงสถิติเกี่ยวกับการสำรวจน้ำของ GEMS จากรูปแสดงว่าความเค็มจากหลายสถานีเกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด อย่างไรก็ตามเนื่องจากมาตรฐานเหล่านั้นตั้งไว้เพื่อให้ดูตัวเลขเท่านั้น ไม่ได้หมายความว่าจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ระดับความเค็มที่ปุ่มรับรสของมนุษย์จะรับได้ค่อนข้างต่ำ ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์และซัลเฟตพบว่ามีอยู่มากในออสเตรเลีย อิหร่าน ตะวันตกเฉียงเหนือของอินเดีย และเม็กซิโก



รูปที่ 11 *แสดงจำนวนสถานีตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water ที่มีค่ากลางและค่าสูงสุด มีความสัมพันธ์กับระดับความเค็มที่มีมากเกินเกณฑ์มาตรฐานของ WHO เกณฑ์มาตรฐานส่วนใหญ่สร้างขึ้นเพื่อต้องการดูตัวเลขมากกว่าสุขภาพของประชาชน ดังนั้นผลที่เห็นจึงไม่น่าวิตก*

การกำหนดนโยบาย

ข้อสรุปจากการประเมินผลของ GEMS

มีความเป็นไปได้สูงที่น้ำเสียกำลังจะกลายเป็นปัญหาของโลก การประเมินผลของ GEMS เมื่อ ค.ศ. 1988 ได้ชี้ให้เห็นตัวการสำคัญที่ทำให้แหล่งน้ำจืดเสื่อมคุณภาพลง อย่างไรก็ตามยังมีอีกหลายประเด็นที่หาคำตอบไม่ได้

การประเมินคุณภาพน้ำจืดของ GEMS พบว่า สิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์มาจากน้ำเสียจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรม ธาตุอาหาร โลหะเป็นพิษ และสารเคมีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม มลพิษที่แพร่กระจายได้มากที่สุด ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือนซึ่งปนเปื้อนอุจจาระและเป็นสาเหตุของเชื้อโรคต่าง ๆ มากมายในแหล่งน้ำที่ไม่ได้บำบัดก่อนนำมาใช้ 2 ใน 3 ของแม่น้ำที่ตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา มีเชื้อโคลิฟอร์มจากอุจจาระสูงมากจนไม่อาจยอมรับได้ ส่วนในประเทศพัฒนาแล้ว การปนเปื้อนอุจจาระจะสกัดทิ้งด้วยโรงบำบัดน้ำเสียและการฆ่าเชื้อในน้ำประปา

น้ำที่ไหลจากพื้นที่การเกษตรซึ่งใช้ปุ๋ยค่อกและสารเคมีจะทำให้แหล่งน้ำและน้ำใต้ดินเสีย เนื่องจากมีธาตุอาหารเพิ่มขึ้น แม่น้ำหลายสายและน้ำใต้ดินในยุโรปและสหรัฐอเมริกา มีปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตสูงมากเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มที่องค์การอนามัยโลกกำหนด ทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชันและน่าเป็นห่วงผลกระทบของไนเตรตที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ แหล่งน้ำ 125 แห่งในสหราชอาณาจักรที่ผู้บริโภค 1.8 ล้านคนต้องพึ่งพานั้น มีไนเตรตสูงเกินระดับมาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแม่น้ำในยุโรปมีฟอสเฟตสูงเฉลี่ยถึง 2.5 เท่าของน้ำที่ไม่เป็นมลพิษ การมีธาตุอาหารเกินพอดีไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในประเทศอุตสาหกรรมเท่านั้น จะเห็นได้ว่าทะเลสาบสำคัญ ๆ ในประเทศจีนถึงร้อยละ 25 ประสบภาวะยูโทรฟิเคชันด้วย

พื้นที่ทำเหมืองแร่หรืออุตสาหกรรมบางแหล่งมักเป็นสาเหตุของโลหะปนเปื้อนทั้งในระดับประเทศหรือระดับภูมิภาค เช่น ลุ่มแม่น้ำรูห์รในประเทศเยอรมนี การปนเปื้อนโลหะหนักร้อยละ 55 มาจากโรงบำบัดน้ำเสียของเทศบาลและโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานหลอมโลหะที่เมืองซัดเบอรีในประเทศแคนาดาเป็นแหล่งปล่อยโลหะพิษที่สำคัญก่อให้เกิดการปนเปื้อนอย่างรุนแรงในท้องถิ่น และทำให้โลหะพิษตกตะกอนในพื้นที่กว้างใหญ่ของออนตาริโอและเมืองควิเบค ทั้งยังแพร่กระจายสู่บรรยากาศเป็นแนวยาวอีกด้วย กากแร่และของเสียจากอุตสาหกรรมในหลุมฝังกลบก็เป็นแหล่งปนเปื้อนโลหะหนักด้วยเช่นกัน เช่น อะลูมิเนียมซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่มีสภาวะเป็นกรด

การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นสิ่งที่น่าวิตกยิ่ง เพราะจะปล่อยก๊าซที่ทำให้ภาวะเรือนกระจกเลวลงและภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง รวมทั้งทำให้ดินและน้ำมีสภาวะเป็นกรดจากการแพร่กระจายของไนโตรเจนและซัลเฟอร์ออกไซด์ในอากาศเป็นแนวกว้างด้วย ประเทศอุตสาหกรรมได้ลดการแพร่กระจายซัลเฟอร์ ส่วนไนโตรเจนออกไซด์ยังดำเนินการน้อย

การถางป่าไม้ การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ และการทำลายพื้นที่ชุมน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำเสียหาย แม้จะไม่ได้ทำให้เกิดมลพิษโดยตรงก็ตาม (ยกเว้นสารแขวนลอย) การทำลายพื้นที่ชุมน้ำจะทำลายตัวกรองตามธรรมชาติที่สำคัญ และทำลายระบบย่อยสลายทางชีวภาพ ซึ่งช่วยลดและขจัดมลพิษหลายอย่างออกจากแหล่งน้ำในหลายพื้นที่

ความเค็มที่เกิดจากการชลประทานเป็นปัญหาใหญ่ในเขตซาเฮลของทวีปแอฟริกา บางส่วนแถบประเทศในตะวันออกกลาง และอินเดีย บริเวณชั้นหินอุ้มน้ำตามชายฝั่งทะเลหลายแห่งเกิดการลุกล้ำของน้ำเค็มเนื่องจากสูบน้ำมาใช้มากเกินไป แม่น้ำในยุโรปบางสาย เช่น แม่น้ำเวเซอ (Weser) และแม่น้ำไรน์ ล้วนมีสารปนเปื้อนซึ่งเกิดจากการชะละลายเกลือจากกากแร่

อินทรีย์จุลพิษเป็นมลพิษที่ยากจะประเมินได้เพราะขาดการสำรวจที่ถูกต้องเหมาะสม แม้จะมีปริมาณสูงขึ้นก็ตาม การปนเปื้อนด้วย DDT และ PCB ในแม่น้ำและน้ำใต้ดินในระดับท้องถิ่น จัดเป็นกรณีศึกษาอันดับแรกๆ

จุดมุ่งหมายสำคัญของ GEMS คือ ศึกษาแนวโน้มของภาวะที่อาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษในอนาคต และตรวจสอบการปนเปื้อนสารพิษในปัจจุบัน ในเรื่องดังกล่าวนี้รวมทั้งเรื่องคุณภาพน้ำ นับเป็นประเด็นซึ่งต้องเอาใจใส่ ดังนั้นการประเมินใน ค.ศ. 1988 จึงเสนอแนะว่าปัญหาดังต่อไปนี้ควรตรวจสอบด้วยความละเอียดรอบคอบและทำวิจัยต่อไป

มลพิษที่เกิดโดยไม่คาดคิดดูเหมือนจะรุนแรงและเกิดบ่อยขึ้น เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นตามริมฝั่งแม่น้ำ และการคมนาคมทางน้ำในระยะทางไกล ๆ ทำให้มีของเสียเพิ่มขึ้น การไม่มีกฎข้อบังคับใช้ควบคุมโรงงานในการจัดการและกำจัดน้ำเสียนั้น เป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึง โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว การประสานความร่วมมือและเวลาที่ทันท่วงทีเป็นสิ่งสำคัญที่สุด 2 ประการในการบรรเทาความเสียหายจากมลพิษน้ำที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดฝัน ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบคุณภาพน้ำจะต้องมีมาตรการที่จำเป็นและได้มาตรฐานในการจัดการกวาดล้างและอุดรูรั่วเพื่อลดความเสียหายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

แหล่งฝังกลบและกากแร่ก่อนการออกข้อบังคับเพื่อควบคุมมลพิษ เป็นแหล่งอันตรายสำหรับมลพิษน้ำ และมีความสำคัญเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับแหล่งมลพิษอื่นๆ ที่ถูกควบคุมเช่นกัน

น้ำประปาที่ฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน บางครั้งก็ก่อให้เกิดการก่อตัวของสารอินทรีย์ที่มีธาตุแฮโลเจนประกอบอยู่ หรือที่เรียกกันว่าสารก่อมะเร็ง และสารประกอบที่เป็นพิษอื่น ๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องประเมินอันตรายต่อสุขภาพในระยะยาว

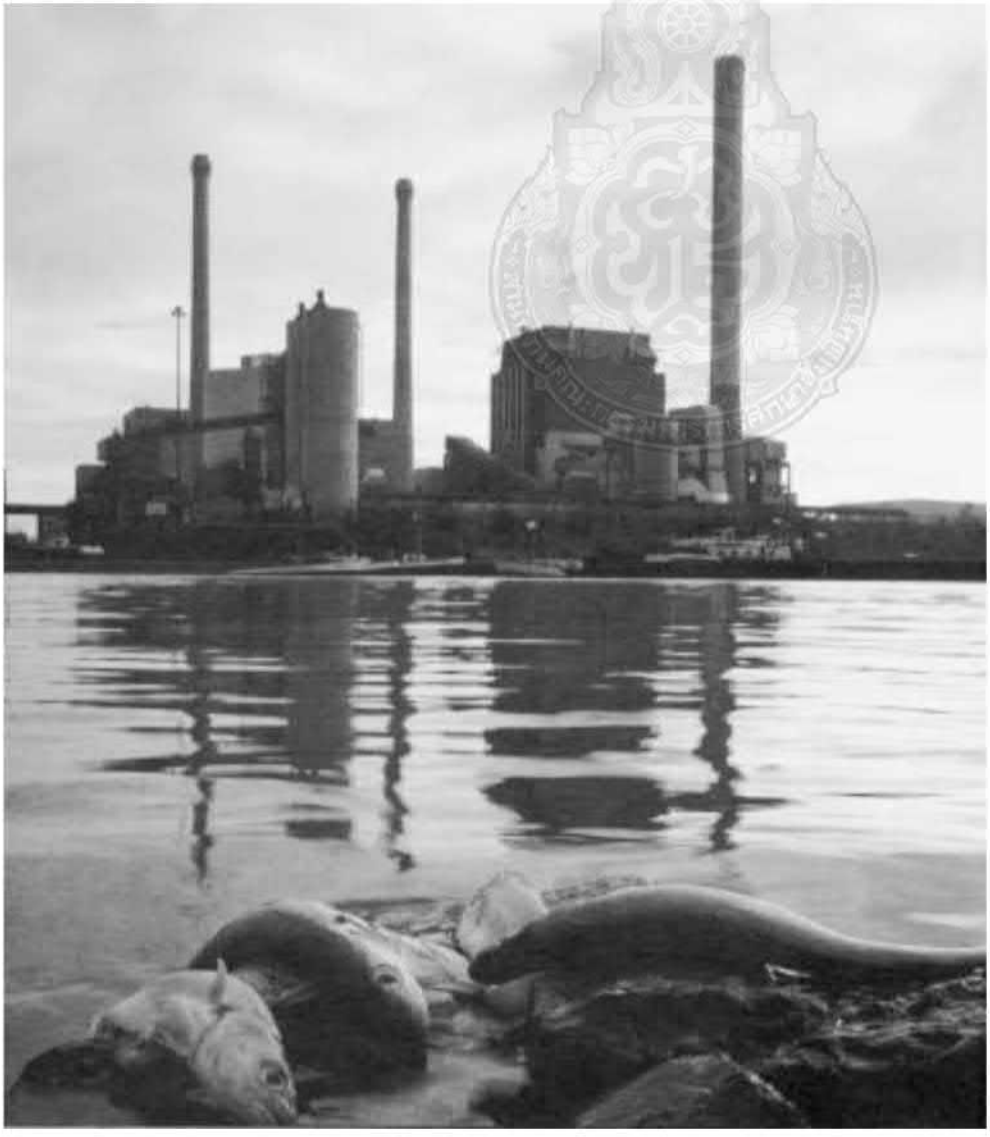
การกระทำของมนุษย์ในระดับมหภาค อันได้แก่ การกลายเป็นเมืองอุตสาหกรรม และการเกษตร ล้วนถูกแทรกซึมด้วยวัฏจักรทางเคมีของน้ำในดินที่มีตามธรรมชาติ และมีผลกระทบต่อแหล่งทรัพยากรที่อยู่นอกเหนือไปจากบริเวณลุ่มน้ำด้วย

การประเมินคุณภาพน้ำของโลกในอนาคตมีประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้

มลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้แหล่งน้ำจืดมีสภาวะเป็นกรด และน้ำบนพื้นผิวโลกปนเปื้อน แม้แต่ในพื้นที่ห่างไกลก็ตาม

การเพิ่มตัวกรองน้ำประปาที่ใช้มากขึ้น (สิ่งนี้เกิดขึ้นอย่างรุนแรงเมื่อชั้นหินอุมน้ำชายฝั่งถูกกัดเซาะและทำให้ความเค็มแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง)

ผลกระทบจากการถางป่าไม้ตามลุมน้ำ เช่น ลุมน้ำแอมะซอน ซึ่งเป็นเหตุให้หน้าดินสึกกร่อน และสูญเสียธาตุอาหารอย่างรุนแรง



ปลาตายที่พบในแม่น้ำในเขตอุตสาหกรรมของกรุงสตอกโฮล์ม มลพิษที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดดูเหมือนจะรุนแรงขึ้นและกลายเป็นเรื่องธรรมดาเมื่อมีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำมากขึ้น

การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ ซึ่งทำให้อัตราการตกตะกอนลดลงนั้น จะพัดพาธาตุอาหารไปจากบริเวณพื้นที่ชลประทาน และแหล่งประมงบริเวณปากแม่น้ำ

อนาคตของระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำของ GEMS

การประเมินครั้งแรกช่วยให้เห็นความสำคัญของปัญหามลพิษน้ำที่สำคัญของโลกบางประการ และยังชี้บ่งการตรวจสอบคุณภาพน้ำจืดของโลกในอนาคตอันใกล้ด้วย

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินของ GEMS ได้จากการดำเนินงานของรัฐบาล และโครงการตรวจสอบงานวิจัยอิสระในประเทศที่ร่วมโครงการ แต่ทว่าวิธีการและเครื่องมือต่าง ๆ กันที่ใช้ในโครงการเหล่านี้ทำให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ยาก

ปัจจุบันนี้พฤติกรรมการแพร่กระจาย ฤทธิ์คงค้าง และภัยร้ายของมลพิษ 2 กลุ่ม คือ โลหะและอินทรีย์จุลพิษ ยังได้รับการศึกษาวิจัยไม่เพียงพอ ความรู้จากการวิจัยเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เราเข้าใจผลกระทบของโลหะและอินทรีย์จุลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์

โลหะหนักและอินทรีย์จุลพิษเป็นเรื่องยากที่จะนำมาเป็นตัวอย่าง ตระเตรียม และวิเคราะห์ในรูปของสารละลาย การตรวจสอบในอนาคตจึงอาจใช้อนุภาคสารเพื่อการสำรวจเบื้องต้นและการตรวจสอบเป็นประจำ นอกจากนี้จำเป็นต้องมีการปรับปรุงวิธีการสุ่มตัวอย่าง เพื่อกำจัดการปนเปื้อนจากแหล่งทุติยภูมิ เช่น ภาชนะบรรจุ ท่อน เครื่องสูบน้ำ เครื่องกรองที่ใช้ เป็นต้น

หากพิจารณาตามภูมิศาสตร์ ช่องว่างของข้อมูลจะอยู่ที่สหภาพโซเวียตและประเทศในยุโรปตะวันออกโดยส่วนใหญ่ แอฟริกาเกือบทั้งหมด และบางส่วนของละตินอเมริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ถึงแม้ว่าประเทศส่วนใหญ่เหล่านี้จะตรวจสอบอยู่แล้ว แต่ขาดการรวบรวมข้อมูล การประมวลข้อมูล และการประเมินอย่างต่อเนื่อง

ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ไม่มีทั้งเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะและบุคลากรที่ได้รับการฝึกอย่างดีเพื่อควบคุมภาวะมลพิษจากจุลพิษในระดับเดียวกับประเทศพัฒนาแล้ว ประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลายควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้วิธีการตรวจวัดที่ถูกต้องแทนที่จะวัดเพียงตัวอย่างสารมลพิษง่ายๆ เช่น ออกซิเจนที่ถูกละลายและสภาพนำไฟฟ้าเท่านั้น เป็นต้น

การทำลายพื้นที่ชุมน้ำ ซึ่งเป็นการทำลายกลไกการกรองตามธรรมชาติในบริเวณกว้างนั้น เป็นสาเหตุให้มลพิษถูกปล่อยไปสู่แหล่งน้ำต่างๆ

สำหรับการตรวจสอบน้ำของ GEMS/Water โดยเฉพาะ ได้มีการวางแผนปรับปรุงเครือข่ายให้มุ่งเน้นวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ที่เป็นจริงเป็นจังมากขึ้น ในทศวรรษหน้าโครงการตรวจสอบน้ำ มีดังนี้

ยังคงติดตามแนวโน้มภาวะมลพิษในแหล่งน้ำจืดของโลกในระยะยาวต่อไป และพิจารณาการแบกรับสารเคมีที่เป็นพิษ ธาตุอาหาร และสารพิษอื่น ๆ ของมหาสมุทร

ยังคงเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องจากสถานีตรวจสอบน้ำในลุ่มแม่น้ำสำคัญๆ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระยะยาวที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์

ขยายการตรวจสอบลุ่มแม่น้ำให้ครอบคุมมากยิ่งขึ้น และสร้างสถานี-ตรวจสอบน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นตั้งแต่กลางทศวรรษ 1990

ขยายสถานีตรวจสอบปากแม่น้ำให้ครอบคุมมากขึ้น เพื่อติดตามการไหลบ่าของสารพิษขั้นวิกฤตในแต่ละปีที่ไหลลงสู่มหาสมุทรและทะเล

เผยแพร่ผลการประเมินคุณภาพน้ำของโลกที่เข้าใจง่ายในทุกๆ 5 ปี และเผยแพร่รายงานเรื่องคุณภาพน้ำของโลกทุก 2 ปี

ให้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำที่รัฐบาลของประเทศต่างๆ หน่วยงานระหว่างชาติ และหน่วยงานระดับภูมิภาคต้องการ

ทบทวนข้อมูลของสถานีตรวจสอบน้ำที่เป็นเครือข่ายของ GEMS/Water ในแต่ละปี และจัดทำรายงานการประเมินผลแนวโน้มประจำปี

จัดพิมพ์แผ่นปลิวข้อมูลเพื่อเผยแพร่ให้ประชาชนได้ตระหนักถึงมลพิษในแหล่งน้ำจืดของโลก

ปฏิบัติงานในฐานะศูนย์ผู้เชี่ยวชาญการประเมินน้ำจืดในลักษณะการพัฒนาทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์การควบคุม

อันตรายจากมลพิษในน้ำจืดมีความรุนแรงมากพอที่หลายประเทศควรกำหนดมาตรการควบคุมแหล่งปนเปื้อน มาตรการดังกล่าวได้แก่

กำหนดข้อบังคับการกำจัดน้ำเสีย

จัดทำโครงการบำบัดของเสียในของเมือง

สร้างโรงบำบัดน้ำเสีย

บำบัดน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานและนำกลับมาใช้ใหม่

ใช้สารทดแทนสารที่เป็นอันตรายต่าง ๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณ ์ (เช่น สารฟอสเฟตในผงซักฟอก)

ห้ามใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่เป็นอันตราย (เช่น DDT) และสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม (เช่น PCB)

มาตรการเหล่านี้ถึงแม้จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมด แต่ก็ทำให้สารมลพิษในประเทศอุตสาหกรรมหลายประเทศเริ่มลดแล้ว ส่วนประเทศกำลังพัฒนายังขาดกฎข้อบังคับและการควบคุม สารมลพิษและของเสียจากครัวเรือนยังคงเป็นสาเหตุของโรคภัยและการเสียชีวิตอยู่ทั่วไป

ประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วในอเมริกาใต้และเอเชียกำลังจัดการกับคุณภาพน้ำอยู่เช่นกัน เพราะรูปแบบของมลพิษที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงมาร้อยกว่าปีในทวีปยุโรปกำลังเกิดขึ้นในประเทศเหล่านี้ในช่วงเวลาเพียงทศวรรษเดียว มีเพียง 10 ใน 60 ประเทศเท่านั้นที่มีกฎหมายเกี่ยวกับปัญหาการทำลายสิ่งแวดล้อม

สิ่งที่จำเป็นต่อการควบคุมนี้มี 3 ประการที่สำคัญคือ 1) การจัดการทรัพยากรน้ำ 2) การบำบัดน้ำเสีย และ 3) การบริการน้ำประปาที่ปลอดภัย

การจัดการทรัพยากรน้ำช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำและแก้ไขภาวะมลพิษในระยะยาว มีความร่วมมือระหว่างประเทศที่ใช้ลุ่มแม่น้ำร่วมกันแล้ว ขณะนี้ประเทศพัฒนาแล้วประสบความสำเร็จมากกว่าประเทศกำลังพัฒนา ในทวีปยุโรปมีลุ่มน้ำ 4 แห่งที่ใช้ร่วมกันมากกว่า 4 ประเทศ มีข้อตกลง 175 ประการเพื่อควบคุมการใช้น้ำ ในทวีปแอฟริกามีข้อตกลงเพียง 34 ประการที่ใช้ควบคุมลุ่มน้ำ 12 แห่งที่ใช้ร่วมกัน ข้อตกลงเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุมชนแถบใต้ลุ่มน้ำที่ได้รับน้ำด้อยคุณภาพอันเนื่องมาจากการกระทำของประเทศที่อยู่ตอนบนของแหล่งน้ำ การชลประทานในรัฐอาริโซนาทำให้แม่น้ำโคโลราโดเค็มขึ้นเมื่อไหลไปถึงเม็กซิโก จนกระทั่งอเมริกาต้องสร้างโรงงานลดความเค็มขนาดใหญ่ที่พรมแดนประเทศขึ้น

แนวคิดในเรื่องที่ว่า 'ผู้ใดก่อมลพิษผู้นั้นต้องชดใช้' เป็นเพียงแนวคิดเชิงทฤษฎีเท่านั้น แต่ในทางปฏิบัติแล้วโรงงานต่าง ๆ ยอมเสี่ยงที่จะเสียค่าปรับเป็นครั้งคราว ซึ่งถูกกว่าที่จะยอมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมของเสียซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูง โรงงานผลิตกระดาษ 70 แห่งจาก 111 แห่งในประเทศอังกฤษทำให้แม่น้ำเสียนานกว่า 18 เดือนตั้งแต่ ค.ศ. 1989–1990 เพราะไม่มีใครใส่ใจกับค่าปรับที่ไม่มีความหมาย

ในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งพึ่งพาการเกษตรเพื่อการอยู่รอด ต้องมีการชลประทานที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ถ้าผืนดินเดียวกันนั้นต้องใช้เป็นที่อยู่อาศัยของประชากรที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากใน ค.ศ. 2000 แต่คำตอบที่ได้ดูจะไม่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและสารเคมีนัก งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าจะต้องเรียนรู้วิธีการแบบโบราณในเรื่อง 'การใช้น้ำ' ให้ได้มากที่สุด น้ำโตรกผาและน้ำจากสันเขาเป็นช่องทางที่จะได้น้ำมาใช้ในบริเวณที่จำเป็น ประชาชนสมัยโบราณที่อาศัยอยู่บริเวณทะเลทรายเนเจอใช้น้ำจากวิธีการดังกล่าวจนประสบความสำเร็จสามารถผลิตอาหารได้เพียงพอกับความต้องการด้วยปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปีเพียง 100 มิลลิเมตร

แม้ว่าสภาพน้ำของโลกส่วนใหญ่อยู่ในสภาพปนเปื้อน แต่ดูเหมือนเริ่มมีความตระหนักแล้วว่า ทรัพยากรสามารถคืนรูปได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นจากจำนวนที่เสียไป การตระหนักถึงความจริงเหล่านี้เห็นได้จากข่าวสารที่เมืองต่าง ๆ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกาซื้อสิทธิการใช้น้ำจากชาวนา เพื่อให้มีน้ำใช้ในเขตเทศบาล หรือข่าวการห้ามใช้ท่อน้ำผ้าใบในการฉีดน้ำดับเพลิงในอังกฤษซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่ามีฝนตกชุก หรือเรื่องน้ำบรรจุขวดที่ได้รับความเชื่อถือยิ่งขึ้น ซึ่งไม่ใช่เฉพาะประเทศพัฒนาน้อยแล้วเท่านั้นที่ไม่วางใจน้ำที่ไหลออกมาจากท่อประปา หรือการใช้น้ำเป็นเครื่องต่อรองข้อตกลงสันติภาพระหว่างอาหรับกับอิสราเอล หรือสภาพที่น่าเศร้าของทะเลสาบน้ำจืดอารัลที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลกมีปริมาณน้ำลดลง 18,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรตั้งแต่ ค.ศ. 1960 เนื่องจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลสาบเหือดแห้งลง

แผนการสร้างเขื่อนใหญ่ในประเทศทัสมาเนียต้องชะลอลงเมื่อไม่นานนี้หลังจากมีการประท้วงจากกลุ่มผู้กดดัน เช่นเดียวกับประเทศโซเวียตที่ยกเลิกความคิดที่จะเปลี่ยนสายน้ำที่ไหลจากทางเหนือให้ไหลไปทางตอนใต้ซึ่งขาดแคลนน้ำ และเมื่อพบว่าร้อยละ 15 ของบ่อน้ำในชนบทของรัฐไอโอวาปนเปื้อนด้วยสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์และหน้าดินถูกกัดเซาะมากเกินไป ชาวนาในแถบตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นแหล่งปลูกพืชพันธุ์ธัญญาหาร ได้ทดลองลดการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืช เพราะตระหนักถึงการเกษตรแบบอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น การปลูกพืชหมุนเวียน การลดการใช้สารเคมีซึ่งมีราคาแพงลง วิธีปลูกพืชแบบใหม่ และการลดการปรุงแต่งผักและผลไม้มากเกินไป จะมีส่วนช่วยลดความเสียหายของดินและน้ำ ซึ่งไม่ได้หมายถึงการลดผลผลิต

ปล่องไฟสูงดังภาพนี้กำลังพ่นควันสีดำที่เต็มไปด้วยไนโตรเจนและซัลเฟอร์-ออกไซด์ ทำให้ปัญหาน้ำจืดที่มีสภาวะเป็นกรดในปัจจุบันเลวร้ายยิ่งขึ้น

การบรรลุเป้าหมายที่ต้องการให้ประชาชนได้ใช้น้ำที่ปลอดภัย จะต้องดำเนินการใด ๆ มากกว่าการเสนอให้กำจัดน้ำเสีย หรือการแพร่กระจายซัลเฟอร์ หรือขยะที่มีพิษลงอีกร้อยละ 10 หรือ 20 นับแต่นี้ไป ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการให้ถูกต้องและมีมาตรฐานจะสูง แต่ราคาสำหรับการจัดมลพิษก็สูงอย่างน่าตกใจทีเดียว เช่น ประเทศออสเตรียใช้เงินประมาณ 1.3 ล้านเหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร ระหว่าง ค.ศ. 1989 – 1995 เพื่อฟื้นฟูทะเลสาบจากสภาวะยูโทรฟิเคชัน

ในขณะเดียวกันโครงการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังเช่นโครงการของ GEMS/Water จำเป็นต้องมุ่งความสนใจที่จะทำให้แหล่งน้ำของโลกมีคุณภาพและปริมาณเพียงพอ ผลจากการประเมินทำให้ประชาชนและผู้กำหนดนโยบายเกิดความเข้าใจ และกระตุ้นผู้คนให้เคารพต่อแหล่งทรัพยากรของโลกที่มีคุณค่ามากเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

แหล่งอ้างอิง

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. *Water Quality for Agriculture.* Irrigation and Drainage Paper No. 29. Rome, Food and Agriculture Organization, 1976.

Björk, S. 'Restoration and degraded land ecosystems'. In *Land use impacts in lake and reservoir ecosystems.* N. Duncan and J. Rzoska (eds.). Wien, Facultas Verlag, pp 196–234, 1978.

Clarke, Robin. *Water: the international crisis.* London, Earthscan, 1991.

Engelberg Report. *Health Aspects of Wastewater and Excreta Use in Agriculture and Aquaculture.* Dubendorf, International Reference Centre for Wastes Disposal, 1985.

Galal-Gorchev, H. *Drinking-water quality and health.* WHO/EMRO seminar on drinking-water quality standards, Khartoum, 8–13 March 1986.

Lloyd, R. and Calamari, D. 'Water quality criteria for European freshwater fish: The role of EIFAC (FAO)'. In *Water Quality Bulletin* 12(3), pp 100–102, 1987.

McJunkin, F.E. *Water and human health.* US Agency for International Development, Washington, DC, 1982.

Milliman, J.D. and Meade, R.H. 'Worldwide delivery of river sediment to the oceans'. In *J. geol.* 91, pp 1–21, 1983

OECD. *The State of the Environment 1985.* Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1985.

OECD. *OECD Enironmental Data Compendium 1985.* Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1985.

OECD, *Water pollution by fertilizers and pesticides.* Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1986.

Roberts, G. and Marsh, T. 'The effects of agricultural practices on the nitrate concentrations in the surface water domestic supply sources of western Europe'. In *Water for the future: Hydrology in perspective.* IAHS Publ. No. 164, pp 365–380, 1987.

Salomons, W., Van Driel, W., Kerdijk, H. and Boxma, R. 'Help! Holland is plated by the Rhine' (environmental problems associated with contaminated sediments). In *Effects of Waste Disposal on Groundwater,* Proc. Exeter Symp., IAHS 139, pp 255–269, 1982.

Shiklomanov, LA. 'Water consumption, water availability and large-scale water projects in the world'. In *International Symposium on the Impact of Large Water Projects on the Environment,* 27–31 October 1986. Paris, UNESCO, 1986.

Singam, G. 'Strategies and enforcement of industrial waste-water control in Malaysia (a case study)'. In Industrial and Hazardous Waste Control Seminar, Kuala Lumpur, 4–8 October 1982. Kuala Lumpur, World Health Organization, 1982.

UNEP. *Safeguarding the world's water.* UNEP Environmental Brief No. 6 Nairobi, United Nations Environment Programme, 1987.

UNEP/WHO. *Global Environment Monitoring System: Assessment of freshwater quality.* Nairobi, United Nations Environment Programme; Geneva, World Health Organization, 1988.

UNEP/WHO. *Global Pollution and Health. Results of health-related environmental monitoring.* Nairobi, United Nations Environment Programme; Geneva, World Health Organization, 1987.

WHO, *Benefits to health of safe and adequate drinking-water and sanitary disposal of human wastes.* WHO Doc. EHE/82.32, Geneva, World Health Organization, 1982.

WHO. GEMS/*Water Data Evaluation Report 1983.* WHO Doc. EFP/83.55, Geneva, World Health Organization, 1983.

WHO. GEMS/*Water operational guide.* Geneva, World Health Organization, 1987.

WHO. GEMS/*Water data summary 1979–1981* and GEMS/*Water data summary 1982–84.* Burlington, Ontario, WHO Collabarating Centre for Surface and Groundwater Quality, Canada Centre for Inland Waters, 1983 and 1987.

WHO/UNEP *Global freshwater quality: A First Assessment.* Geneva, World Health Organization; Nairobi, United Nations Environment Programme. Oxford, Basil Blackwell Ltd, 1989.

WHO/UNEP. *Global pollution and health.* Results of health-related environmental monitoring. Geneva, World Health Organization; Nairobi, United Nations Environmental Programme. London, Yale Press Ltd, 1987.

WHO *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1: Recommendations and Volume 2: Health criteria and other supporting information.* Geneva, World Health Organization, 1984.

WHO. *Report of the Inter-regional Review Meeting on Water Quality Monitoring Programmes, Burlington, Ontario, 17–21 October 1983.* WHO document EFP/83.59. Geneva, World Health Organization, 1983.

WRL. *World Resources 1986* and *World Resources 1987.* Washington, DC, World Resources Institute. New York, Basic Books Inc, 1986 and 1987.

ผู้จัดทำ

ผู้แปล

1. นายทำนอง เจริญรูป
2. นางทัศนีพร ประภัสสร
3. นางกัลยา สุวรรณกายี
4. นางสาวสุภาพร จันทร์ศิริโยธิน
5. นางสาวปรียา คณะแก้ว
6. นางวิลาวัลย์ กาวิชัย

ผู้ตรวจ

ศาสตราจารย์ ดร. สิทธา พินิจภูวดล

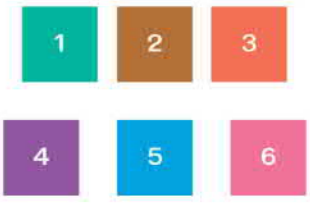
บรรณาธิการที่ปรึกษา นางสาวจินตนา ใบกาซูยี
ผู้อำนวยการสถาบันการแปลหนังสือ

บรรณาธิการอำนวยการ นางสาวอุษณีย์ วัฒนพันธ์

บรรณาธิการ นางสาวนวลพรรณ พูลศรีสวัสดิ์

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว นายวิชัย พยัคฆโส ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา พ.ศ. 2544

ผู้แปล



1 กัลยา สุวรรณกายี
2 วิลาวัลย์ กาวิชัย
3 ปรียา คณะแก้ว
4 ทัศนีพร ประภัสสร
5 ทำนอง เจริญรูป
6 สุภาพร จันทร์ศิริโยธิน

หนังสือชุดสิ่งแวดล้อมของ UNEP/GEMS