บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

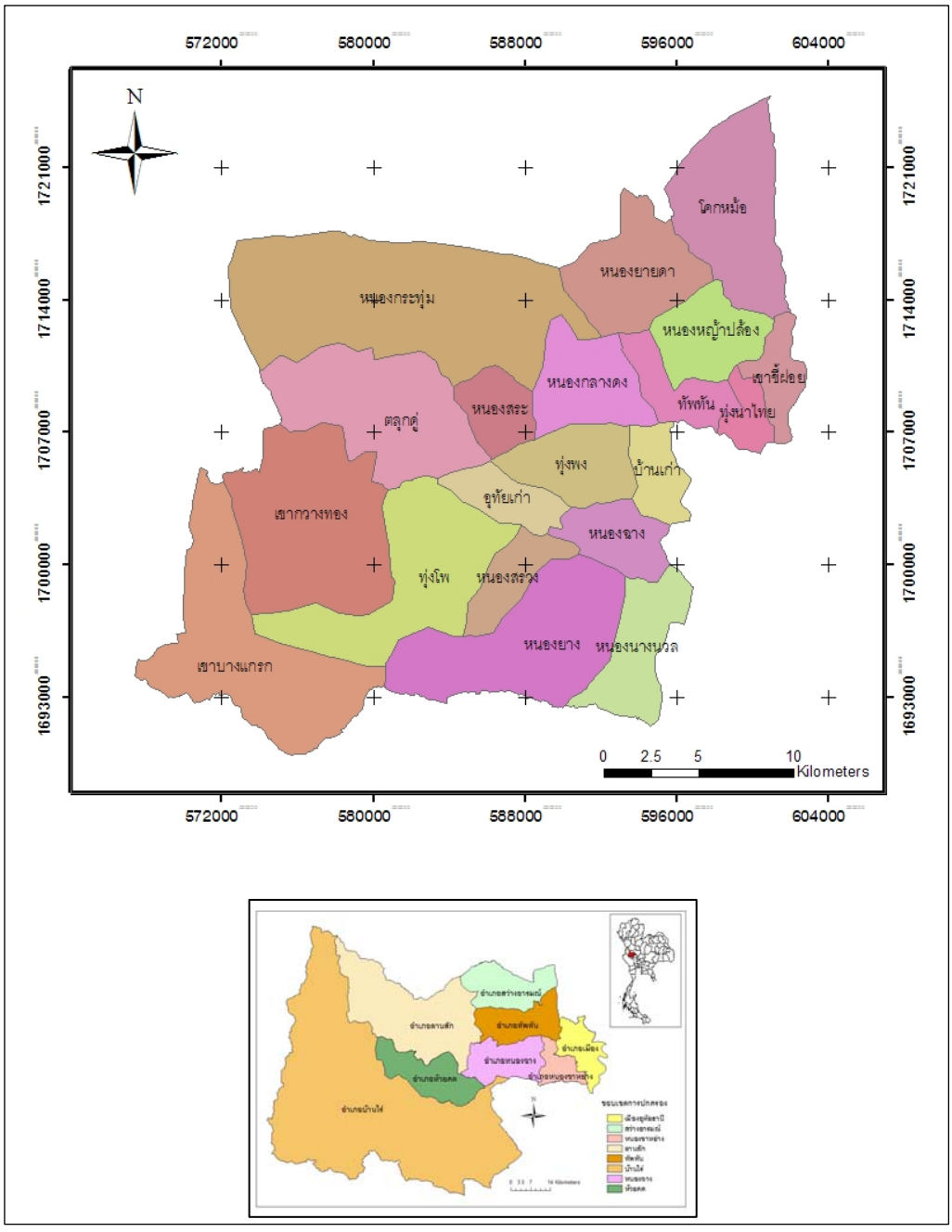
สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการชลประทานทับเสลาใต้

ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศของโครงการชลประทานทับเสลาใต้

กรมชลประทานได้ก่อสร้างฝายทดน้ำห้วยทับเสลาขึ้นที่ ตำบลทุ่งโพ อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี พร้อมระบบส่งน้ำเพื่อประโยชน์แก่พื้นที่เพาะปลูก ในปี พ.ศ. 2513 ถึง ปี พ.ศ. 2525 โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ มีพื้นที่โครงการประมาณ 88,000 ไร่ จากพื้นที่รวมทั้งหมด 125,382 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ของ 2 อำเภอ คืออำเภอหนองฉาง ซึ่งประกอบด้วย 9 ตำบล จาก 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองฉาง ตำบลหนองยาง ตำบลหนองนางนวล ตำบลหนองสรวง ตำบลบ้านเก่า ตำบลอุทัยเก่า ตำบลทุ่งโพ ตำบลทุ่งพง และตำบลเขากวางทอง ในส่วนของอำเภอทัพทัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ตำบล จาก 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลทัพทัน ตำบลหนองกลางดง ตำบลหนองกระทุ่ม ตำบลหนองสระ และตำบลตลุกดู่ ภาพที่ 2 .1 และตารางที่ 2.1

ระบบส่งน้ำในโครงการชลประทาน คลองส่งน้ำ ประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ความยาว 17.750 กิโลเมตร คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา ความยาว 19.400 กิโลเมตร แยกเป็นคลองซอย 1 ขวา 6.2 กิโลเมตร คลองซอย 2 ขวา 9.15 กิโลเมตร คลองซอย 1 ซ้าย 18. 50 กิโลเมตร คลองซอย 1 ซ้าย - 1 ซ้าย 5.65 กิโลเมตร คลองแยก 1 ขวา - 1 ซ้าย 10.35 กิโลเมตร คลองแยก 1 ขวา - 1 ขวา – 1 ซ้าย 7.90 กิโลเมตร ตารางที่ 2.2 และ ภาพที่ 2 .2 (กรมชลประทาน, 2521) คลองธรรมชาติ ประกอบด้วยลำห้วยหลักคือ ห้วยอีจ่าง ห้วยทัพทัน และห้วยทับเสลา มีต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาในเขตอำเภอบ้านไร่ อำเภอลานสัก ทางทิศตะวันตกของจังหวัดอุทัยธานี ไหลผ่านอำเภอลานสัก อำเภอหนองฉาง อำเภอหนองขาหย่าง มาบรรจบแม่น้ำสะแกกรังที่ตำบลน้ำซึม อำเภอเมืองจังหวัดอุทัยธานี มีความยาวจากท้ายเขื่อนทับเสลาถึงจุดที่บรรจบกับแม่น้ำสะแกกรังประมาณ 90 กิโลเมตร

ภาพที่ 2.1
ตำบลในพื้นที่อำเภอหนองฉางและอำเภอทัพทัน



ตารางที่ 2.1

อำเภอและตำบลในเขตพื้นที่โครงการชลประทานทับเสลาใต้

ชื่อ	พื้นที่เต็ม (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
อำเภอหนองฉาง		
ต.หนองฉาง	2,937.00	1,671.00
ต.หนองยาง	10,748.00	9,691.00
ต.หนองนางนวล	8,810.00	5,550.00
ต.หนองสรวง	7,666.00	4,412.00
ต.บ้านเก่า	1,462.00	1,155.00
ต.อุทัยเก่า	8,285.00	7,024.00
ต.ทุ่งโพ	18,878.00	14,715.00
ต.ทุ่งพง	8,710.00	6,388.00
ต.เขากวางทอง	7,181.00	3,200.00
อำเภอทัพทัน		
ต.ทัพทัน	4,160.00	2,478.00
ต.กลางดง	17,542.00	12,235.00
ต.หนองกระทุ่ม	5,571.00	1,350.00
ต.หนองสระ	8,425.00	7,059.00
ต. ตลกดู่	15,007.00	11,072.00
รวมพื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	125,382.00	88,000.00

ที่มา: พัฒนาจากแผนที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ กรมชลประทาน, 2521

ภาพที่ 2.2

คลองส่งน้ำ คลองแยก คลองซอยและลำห้วยธรรมชาติ

ในพื้นที่โครงการชลประทานทับเสลาใต้

ที่มา : พัฒนาจากแผนที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ กรมชลประทาน, 2521

ตารางที่ 2.2

พื้นที่ชลประทานในเขตโครงการชลประทานทับเสลาใต้

ชื่อคลอง	ความยาว (กม.)	เนื้อที่ (ไร่)		ปริมาณน้ำ ($ม^3$/วินาที)
		ทั้งหมด	ชลประทาน	
คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย	17.75	27,550	22,004	3.24
คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา	19.4	20,337.50	16,270	2.2778
คลองซอย 1 ขวา	6.2	4,992.50	3,994	0.55916
คลองซอย 2 ขวา	9.15	14,387.50	11,510	1.6114
คลองซอย 1 ซ้าย	18.5	21,060.00	16,848	2.35872
คลองแยก 1 ซ้าย-1 ซ้าย	5.65	7,192.50	5,754	0.80556
คลองแยก 1 ขวา-1 ซ้าย	10.35	8,537.50	6,830	0.9562
คลองแยก 1 ขวา-1 ขวา-1 ซ้าย	7.9	5,950.00	4,760	0.6664

ที่มา: แผนที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ กรมชลประทาน, 2521

สภาพภูมิประเทศ มีความลาดเทจากทิศตะวันตกมาทางทิศตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงชันและสลับซับซ้อนเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารและป่าสงวน ในพื้นที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ เหมาะแก่การทำเกษตร

<u>สภาพภูมิอากาศ</u>

ภูมิอากาศจัดอยู่ในเขตมรสุมเขตร้อน (Tropical Monsoon) โดยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน พัดพาความชุ่มชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทยทำให้เกิดฝนตกและ ในช่วงปลายฤดูฝนประมาณเดือนกันยายนถึง เดือนตุลาคมยังได้รับอิทธิพลจากลมพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้ (Tropical Cyclonic Strom) ทำให้เกิดฝนตกหนักในช่วงสั้นๆ และเกิดน้ำท่วมในช่วงนี้ (ปนัญญา ธเนศวร, นาวิก ดาราพงษ์ และสภาณี ศักดาเยี่ยงยงศ์, 2540) สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป ประเภทฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู มี 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน เริ่ม เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคมอุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียล

ฤดูฝน เริ่ม เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน

ฤดูหนาว เริ่ม เดือนตุลาคม ถึง เดือนมกราคมมีอุณหภูมิต่ำสุด 20 องศาเซลเซียส

<u>ปริมาณน้ำฝน</u>

ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ. 2540 ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2548 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1,289 มิลลิเมตรต่อปี เดือนมกราคมมีฝนตกน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 2.7 มิลลิเมตร และเดือนกันยายนมีฝนตกมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 250.8 มิลลิเมตร (โครงการชลประทานทับเสลาใต้, 2549) จากสถิติข้อมูลภูมิอากาศอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดนครสวรรค์ ช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2549 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 73.7

<u>การปกครองและประชากร</u>

ในพื้นที่โครงการชลประทานทับเสลาใต้ ครอบคลุม อำเภอหนองฉาง ซึ่งประกอบด้วย 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองฉาง ตำบลหนองยาง ตำบลหนองนางนวล ตำบลหนองสรวง ตำบลบ้านเก่า ตำบลอุทัยเก่า ตำบลทุ่งโพ ตำบลทุ่งพง ตำบลเขาบางแกรก และตำบลเขากวางทอง และอำเภอทัพทัน ซึ่งประกอบด้วย 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลทัพทัน ตำบลทุ่งนาไทย ตำบลเขาขี้ฝอย ตำบลหนองหญ้าปล้อง ตำบลโคกหม้อ ตำบลหนองยายดา ตำบลหนองกลางดง ตำบลหนองกระทุ่ม ตำบลหนองสระ และตำบลตลุกดู่

ขอบเขตของโครงการชลประทานทับเสลาใต้ครอบคลุมพื้นที่อำเภอหนองฉางซึ่งมีจำนวนประชากรชายประมาณ 16,880 คน ประชากรหญิงประมาณ 17,788 คน และอำเภอทัพทันมีจำนวนประชากรชายประมาณ 8,771 คน ประชากรหญิงประมาณ 9,266 คน ข้อมูลประชากร ณ วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2550 (กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2550)

<u>เศรษฐกิจสังคม</u>

อาชีพ ประชากรในพื้นที่ อาชีพหลักคือเกษตรกร เช่น ทำนา ทำสวน และทำไร่ อาชีพรอง คือค้าขาย และรับจ้างทั่วไป

<u>การคมนาคม</u>

การคมนาคมเข้าสู่โครงการฯ จากทางหลวงหมายเลข 333 จากอุทัยธานี ถึงทางแยกหนองฉาง - บ้านไร่ ประมาณ 20 กิโลเมตร เลี้ยวซ้ายไปตามถนนหมายเลข 333 ประมาณ 3 กิโลเมตร เลี้ยวขวาไปตามถนนหมายเลข 3438 ประมาณ 15 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวขวาทางแยกประดาหัก - ท่าชะอม อีกประมาณ 3 กิโลเมตร

<u>ดัชนีคุณภาพน้ำ</u>

<u>ความหมายของดัชนีคุณภาพน้ำ</u>

Bell and Church (1980) อ้างถึงในคเนศ อภิกมลกุล (2535) ว่าดัชนีคุณภาพน้ำ คือเครื่องมือในการถ่ายทอดข้อมูล และศิริธัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์ (2529) อ้างถึงใน คเนศ อภิกมลกุล (2535) ว่าเป็นส่วนหนึ่งของดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental Quality Index) และดัชนีคุณภาพน้ำคือ ตัวชี้ สถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ อันมีค่าเป็นปริมาณโดยไม่แยกตัวแปรหรือพารามิเตอร์ และดัชนีคุณภาพน้ำ เป็นการนำค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาหลายๆ ค่ามารวมเป็นค่าเดียวซึ่งจะตอบออกมาเป็นระดับคุณภาพน้ำ (Nives,1999; Pesce and Wunderlin, 2000; Debels et al., 2005)

ประเภทของดัชนีคุณภาพน้ำ

Center (1985) อ้างถึงใน กษมา พวงสุวรรณ (2542) ว่ามีการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำเป็นแบบต่างๆ มากกว่า 20 ดัชนี สามารถจำแนกตามลักษณะการใช้เป็น 4 กลุ่ม

(1) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Indices) ดัชนีคุณภาพน้ำกลุ่มนี้ใช้สมมติฐานที่ว่า “คุณภาพน้ำเป็นคุณลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน ไม่จำกัดประเภทการใช้”

(2) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง (Specific Water Quality Indices) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง ประกอบด้วยพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับลักษณะการใช้เฉพาะอย่าง เช่น น้ำดิบสำหรับประปา สำหรับการพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับอุตสาหกรรม การเกษตร และสำหรับการเดินเรือ เป็นต้น

(3) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผน (Planing Indices) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผนเป็นดัชนีที่ใช้ในลักษณะจำเพาะ สำหรับการตัดสินใจในการจัดการ ซึ่งแตกต่างจากดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป และดัชนีคุณภาพน้ำการใช้เฉพาะอย่าง โดยทั่วไปดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผน ทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดสรรงบประมาณในการป้องกันภาวะมลพิษทางน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ มูลค่าในการบำบัดน้ำเสีย

(4) ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้วิธีการทางสถิติ (Statistical Approaches) ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้วิธีการทางสถิติมาพัฒนาใช้กับข้อมูลคุณภาพน้ำ และการอภิปรายข้อมูลคุณภาพน้ำ

คเนศ อภิกมลกุล (2535) ได้สรุปประโยชน์จากดัชนีคุณภาพน้ำได้ดังนี้

(1) การจัดการทรัพยากร (Resource Allocation) เป็นการนำเอาดัชนีมาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจในเรื่องสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการวางแผนและกำหนดนโยบายในการจัดการ การบริหารสิ่งแวดล้อม

(2) ตำแหน่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ ดัชนีย่อยของแต่ละสถานีมาใช้เปรียบเทียบสภาวะสิ่งแวดล้อมตามสถานที่แตกต่างกัน หรือตามลักษณะทางภูมิศาสตร์

(3) การบังคับใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ใช้ในการหาดัชนีคุณภาพน้ำของสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง โดยเฉพาะให้ได้ตามมาตรฐาน และหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

(4) การวิเคราะห์แนวโน้ม โดยการนำเอาดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้กับข้อมูลคุณภาพน้ำตามสถานที่ และช่วงเวลาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในลักษณะแนวโน้มของคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำว่าเสื่อมโทรมหรือดีขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง

(5) การให้ข่าวสารแก่สาธารณะ คือ นำเอาดัชนีคุณภาพน้ำแจ้งข่าวให้ประชาชนได้ทราบถึงสถานะการณ์สิ่งแวดล้อมด้วยค่าที่เข้าใจง่าย

(6) การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คือ ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้ในการลดปริมาณข้อมูลจำนวนมาก

ความหมายของพารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมี

อุณหภูมิ มุกดา สุขสมาน และคณะ (2532) กล่าวว่าอุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการฟอกตัวเองของน้ำเสียโดย จุลินทรีย์ เช่นเดียวกับพีเอช อุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำ รวมทั้งอัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการหายใจ (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยพร, 2543) โดยปกติอุณหภูมิของแหล่งน้ำจะมีค่าประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในแหล่งน้ำ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอาจจะทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดลดจำนวนลง แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจเพิ่มจำนวนขึ้นได้ นอกจากนี้ที่อุณหภูมิพอเหมาะจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำได้ดี ช่วยทำให้ความสกปรกของน้ำลดลงได้

ความนำไฟฟ้า เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านสื่อนำ ซึ่งคุณสมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิของน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547 และ กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) อิออนของสารประกอบอนินทรีย์ เช่น กรดอินทรีย์ด่างและเกลือ ค่าการนำไฟฟ้ามีผลทางตรงและทางอ้อมต่อการอุปโภคบริโภค การเพาะปลูก ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ (2528) กล่าวว่า น้ำในแหล่งน้ำในธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150 - 300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

ค่าความเป็นกรด- เป็นเบส ทวีวงศ์ ศรีบุรี (2541) อ้างจาก พ.ร.บ.สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ค่าความเป็นกรด - เป็นเบส คือ ส่วนกลับของลอการิทึ่มของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเป็นกรัมของไฮโดรเจนไอออนต่อสารละลายหนึ่งลิตร

$$pH = - \log[H^+]$$

ตัวอย่างในน้ำกลั่นหรือน้ำบริสุทธิ์ จะมีค่า H^+ เป็น 10^{-7} mole/L

$$pH = - \log [10^{-7}] = 7$$

ค่าความเป็นกรด- เป็นเบส เป็นตัวแสดงค่าความเป็นกรด หรือค่าความเป็นเบสของน้ำ โดยกำหนดว่าค่าความเป็นกรด - เป็นเบส 0 ถึง 7 มีฤทธิ์เป็นกรด และจาก 7 ถึง 14 มีฤทธิ์เป็นเบส ถ้ามีค่า 7 พอดีมีฤทธิ์เป็นกลาง

ความเป็นกรด - เบส ที่สามารถทำให้สัตว์น้ำ เช่น ปลาดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปรกติ จะอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5 ซึ่งหมายความว่าน้ำมีค่าเป็นกลาง ไม่เป็นกรดมากนัก และไม่เป็นด่างมาก แต่ถ้าค่าความเป็นกรด – เบส มีค่าต่ำหมายความว่า น้ำมีค่าความเป็นกรดสูง ถ้าความเป็นกรด - เบส มีค่าสูงหมายความว่าน้ำมีค่าความเป็นเบสสูง น้ำที่มีความเป็นกรดหรือเบสสูงมักจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพถ้านำน้ำไปใช้ดื่ม หรือใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ถ้าความเป็นกรด- เป็นเบส ต่ำมากเกินไปอาจกัดกร่อนท่อต่างๆได้

กรรณิการ์ สิริสิงห (2544) ได้กล่าวถึง ความเป็นกรด - เป็นเบสของน้ำธรรมชาติว่าจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 9 แต่ส่วนใหญ่ค่อนไปทางเบสเล็กน้อยเนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต สอดคล้องกับนันทนา คชเสนี (2538)

<u>ความขุ่น</u> (Turbidity) มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (2538) กล่าวว่าความขุ่นหมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำจะกระจายและดูดซึมแสงแทนที่ให้แสงผ่านเป็นเส้นตรง ความขุ่น (turbidity) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการส่องผ่านของแสงลงไปในแหล่งน้ำ หรือกีดขวางการดูดรับแสงของมวลน้ำนั้น ๆ ผลจากความขุ่น (turbidity) จะส่งผลโดยตรงต่อการส่งผ่านของแสง ผลกระทบที่เกิดตามมาก็คือ การลดของความสามารถในการผลิตพลังงานและสสารหรือผลผลิตของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ความขุ่น (turbidity) ยังมีผลต่อค่าดัชนีตัวแปรต่าง ๆ และการละลายของสารเคมี อื่นๆ อีก คือ

(1) ปริมาณของสารเคมีที่ละลายในน้ำ เช่น กรด เกลือต่างๆ

(2) สารหรือของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอนและพวกสารอินทรีย์ต่างๆ

(3) ปริมาณและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำ

สาเหตุที่ค่าความขุ่น (turbidity) มีความจำเป็นต้องตรวจวัดหรือวิเคราะห์เนื่องจากว่าหากปริมาณแสงที่ส่องลงไปในแหล่งน้ำได้ลึกเท่าใด ก็จะส่งผลต่อการแพร่กระจายและโอกาสที่จะมีการสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิตผู้ผลิตในน้ำได้มากขึ้นเท่านั้น (ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2547) ในการศึกษาใช้วิธี แนฟีโลมิตริค (Nephelometric method) ในหน่วยเอ็นทียู (NTU) โดยเครื่องมือวัดความขุ่น (Turbidity meter) (กรมทรัพยากรน้ำ, 2550)

ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ น้ำเสีย หรือของเหลวอื่นๆ (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2548) ออกซิเจนละลายน้ำ เป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมาก โดยเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543) และฉัตรไชย รัตนไชย (2539) กล่าวถึงออกซิเจนว่าสามารถนำไปใช้ได้ในหลายรูปแบบ ดังนี้

(1) ความต้องการออกซิเจนแบบเฉียบพลัน

เกิดจากสารเคมีบางชนิดซึ่งมักจะเป็นเคมีอนินทรีย์ ที่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับออกซิเจนในน้ำ โดยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารเคมีที่มีคุณสมบัติในลักษณะนี้ และปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีแต่ละชนิดต้องการ ในการทำปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องเป็นปฏิกิริยาเคมี ความต้องการออกซิเจนในรูปแบบนี้ควรวัดและวิเคราะห์ต่างหาก เพราะเกิดจากกลไกและอัตราเร็วที่ต่างกันมาก มักเกิดขึ้นภายในไม่กี่นาที

(2) ความต้องการออกซิเจนแบบคาร์บอเนเซียส หรือความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสารเคมีอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิต เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวเคมี สิ่งที่ได้รับคือคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาแบบเดียวที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ ซึ่งหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึม และคายคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำออกมา

(3) ความต้องออกซิเจนแบบไนโตรจีนัส

เกิดจากกระบวนการแลกเปลี่ยนสถานะ (oxidation and reduction) ของสารเคมีต่างๆ (ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2547) สารประกอบไนโตรเจนที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย อาจมีไนโตรเจนอยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สารประกอบไนโตรเจนเหล่านี้ อาจทำปฏิกิริยาชีวเคมี เปลี่ยนรูปแบบจากสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์เป็นแอมโมเนีย และแอมโมเนียถูกเติมออกซิเจนกลายเป็นไนไตรท์และไนเตรท

กรรณิการ์ สิริสิงห (2544) ได้กล่าวสรุปว่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำธรรมชาติและในน้ำเสียขึ้นอยู่กับกิจกรรมทางกายภาพ เคมี และชีวะในแหล่งน้ำนั้น การวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนละลายน้ำ ถือเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำ และควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งความสำคัญของออกซิเจนละลายน้ำมีดังนี้

1) ออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสีย เป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีววิทยาที่เกิดขึ้น จะเกิดโดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (aerobic microorganism) หรือ ไม่ต้องการใช้ออกซิเจน (anaerobic microorganism) โดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน จะใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดซ์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางชนิด เช่น ซัลเฟต (SO_4^{2-}) เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ จึงต้องรักษาสภาวะที่จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนไว้ เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนเข้ามาแทนที่

2) ออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญในการรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ คือ ให้มีออกซิเจนละลายน้ำในปริมาณพอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น

3) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นพื้นฐานของความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราการออกซิเดชันทางชีววิทยา ซึ่งวัดได้โดยการหาความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

4) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็กโดยเฉพาะในท่อน้ำประปา และในหม้อต้มน้ำ ซึ่งในหม้อต้มน้ำไม่ควรมีออกซิเจนละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีค่าได้ 0.015 ส่วนในล้านส่วน

5) ออกซิเจนละลายน้ำช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการรักษาสภาพที่มีออกซิเจน (Aerobic treatment process) เพื่อให้มีออกซิเจนพอที่จะรักษาสภาวะที่มีออกซิเจนไว้ได้ และป้องกันการใช้อากาศมากเกินควร

ออกซิเจนละลายน้ำได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันย่อยออกซิเจนในบรรยากาศ และปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ (นัทธีรา สรรมณี, 2541) การหายใจ การสังเคราะห์แสงของพืชและอื่น ๆ (Florida Oceanographic Society, 2003; ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2547) ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายได้ลดลง (พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, 2525) แต่ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมากขึ้น และการที่น้ำมีความเค็มสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง เช่น ที่ 15 องศาเซลเซียส น้ำจืดจะมีออกซิเจนมากกว่าน้ำทะเลประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543) และจากการศึกษาของ วิชญาณ เจริญกุล (2550) พบว่า การที่มีน้ำขึ้นน้ำลงที่บริเวณปากแม่น้ำ พัดพาของเสียบริเวณปากแม่น้ำเข้ามาและการฟุ้งกระจายของตะกอนบริเวณพื้นท้องน้ำ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำ ซึ่งออกซิเจนในบรรยากาศจะละลายในน้ำธรรมชาติที่บริสุทธิ์อยู่ในช่วงระหว่าง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ (Sawyer and McCarty,1978) ในการศึกษาใช้วิธีวิเคราะห์ Azide Modified (American Public Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1998.)

<u>ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี</u> (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึง ค่าวัดความสกปรกอย่างหยาบ ๆ ของน้ำ เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์สาร ปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในควบเวลาหนึ่งและที่อุณหภูมิหนึ่ง (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2548) ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ในแหล่งน้ำ และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดจากความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและปริมาณของสารเคมีในน้ำ ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด - เบส ปริมาณสารอาหารอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2539)

<u>ไนเตรท-ไนโตรเจน</u> (Nitrate-Nitrogen) ไนโตรเจนส่วนใหญ่ได้มาจากบรรยากาศและเข้าไปในแหล่งน้ำในปริมาณที่จำกัด (ประมาณ พรหมสุทธิรักษ์, 2531) สารประกอบไนโตรเจนแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น กรดอะมิโน โปรตีน (เบญจพล อินทรศรี, 2548) ซึ่งถูกสังเคราะห์และใช้ไปโดยพืชและสัตว์ บางส่วนถูกถ่ายเทออกมา และสารประกอบ อนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท (Allan, 1995)

ในแหล่งน้ำไนโตรเจนส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากจุลินทรีย์ ทั้งพวกที่อาศัยได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนและในสภาวะไม่มีออกซิเจนหรือถูกพามาโดยน้ำล้นผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำจากบ้านเรือน ความสามารถในการละลายของแก๊สไนโตรเจนนั้นมีความสัมพันธ์ กับอุณหภูมิและ ความดัน กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น แก๊สไนโตรเจนละลายน้ำได้น้อย สำหรับความดันถ้ามากขึ้น แก๊สไนโตรเจนละลายน้ำได้มากขึ้น ไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนรูปของสารประกอบหลายรูป เนื่องจากกระบวนการเมตาบอลิซึมและการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ และเป็นสิ่งจำกัดอย่างหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543)

Omernik (1977) อ้างถึงใน Allan (1995) ว่าการศึกษาธาตุอาหารในแหล่งน้ำจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนใหญ่พบไนเตรทที่ระบายออกมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเกษตรกรรม ซึ่งอาจจะมาจากการใช้ปุ๋ย

ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Phosphate-phosphorus) เป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืชในแหล่งน้ำ แพลงค์ตอนพืชสามารถใช้ได้ในรูปฟอสเฟต (Horne, 1994) ฟอสเฟตจะรวมอยู่กับธาตุที่มีประจุบวกชนิดต่างๆ เช่น เหล็ก แคลเซียม และโซเดียม

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2543) กล่าวว่าความเข้มข้นหรือปริมาณของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งควบคุม 4 ประการคือ

(1) รูปร่างของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีขนาดใหญ่มีปริมาตรมากก็จะมีโอกาสที่จะเจือจางได้มาก ฉะนั้นก็จะมีฟอสฟอรัสละลายอยู่ได้น้อย

(2) ลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำตั้งอยู่ในเขตที่มีหินฟอสเฟต ก็จะทำให้มีความเข้มข้นของฟอสเฟตสูง

(3) ระยะใกล้หรือไกลจากแหล่งน้ำโสโครกหรืออินทรีย์สารสูง ถ้าแหล่งน้ำอยู่ใกล้กับสถานที่เหล่านั้น ก็จะมีฟอสฟอรัสละลายอยู่ได้มาก

(4) ความสามารถของการย่อยสลายของฟอสเฟตอินทรีย์ในน้ำ

ในปัจจุบันนี้แหล่งของฟอสเฟตส่วนใหญ่จะมาจากบริเวณชุมชนที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ (เบญจพล อินทรศรี, 2548) ซึ่งถ้าพบมากอาจทำให้เกิดยูโทรฟิเคชั่น ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนของแพลงตอนพืชจำนวนมาก

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen) แอมโมเนียเป็นผลผลิตที่ได้มาจากโปรตีนของพืชและสัตว์ ซึ่งเน่าสลายโดยจุลชีพ พืชจะนำแอมโมเนียไปใช้ได้ ตามปกติไม่ควรมีแอมโมเนียในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (นันทนา คชเสนี, 2539 และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543) ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีพิษเกิดขึ้น ในสภาพที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงจะเกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตโดยจะไปเพิ่มค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำให้สูงขึ้น ผลกระทบจากแอมโมเนีย - ไนโตรเจนนั้น สามารถเป็นดัชนีในการตรวจคุณภาพน้ำได้ เพราะแอมโมเนียในน้ำที่ทำให้ไม่เกิดมลภาวะต้องมีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (National Environment Board., 1986) ในน้ำใต้ดินจะมีแอมโมเนียปรากฏอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการลดออกซิเจนของจุลชีพในธรรมชาติจำกัด (ประมาณ พรหมสุทธิรักษ์, 2531)

ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) หมายถึง ของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย Suspended solids ตะกอนและสารที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ เป็นเกลืออนินทรีย์ มีอินทรียสารและก๊าซน้อย (ภาสกร สัทธานนท์ อ้างถึงในเกษม จันทร์แก้ว, 2530) สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยน้ำออกหมด (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2547) แหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำระหว่าง 0 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) เป็นตะกอนที่สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ จะมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ถ้าตะกอนที่มีขนาใหญ่ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะพบว่าตกตะกอน เนื่องจากมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ และตะกอนเป็นสารที่เหลืออยู่ภายหลังผ่านการนำน้ำออก ซึ่งสิ่งที่เหลืออยู่เป็นตะกอน ที่มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2538)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร หมายถึง การใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูก รวมทั้งการเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตทางการเกษตร (ดรรชนี เอมพันธ์, 2532) ภาวะมลพิษของน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมมีสาเหตุมาจาก ตะกอนดินที่เกิดจากการชะล้างหน้าดิน ซึ่งธาตุอาหารและสารปราปศัตรูพืชที่ไหลมาพร้อมๆ กับการชะล้างหน้าดินในทุกกระบวนการของการเพาะปลูก (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2545) เช่น ขบวนการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ขบวนการเพาะปลูก ขบวนการเก็บเกี่ยว (สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์, 2544) ในการจัดการของเสียและการใช้เทคโนโลยีทางอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีบทบาทสำคัญต่อพื้นที่เกษตรกรรม ที่จะเป็นแหล่งกำเนิด

มลพิษอย่างยิ่ง ซึ่งมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ การพังทลายของดิน เศษเหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร สารฆ่าแมลง มูลสัตว์ (โดยเฉพาะสุกร) และ น้ำเสีย (เกษม จันทร์แก้ว, 2547)

การศึกษาการใช้สัตว์พื้นท้องน้ำเป็นดัชนีประเมินคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำแม่กลองของ เบญจพล อินทรศรี (2545) พบว่า ในฤดูฝนความขุ่นมีปริมาณมากที่สุด เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมมีพืชพรรณปกคลุมน้อยประกอบกับมีการไถพรวนเพื่อทำการเพาะปลูก ซึ่งเป็นการเร่งการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นเมื่อมีฝนตกลงมาในฤดูฝนการชะล้างพังทลายของดินจึงรุนแรงขึ้น และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีจะมีค่าน้อยที่สุดในการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเกษตรกรรม

ความหมายของระบบชลประทาน

ระบบชลประทานสามารถแบ่งออก เป็น 4 ระบบหลัก คือ

1. ระบบแหล่งน้ำต้นทุน (Water Sources)
2. ระบบส่งน้ำ (Water - Delivery)
3. ระบบแปลงน้ำ (Farm)
4. ระบบการหมุนเวียน (Water Removal)

ระบบแปลงนานั้น ถือได้ว่าเป็นหัวใจของระบบชลประทานทั้งหมด กล่าวคือ ระบบแปลงนาจะเป็นตัวสร้างปัจจัยเบื้องต้นของระบบ อันได้แก่ การปลูกพืชสำหรับคนและสัตว์ โดยมีระบบส่งน้ำและระบบการหมุนเวียนน้ำคอยเสริมระบบแปลงนาอีกทีหนึ่ง

โครงการชลประทานประกอบด้วย คลองส่งน้ำสายหลัก คลองซอย และคลองแยกซอย (หรืออาจเรียกว่า ระบบส่งน้ำหลัก) ซึ่งส่งน้ำให้แก่พื้นที่ส่งน้ำต่างๆ ระบบส่งน้ำในพื้นที่ชลประทานมักจะมีความซับซ้อนมาก เนื่องจากจะประกอบด้วยระบบส่งน้ำชลประทาน 3 ประเภท คือ (1) ปริมาณน้ำที่ส่งให้แก่ระบบ (2) พื้นที่เกษตรกรรม (3) ปริมาณน้ำที่ต้องการกำจัดออกจากระบบ

คลองส่งน้ำสายใหญ่ (main canal) คือ คลองที่ขุดขึ้นเพื่อรับน้ำจากทางน้ำอันเป็นที่มาแห่งน้ำ (source of supply) และส่งน้ำนั้นไปสู่เขตโครงการชลประทานต่อไป ตามหลักการ คลองส่งน้ำ

ประเภทนี้ไม่มีหน้าที่แจกจ่ายน้ำให้แก่เนื้อดินที่ผ่านไปโดยตรง ทั้งนี้ เพราะจะควบคุมปริมาณน้ำหรือชลภาระได้ยาก แต่ในทางปฏิบัติ ย่อมจะมีการยกเว้นได้บางกรณี

คลองส่งน้ำสายใหญ่แยก (Branch canal) คือ คลองส่งน้ำสายใหญ่ ที่ได้แยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ โดย ให้ชื่อว่าแยกตะวันตก เป็นต้น คลองส่งน้ำชนิดนี้ตามหลักการแล้ว ไม่ควรมีการแจกจ่ายน้ำให้แก่เนื้อดินที่ผ่านไป

คลองแยก (Tertiary channel) คือ คลองส่งน้ำที่เป็นสาขาของคลองซอย และทำหน้าที่เช่นเดียวกับคลองซอย ทุกประการ คือ รับน้ำจากคลองซอย เพื่อนำน้ำไปแจกจ่ายให้แก่พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการชลประทานนั้นๆ ต่อจากคลองซอยออกไปอีก การเรียกชื่อมักนิยมเรียกควบกับคลองซอย ที่เป็นต้นทาง และเรียกตามลำดับที่แยกออกมา เช่น คลองแยก 1 ซาย ของ 2 ขวา, คลอง- แยก 2 ซ้าย ของ 2 ขวา เป็นต้น

พื้นที่รับน้ำย่อย (Tertiary subsystem) คือ พื้นที่รับน้ำจากท่อส่งน้ำเข้านา (outlet) ซึ่งรับน้ำมาจากระบบส่งน้ำหลัก (main subsystem) ท่อส่งน้ำเข้านานี้เป็นอาคารประกอบตัวสุดท้ายนับจากคลองส่งน้ำสายใหญ่ คลองสาขา คลองซอย และคลองแยกซอย ท่อส่งน้ำนี้มีหลายแห่งในพื้นที่ส่งน้ำ และมีหลายกรณีที่กลุ่มผู้ใช้น้ำ ได้มีการรวมตัวกันจัดตั้งเป็นองค์กรขึ้นมา โดยประกอบด้วยเกษตรกรทุกคนที่อยู่ในพื้นที่ส่งน้ำ จะเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ

โครงการชลประทานหลายแหล่งในโลกมีส่วนที่รับผิดชอบต่อการบำรุงรักษาและปฏิบัติการชลประทานระหว่างระบบส่งน้ำหลักและพื้นที่ส่งน้ำ โดยทั่วไปแล้วหน่วยงานของรัฐมีภาระหน้าที่รับผิดชอบต่อกิจกรรมการบำรุงรักษาและปฏิบัติการชลประทานระบบส่งน้ำหลัก ในขณะที่เกษตรกรจะมีภาระหน้าที่รับผิดชอบต่อกิจกรรมการบำรุงรักษาและปฏิบัติการชลประทานในส่วนของพื้นที่ส่งน้ำของตนเอง (กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ, 2542)

ในระบบชลประทาน น้ำที่ถูกนำไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกจะเป็นการหมุนเวียนน้ำเพื่อใช้ในพื้นที่เกษตรหลายครั้ง ทำให้คุณภาพน้ำในคลองชลประทานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จนก่อให้เกิดมลพิษในคลองระบายน้ำได้ (สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์, 2544)

<u>มลพิษที่เกิดจากการชลประทานเพื่อการเกษตร</u>

เมื่อได้เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำประเภทต่าง ๆ แล้วจะพบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปในด้านการเกษตรกรรมจะมากกว่าการใช้น้ำประเภทอื่นเสมอ ยกตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกาน้ำที่

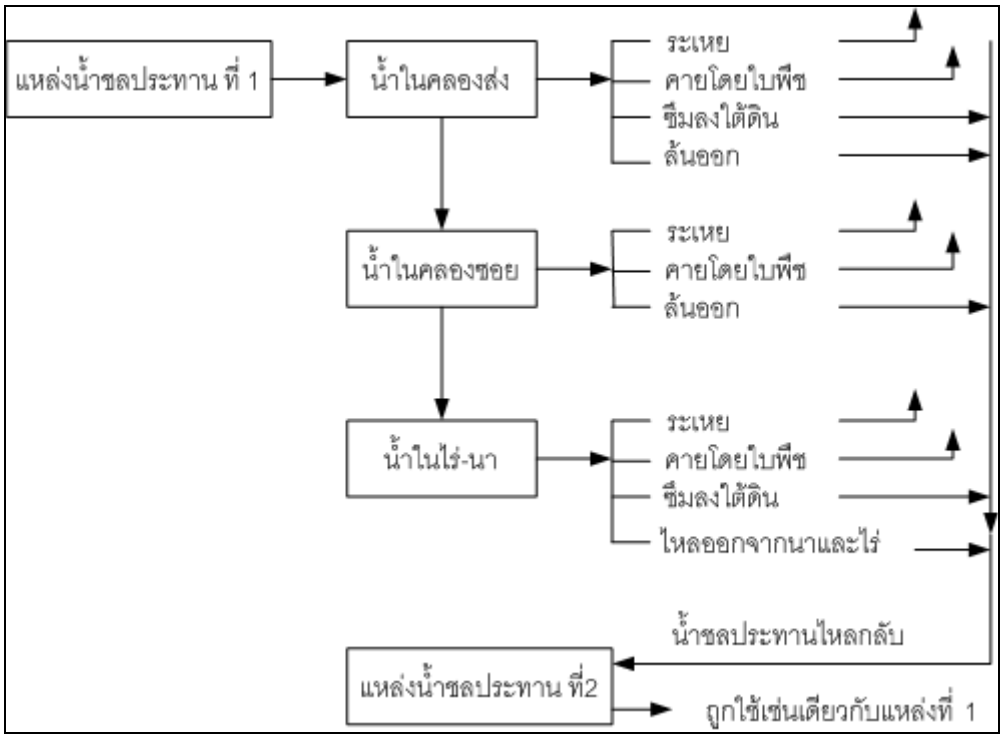
ถูกใช้ต่อหนึ่งวันมีปริมาณถึง 390 พันล้านแกลลอน ประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำนี้ถูกใช้ไปในการเกษตรกรรม อีกร้อยละ 40 จะถูกใช้ไปในการอุตสาหกรรม และอีกร้อยละ 10 ถูกใช้ไปในเรื่องอุปโภคบริโภค (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543)

น้ำที่ถูกใช้ไปในการเกษตรนั้นส่วนใหญ่เป็นน้ำซึ่งได้มาจากการชลประทานซึ่งได้แก่ น้ำจากอ่างเก็บน้ำซึ่งเกิดจากการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ การชลประทานจะมีคลองส่งน้ำเพื่อจำหน่ายไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ที่ทำการเกษตร น้ำในที่เก็บกักและในคลองส่งเราเรียกว่า น้ำชลประทาน (Irrigation water) เมื่อน้ำชลประทานเหล่านี้ถูกใช้ไปในการเกษตรกรรม เช่น ใช้ทำนา เลี้ยงพืชและผักแล้ว บางส่วนก็จะหาทางไหลกลับลงส่งแหล่งน้ำที่ต่ำกว่าซึ่งก็ได้แก่คลองระบายน้ำนั่นเอง น้ำมวลนี้เราเรียกว่า น้ำชลประทานไหลกลับ (irrigation return flow) และน้ำมวลนี้เองที่อาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นได้ เพราะคุณภาพได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อาจมีพิษตกค้างของยาฆ่าแมลงติดมาด้วย หรือไม่ก็อาจมีการนำพาปุ๋ยเคมีที่ตกค้างอยู่ลงมาด้วย

เมื่อพิจารณาให้ละเอียดแล้วจะพบว่าปริมาณ 2/3 ของน้ำชลประทานจะหายไปด้วยสาเหตุของการระเหยจากน้ำที่ผิวดินและผิวน้ำโดยตรงรวมทั้งการคายน้ำของพืช ส่วนที่เหลืออีก 1/3 ก็จะเป็นน้ำชลประทานไหลกลับ น้ำชลประทานไหลกลับนี้อาจแบ่งออกได้เป็นสามประเภท คือ (1) น้ำล้น (over flow) ซึ่งได้แก่ น้ำชลประทานที่มีปริมาณมากเกินความต้องการ จึงไหลกลับลงคลองระบายน้ำก่อน ที่จะถูกใช้โดยพื้นที่ทำการเกษตร (2) น้ำไหลออก (run off) เป็นน้ำชลประทานที่ถูกใช้แล้ว และถูกถ่ายเทลงสู่คลองระบายน้ำ เช่น การถ่ายน้ำจากนาทิ้งคลองระบายน้ำเพื่อทำการเก็บเกี่ยวข้าว (3) น้ำซึม (seepage) เป็นน้ำชลประทานที่ถูกใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรและเป็นส่วนที่ได้ซึมลงไปในดิน ในเวลาต่อมาได้ไหลซึมลงสู่คลองระบายน้ำ (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3

วิถีทางของน้ำในระบบชลประทาน



ที่มา: เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543

ในระบบชลประทานที่ใหญ่และมีเนื้อที่กว้างขวางนั้น น้ำชลประทานไหลกลับอาจถูกใช้อีกครั้งในพื้นที่ทำการเกษตรที่อยู่ต่ำลงมา และก็อาจถูกใช้อีกหลายครั้งหรืออาจกล่าวง่าย ๆ ได้ว่าน้ำมวลเดียวถูกใช้หลายครั้งก่อนที่จะถูกปล่อยลงสู่ทะเล ขบวนการใช้ดังกล่าวนี้น้ำชลประทานไหลกลับจะมีคุณภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากขึ้น จนอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษได้ คุณภาพของน้ำชลประทานไหลกลับที่อาจเปลี่ยนแปลงได้มีดังนี้คือ

(1) มีปริมาณแร่ธาตุสูงขึ้นเนื่องจากการละลายแร่ธาตุในดินโดยน้ำชลประทานไหลกลับ นอกจากนี้การระเหยของน้ำและ การคายน้ำโดยใบพืชก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แร่ธาตุในน้ำชลประทานไหลกลับมีปริมาณสูงขึ้น ในพื้นที่บางแห่งอาจมีปริมาณเกลือสูงกว่าปกติ เมื่อมีน้ำไหลผ่านก็จะเกิดการละลายติดมากับน้ำ

(2) มีอุณหภูมิสูงขึ้น ในฤดูร้อนความร้อนของดินจะสูง เมื่อมีการให้น้ำแก่ดินน้ำก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยการถ่ายเทความร้อนของดิน เมื่อน้ำไหลกลับลงสู่คลองระบายน้ำก็จะทำให้น้ำในคลองระบายน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปด้วย

(3) ความขุ่นสูงขึ้น เนื่องมาจากการเซาะพังหรือผุกร่อนของดินในพื้นที่ทำการเกษตรและน้ำชลประทานไหลกลับได้นำพาตะกอนลงมายังคลองระบายน้ำด้วย นอกจากนี้ถ้าบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้น้ำชลประทานมีอินทรีย์สารสูงก็อาจมีผลทำให้น้ำชลประทานไหลกลับเปลี่ยนสีได้ด้วย โดยมากจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (peaty water)

(4) ธาตุอาหาร (nutrient) สูงขึ้น พื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่จะมีการเพิ่มธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไปเพื่อเพิ่มผลผลิต อย่างไรก็ดีถ้ามีการใช้ปุ๋ยมากเกินไปก็อาจทำให้มีส่วนที่เหลือได้ และส่วนนี้ก็จะละลายไปกับน้ำชลประทานไหลกลับ ผลกระทบในเวลาต่อมาได้แก่การเพิ่มขยายของประชากรพืชน้ำอย่างรวดเร็ว และทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงในเวลากลางคืน มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น นอกจากนี้การที่มีปริมาณปุ๋ยบางชนิด เช่น ไนเตรตสูงขึ้นในน้ำก็อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภคได้

(5) มีการเจือปนของยาปราบศัตรูพืช การเกษตรกรรมส่วนใหญ่จะมีการใช้ยาปราบศัตรูพืช ถ้าเป็นชนิดที่สามารถคงสภาพในสิ่งแวดล้อมได้นาน เช่น ก็จะมีโอกาสเจือปนมากับน้ำชลประทานไหลกลับ ผลกระทบที่เกิดขึ้นก็คือสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในคลองระบายน้ำจะได้รับอันตราย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ประเทศเยอรมันปีค.ศ. 1848 พัฒนาการทำดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความสัมพันธ์ของระดับความบริสุทธิ์ของน้ำ ภาวะมลพิษที่เกิดขึ้นและสภาพทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ เป็นตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกลักษณะความแตกต่างของระบบในการจำแนกคุณภาพน้ำ (Otto, 1978)

ในปีค.ศ. 1912 Royal Commission on Sewage Disposal ได้ใช้ลักษณะที่มองเห็น เช่น สี ระดับความขุ่น ปลาที่พบเห็น สารแขวนลอยและการเจริญเติบโตของสาหร่ายธรรมชาติ เพื่อเป็นการจำแนกประเภทของแม่น้ำ และภายหลังต่อมาได้พบว่า ค่าทางเคมีที่ใช้บ่งชี้สภาวะของแม่น้ำได้ดี คือการทดสอบค่า BOD_5 ในขณะที่การศึกษาของ Debels, Figueroa, Urrutia, Barra and Niell (2005) ได้เสนอว่า ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand : COD)

น่าจะเป็นพารามิเตอร์สามารถใช้แทนความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD_5) ได้ เนื่องจากได้ใช้การทดสอบทางสถิติแล้วว่าไม่แตกต่างกัน แต่คเนศ อภิกมลกุล (2535) ได้กล่าวไว้ในการศึกษาว่า ความต้องการออกซิเจนทางเคมี ไม่นำมารวมในการคำนวณดัชนีเพราะว่ามีการปนเปื้อนของความเค็มและคลอไรด์ ทำให้เกิดความผิดพลาดสูง ทำให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์ และในการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่ชลประทานผักไห่ จังหวัดอยุธยา หลังจากน้ำท่วม พบว่า ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และออกซิเจนละลายน้ำ อาจจะเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่เหมาะสมในพื้นที่เกษตร (Hungspreug, Chooaksorn, and Sangchang, 2007)

Pesce and Wunderlin (1999) ได้ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำจากสมการของ Martinez ซึ่งได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ k เป็นค่าคงที่ตามการตัดสินใจของผู้ที่ศึกษาใช้จำนวนพารามิเตอร์ถึง 20 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) ในการพิจารณา แยกเป็นดัชนีคุณภาพน้ำการตัดสินใจของผู้ศึกษา ดัชนีคุณภาพน้ำตามวัตถุประสงค์ และดัชนีที่เลือกเพียง 3 พารามิเตอร์ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ค่าความขุ่น (Turbidity) และการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) แต่ Jesus (2002) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับดัชนีคุณภาพน้ำการตัดสินใจผู้ศึกษา ว่ายังมีข้อผิดพลาด โดยยกตัวอย่างว่าถ้าเกิดกรณีที่แม่น้ำเสื่อมโทรมมากจากสารพิษ อย่างน้อยที่สุดต้องมีการเปลี่ยนแปลงของสารที่เป็นพิษแสดงออกมาให้เห็น ดังนั้นดัชนีคุณภาพน้ำตามการตัดสินใจผู้ศึกษาไม่ได้สะท้อนดัชนีออกมาอย่างแท้จริง

การประเมินดัชนีคุณภาพน้ำในเดลมาเทีย ประเทศโครเอเชีย โดย Nives (1999) กล่าวว่า ดัชนีคุณภาพน้ำ เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ที่เปลี่ยนปริมาณข้อมูลคุณภาพน้ำจำนวนมากรวมเป็นค่าเดียว ซึ่งจะบอกออกมาเป็นระดับคุณภาพน้ำที่ได้มาจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญหลายคน ในการศึกษาจะอธิบายถึงกระบวนการทำดัชนีคุณภาพน้ำ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้มีทั้งหมด 9 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) คือ อุณหภูมิ (Temperature) แร่ธาตุ (Mineral) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ฟอสฟอรัส (Total phosphorus) โปรตีน (Protein N) โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) สภาพด่าง (Alkalinity)

Jonnalagadda and Mhere (2000) ได้ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำ 8 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส (pH) การนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids: TDS) ของแข็งแขวนลอยละลายน้ำ (Total suspended solids: TSS) ฟอสเฟต (Inorganic phosphates) ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen: NO_3^- - N)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (ตารางที่ 2.3) ในแม่น้ำออสซี่ สาธารณรัฐซิมบับเว ซึ่งเป็นสาธารณรัฐตอนใต้ของแอฟริกา แต่ในการศึกษาไม่ได้ใช้ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (FCB) ใช้ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง 9 เดือน จาก 6 สถานี เป็นที่ราบสูง 3 สถานีเป็นที่ราบ 3 สถานี สถานีที่ 1 ไม่มีการรบกวนจากมนุษย์ สถานีที่ 2 มีกิจกรรมจากการตกปลาเทราท์และฟาร์มสถานีที่ 3 กิจกรรมการเลี้ยงปลา สถานีที่ 4 มีแม่น้ำหลายสายไหลมารวมกัน สถานีที่ 5 และ สถานีที่ 6 การรั่วไหลของเหมืองแร่

Giang (2001) ตรวจสอบคุณภาพน้ำ กรณีศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของจำนวนชนิดปลากับดัชนีคุณภาพน้ำ โดยมี 7 พารามิเตอร์ที่ใช้ (ตารางที่ 2.3) คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท - ไนโตรเจน (NO_3^- - N) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3 - N) ความกระด้าง (Hardness) และ ความเค็ม (Salinity) ใน 7 พารามิเตอร์นี้ มี 5 พารามิเตอร์ คืออุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท - ไนโตรเจน และความกระด้าง ลงความเห็นว่าจำเป็นสำหรับสัตว์น้ำโดยใช้วิธีค่าถ่วงน้ำหนัก เก็บตัวอย่างน้ำจาก 4 สถานี เก็บตัวอย่างน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เริ่มจากเดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน เก็บน้ำตัวอย่างในช่วงเวลา 17.00 น. - 19.00 น.

ในปีต่อมา Hallock (2002) ได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นเครื่องมือ ในการตรวจสอบนิเวศวิทยาของแม่น้ำหลายสาย โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 1 – 100 มี 8 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย (Total suspended solids: TSS) ฟอสเฟต (Total phosphates) ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ความขุ่น ไนเตรท-ไนโตรเจน โดยใช้เส้นโค้งค่าเฉลี่ยหาระดับคะแนน หลังจากนั้นรวมทุกค่าเป็นค่าเดียว เพื่อสรุปดัชนีแต่ละสถานี การศึกษาดัชนีคุณภาพชายฝั่งทะเลของแมรี่แลนด์ Carruthers and Wazniak (2003) ได้พัฒนาดัชนี จากการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) เหตุผลในการเลือกพารามิเตอร์เพราะว่าออกซิเจนละลายน้ำ เป็นพารามิเตอร์หลักของปลา และอีก 3 พารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อพืชน้ำ ในชายฝั่งทะเล

ดัชนีคุณภาพน้ำสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ตามลักษณะของภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ (Nives, 1999) การออกพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำโดยปกติจะขึ้นอยู่วัตถุประสงค์ ของงานวิจัย เช่น ระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างน้ำหรือจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ประเทศที่มีปัญหาเรื่องสภาพอากาศก็ต้องนำเรื่องฤดูกาลมาพิจารณาการเก็บตัวอย่าง

จำนวนผู้ที่ศึกษาในพารามิเตอร์แต่ละพารามิเตอร์ (ตารางที่ 2.3) ส่วนใหญ่ไนเทรตเป็นพารามิเตอร์ที่นำมาคิดรวมเป็นดัชนีคุณภาพน้ำทุกครั้ง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ และฟอสเฟตเป็นพารามิเตอร์ที่มีผู้ศึกษามากที่สุดตามลำดับ

งานวิจัยเกี่ยวกับดัชนีคุณภาพน้ำประเทศไทยนั้น Lohani (1984) ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในปีค.ศ. 1983 ซึ่งใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาจาก 7 สถานี ระหว่างปีค.ศ. 1975 - 1980 โดยใช้จำนวนพารามิเตอร์ 13 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (TCB) ไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate - Nitrogen: NO_3^- - N) ไนไตร์ท - ไนโตรเจน แอมโมเนีย - ไนโตรเจน ฟอสเฟตรวม (Total PO_4^{3-}) การนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) คลอไรด์ (Chloride) และความขุ่น ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ cluster type analysis, factor analysis และ multiple regression

คเนศ อภิกมลกุล (2535) ได้ศึกษาการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางประกง โดยเลือกพารามิเตอร์ที่ศึกษา 10 พารามิเตอร์ คือ ความเป็นกรด - เบส การนำไฟฟ้า ฟอสเฟตรวม ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนเตรท-ไนโตรเจน ไนไตร์ท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และอุณหภูมิ และยังให้เหตุผลถึงการไม่เลือกใช้พารามิเตอร์ อื่นๆ เช่น ความเค็ม เนื่องจากค่าความเค็ม มีความสัมพันธ์และแปรผันโดยตรงกับค่าการนำไฟฟ้า และแปรตามอิทธิพลของน้ำทะเลและน้ำหลาก ทำให้บางเดือนค่าความเค็มมีค่าเป็นศูนย์ตลอดลำน้ำ จึงไม่เหมาะสมใช้ในทางสถิติ และการใช้พารามิเตอร์ความเค็มต้องเป็นแหล่งน้ำ ที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็ม โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด กล่าวว่า สาเหตุที่ไม่ใช้เพราะเป็นการวิเคราะห์ที่เกิดจากเชื้อที่มีอยู่ในธรรมชาติรวมอยู่ด้วย จึงใช้เพียงค่าของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของแข็งแขวนลอยนั้นข้อมูลมีค่าน้อยเกินไป ส่วนสารพิษมีหน่วยในการตรวจสอบที่เป็นส่วนในพันล้านส่วนเป็นค่าที่พบน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพน้ำพารามิเตอร์อื่น ในการวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำได้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น และ ขั้นก้าวหน้าที่เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Package for the Social Science: SPSS)

ตารางที่ 2.3
พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำที่ผ่านมา

พารามิเตอร์	การศึกษาของ*											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม
ค่าความเป็นกรด-เบส		1	1	1	1				1	1	1	7
อุณหภูมิน้ำ	1	1	1	1	1			1	1	1	1	9
การนำไฟฟ้า				1						1	1	3
ออกซิเจนละลายน้ำ	1	1	1		1	1			1	1	1	8
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	1	1		1				1	1	1		6
ความต้องการออกซิเจนทางเคมี		1						1		1	1	4
ความต้องการออกซิเจนทั้งหมด							1				1	2
ไนไตร์ท		1								1	1	3
ไนเตรท	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	10
โปรตีน	1											1
แอมโมเนีย		1	1						1		1	4
ฟอสเฟต	1	1		1	1	1	1		1	1		8
ซัลเฟต		1						1				2
ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย					1				1			2
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	1	1										2
คลอโรฟิลล์ เอ						1						1
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด				1	1			1				4
ของแข็งละลายน้ำ		1		1							1	3
ของแข็งทั้งหมด		1										1
ความโปร่งแสง							1					1
ความขุ่น		1			1							2
ความกระด้าง		1	1									2
สภาพด่าง	1											1
ความเค็ม			1									1
คลอไรด์		1										1
แคลเซียม		1										1
แมกนีเซียม		1										1
น้ำมันและไขมัน		1										1
Surfactants (anionic)		1										1
แร่ธาตุ	1											1
รวมทั้งหมด	9	20	7	8	8	4	4	5	8	9	10	

หมายเหตุ *

[1] Nives, 1999
[2] Peace &. Wunderlin, 2000
[3] Giang (2001)
[4] Jonnalagadda & Mhere, 2001
[5] Hallock, 2002
[6] Carruthers and Wazniak, 2003
[7] Jin, Wang and Wei, 2004
[8] Bordalo, Teixeira and Wiebe, 2005
[9] Mrazik, 2005
[10] Debels et al, 2005
[11] Sanchez et al, 2006

กรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้ใช้วิธีดัชนีคุณภาพน้ำแบบทั่วไป ซึ่งถูกพัฒนาโดย Brown et al. ในปีค.ศ.1970 ใช้วิธี Unweighted Multiplication River Water Quality Index เป็นวิธีใช้ในการเผยแพร่ ให้ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำแก่สาธารณชนทราบ ซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งการกำหนดพารามิเตอร์ กรมควบคุมมลพิษส่งแบบสอบถามถึงผู้เชี่ยวชาญต่างๆ นับร้อยคน ซึ่งมี 9 พารามิเตอร์ ที่ใช้ในการคำนวณคือ ค่าความเป็นกรด - เบส ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนเตรท - ไนโตรเจน ฟอสเฟต ความขุ่น อุณหภูมิ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี กรมควบคุมมลพิษได้มีการทดสอบวิธีดังกล่าวกับผลคุณภาพน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ 45 สาย เป็นระยะเวลา 1 ปี และได้ดัดแปลงเพื่อความเหมาะสมกับการใช้งาน จากผลที่ได้ทดสอบกับพารามิเตอร์ 8 พารามิเตอร์ พบว่าสามารถใช้งานได้ดี โดยไม่รวมดัชนีอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) เพื่อให้ WQI มีความอ่อนไหวพอสมควรต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำ และด้วยประเทศไทย อุณหภูมิทุกฤดูกาลไม่เปลี่ยนแปลงมาก (ชนินทร์ ทองธรรมชาติ, 2540) การเก็บตัวอย่างเฉลี่ยออกไปเก็บตัวอย่าง 3 เดือนถึง 6 เดือนต่อ 1 ครั้ง ใช้ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำต่างๆ ในประเทศไทย พบว่าการวิเคราะห์ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ดีในทางปฏิบัติและยังใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพแม่น้ำสายสำคัญ

นอกจากการใช้คุณภาพน้ำเพื่อพัฒนาดัชนีแล้วยังสามารถที่จะใช้สัตว์พื้นท้องน้ำเข้ามาเป็นดัชนีเพื่อบอกความหลากหลายของแหล่งน้ำได้ Maketon, Kittiworachet, Somsiri and Ngamprayad (1997) ใช้สมการของ ชนินทร์ ทองธรรมชาติ (2540) เพื่อคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ ซึ่งยังคงรวมอุณหภูมิในการคำนวณ แต่ไม่รวมค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งทำให้ดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้มีค่าสูง

ต่อมาเบญจพล อินทรศรี (2547) ได้ทดลองใช้วิธีเดียวกันใช้สัตว์ท้องน้ำเป็นดัชนี ประเมินคุณภาพน้ำ จากการใช้ประโยชน์ ที่ดินลุ่มน้ำแม่กลอง ได้อ้างถึงการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำของชนินทร์ ทองธรรมชาติ (2540) เพื่อจัดชั้นคุณภาพน้ำ โดยเลือกวิธีการดัชนีคุณภาพน้ำแบบทั่วไป (General Water Quality Index) ใช้วิธี Unweighted Multiplication River Water Quality Index เช่นเดียวกันแต่ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ 8 พารามิเตอร์ ส่วนอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) จะใช้ในกรณีที่พบว่า แม่น้ำมีปัญหาเกี่ยวกับ อุณหภูมิ

กษมา พวงสุวรรณ (2542) ศึกษาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคุณภาพน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่น้ำจันทบุรีได้เลือก ใช้สมการของกรมควบคุมมลพิษ เพื่อทำดัชนีคุณภาพน้ำ โดยวิธี Unweighted Multiplication River Water Quality Index ใช้พารามิเตอร์ 9 พารามิเตอร์คือ ความเป็นกรด-เบส

ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท ฟอสเฟต ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ค่าความขุ่น ของแข็งทั้งหมด และอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) โดยไม่ใช้แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia - Nitrogen: NH_3 - N) เป็นพารามิเตอร์ ในการศึกษาโดยวิธีนี้

การใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาร่วมกับดัชนีคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ (2545) ได้จัดทำโครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ ที่จะสามารถเชื่อมโยงและประมวลผลข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วประเทศ ได้แก่ 25 ลุ่มน้ำ แม่น้ำ 48 สาย แหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง จากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ 14 สถานี และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำทั่วไป 436 สถานี รวมไปถึงข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสนับสนุนให้งานมีประสิทธิภาพและทันสมัยยิ่งขึ้น

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่แม่น้ำสะแกกรัง กรมควบคุมมลพิษ ได้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำมาอย่างต่อเนื่อง ในรอบ 13 ปี ตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2536 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ โรงเรียนบ้านอีเติ้ง พิกัด 1706920 Y, 614450 X ระยะห่างจากปากแม่น้ำ 0 กิโลเมตร และสถานีสะพานท้ายเมือง (พัฒนาภาคเหนือ 15) พิกัด 1699270 N, 612380 E ระยะห่างจากปากแม่น้ำ 13 กิโลเมตร อุณหภูมิอยู่ในช่วง 26 – 33 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด - เบส อยู่ในช่วง 6 - 7.8 ความขุ่น 1 - 337 เอ็นทียู ออกซิเจนละลายน้ำ 0.3 – 8.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี อยู่ในช่วง 0.2 - 4.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท อยู่ในช่วง 0.01 – 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.01 – 0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งทั้งหมด 122 – 4,124 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 20 – 1,600,000 เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2547 (ตารางที่ 2.4) กรมควบคุมมลพิษได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ค่าดัชนีชี้วัดออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นพารามิเตอร์ ที่ใช้ประจำและคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งน้ำเหมาะสำหรับใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร การอุปโภคและบริโภค แต่ต้องทำการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน ถึงแม้ว่ามีการตรวจสอบอย่างเป็นประจำแต่ยังไม่มีการแยกการตรวจสอบน้ำที่ระบายออกจากภาคเกษตรกรรม

ตารางที่ 2.4

ดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำสะแกกรัง ปีพ.ศ. 2544 - 2547

ปี พ.ศ.	ค่าดัชนีชี้วัด	เกณฑ์คุณภาพน้ำ	หมายเหตุ
2544	DO, BOD, FCB	พอใช้	ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร การอุปโภคและบริโภค
2545	DO, BOD, FCB	พอใช้	ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร การอุปโภคและบริโภค
2546	DO, BOD, FCB, TCB, NH_3	ดี	ใช้ประโยชน์การอนุรักษ์ การประมง การว่ายน้ำ กีฬาทางน้ำ การอุปโภคและบริโภค
2547	DO, BOD, FCB, TCB, NH_3	พอใช้	ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร การอุปโภคและบริโภค

ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ, 2544, 2545, 2546, 2547)

หมายเหตุ DO คือ ออกซิเจนละลายน้ำ

BOD คือ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

FCB คือ ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

TCB คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

NH_3 คือ แอมโมเนีย