



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม

อนุรักษ์วิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่
ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพีด จังหวัดตราด

Certain Water Quality in Forest, Agroforestry and Agricultural Area of Huai Raeng -
Klong Peed Subwatershed, Trat Province

นามผู้วิจัย นางสาวรุ่งนภา แจ่มจรัส

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(อาจารย์สุภัทรา ถิภคิตย์, วท.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมนิมิตร พุกงาม, วท.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.รชนี เอมพันธุ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม
บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร้ง - คลองพืด จังหวัดตราด

Certain Water Quality in Forest, Agroforestry and Agricultural Area
of Huai Raeng - Klong Peed Subwatershed, Trat Province

โดย

นางสาวรุ่งนภา แจ่มจรัส

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2556

รุ่งนภา แจ่มจรัส 2556: คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สุภัทรา ถิภสถิตย์, วท.ศ. 94 หน้า

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ และประเมินคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด โดยเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง ในระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนธันวาคม 2553 ใน 6 ลุ่มน้ำ ตัวอย่าง การเปรียบเทียบ และการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality index; WQI) และวิธีการทางสถิติ T - test, F - test และ Duncan multiple range test (DMRT)

ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ น้ำ เท่ากับ 25.6, 26.4 และ 26.8 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้า เท่ากับ 58.22, 44.95 และ 31.70 ไมโคร-ซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 58.01, 55.64 และ 59.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งละลายน้ำ ทั้งหมด เท่ากับ 36.34, 27.31 และ 20.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 21.67, 28.33 และ 38.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 7.08, 6.68 และ 6.78 ออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 4.55, 4.00 และ 3.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี เท่ากับ 1.15, 1.20 และ 1.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนโตรเจน ไนโตรเจน เท่ากับ 0.44, 0.76 และ 0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทุกดัชนีคุณภาพน้ำ ที่ทำการศึกษาล้วนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำธรรมชาติ และมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ยกเว้นค่าออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางสถิติตามประเภทการใช้ประโยชน์ ที่ดินพบว่า การนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และออกซิเจนละลายน้ำมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้งพบว่า ค่าอุณหภูมิในพื้นที่ ป่าไม้ และค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีในพื้นที่วนเกษตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมมีค่าอุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมด และของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) พบว่า คุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ วนเกษตร คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม มีคุณภาพน้ำอยู่ใน เกณฑ์พอใช้ จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Rungnapa Jamjumras 2013: Certain Water Quality in Forest, Agroforestry and Agricultural Area of Huai Raeng - Klong Peed Subwatershed, Trat Province. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Ms. Supattra Thueksathit, Ph.D. 94 pages.

The main objectives of this research were to study and evaluate certain water quality in forest, agroforestry and agricultural area at Huai Raeng - Klong Peed subwatershed, Trat province. The study focused on the effects of land use practices on some parameters of surface water quality. Water samples were collected in wet and dry period during July to December 2010 at each outlet of six sample watershed. The comparison and assessment of water quality were performed by using Water quality index (WQI) with statistical analysis by T - test, F - test and Duncan multiple range test (DMRT)

The results showed that the water quality in forest, agroforestry and agricultural area of the average temperature were 25.6, 26.4 and 26.8 °C, electrical conductivity 58.22, 44.95 and 31.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ total solids 58.01, 55.64 and 59.13 mg/l, total dissolved solid 36.34, 27.31 and 20.80 mg/l, suspended solids 21.67, 28.33 and 38.33 mg/l, pH 7.08, 6.68 and 6.78, dissolved oxygen 4.55, 4.00 and 3.70 mg/l, biochemical oxygen demand 1.15, 1.20 and 1.38 mg/l and nitrate nitrogen 0.44, 0.76 and 0.79 mg/l respectively. All water quality parameters were categorized within the standard value of natural water sources and standard value of surface water quality except dissolved oxygen in agricultural area. Results from statistical analysis of water quality among land use types showed that electrical conductivity, total dissolved solid and dissolved oxygen were significantly differences. The comparison of water quality between wet and dry period showed that temperature in forest area and biochemical oxygen demand in agroforestry area were significantly differences while in agricultural area, the temperature, electrical conductivity, total solid and total dissolved solid were significantly differences.

According to the water quality assessment by WQI, it could be concluded that water quality of forest and agroforestry area were good which was classified as type II of water quality standard while water agricultural area was at fair level as type III of water quality standard and water quality of Huai Raeng - Klong Peed Subwatershed was at fair level as well

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุภัทรา ถึกสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนิตพร พุกงาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ดันธนะสุภยดี ประธานการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สามัคคี บุญยะวัฒน์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องจากการสอบ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอบพระคุณ พี่ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยวนเกษตรตราดทุกท่าน ขอบพระคุณ พี่ระวีวุฒิ ศรีปัญญา หัวหน้าสวนป่าท่ากุ่ม โน โบริ อุเมตะ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือทำให้การดำเนินการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ พี่อุทัยวรรณ กันโซ ที่ให้ความช่วยเหลือ หวังดี และคอยเป็นกำลังใจ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ กรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับกำลังใจ และการสนับสนุนด้านการศึกษา รวมทั้งทุกคนในครอบครัวที่มีแต่ความรัก ห่วงใย และหวังดี

ขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อน ๆ ทุกคน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือมาตลอด จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

รุ่งนภา แจ่มจรัส

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	44
ผลและวิจารณ์	55
สรุปและข้อเสนอแนะ	77
สรุป	77
ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	87
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	94

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	23
2	25
3	34
4	37
5	40
6	42
7	48
8	50
9	56
10	58
11	60
12	62
13	63
14	65
15	67
16	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

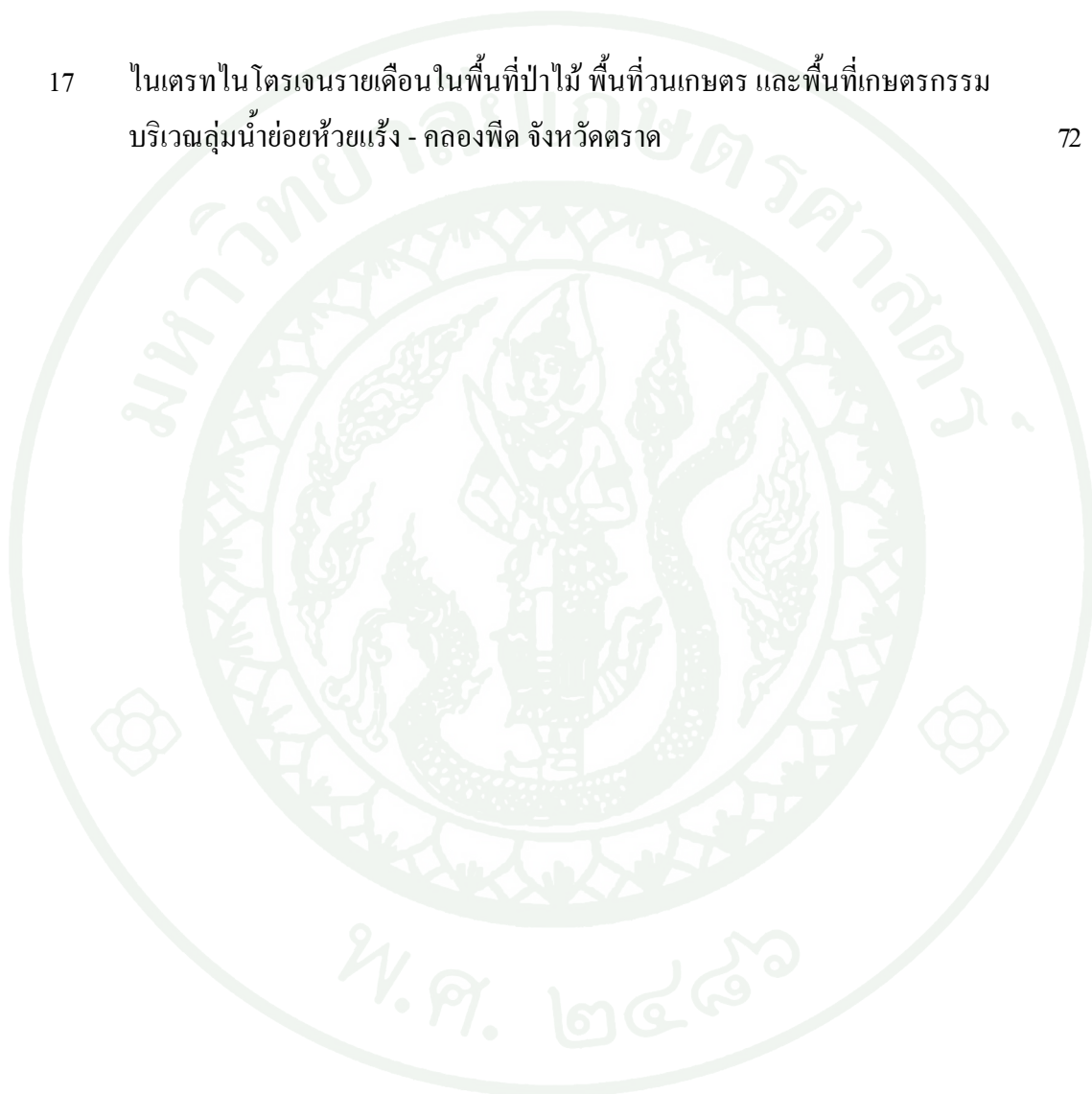
ตารางที่		หน้า
17	ค่าเฉลี่ยไนเตรทไนโตรเจน ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด	71
18	การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด	73
19	การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างช่วงน้ำหลาก กับช่วงแล้งฝน	75
20	ผลการประเมินคุณภาพน้ำโดยรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด	76
ตารางผนวกที่		
1	มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน	88

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขอบเขตการปกครองในกลุ่มน้ำห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	32
2 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	33
3 ช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝนของกลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	36
4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	39
5 ขั้นตอนการเลือกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตส่งเสริมวนเกษตร	45
6 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	46
7 ลุ่มน้ำตัวอย่างและจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ตัวแทนลุ่มน้ำป่าไม้ ลุ่มน้ำวนเกษตร และลุ่มน้ำเกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	47
8 การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grap sampling)	49
9 อุณหภูมิรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	56
10 การนำไฟฟ้ารายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	58
11 ของแข็งทั้งหมดรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	60
12 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	62
13 ของแข็งแขวนลอยรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	64
14 ความเป็นกรด - ด่างรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	66
15 ออกซิเจนละลายน้ำรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	68
16 ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีภาพรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ไนเตรทไนโตรเจนรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด	72



คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม
บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

Certain Water Quality in Forest, Agroforestry and Agricultural Area
of Huai Raeng - Klong Peed Subwatershed, Trat Province

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การคมนาคม เป็นต้น ปัจจุบันปัญหาด้านทรัพยากรน้ำทวีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของเมือง และการลดลงของพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง จึงก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมา เช่น การเกิดอุทกภัย ก่อให้เกิดปัญหาการพังทลายของดิน การเกิดภัยแล้ง นอกจากนี้การใช้ที่ดินที่ผิดประเภททำให้เกิดการชะล้างของเสียลงสู่แหล่งน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2553) สรุปว่าในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาคุณภาพน้ำของแม่น้ำสายหลักในประเทศไทยมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง จากเดิม 33 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 39 เปอร์เซ็นต์ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในด้านปริมาณ และ ด้านคุณภาพน้ำ อันจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนส่วนใหญ่

การศึกษาในครั้งนี้ทำการเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้พื้นที่ถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และหน้าที่ไปจากเดิม ส่งผลให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปในขณะเดียวกันพื้นที่ดังกล่าวยังมีการส่งเสริมการปลูกพืชในระบบวนเกษตร ซึ่งระบบวนเกษตรจัดเป็นระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาลุ่มน้ำ เพราะเป็นระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ประกอบด้วยไม้ต้น และ พืชเกษตรไว้ในพื้นที่เดียวกัน โดยมีแนวคิดหลักที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้เกิดสมดุลของระบบลุ่มน้ำซึ่งคุณภาพน้ำเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพของการใช้ที่ดิน ดังนั้น เพื่อหาแนวทางในการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำย่อย

ตัวอย่าง ทั้งในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปบ่งชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ดังนั้น การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแวง - คลองพืด จังหวัดตราด ทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และคุณภาพน้ำโดยรวมของพื้นที่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำมาใช้ประกอบในการวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้มีศักยภาพ และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวอย่างในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่
วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการ ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวอย่างในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่
วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด
3. เพื่อประเมินคุณภาพน้ำ บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด โดยใช้ WQI
(Water quality index)

การตรวจเอกสาร

1. น้ำ

1.1 ความหมายของน้ำ

ลีทวิชซ์ (2549) กล่าวว่าไว้ว่า น้ำเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี กลิ่น และ รส เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติไม่เหมือนกับสารอื่นใดในโลก ในทางเคมีเป็นการยากที่จะหาสารประกอบอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติอย่างน้ำมาทดแทนกันได้ น้ำเป็นสารประกอบที่มีความคงที่เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นของเหลวไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทางเคมี และชีวเคมี

1.2 ความสำคัญ

สามัคคี และคณะ (2527) กล่าวถึงความสำคัญของน้ำไว้ดังนี้

1.2.1 น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในร่างกาย และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการน้ำในการดำรงชีวิต

1.2.2 น้ำสำหรับใช้สอยประจำวัน มนุษย์ต้องการน้ำสะอาดสำหรับดื่มคนละประมาณ 1 ลิตรต่อวัน และยังต้องการน้ำในการหุงหาอาหาร และการชำระล้างด้วย ซึ่งเมื่อรวมปริมาณน้ำสำหรับดื่ม หุงหาอาหาร และชำระล้างแล้ว น้ำที่มนุษย์ต้องใช้ภายในครัวเรือนมีปริมาณ 100 ลิตรต่อคนต่อวัน หรือประมาณ 35 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี

1.2.3 น้ำจำเป็นสำหรับการผลิตด้านการเกษตร และการผลิตอาหาร เช่น ในการปลูกข้าว ผัก และผลไม้ต่าง ๆ รวมถึงการเลี้ยงสัตว์ต่างก็ต้องการใช้น้ำเพื่อให้ได้ผลผลิตมาสนองความต้องการของมนุษย์ เช่น การผลิตผัก 1 กิโลกรัม ต้องใช้น้ำอย่างน้อย 3 ลิตร รวมทั้งการผลิตอาหารเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์แต่ละคนจำเป็นต้องใช้น้ำถึง 300 ตันต่อปี

1.2.4 น้ำจำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ต้องการน้ำ 4,500 ลิตร ในการผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตัน อุตสาหกรรมเหล็กต้องการน้ำ 4.3 ตัน ในการผลิตเหล็ก 1 ตัน อุตสาหกรรมหนังต้องการน้ำ 50 ตัน เพื่อผลิตหนัง 1 ตัน

1.2.5 มีบทบาทสำคัญในการเป็นสื่อกลางในการชำระสิ่งโสโครก เป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ เพื่อการคมนาคม การขนส่ง เป็นต้น

2. คุณภาพน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะกับมนุษย์ซึ่งมีความต้องการในการใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค (นิวัตติ, 2532) ถึงแม้ว่าจะจัดเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้นไป แต่เสื่อมคุณภาพได้จากการปนเปื้อนของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ในปัจจุบันแหล่งน้ำธรรมชาติต้องประสบปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมและลดน้อยลง รวมถึงส่งผลกระทบต่อนิเวศแหล่งน้ำ และสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ โดย เกษม (2526) ได้กล่าวว่าคุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำ เพื่อใช้ในกิจกรรมของมนุษย์เฉพาะกิจกรรมหรือเฉพาะกรณีไป ซึ่งคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาล และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ตลอดจนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับน้ำ โดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ประการ ดังนี้

2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสารแขวนลอย มีสี มีกลิ่น มีรส ความโปร่งแสง อุณหภูมิของน้ำ และการนำไฟฟ้า

2.1.1 อุณหภูมิของน้ำ (Water temperature)

อุณหภูมิของน้ำ หมายถึง ระดับความร้อน ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำ เกิดจากการที่มีแสงส่องผ่านลงในแหล่งน้ำ ทำให้มีการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน (เปี่ยมศักดิ์, 2538) โดยอุณหภูมิในแหล่งน้ำจะมีความสัมพันธ์กับแสงอาทิตย์และอุณหภูมิอากาศ น้ำจะดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เอาไว้ ซึ่งพบว่าความร้อนส่วนใหญ่ถูกดูดซับอยู่ใน

น้ำชั้นบน ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำและมีสารแขวนลอย จะมีการดูดซับพลังงานสูงที่ระดับน้ำผิวบนเมื่อเทียบกับน้ำที่ใสมากกว่า ส่วนการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากน้ำที่อยู่ข้างบนลงสู่ข้างล่าง ส่วนใหญ่จะพึ่งการเคลื่อนไหวของมวลน้ำที่เกิดจากกระแสลมที่พัดมวลน้ำให้ผสมกัน (ยนต์, 2539) โดยอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นของน้ำ และสภาพทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำ ในประเทศไทยอุณหภูมิในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยเฉพาะในแม่น้ำสายสำคัญผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส ซึ่งจะต่ำลงหรือสูงขึ้นตามฤดูกาลและพื้นที่ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

2.1.2 การนำไฟฟ้าของน้ำ (Electrical conductivity of water; EC)

ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้บอกถึงชนิดของสารในน้ำ บอกแต่เพียงว่ามีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของไอออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้น หรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง (APHA *et al.*, 1992) และสอดคล้องกับ Csuros (1997) กล่าวว่า การนำไฟฟ้าเป็นตัวเลขที่บอกถึงความสามารถของน้ำตัวอย่างในการนำกระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำตัวอย่างและอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด โดยสภาพการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ในอัตราส่วน 2 เปอร์เซ็นต์ต่อ 1 องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้น จึงจำเป็นต้องทำการวัดอุณหภูมิของน้ำตัวอย่าง อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำกรวัดสภาพการนำไฟฟ้า โดยค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 150 - 300 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร แต่ในบางแห่งอาจมีค่าสูงกว่านี้จนถึง 5,000 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแม่น้ำอาจแตกต่างกันไปตามระยะทางของน้ำ ตลอดจนอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้แก่ ลักษณะทางเคมีของดิน สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน กระบวนการทางชีวเคมีในแหล่งน้ำและกิจกรรมของมนุษย์ โดยบริเวณต้นน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำและค่อย ๆ มีระดับสูงขึ้นเมื่ออยู่ติดกับทะเล (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) นอกจากนี้ จำเนียร และ นิวัตติ (2524) ได้รายงานว่ น้ำในลำธารในพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติและพื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติ มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 20 - 50 และ 110 - 180 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าน้ำในลำธารในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรมผสมหมู่บ้านมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่

ระหว่าง 110 - 200, 50 - 670 และ 210 - 600 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ มีแนวโน้มสูงขึ้นในฤดูฝน และลดลงในฤดูแล้ง

2.1.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids; TS)

ของแข็ง หมายถึง ของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย เช่น ตะกอนแขวนลอย และของแข็งที่ละลายน้ำ ส่วนใหญ่เป็นเกลืออนินทรีย์ มีอินทรีย์สาร และก๊าซเล็กน้อย ของแข็งทั้งหมดในน้ำแสดงให้เห็นถึงปริมาณสิ่งเจือปนทั้งหมดในน้ำว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยของแข็งทั้งหมดในน้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids) ประกอบด้วยของแข็งที่ตกตะกอนและของแข็งแขวนลอย ส่วนที่สองเป็นของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solids) ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่าง ๆ และส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร โดย เกษม (2530) และ ชงชัย (2535) กล่าวว่า แหล่งน้ำในธรรมชาติ จะมีค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำระหว่าง 100 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำตาปี และแม่น้ำบางปะกง มีค่าสูงระหว่าง 20,000 - 30,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับมันสิน (2545) ที่กล่าวไว้ว่า แหล่งน้ำตามธรรมชาติมีค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำระหว่าง 0 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solid; TDS)

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด คือ ส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งส่วนมาก ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และสารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล แป้ง ซึ่งส่วนที่ละลายน้ำได้นี้มีทั้งเกลืออนินทรีย์และสารอินทรีย์ โดยทั่วไปสารที่ละลายในน้ำเหล่านี้มีขนาดประมาณ 10^{-6} ถึง 10^{-3} ไมครอน (มันสิน, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับ สิทธิชัย (2549) กล่าวว่า สารที่สำคัญที่ละลายในน้ำผิวดินตามธรรมชาตินั้น ได้แก่ Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} และ Fe^{3+} ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบ ความเข้มข้นของ TDS ในน้ำที่มาจากเกลือแร่ต่าง ๆ ในดิน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาของดิน และความรุนแรงของกระบวนการพังทลายชะหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่ง นิวัติ (2511) รายงานว่า การเกิดกระบวนการชะล้างพังทลาย อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในการเปิดหน้าดิน เช่น การก่อสร้างสิ่งต่าง ๆ การกลีกรรรม การเลี้ยงสัตว์ และการทำไม้ เป็นต้น มักก่อให้เกิดการพังทลายของดินเสียหายรุนแรงกว่าการพังทลายของดินที่เกิดตามธรรมชาติ จึงมีผลให้ความเข้มข้นของ TDS สูงขึ้น เช่นเดียวกับอนันตศักดิ์ (2525) รายงานว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าธรรมชาติมีความเข้มข้นเฉลี่ยของ TDS เท่ากับ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

เมื่อเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าปลูกผสมป่าธรรมชาติ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ โดยมีค่าความเข้มข้นของ TDS เท่ากับ 36, 28 และ 42 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความเข้มข้นมีแนวโน้มสูงขึ้นในฤดูฝน และลดลงในฤดูแล้ง สำหรับความสำคัญในการบริโภคนั้น Tubbutt (1977) ได้รายงานว่ามีมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกว่า ค่า TDS ที่ยอมให้มีได้ในระดับที่เหมาะสม คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ คือ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ สิทธิชัย (2549) กล่าวว่า น้ำที่มีค่าของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 500 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ EPA (1973) รายงานว่า น้ำที่มีค่า TDS สูงไม่สมควรนำมาใช้ เพราะอาจทำให้เกิดอาการบางอย่างขึ้นได้ เนื่องจากสารบางชนิดในน้ำ เช่น คลอไรด์ และ ซัลเฟต เป็นต้น น้ำที่มีค่า TDS เท่ากับ 2,300 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างผิดปกติได้ในบางครั้ง และ ณรงค์ (2525) รายงานว่า ในแหล่งน้ำมาตรฐานต้องมีค่าของแข็งที่ละลายน้ำไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.1.5 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended solids; SS)

ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองชนิดพิเศษที่เรียกว่า Glass fiber paper แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103 ถึง 105 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มบนกระดาษกรอง ซึ่งของแข็งแขวนลอยนี้มีความสำคัญมากในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารแขวนลอยนี้จะกั้นแสงแดดที่ส่องลงในน้ำ ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำลดลงได้ รวมทั้งทำให้น้ำมีสีขุ่น แหล่งน้ำที่มีตะกอนแขวนลอยจะมีความสามารถในการดูดซับออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำใสด้วย (สิทธิชัย, 2549) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยในแหล่งน้ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน การพังทลายของดิน ความลาดชัน และการเพิ่มปริมาณน้ำทั้งจากชุมชน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร (รัชนิกุล, 2527) ซึ่งสอดคล้องกับ ธิดาพร (2540) ที่กล่าวว่า ปริมาณสารแขวนลอยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และระดับความลึก โดยพบว่าในช่วงต้นฤดูฝนปริมาณสารแขวนลอยมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมวลน้ำจืดได้พัดพาเอาตะกอนอินทรีย์สารซึ่งมีธาตุอาหารอยู่สูงสู่ม้วนน้ำทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอน รวมทั้งตะกอนของสารอินทรีย์ที่ถูกพัดพามา มีผลทำให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น

2.2 คุณภาพน้ำทางเคมี เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรง และทางอ้อม เช่น ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand) ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate nitrogen) เป็นต้น

2.2.1 ความเป็นกรด - ด่างของน้ำ (pH)

พีเอช (pH) มาจากคำว่า Positive potential of the hydrogenous พีเอชของสารละลาย คือ ค่าลบของ logarithm ของความเข้มข้นของ H^+ หรือ $pH = -\log [H^+]$ สิ่งชี้บอกความเป็นกรด คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน $[H^+]$ และบอกความเป็นเบส คือ ความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน $[OH^-]$ ค่าพีเอชไม่ได้บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างรวมของสารละลายนั้น ๆ แต่บอกถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ณ เวลานั้น สารละลายที่มีพีเอชเท่ากันอาจมีความเป็นกรด - ด่างต่างกัน นอกจากนี้สารละลายกรดต่างชนิดกัน ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากัน อาจมีค่าพีเอชต่างกัน น้ำบริสุทธิ์มีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ธรรมชาติ (2525) และ Boyd (1982) กล่าวว่า ค่าพีเอชของแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 6.5 - 9.0 แต่ค่าในช่วงนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย

2.2.2 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ คือ การหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่บอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ธงชัย และ วิบูลลักษณ์, 2540) นอกจากนี้ สุธีลา (2544) กล่าวว่า ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิ น้ำ ความกดดันของอากาศ และสิ่งเจือปนในน้ำ ถ้าปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอก็มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ น้ำในภาวะปกติหรือน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดี ส่วนใหญ่มีปริมาณออกซิเจนประมาณ 5 - 7 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีค่า DO สูงจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำที่มีค่า DO ต่ำ โดยน้ำที่อิ่มตัวด้วยออกซิเจนจะมีค่า DO เท่ากับ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งคณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (2545) กล่าวว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าออกซิเจนสามารถละลายได้ในน้ำสะอาดมีค่าประมาณ 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 0 - 35 องศาเซลเซียส ซึ่งการละลายน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น และเพิ่มสิ่งเจือปนในน้ำ เช่น ความเค็ม สารแขวนลอย เป็นต้น สิ่งมีชีวิตในน้ำต้องการออกซิเจนในการหายใจ ดังนั้น ควรมี

ออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มาตรฐานออกซิเจนที่ละลายน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยให้เป็นที่ไปตามธรรมชาติ หรือไม่ควรต่ำกว่า 2 - 6 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) โดย วรรณิการ์ (2544) ได้กล่าวสรุปว่าออกซิเจนละลายน้ำธรรมชาติและในน้ำเสียขึ้นอยู่กับกิจกรรมทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในแหล่งน้ำนั้น การหาออกซิเจนละลายน้ำถือเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำ และควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ความสำคัญของการออกซิเจนละลายน้ำมีดังนี้

1) ออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสีย เป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวภาพที่เกิดขึ้นจะเกิดโดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic microorganism) หรือไม่ต้องการใช้ออกซิเจน (Anaerobic microorganism) โดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน จะใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนอิสระทำให้เกิดออกซิเดชัน โดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางชนิด เช่น ซัลเฟต (SO_4^{2-}) เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้ พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ จึงควรรักษาภาวะที่จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนไว้ เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนเข้ามาแทนที่

2) ออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญในการรักษาภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ คือ ให้มีออกซิเจนละลายน้ำในปริมาณที่เหมาะสม เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น

3) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นพื้นฐานของความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand; BOD) เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราการออกซิเดชันทางชีววิทยา ซึ่งวัดได้โดยการหาความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำที่เหลือ ณ เวลาต่าง ๆ

4) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการกักตัวของเหล็ก โดยเฉพาะในท่อน้ำประปา และในหม้อต้มน้ำ ซึ่งในหม้อต้มน้ำไม่ควรมีออกซิเจนละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะมีออกซิเจนละลายน้ำได้ 0.015 ส่วนในล้านส่วน

5) ออกซิเจนละลายน้ำช่วยในการควบคุมปฏิกิริยาในการบำบัดน้ำที่ใช้ ออกซิเจน (Aerobic treatment process) เพื่อให้มีออกซิเจนเพียงพอที่จะรักษาสถานะที่มีออกซิเจนไว้ได้ และช่วยป้องกันการให้อากาศมากเกินไป

2.2.3 ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand; BOD)

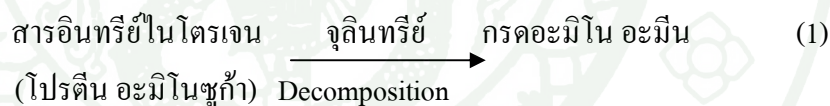
กรรณิการ์ (2522) และ Holden (1970) กล่าวว่า BOD เป็นค่าปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่ปริมาณออกซิเจนในช่วงระยะเวลาอุณหภูมิที่กำหนดให้ โดยทั่วไปแล้วก็คือ 5 วัน และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมินี้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิในแหล่งน้ำทั่วไปตามธรรมชาติ และแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมินี้ ส่วนระยะเวลา 5 วันนั้นจะเป็นเวลาที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายอินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยค่า BOD เป็นการหาปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้หายใจ โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะกินสารอินทรีย์ในน้ำเป็นอาหาร ดังนั้นค่า BOD จึงสามารถบอกถึงลักษณะของน้ำว่ามีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ มากน้อยแค่ไหน ถ้าตัวอย่างน้ำมีสารอินทรีย์มากจะทำให้แบคทีเรียมีปริมาณมาก และหายใจใช้ออกซิเจนมาก ค่า BOD จะเพิ่มสูงขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากในน้ำมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายอยู่มาก แบคทีเรียจึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเป็นจำนวนมากในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านี้ ในทำนองเดียวกันถ้ามีสารอินทรีย์อยู่น้อยค่า BOD ก็จะน้อย น้ำเสียที่มีค่า BOD สูงเมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงจนอาจเกิดสภาพไร้ออกซิเจน น้ำเน่าเสียและทำให้ปลาตายได้ ซึ่ง กรมควบคุมมลพิษ (2538) กล่าวว่า BOD สามารถบอกให้ทราบถึงความสกปรกของแหล่งน้ำได้ ดังนั้นค่า BOD จึงมีความสำคัญในการประเมินสถานภาพของแหล่งน้ำว่าได้รับการปนเปื้อนมากน้อยเพียงใด และได้กำหนดค่า BOD ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 มีค่าไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 มีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.4 ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate nitrogen; $\text{NO}_3^- - \text{N}$)

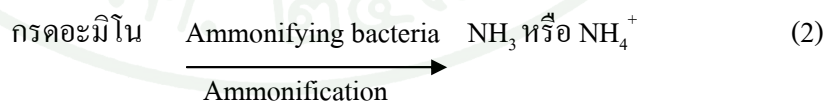
ไนโตรเจนในน้ำ มี 3 รูปแบบที่สำคัญ คือ ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรตไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจน โดยไนไตรท์เป็นสภาวะรูปหนึ่งของไนโตรเจนในวัฏจักรไนโตรเจน โดยไนไตรท์สามารถถูกรีดิวซ์ไปเป็นแอมโมเนีย ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า

Denitrification ในสภาวะไร้ออกซิเจน และไนโตรเจนสามารถถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรตได้ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Nitrification (มันสิน, 2540) นอกจากนี้ เปี่ยมศักดิ์ (2539) ได้กล่าวว่าเมื่อสารประกอบไนโตรเจนจากแหล่งต่าง ๆ ได้เข้ามาในระบบนิเวศแล้ว จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ และจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารอินทรีย์ กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ โดยปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่มี หรือมีสิ่งมีชีวิตเป็นผู้ดำเนินการ สารประกอบไนโตรเจนที่ถูกสังเคราะห์แล้วจะถูกใช้ไปโดยพืชหรือสัตว์ และบางตัวอยู่ในรูปสารอินทรีย์ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ แต่บางส่วนถูกถ่ายเทออกมา สารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนเหล่านี้ ได้แก่ โปรตีน ยูเรีย และไขมันบางชนิดที่มีสารประกอบไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ โดยปกติแล้วสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนจะมีอยู่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมด และถูกแปรสภาพไปโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์ตามลำดับ มีขั้นตอนดังนี้

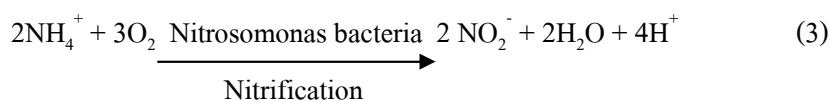
1) Aminization เป็นกระบวนการที่สารประกอบโปรตีนถูกย่อยทำลายโดยจุลินทรีย์พวก Heterotrophic bacteria ไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนพวก Amino compound ดังสมการ



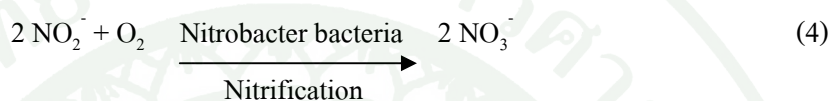
2) Ammonification เป็นกระบวนการเปลี่ยนสารประกอบพวกอะมีน หรือกรดอะมิโนให้เป็น NH_3 หรือ NH_4^+ โดยจุลินทรีย์พวก Heterotrophic bacteria ดังสมการ



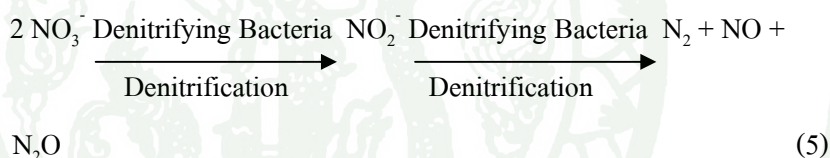
3) Nitrification เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดย Nitrifying bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน กระบวนการนี้ประกอบด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันสองขั้น กล่าวคือ NH_3 หรือ NH_4^+ ถูกออกซิไดซ์ให้เป็นไนไตรท์ (NO_2^-) ก่อน โดยแบคทีเรียพวก Nitrosomonas และ Nitrosococcus ดังสมการ



4) ต่อมาไนไตรท์ที่เกิดขึ้นจะถูกออกซิไดส์อีกครั้งให้เป็นไนเตรทโดยแบคทีเรียพวก Nitrobacter ดังสมการ



5) Denitrification เป็นกระบวนการแปรสภาพของ NO_3^- ไปเป็นก๊าซไนโตรเจนกลับเข้าสู่บรรยากาศ ดังสมการดังนี้



ไนเตรทนอกจากเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้วยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตร และน้ำเสียอีกด้วย (มันลิน, 2540) สารประกอบไนโตรเจนในน้ำที่มีมากเกินไปก่อปัญหามลพิษทางน้ำได้ 2 ประการ คือ ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย เนื่องจากสารประกอบไนโตรเจนส่วนมากมีความต้องการออกซิเจนเช่นเดียวกับ BOD และทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือปรากฏการณ์ที่มีแพลงก์ตอนเจริญเติบโตมากเกินไปในน้ำ โดยทั่วไปในน้ำผิวดินพบไนเตรทในปริมาณน้อยซึ่งมักต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และอย่างสูงไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สำหรับน้ำใต้ดินอาจมีไนเตรทสูงตั้งแต่ 0 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นกับภูมิประเทศ นอกจากนี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีไนเตรทละลายอยู่โดยเฉลี่ยประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำที่เป็นน้ำกระด้างจะมีความเข้มข้นของไนเตรทน้อยกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ แต่ในน้ำอ่อนความเข้มข้นของไนเตรท จะมีค่าความเข้มข้นน้อยลงไปอีก ส่วนในน้ำเสียจะมีปริมาณของไนเตรทมากเป็นพิเศษ (สิทธิชัย, 2549) ซึ่งความเข้มข้นของไนเตรทในแหล่งน้ำผิวดินที่กรมควบคุมมลพิษ (2538) กำหนดไว้ไม่ควรเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 คุณภาพน้ำทางชีววิทยา คือ การที่น้ำมีสิ่งเจือปนที่มีชีวิตจำนวนมากมาอาศัยอยู่มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปะปนอยู่ บางชนิดสามารถมองเห็นได้และบางชนิดไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าแต่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เพราะสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้ช่วยย่อยสลายของแข็งที่เน่าเปื่อยในน้ำ และมีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนแร่ธาตุและสารอาหารในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้บางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศหรือคนที่ใช้แหล่งน้ำนั้นก็ได้ ดังนั้น ปริมาณและชนิดจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้เพราะหากมีปริมาณจุลินทรีย์มากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อคนหากปนเปื้อนในน้ำบริโภคและอุปโภค จุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ แบคทีเรีย นอกจากนี้ ดัชนีคุณภาพน้ำทางชีววิทยาที่สามารถบ่งบอกระดับคุณภาพน้ำได้ค่อนข้างดีนั้น ได้แก่ พวกแพลงก์ตอน (Plankton) สัตว์หน้าดิน (Benthos) ปลา (Fish) และพรรณไม้น้ำ (Aquatic plant)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในพื้นที่ ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพน้ำเสีย โดยสามัคคี และคณะ (2527) กล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

3.1 การป่าไม้ เช่น การทำไม้ที่ใช้เครื่องจักร การตัดไม้ ตลอดจนอุตสาหกรรมต่อเนื่องของการทำไม้ เป็นต้น

3.2 การเกษตร เช่น การใช้สารเคมีการเกษตรที่ไม่เหมาะสม การเปิดพื้นที่ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดิน เป็นต้น

3.3 การทำเหมือง เช่น การละลายของแร่ธาตุทำให้น้ำมีความขุ่น เป็นต้น

3.4 การอุตสาหกรรม เช่น การเปลี่ยนคุณภาพน้ำโดยกระบวนการผลิต และของเสียที่ทำให้น้ำมีการปนเปื้อนสารพิษ โลหะหนัก ตลอดจนอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นจากการใช้น้ำในกระบวนการผลิต เป็นต้น

3.5 การก่อสร้าง เช่น เศษวัสดุก่อสร้างที่เหลือ เศษหิน ดิน ปูน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้หน้ามีความขุ่นมากขึ้น และยังมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำด้วย

3.6 การเลี้ยงสัตว์ เช่น น้ำเสียจากการชะล้างทำความสะอาด สถานที่เลี้ยงสัตว์จะเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมากจนก่อให้เกิดการขาดออกซิเจนในน้ำ เป็นต้น

3.7 อื่น ๆ ได้แก่ การคมนาคม ทรานน้ำมัน และ โลหะหนักที่เกิดขึ้นจากกาเผาไหม้ จะทำให้เกิดการปิดกั้นการถ่ายเทอากาศ

ปริมาณน้ำฝนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ เนื่องจากความแรงของเม็ดฝนทำให้เกิดการชะล้างการพังทลายของดิน และสารต่าง ๆ ที่เม็ดฝนผ่านนั้น จะมีผลทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไป เพราะฉะนั้นการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันจึงควรนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในขณะที่ทำการศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เกิดจากการกระทำของฝนที่มีต่อคุณภาพน้ำจากการศึกษาของ พงษ์ชัย (2525) ได้กล่าวว่า ฝนสามารถทำให้เกิดการพังทลายของดินได้ทุกเดือน แต่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลช่วงต้น และปลายฤดูฝน มีการเกิดความหนักเบาของฝนแตกต่างกันได้มาก ประกอบกับการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือเก็บเกี่ยวพืชผลทำให้ดินถูกเปิดโล่งจะทำให้เกิดการชะล้างของดินได้สูง

4. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)

การใช้ที่ดิน หมายถึง การกำหนดขนาดพื้นที่เพื่อการใช้สอยในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพื่อการเกษตร ป่าไม้ เมือง / ชุมชน อุตสาหกรรม คมนาคม เป็นต้น (เกษม, 2545) นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์ที่ดินได้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิประเทศที่มนุษย์อยู่ เอิบ (2525) ได้เสนอหลักการเบื้องต้นในการตัดสินใจการใช้ที่ดินไว้ดังนี้

4.1 ที่ดินเป็นทรัพยากรที่จำกัด คือ มีปริมาณ และคุณภาพจำกัด จะหมดไปได้ถ้าหากใช้โดยไม่มีการอนุรักษ์ที่ดี

4.2 ที่ดินนั้นมีสมรรถนะและข้อจำกัดประจำตัวของมัน ถึงแม้ว่ามนุษย์สามารถใช้ที่ดินได้ในขอบข่ายที่กว้างขวาง แต่ที่ดินจะเสื่อมโทรมได้เร็ว นอกจากใช้ให้ตรงกับสมรรถนะของที่ดิน

4.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการผลิต เป็นการใช้ที่ดินในด้านการบริโภค เป็นการเปลี่ยนแปลงไม่ถาวรเสมอไป เนื่องจากในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีการใช้ที่ดินมาช่วย

การแบ่งการใช้ที่ดินของประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ตามสถิติ (2521) คือ

1) เมืองและสิ่งก่อสร้าง (Urban and built-up land) ได้แก่ ที่อยู่อาศัย ย่านการค้า ย่านอุตสาหกรรม คมนาคม และสถานที่ราชการอื่น ๆ

2) พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture land) ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชล้มลุก และพืชถาวร เช่น สวนผักสวนผลไม้ นาข้าว ทุ่งปศุสัตว์ และไร่เลื่อนลอย

3) ป่าไม้ (Forest land) ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ทั่วไป และจำแนกย่อยไปตามประเภทของป่า เช่น ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา และป่าดิบชื้น เป็นต้น

4) แหล่งน้ำ (Water bodies) ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำลำธาร หนอง คลอง บึง และทะเลสาบ

5) พื้นที่ว่างเปล่า (Idle land) ได้แก่ พื้นที่ที่ปราศจากสิ่งปกคลุม และรวมถึงพื้นที่ไร้ร้าง

5. ระบบวนเกษตร

5.1 ความหมาย

วนเกษตร เป็นคำรวมใช้เรียกระบบการใช้ที่ดินที่มีองค์ประกอบของไม้ต้น พืชเกษตร และอาจมีการเลี้ยงสัตว์ไว้ในหน่วยที่ดินเดียวกัน ซึ่งองค์ประกอบนั้นอาจมีการจัดวางไปตามช่องว่างของพื้นที่หรือตามเวลาของการปฏิบัติ ก่อให้เกิดความเกี่ยวเนื่องกันทั้งทางด้านนิเวศน์และเศรษฐกิจ สร้างผลผลิตที่มีความยั่งยืน ด้วยการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมซึ่งต้องนำไปปฏิบัติได้ (มณฑล และ สมภักดิ์, 2541)

ระบบวนเกษตร เป็น “กลยุทธ์” “เครื่องมือ” หรือ “วิถี” ของการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมด้านการป่าไม้ การเกษตร รวมทั้งการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เดียวกัน หรือสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไป เพื่อให้ได้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอตลอดไป โดยเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์วิชาการแทบทุกด้านที่สามารถปฏิบัติเองเพื่อนำเอาพลังงานและทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศเป็นสำคัญ เพื่อตอบสนองความต้องการและความถนัดของสังคมมนุษย์ โดยเฉพาะชาวชนบทที่เกี่ยวข้องในพื้นที่นั้น ๆ ให้มากที่สุด (คณะกรรมการเครือข่ายการศึกษาวนเกษตรแห่งประเทศไทย, 2547)

ระบบวนเกษตรก่อประโยชน์โดยตรง ช่วยให้ผู้คนจนมีที่ทำกิน พื้นฟูสภาพป่าไม้ให้กลับคืนมา เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อบรรเทาความอดอยากจนและได้ผลผลิตเพื่อเป็นพลังงานและวัตถุดิบอุตสาหกรรม ช่วยแก้ปัญหาความต้องการที่ดินทำกินในการทำการเกษตร ส่วนประโยชน์โดยอ้อม ป้องกันการทำลายป่าทั้งป่าธรรมชาติและป่าปลูก เป็นการอนุรักษ์หรือช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น สัตว์ป่า ดิน น้ำ เป็นต้น ช่วยบรรเทาความเป็นมลพิษของสิ่งแวดล้อมและทำให้บ้านเมืองเกิดความสงบสุขร่มเย็น

บทบาทสำคัญของการมีไม้ต้นในระบบวนเกษตร คือการมีพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมดินเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมให้น้ำไหลซึมลงไปในดิน เริ่มต้นจากเรือนยอดของต้นไม้ที่นอกจากจะสกัดกั้นน้ำฝนบางส่วนให้ติดค้างบนเรือนยอด (Interception) แล้วยังช่วยลดแรงปะทะและชะลอการหยด / ไหลของน้ำฝน ให้หล่นลงสู่พื้นดินในลักษณะที่ค่อยเป็นค่อยไป ซากพืช

ที่ผิวดิน (Litter floor) เป็นด่านที่สองของต้นไม้ที่ช่วยลดแรงตกกระทบของเม็ดฝนและยืดระยะเวลาในการไหลของน้ำฝนลงสู่ผิวดิน นอกจากนี้การสลายตัวของซากพืชจนกลายเป็นอินทรีย์วัตถุ (Organic mater) และคลุกเคล้ากับดิน โดยจุลินทรีย์ในดินจะช่วยให้ผิวดินมีความพรุน และน้ำฝนซึมผ่านผิวดิน (Infiltration) ลงมาได้มาก ระบบรากที่ยังลึกลงไปในพื้นที่ดินจะช่วยส่งเสริมให้น้ำฝนซึมลงไปในส่วนลึกของชั้นดิน (Percolation) ได้มากขึ้นทั้งสามส่วนของต้นไม้เป็นตัวละครสำคัญที่ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาอย่างรุนแรงและรวดเร็วกลับกลายเป็นน้ำไหลอย่างค่อยเป็นค่อยไปในดินได้ (ชนวน และคณะ, 2532)

5.2 ระบบวนเกษตรในประเทศไทย

ประเทศไทยมีรูปแบบของวนเกษตรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่ง Nair (1980) ได้จำแนกไว้ แต่ไม่มีผู้ใดรายงานเป็นหมวดหมู่ เป็นระบบ จนกระทั่งมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการสำรวจและจัดรูปแบบของวนเกษตรให้เป็นระบบ ได้รายงานว่า การปฏิบัติทางวนเกษตรตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย สามารถจำแนกได้ 4 ระบบใหญ่ ดังนี้

5.2.1 ระบบป่าไม้ - กสิกรรม (Agrisilvicultural system)

5.2.2 ระบบป่าไม้ - ปศุสัตว์ (Ailvopastoral system)

5.2.3 ระบบป่าไม้เลี้ยงผึ้ง (Apisilvicultural system)

5.2.4 ระบบป่าไม้ - ประมง (Aisci-silvicultural system)

สอาด (2529) ได้สำรวจและรายงานว่า ระบบวนเกษตรและการปฏิบัติทางวนเกษตรในประเทศไทย สามารถจำแนกย่อยเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ (1) ระบบตงยาประยุกต์ (2) การทำไร่เลื่อนลอย (3) ป่าไม้ - กสิกรรม (4) ป่าไม้เชิงพาณิชย์ (5) การปลูกต้นไม้ร่วมหลายชนิดหลายชั้น (6) ระบบป่าไม้ - ปศุสัตว์ และ (7) การปลูกต้นไม้ร่วมในนาไร่

อย่างไรก็ตาม ระบบตงยาประยุกต์ การทำไร่เลื่อนลอย ป่าไม้ - กสิกรรม ป่าไม้เชิงพาณิชย์ และการปลูกต้นไม้ร่วมในนาไร่ ต่างเป็นระบบย่อยของระบบป่าไม้ - กสิกรรมนั่นเอง

กล่าวคือ เป็นการปลูกพืชกสิกรรม (Agrisilvicultural system) เป็นการปลูกพืชกสิกรรมร่วมกับพันธุ์ไม้ป่า แต่เรียกชื่อต่างกันตามวัตถุประสงค์การจัดระยะปลูก และเวลาปลูก การยอมรับของผู้ปฏิบัติในแต่ละท้องถิ่นและสภาพสิ่งแวดล้อม ส่วนการปลูกต้นไม้หลายชนิดหลายชั้นมีการปลูกไม้ผลร่วมกับการเลี้ยงปลาในบางแห่งด้วย ดังนั้นจึงอยู่ในระบบป่าไม้ - ประมง (Pisci-silvicultural system) ดังนั้น จะเห็นว่าระบบวนเกษตรในประเทศไทยจำแนกเป็นระบบหลักได้ 4 ระบบ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ส่วนใหญ่เกือบทุกภาคในประเทศไทยเป็นระบบป่าไม้ - กสิกรรม เพราะเป็นระบบที่เข้าใจง่าย ปฏิบัติง่ายไม่ยุ่งยากเกินไป

6. ดัชนีคุณภาพน้ำ

Bell and Church (1980) (อ้างใน คเนศ, 2535) ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality index; WQI) จัดเป็นตัวชี้วัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ ซึ่งมีค่าเป็นปริมาณ โดยไม่แยกตัวแปรหรือพารามิเตอร์ และนำค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาหลาย ๆ ค่า มารวมเป็นค่าเดียว ซึ่งคะแนนจะตอบออกมาเป็นระดับคุณภาพน้ำเพื่อให้ง่ายขึ้นในการจัดการ

6.1 ประเภทของดัชนีคุณภาพน้ำ

Center (1985) อธิบายว่า มีการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำเป็นแบบต่าง ๆ มากกว่า 20 ชนิด ดัชนีสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

6.1.1 ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General water quality indices) ดัชนีคุณภาพน้ำกลุ่มนี้ได้สมมติฐานที่ว่า คุณภาพน้ำเป็นคุณลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน ไม่จำกัดประเภทการใช้

6.1.2 ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง (Specific water quality indices) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง ประกอบด้วยพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับการใช้เฉพาะอย่าง เช่น น้ำดิบสำหรับประปา การพักผ่อนหย่อนใจ การอุตสาหกรรม การเกษตร และการเดินเรือ เป็นต้น

6.1.3 ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผน (Planning indices) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผนเป็นดัชนีที่ใช้ในลักษณะจำเพาะสำหรับการตัดสินใจในการจัดการ ซึ่งแตกต่างจาก

ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป และดัชนีคุณภาพน้ำการใช้เฉพาะอย่าง โดยทั่วไปดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผนทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดสรรงบประมาณ การป้องกันภาวะมลพิษทางน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ มูลค่าในการบำบัดน้ำเสีย

6.1.4 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้วิธีการทางสถิติ (Statistical approaches) เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้วิธีการทางสถิติมาพัฒนาใช้กับข้อมูลคุณภาพน้ำ และการอธิบายข้อมูลคุณภาพน้ำ

6.2 ประโยชน์จากดัชนีคุณภาพน้ำ สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประการ ตามเคนส (2535) ดังนี้

6.2.1 การจัดการทรัพยากร (Resources allocation) เป็นการนำเอาดัชนีมาใช้เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจในเรื่องสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ด้านการวางแผนและการกำหนดนโยบายในการจัดการ การบริหารสิ่งแวดล้อม

6.2.2 ตำแหน่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ การนำดัชนีย่อยของแต่ละสถานีมารเปรียบเทียบสภาวะสิ่งแวดล้อมตามสถานที่ที่แตกต่างกัน หรือตามลักษณะทางภูมิศาสตร์

6.2.3 การบังคับใช้เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ใช้ในการหาดัชนีคุณภาพน้ำของสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง โดยเฉพาะให้ได้ตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2.4 การวิเคราะห์แนวโน้ม โดยการนำดัชนีคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์แนวโน้มว่าคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมหรือดีขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง

6.2.5 การให้ข่าวสารกับสาธารณะ คือ การนำเอาดัชนีคุณภาพน้ำมาแจ้งข่าวให้ประชาชนได้ทราบถึงสถานการณ์สิ่งแวดล้อมด้วยค่าที่เข้าใจง่าย

6.2.6 การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ คือ ดัชนีคุณภาพน้ำสามารถลดปริมาณข้อมูลให้น้อยลงได้

7. การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality index; WQI)

โดยทั่วไปน้ำมีการใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา เพื่อการเกษตรกรรม เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เป็นต้น ความต้องการคุณภาพน้ำจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่านำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใด ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่กล่าวถึงเป็นดัชนีที่บ่งบอกสภาพของแม่น้ำโดยทั่วไป โดยมีได้ระบุโดยตรงว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง เช่นเดียวกัน การบอกร่างกายของคนที่สมบูรณ์แข็งแรง หรือเจ็บป่วยแค่นั้น แต่มิได้ชี้ให้เห็นโดยตรงว่า คนที่มีอาการอย่างนั้นจะทำอะไรได้บ้าง (ซึ่งคนป่วยไม่มากก็ยังสามารถทำงานบางอย่างได้) โดยเหตุนี้จึงเรียกว่า ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water quality index) เพื่อบ่งบอกระดับคุณภาพน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดีพอใช้ หรือต่ำ ซึ่งทำให้ทราบว่าแม่น้ำดังกล่าวต้องดำเนินการควบคุม ดูแล และบำบัดแหล่งน้ำอย่างไรบ้าง เช่นเดียวกับถ้าป่วย (คุณภาพน้ำต่ำ) ก็ต้องไปหาหมอ (มีมาตรการจัดการโดยด่วน) ซึ่งจะแก้ไขมาน้อยเพียงไร ก็ต้องดูว่าอาการที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมากหรือน้อย และมีสาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ความขุ่น หรือจากการทำงานของมนุษย์ เช่นการระบายน้ำเสีย

Unweighted multiplicative river Water quality index เป็นวิธีใช้ในการเผยแพร่ให้ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำแก่สาธารณชนทราบ ด้วยคำที่ง่าย วิธีการรวบรัด และเข้าใจโดยง่าย ไม่สลับซับซ้อนซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา และเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกใช้ในการจัดทำรายงานเสนอต่อสภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกา (Brown, 1970)

ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) ที่กล่าวถึง มีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 ถึง 100 คะแนน (คิดเหมือนการสอบ) 91 - 100 คะแนน ถือว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก 71 - 90 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี 61 - 70 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ 31 - 60 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม 0 - 30 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก

คะแนนเหล่านี้โดยปกติเกิดมาจากการรวมคะแนน ดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแข็งทั้งหมด (Total solid; TS) แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria; FCB) ไนเตรท (NO_3), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ความขุ่น (Turbidity) อุณหภูมิ (Temperature) และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biological oxygen demand; BOD) เข้าด้วยกันเป็นคะแนนรวมอย่างเดียว ดังสมการ (6)

$$WQI = \sqrt[9]{(pH) (DO) (TS) (FCB) (NO_3^-) (PO_4^{3-}) (Turbid) (Temp) (BOD)} \quad (6)$$

ที่มาของทั้ง 9 ดัชนีคุณภาพน้ำ และคะแนนที่เกี่ยวข้องของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำนั้น เกิดมาจากการส่งแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ นักร้อยคน (ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับการพัฒนาระเบิดปรมาณู) โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายกำหนดว่าการพิจารณาคุณภาพน้ำทั่วไป ควรดูดัชนีอะไรบ้าง และถ้าจะให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เช่น ค่าออกซิเจน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้คะแนนเท่าไร ซึ่งผลการรวมความคิดของเหล่าผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ได้นำไปสู่การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป และได้ทำการพิสูจน์โดยการเปรียบเทียบผลคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากวิธีนี้กับความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

สำหรับประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษได้มีการดัดแปลง WQI ในการประเมินผลคุณภาพน้ำ โดยการคำนวณหาค่าคะแนนรวมของ WQI นั้น ต้องคำนวณหาค่าคะแนนของดัชนีคุณภาพน้ำแต่ละดัชนีก่อน แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าคะแนนรวม ในการคำนวณหาค่าคะแนนนั้น ต้องทำการเลือกสมการที่อยู่ในช่วงตามระดับความเข้มข้นของสารที่เราตรวจวัดได้ แล้วจึงคำนวณหาค่าคะแนนของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมการหาค่าคะแนนของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	สมการที่เลือกใช้ในการคำนวณ
ความเป็นกรด - ด่าง	
< 1.6	2
1.6 - 7.1	$((-0.089)(\text{pH}^3)) + ((3.0018 \times (\text{pH}^2))) + (-3.533 \times (\text{pH})) + 0.2901$
7.1 - 12.45	$((0.2286(\text{pH}^4)) + (10.456(\text{pH}^3)) + (174.05(\text{pH}^2)) + (1231.6(\text{pH})) - 3038.7$
> 12.45	2
ของแข็งแขวนลอย (mg/l)	
0 - 4	100
4 - 75	$((0.0043)(\text{SS}^2)) + ((-1.1687)\text{SS}) + 105.03$
75 - 230	$((0.0007)(\text{SS}^2)) + ((-0.4647 \times \text{SS}) + 72.208$
> 230	2
ของแข็งทั้งหมด (mg/l)	
0 - 120	$((-0.0014)(\text{TS}^2)) + ((-0.1863)\text{TS}) + 80$
121 - 500	$((-0.00001)(\text{TS}^2)) + ((-0.1338)\text{TS}) + 97.5$
> 500	20
ของแข็งทั้งหมด (mg/l)	
0 - 120	$((-0.0014)(\text{TS}^2)) + ((-0.1863)\text{TS}) + 80$
121 - 500	$((-0.00001)(\text{TS}^2)) + ((-0.1338)\text{TS}) + 97.5$
> 500	20
ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	
< 0.105	2
0.105 - 4.15	$(0.2677 \times \text{DO}^3) + (-1.4538 \times \text{DO}^2) + (14.496 \times \text{DO}) + 0.5$
4.15 - 7.69	$(-0.3171 \times \text{DO}^3) + (3.7511 \times \text{DO}^2) + (2.915 \times \text{DO})$
7.69 - 13.8	$(0.1506 \times \text{DO}^3) + (-4.7806 \times \text{DO}^2) + (40.856 \times \text{DO})$
> 13.8	2

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	สมการที่เลือกใช้ในการคำนวณ
ความสกปรกในรูป สารอินทรีย์ (mg/l)	
0 - 27.1	$((-0.0069)(BOD^3))+((0.4766)(BOD^2))+(-11.464)(BOD))+100$
4 - 75	2
ฟีคัล โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย (MPN/100 ml)	
0 - 1200	$((2(10^{-5}))(FCB^2))+(-0.0563 \times FCB)+100$
1200 - 12000	$((2(10^{-7}))(FCB^2))+(-0.005 \times FCB)+66.417$
12000 - 100000	$(((-4)(10^{-14}))(FCB^3))+((9(10^{-9}))(FCB^2))+(-0.0008 \times FCB)+43.367$
> 100000	2
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/l)	
0 - 1.48	$((2(10^5))(FCB^2))+(-0.0563 \times FCB)+100$
> 1.48	2
ไนเตรท - ไนโตรเจน (mg/l)	
0 - 23	$EXP(-0.16 \times NO_3^- N) \times 100$
> 23	2

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2544)

เมื่อได้ค่าคะแนนของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำแล้ว จึงมาคำนวณหาค่าคะแนนรวมของ WQI โดยนำค่าคะแนนที่ได้จากการคำนวณในสมการแต่ละดัชนี มาคำนวณดังสมการ (7)

$$WQI = \sqrt[8]{(pH) (SS) (TS) (DO) (BOD) (FCB) (TP) (NO_3^- - N)} \quad (7)$$

เมื่อ WQI	=	ดัชนีคุณภาพน้ำ
pH	=	ความเป็นกรด-ด่าง
SS	=	ของแข็งแขวนลอย
TS	=	ของแข็งทั้งหมดในน้ำ
DO	=	ออกซิเจนละลายน้ำ
BOD	=	ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์
FCB	=	ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
TP	=	ฟอสฟอรัสทั้งหมด
NO ₃ ⁻ -N	=	ไนเตรทไนโตรเจน

นำค่าคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ โดยดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (Water quality index; WQI) มีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 คะแนน ถึง 100 คะแนน โดยมีช่วงคะแนน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality index; WQI)

ช่วง WQI	ระดับค่า WQI	เทียบกับได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำประเภท
0-30	เสื่อมโทรมมาก	5
31-60	เสื่อมโทรม	4
61-70	พอใช้	3
71-90	ดี	2
91-100	ดีมาก	1

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2544)

คะแนนระหว่าง 0 - 30 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 5 ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคม

คะแนนระหว่าง 31 - 60 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 4 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม และการอุปโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

คะแนนระหว่าง 61 - 70 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม การอุปโภค และบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

คะแนนระหว่าง 71 - 90 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 2 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์การประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ การอุปโภค และบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

คะแนน 91 - 100 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 1 หรือแหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ การอุปโภค และบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

จากการทดสอบวิธีดังกล่าวกับผลคุณภาพน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ 45 สายเป็นระยะเวลา 1 ปี และได้ดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยในการรายงานผลดัชนีวัดคุณภาพน้ำทั่วไปใช้ดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 8 ดัชนี ไม่รวมอุณหภูมิเพื่อให้ WQI มีความอ่อนไหวพอสมควรต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และทั้งนี้สภาพอุณหภูมิและอากาศในบ้านเราต้องมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (ใช้อุณหภูมิเมื่อพบว่ามี Thermal pollution) จากการทดลองใช้ Modified Water quality index กับผลข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย พบว่า การวิเคราะห์ผลอยู่ในเกณฑ์ที่

ใช้ได้ดี ในทางปฏิบัติสามารถนำไปใช้ในการอธิบายภาพรวมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำรวมทั้งยังใช้เปรียบเทียบระดับคุณภาพน้ำระหว่างแม่น้ำได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการมองภาพรวมเพื่อให้ผู้บริหารและประชาชนซึ่งไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจสภาพปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้น

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนันตศักดิ์ (2525) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อคุณภาพน้ำบริเวณคอกปุ๋ย และทุ่งจ้อ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าอุณหภูมิ ความขุ่น สี การนำไฟฟ้า ความกระด้าง และความเป็นกรดเป็นด่าง จากพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่าต่ำกว่าทุกพื้นที่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีผลทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงป่าต้นน้ำลำธารมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำในลำธาร นอกจากนี้ระดับ pH ของน้ำในลำธารในพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม และที่อยู่อาศัยมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าพื้นที่ป่าไม้อย่างเดียว ความขุ่นของน้ำในลำธารบริเวณพื้นที่ไร่ร้างและพื้นที่เกษตรกรรมผสมที่อยู่อาศัย มีค่าสูงกว่าความขุ่นของน้ำในลำธารในพื้นที่ป่าผสมเกษตรกรรม ส่วนในบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติความขุ่นของน้ำนั้นต่ำ โดยความขุ่นของน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน และลดลงในฤดูแล้ง สีของน้ำในลำธารของพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์มีค่าสีของน้ำน้อยกว่าน้ำในลำธารในพื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินจากป่าดิบเขาไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมากโดยเฉพาะสี และความขุ่นของน้ำ ส่วนผลกระทบคุณภาพน้ำเกี่ยวกับอุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด - ด่าง และความกระด้างนั้น มีการเปลี่ยนแปลงน้อย

ธีระศักดิ์ (2526) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่คอกปุ๋ย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สีของน้ำในลำธารในพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์ มีค่าน้อยกว่าน้ำในลำธารของพื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่เกษตรกรรม ค่า pH ผันแปรตามฤดูกาล นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ป่าไม้ยังพบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่าพื้นที่เกษตรกรรม โดยพบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ สี ความขุ่น ความเป็นกรด - ด่าง การนำไฟฟ้า ความกระด้าง ในพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติ มีคุณภาพน้ำได้มาตรฐานในการบริโภค ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม พบว่าคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย บ่งชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพอย่างเห็นได้ชัด

เอ็อน (2528) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่า อุณหภูมิของน้ำในกลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ป่าไม้ 70-79 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนพื้นที่ไร้งามีค่าสีของน้ำในลำธารมากกว่าพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์และพื้นที่เกษตรกรรม จากผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนมากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรและมีพื้นที่ป่าไม้เหลือน้อยกว่า ร้อยละ 70 มีค่าสี ความขุ่น การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด - ด่างของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ และความกระด้างของน้ำสูง ซึ่งตรงข้ามกับกลุ่มน้ำที่มีป่าไม้ปกคลุมอย่างหนาแน่นจะมีค่าดังกล่าวต่ำ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

ศัทธา (2529) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในกลุ่มน้ำบางปะกง พบว่าอุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่เป็นป่าไม้ มีอุณหภูมิลดต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการใช้ที่ดินแบบอื่น ๆ ความขุ่นของน้ำในพื้นที่ธรรมชาติมีค่าความขุ่นต่ำและมีค่าสูงมากในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินโดยเฉพาะในระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ ในขณะที่สีของน้ำในพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์มีค่าต่ำสุด โดยค่าสีของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามกิจกรรมของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ซึ่งสีของน้ำมีค่าแตกต่างกันตามช่วงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะจะมีค่าสูงในช่วงก่อนการเพาะปลูกหรือการเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก ส่วนความกระด้างของน้ำนั้นจะแปรผันต่างกันเห็นได้ชัดเจนตามลักษณะการใช้ที่ดิน โดยค่าความกระด้างของน้ำจะต่ำสุดในพื้นที่ป่าไม้ และสูงสุดในพื้นที่เกษตรที่ราบ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเกิดจากปัจจัยที่มีอิทธิพลหลายประการด้วยกันคือ ลักษณะและช่วงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำในลำธาร ปริมาณน้ำฝน และอิทธิพลน้ำทะเล ในขณะที่การนำไฟฟ้าของน้ำในลำธารในพื้นที่ป่าไม้มีค่าต่ำกว่าในพื้นที่เกษตรกรรม และค่าการนำไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าต่ำสุดในพื้นที่เกษตรที่ราบ และสูงสุดในพื้นที่ป่าไม้

ดวงจิตร์ (2532) ได้ทำการศึกษาที่ลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน พบว่าอุณหภูมิของน้ำแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ และยังแปรผันตามฤดูกาล ส่วนค่า pH ของน้ำผันแปรตามฤดูกาล ในขณะที่การนำไฟฟ้าของน้ำในพื้นที่ป่าไม้มีค่าต่ำกว่าในพื้นที่เกษตรกรรม และจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล

วิบูลย์ (2539) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณห้วยมะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี พบว่าสถานภาพของคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม ไม่มีความแตกต่างกัน

และยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ยกเว้นค่าการนำไฟฟ้าและความกระด้างในบางเดือนที่มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน จากการทดสอบความแตกต่างของคุณภาพน้ำทางสถิติ (t-test) พบว่าคุณภาพน้ำของทั้ง 2 พื้นที่ ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่จากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ยังไม่มีผลกระทบที่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติมากนัก อย่างไรก็ตามค่าความกระด้างของน้ำ ของแข็งทั้งหมดในน้ำ และการนำไฟฟ้าของน้ำ มีแนวโน้มที่เสื่อมโทรมลง ดังนั้น ควรมีการป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และการใช้สารเคมีทางการเกษตรเพื่อช่วยในการรักษาคุณภาพน้ำไว้ได้

ปาริชาติ (2542) ได้ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพในน้ำท่าของกลุ่มน้ำตัวอย่าง กรณีศึกษา กลุ่มน้ำแม่แดง กลุ่มน้ำเชิญ และกลุ่มน้ำคลองยัน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำละ 3 ครั้ง ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ระยะเวลา 1 ปี โดยให้กลุ่มน้ำแม่แดงเป็นกลุ่มน้ำตัวแทนภาคเหนือ กิจกรรมหลักของกลุ่มน้ำคือ การบุกรุกทำไร่เลื่อนลอยบริเวณต้นน้ำลำธาร ส่วนกลุ่มน้ำเชิญเป็นกลุ่มน้ำตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กิจกรรมหลักของกลุ่มน้ำคือ การตั้งถิ่นฐานและการทำการเกษตรแบบถาวรบริเวณต้นน้ำลำธาร และกลุ่มน้ำคลองยันเป็นกลุ่มน้ำตัวแทนภาคใต้ กิจกรรมหลักของกลุ่มน้ำคือ การบุกรุกพื้นที่ป่าสงวนเพื่อปลูกพืชบริเวณต้นน้ำลำธาร โดยใช้ดัชนีตัวชี้วัด ได้แก่ สี ความขุ่น อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยของสี ความขุ่น อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า และของแข็งทั้งหมดในน้ำ ทั้ง 3 กลุ่มน้ำ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดในแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทยและพบว่าคุณภาพน้ำทางกายภาพของกลุ่มน้ำคลองยันดีที่สุด รองลงมาคือกลุ่มน้ำแม่แดง และกลุ่มน้ำเชิญ มีคุณภาพน้ำต่ำที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นสาเหตุที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพ

นพมาศ (2547) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง โดยศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 แบบ คือ พื้นที่ชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม พบว่าความโปร่งแสง ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี ความกระด้าง ไนโตรเจนในโตรเจน ไนเตรตในโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟต ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพน้ำที่พบมีปัญหาคือค่าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี แอมโมเนีย และไนโตรเจน พื้นที่เขตชุมชนมีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรมและ

อุตสาหกรรม ซึ่งคุณภาพน้ำทางชีวภาพ พบว่าเขตอุตสาหกรรมมีปริมาณแพลงก์ตอนมากที่สุด เขตเกษตรกรรมมีแพลงก์ตอนรองลงมา และเขตชุมชนมีแพลงก์ตอนต่ำสุด ทำให้แหล่งน้ำในเขตอุตสาหกรรมมีความเสื่อมโทรมมากกว่าเขตอื่น

นภาพร (2552) ได้ศึกษาการตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตร โดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ในลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ โดยศึกษาผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำบางประการ พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตร มีค่าอุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าไม่แตกต่างกัน จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และค่าบีโอดี มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.35 - 4.02 และ 0.51 - 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าความขุ่น มีค่าสูงที่สุดในพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม ส่วนค่าไนเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จากการเปรียบเทียบ พบว่าน้ำท่าที่มาจากพื้นที่ลุ่มน้ำป่าไม้จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 1 ส่วนลุ่มน้ำเกษตรกรรม และลุ่มน้ำป่าไม้ผสมเกษตรกรรมให้น้ำท่าที่จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

พื้นที่ศึกษา

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

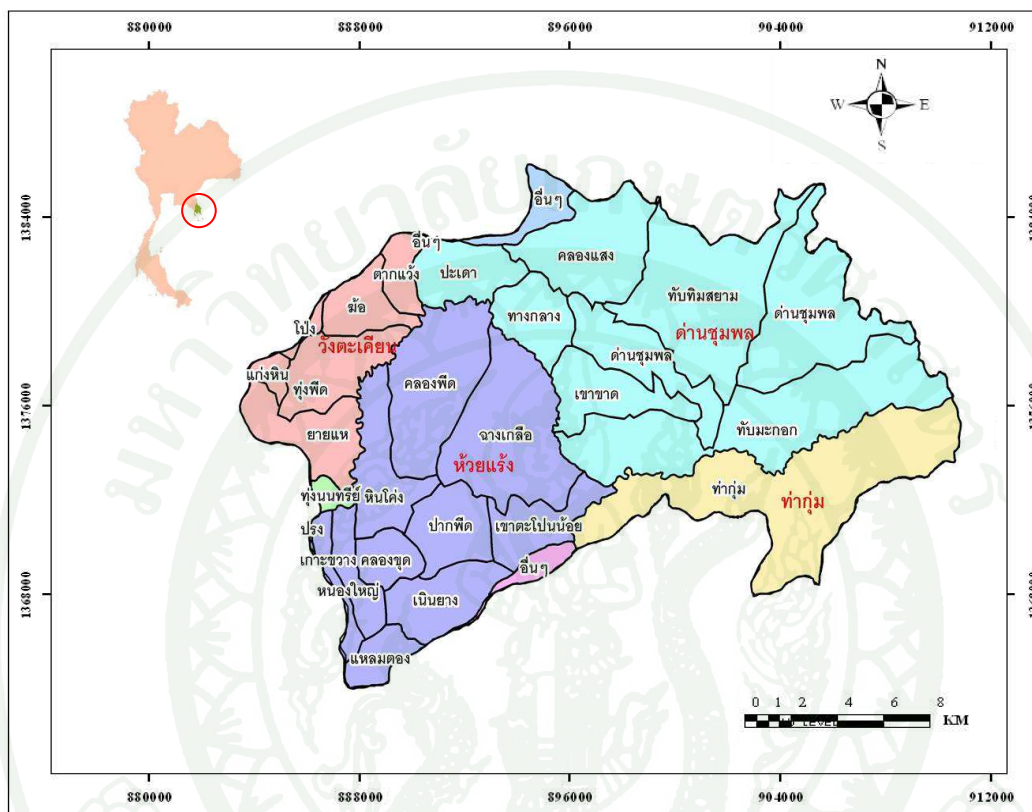
ลุ่มน้ำห้วยแครง - คลองพืด ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยมีขอบเขตระหว่างพิกัด 1362000 N ถึง 1385700 N และ 224600 E ถึง 259500 E ซึ่งลุ่มน้ำห้วยแครง - คลองพืด เป็นลุ่มน้ำตอนบนที่รองรับน้ำฝนจากเทือกเขาบรรทัดแล้วไหลผ่านคลองต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำตราดและไหลลงสู่ทะเลบริเวณบ้านปากคลองด่านเก่า ตำบลหนองคันทรอง อำเภอเมือง จังหวัดตราด จัดเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำตราด มีเนื้อที่ประมาณ 447.71 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมบางส่วนของเขตพื้นที่ อำเภอเมือง และอำเภอบ่อไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	จรดตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ ตำบลนนทรีย์ อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
ทิศตะวันออก	จรดประเทศกัมพูชา
ทิศใต้	จรดตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมือง ตำบลเนินทราย อำเภอเมืองตราด และตำบลห้วยแครง อำเภอเมือง จังหวัดตราด
ทิศตะวันตก	จรดตำบลวังตะเคียน ตำบลทุ่งนนทรี อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด

2. สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำห้วยแครง - คลองพืด

ลุ่มน้ำห้วยแครง - คลองพืดประกอบด้วยแม่น้ำสายหลัก 2 สาย ได้แก่ คลองห้วยแครง และคลองพืด โดยคลองห้วยแครงมีต้นน้ำกำเนิดจากบริเวณเทือกเขาบรรทัดทางด้านทิศตะวันออกของลุ่มน้ำ ในเขตพื้นที่ อำเภอบ่อไร่ แล้วไหลลงแม่น้ำเขาสมิงบริเวณบ้านปากคลองห้วยแครง ตำบลห้วยแครง อำเภอเมือง ส่วนคลองพืด ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาฝั่งขวาของคลองห้วยแครง มีต้นน้ำกำเนิดจากบริเวณเขาเอ็ด เขาคลองโพธิ์ และเขาตากแว้งบริเวณตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ ซึ่งไหลไปทางทิศตะวันตกบริเวณบ้านหนองพืด แล้วอ้อมลงไปทางทิศใต้ ไหลลงคลองห้วยแครงบริเวณบ้านปากพืด อำเภอเมือง รวมความยาวของคลองห้วยแครงและคลองพืด ประมาณ 44 และ 33 กิโลเมตร ตามลำดับ

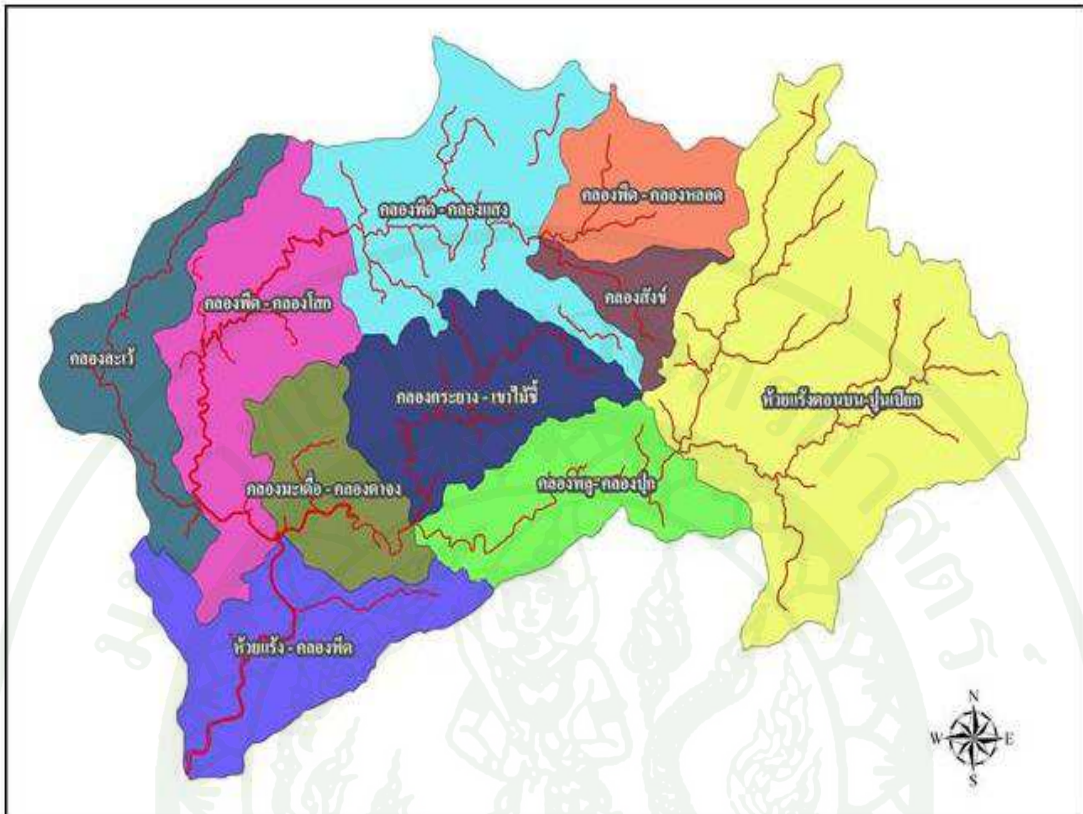
ครอบคลุมพื้นที่ 17 หมู่บ้าน 3 ตำบล ใน 3 อำเภอของจังหวัดตราด ได้แก่ ตำบลห้วยแร้งของอำเภอเมือง ตำบลด่านชุมพลของอำเภอบ่อไร่ และตำบลวังตะเคียนของอำเภอเขาสมิง ดังภาพที่



ภาพที่ 1 ขอบเขตการปกครองในกลุ่มน้ำห้วยแร้ง-คลองพืด

ที่มา: สถานีวิจัยวนเกษตรตราด (2553)

กลุ่มน้ำห้วยแร้ง - คลองพืด มีลำคลองที่สำคัญ ประกอบด้วย 10 กลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ห้วยแร้ง ตอนบน - ปูนเปี้ยก คลองพลู - คลองปุก คลองกระยาง - เขาไม้ชี้ คลองมะเคื่อ - คลองตาจง คลองพืด - คลองหลอด คลองสังข์ คลองพืด - คลองแสง คลองละเว้ คลองพืด - คลองโสก และ ห้วยแร้ง - คลองพืด ซึ่งระบายน้ำสู่แม่น้ำสายหลัก 2 สาย คือ คลองห้วยแร้งและคลองพืด ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 3



ภาพที่ 2 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำห้วยแครง-คลองพืด จังหวัดตราด

ที่มา: สถาบันวิจัยวนเกษตรตราด (2545)

ตารางที่ 3 กลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

กลุ่มน้ำย่อยที่	ชื่อกลุ่มน้ำย่อย	เนื้อที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1	ห้วยแรงตอนบน - ปูนเปี้ยก	119.69	26.73
2	คลองพลู - คลองปุก	35.32	7.89
3	คลองกระยาง - เขาไม้ชี้	40.85	9.12
4	คลองมะเคื่อ - คลองตาง	25.71	5.74
5	คลองพืด - คลองหลอด	27.25	6.09
6	คลองสังข์	13.04	2.91
7	คลองพืด - คลองแสง	58.59	13.09
8	คลองละเว	34.93	7.80
9	คลองพืด - คลองโสก	50.61	11.30
10	คลองแรง - คลองพืด	41.71	9.32
รวม		447.71	100

3. สภาพภูมิประเทศ

3.1 ความสูงจากระดับน้ำทะเล

ความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นตัวชี้วัดความสำคัญของภูมิประเทศในด้านการเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และแสดงถึงความสามารถของการระบายน้ำในกลุ่มน้ำ จะเห็นได้ว่า กลุ่มน้ำย่อยที่เป็นกลุ่มน้ำตอนบน ได้แก่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยแรงตอนบน - ปูนเปี้ยก กลุ่มน้ำย่อยคลองพืด - คลองหลอด และกลุ่มน้ำย่อยคลองสังข์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป ในจำนวนนี้กลุ่มน้ำย่อยห้วยแรงตอนบน - ปูนเปี้ยก มีภูมิประเทศที่มีความสูงระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 100 เมตรขึ้นไป จนถึงยอดสูงสุดกว่า 1,200 เมตร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทิวเขาบรรทัด สำหรับกลุ่มน้ำย่อยถัดไปไม่มียอดเขาสูงมากนัก ซึ่งมีระดับสูงไม่เกิน 600 เมตร ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของเขافل (สถานีวิจัยวนเกษตรตราด, 2545)

หากพิจารณาภาพรวมของกลุ่มน้ำห้วยแรง - คลองพืด จะเห็นได้ว่า ภูมิประเทศส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 50 หรือ 224.01 ตารางกิโลเมตร มีระดับความสูงอยู่ในช่วง 20 - 60 เมตร

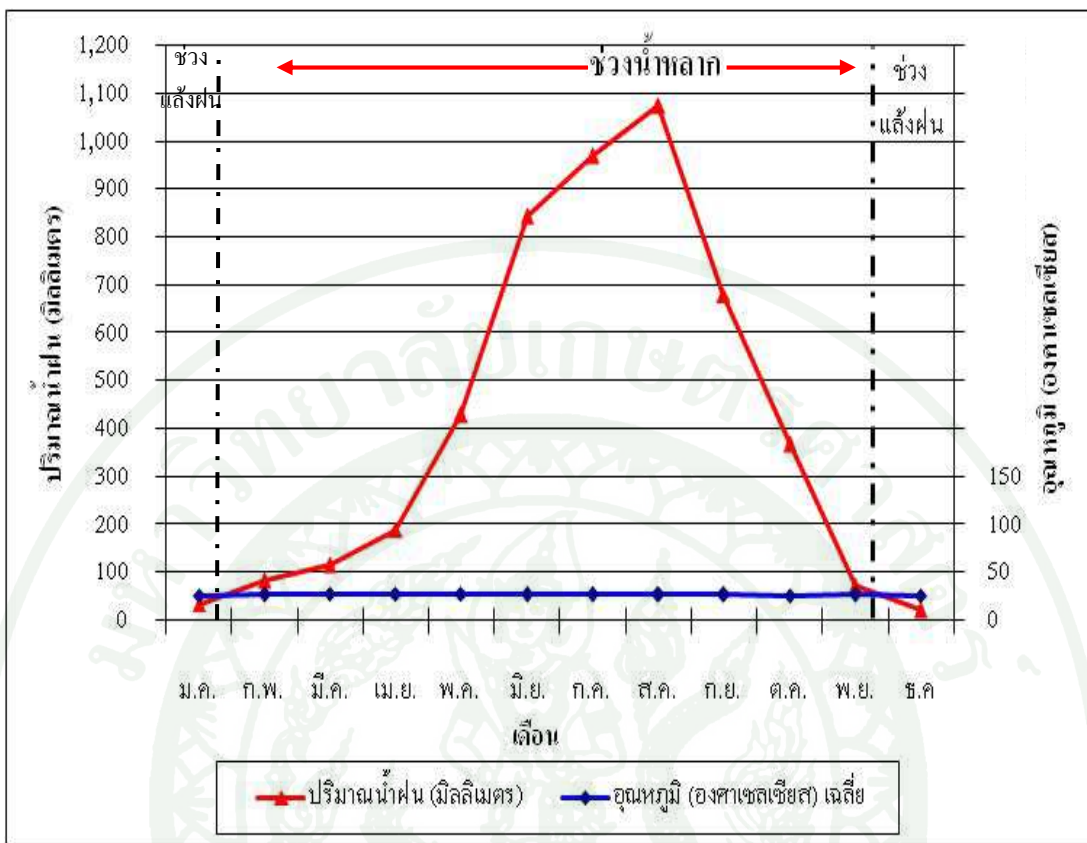
หรือประมาณร้อยละ 82 (367.29 ตารางกิโลเมตร) มีระดับความสูงต่ำกว่า 100 เมตร จึงอาจกล่าวได้ว่า กลุ่มน้ำแห่งนี้มีภูมิประเทศที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ เป็นที่ราบสลับเนิน และไม่มีผลต่อความหลากหลายของชนิดพืชในเชิงนิเวศเท่าใดนัก

3.2 ความลาดชัน

ความลาดชัน เป็นค่าที่แสดงถึงความจำเป็นของการอนุรักษ์ดิน และการคงไว้ซึ่งการปกคลุมของพืชพรรณในพื้นที่ กล่าวคือ พื้นที่ซึ่งมีความลาดชัน 35 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ควรใช้ประโยชน์โดยมีป่าปกคลุม เพื่อป้องกันการกัดเซาะดินจากน้ำฝน ซึ่งพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีอยู่ 38.94 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.79 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ในจำนวนนี้อยู่ในกลุ่มน้ำย่อยห้วยแรงตอนบน-ปุนเปือก เกือบทั้งหมด คือ 31.44 ตารางกิโลเมตร รองลงมาได้แก่ กลุ่มน้ำย่อยคลองพลู-คลองปุก กลุ่มน้ำย่อยคลองพืด-คลองแสง กลุ่มน้ำย่อยคลองพืด - คลองหลอด กลุ่มน้ำย่อยคลองกระยาง - เขาไม้ชี้ กลุ่มน้ำย่อยคลองสังข์ และกลุ่มน้ำย่อยคลองพืด - คลองโสก มีพื้นที่เท่ากับ 2.05, 2.03, 1.47, 0.99, 0.67 และ 0.29 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันอยู่ในช่วง 0 - 5 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่เท่ากับ 261.56 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 58.42 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด (สถานีวิจัยวนเกษตรตราด, 2545)

4. ลักษณะทางอุตุ-อุทกวิทยาของกลุ่มน้ำ

สำหรับสภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำห้วยแรง - คลองพืด มีปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 4,883.3 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันที่ฝนตกรวม 195 วัน โดยประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณฝนทั้งปี เกิดขึ้นระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยอุณหภูมิจนเฉลี่ยสูงสุด 28.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจนเฉลี่ยต่ำสุด 26.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจนเฉลี่ยทั้งปีไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อทำการหาช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝน (Wet and dry period) พบว่า ช่วงน้ำหลาก มีระยะเวลา 9 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนตุลาคม ส่วนช่วงแล้งฝนมีระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม ดังภาพที่ 3 และตารางที่ 4



ภาพที่ 3 ช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝนของกลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง – คลองพืด จังหวัดตราด

ตารางที่ 4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดตราด เฉลี่ย 30 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2523 - 2552

เดือน	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
			สูงสุดเฉลี่ย	ต่ำสุดเฉลี่ย	เฉลี่ย
มกราคม	35.6	4	31.4	21.7	26.5
กุมภาพันธ์	83.0	7	31.7	22.9	27.2
มีนาคม	115.7	11	32.4	24.0	28.0
เมษายน	188.8	14	33.2	24.6	28.5
พฤษภาคม	429.2	22	32.6	24.7	28.2
มิถุนายน	843.7	25	31.2	24.1	27.4
กรกฎาคม	969.6	26	30.6	23.8	27.0
สิงหาคม	1,074.0	28	30.5	24.0	27.0
กันยายน	680.2	25	30.9	23.8	26.9
ตุลาคม	367.6	21	31.5	23.4	26.8
พฤศจิกายน	74.0	9	32.1	23.2	27.4
ธันวาคม	21.9	3	31.7	22.1	26.8
รวม	4,883.3	195	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	31.7	23.8	27.3

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2553)

5. ลักษณะทางธรณีวิทยา

สภาพภูมิประเทศทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับเนิน พื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกสูงกว่าด้านอื่น เนื่องจากมีเทือกเขาบรรทัดเป็นแนวกั้น และพื้นที่ลาดเอียงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบต่ำส่วนบริเวณด้านล่าง ของพื้นที่ลุ่มน้ำก่อให้เกิดลำน้ำหลายสาย จากข้อมูลของกรมชลประทาน (2539) พบว่า ลักษณะทางธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแรง - คลองพืด ประมาณ 42.28 เปอร์เซ็นต์ เป็นหินแกรนิต (TRp) มีเนื้อที่ครอบคลุมประมาณ 188.68 ตารางกิโลเมตร รองลงมาเป็นตะกอนดิน Qt และ Qa มีเนื้อที่

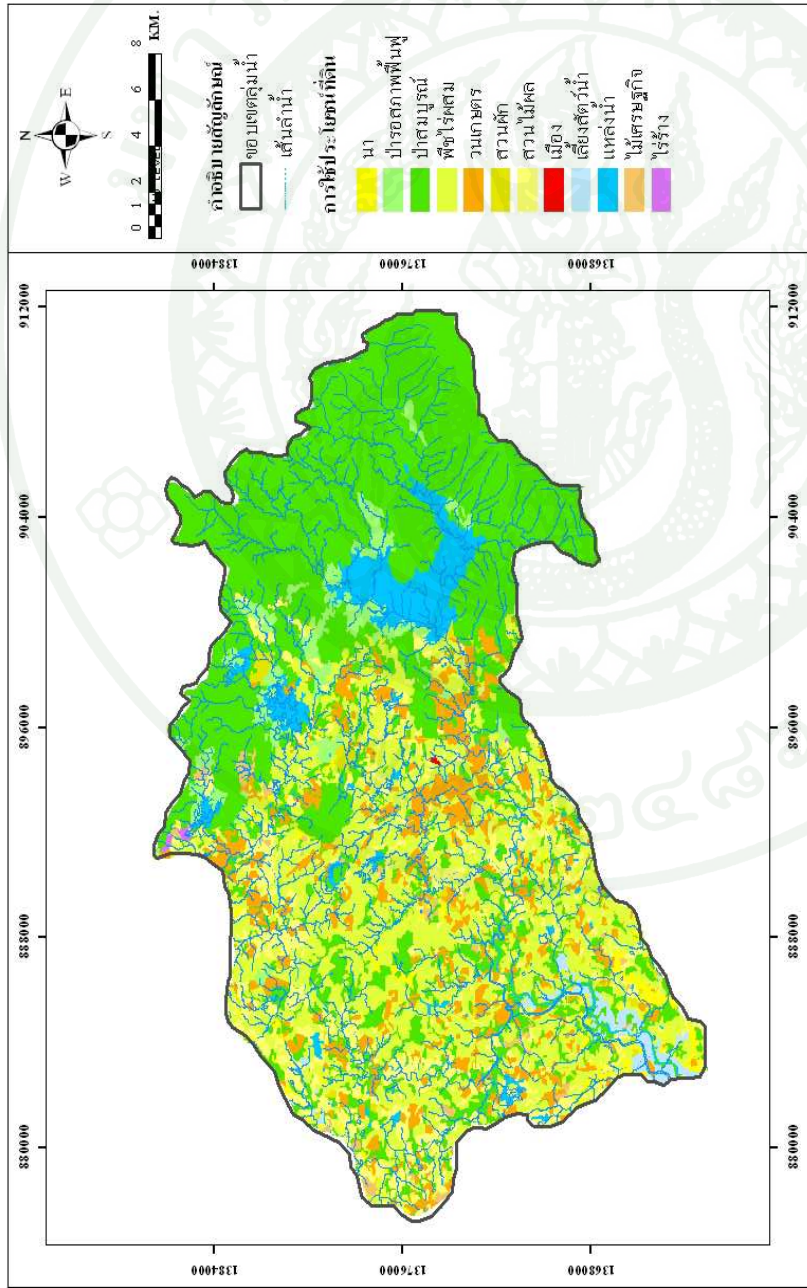
เท่ากับ 98.96 และ 72.56 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 22.10 และ 16.21 ของพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษา นอกนั้นเป็นหินประเภทอื่น ๆ

6. ลักษณะทางปฐพีวิทยา

สำหรับลักษณะทางปฐพีวิทยา พบว่าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่เป็นชุดดินคลองซาก มีเนื้อที่เท่ากับ 239.97 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 53.60 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด โดยชุดดินดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มดิน Paleudults เป็นดินที่มีการสลายตัวของหินดินดาน หินควอทซ์ไฟลไลต์ ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อละเอียดปานกลางถึงดินเนื้อละเอียดที่เป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลถึงสีแดง มีค่า pH ประมาณ 4.5-5.5 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการระบายน้ำดีปานกลาง และพบดินลูกรังปนอยู่กับเนื้อดินชั้นล่าง เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่ และปลูกไม้ยืนต้น โดยเฉพาะยางพารา ไม้ผล รองลงมาเป็นดินบริเวณภูเขา มีเนื้อที่ 105.76 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 23.62 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด นอกจากนั้นจะเป็นชุดดินคลองซาก - ชุมพร ชุดดินชุมพร และชุดดินอื่นๆ ปะปนอยู่ไม่มาก (สถานีวิจัยวนเกษตรตราด, 2545)

7. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 และการสำรวจข้อมูลในภาคสนาม ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด โดยสามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด ไว้เป็น 12 ประเภท ได้แก่ นา ป่ารอสภาพฟื้นฟู ป่าสมบูรณ์ พืชไร่ผสม วนเกษตร สวนผัก สวนผลไม้ เมือง เลี้ยงสัตว์น้ำ แหล่งน้ำ ไม้เศรษฐกิจ ไร่ร้าง ดังภาพที่ 4 และตารางที่ 5



ภาพที่ 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2552)

ตารางที่ 5 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ
เมือง	0.08	50.00	0.02
ไร่ร้าง	0.42	262.50	0.09
พืชไร่ผสม	3.81	2381.25	0.85
สวนผัก	4.76	2975.00	1.07
เลี้ยงสัตว์น้ำ	5.20	3250.00	1.16
นา	7.88	4925.00	1.77
ป่ารอสภาพฟื้นฟู	15.24	9525.00	3.41
พื้นที่น้ำ	23.93	14956.25	5.36
วนเกษตร	42.25	26406.25	9.46
สวนไม้ผล	46.59	29118.75	10.44
ไม้เศรษฐกิจ	113.41	70881.25	25.41
ป่าสมบูรณ์	182.78	114237.50	40.95
รวม	446.35	278968.75	100.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2552)

จากข้อมูลแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดิน และการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน 2552 พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณมีค่ามากที่สุด ประมาณร้อยละ 44.36 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม ประมาณร้อยละ 39.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยพื้นที่ยางพารา พื้นที่นา และสวนผลไม้ ได้แก่ สับปะรด เงาะ ทุเรียน มังคุด เป็นต้น พื้นที่วนเกษตรมีพื้นที่ประมาณร้อยละ 9.46 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วย สวนไม้ผสม ยางพารา กฤษณา ยางพารา สับปะรด และกล้วย พื้นที่ไร่ร้างมีพื้นที่ประมาณร้อยละ 0.09 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และพื้นที่เมือง ประมาณร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

การเพาะปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด ใช้น้ำจากน้ำฝนในการเพาะปลูกเป็นส่วนใหญ่ โดยพืชที่ทำการเพาะปลูกเป็นผลไม้ ยางพารา โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้

ที่มีการบุกรุก จะมีการปลูกสับปะรด และยางพารา การปลูกสับปะรดเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูก ใ้ส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช เร่งฮอร์โมน ช่วงเดือนกรกฎาคม ส่วนยางพารามีการเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูก เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม จากนั้นเดือนพฤษภาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน มีการใ้ส่ปุ๋ย ฉีดยากำจัดวัชพืช และยาปราบศัตรูพืช จนถึงเดือนพฤษภาคมจะเก็บเกี่ยว

การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำท่วมพื้นที่ป่าไม้คลองปูนเปือก (F1) พื้นที่ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณ ร้อยละ 100 พื้นที่ตัวแทนป่าไม้คลองพลู (F2) พื้นที่ประกอบด้วยป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแรงแ้ง ร้อยละ 99.15 สวนฝักร้อยละ 0.04 สับปะรด ร้อยละ 0.02 ยางพารา กล้วยนา ร้อยละ 0.78 ตัวแทนพื้นที่วนเกษตรคลองพิศ (วนเกษตร 1) พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณ ร้อยละ 70.71 ยางพารา กล้วยนา ยางพาราสับปะรด ร้อยละ 22.09 ตัวแทนพื้นที่ วนเกษตรคลองห้วยแรงแ้ง (วนเกษตร 2) พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสวนผลไม้ผสม ได้แก่ เงาะ ลองกอง ทุเรียน ยางพารา กล้วยนา ร้อยละ 89.91 และป่าเบญจพรรณจำนวนไม่มาก ตัวแทนพื้นที่ เกษตรกรรมคลองชก (เกษตรกรรม 1) พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพืชไร่ผสม และนาคิดเป็น ร้อยละ 43.07 ผลไม้ ได้แก่ เงาะ ทุเรียน มังคุด ร้อยละ 36.58 ตัวแทนพื้นที่เกษตรกรรมคลองมะเดื่อ - คลองชะโม๊ะ (เกษตรกรรม 2) พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพืชไร่ผสมคิดเป็นร้อยละ 96.97 และ สวนผลไม้ ได้แก่ เงาะ กระท้อน สับปะรด และระกำ เป็นต้น โดยการเลือกกลุ่มน้ำท่วมในแต่ละ พื้นที่นั้นมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไป (สิทธิชัย, 2549) ยกเว้น ตัวแทนพื้นที่วนเกษตรคลองพิศ ที่มีพื้นที่น้อยกว่าร้อยละ 60 โดยมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในแต่ละกลุ่มน้ำท่วม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำตัวแทน บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

พื้นที่ลุ่มน้ำตัวแทน	พื้นที่ (ตาราง กิโลเมตร)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
1. คลองปูนเปือก (ป่าไม้ 1)	38.89	- ป่าสมบูรณ์ 38.89 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 100
2. คลองพลู (ป่าไม้ 2)	74.74	- ป่าสมบูรณ์ 74.11 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 99.15 - สวนผัก 0.03 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.04 - พืชไร่ผสม 0.01 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.02 - วนเกษตร 0.58 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.78 - แหล่งน้ำ 0.003 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.004
3. คลองพืด (วนเกษตร 1)	18.41	- ป่าสมบูรณ์ 13.02 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 70.71 - วนเกษตร 4.01 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 22.09 - ป่ารอสภาพฟื้นฟู 1.33 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 7.20
4. คลองห้วยแครง (วนเกษตร 2)	44.27	- สวนไม้ผล 0.15 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.35 - วนเกษตร 39.80 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 89.91 - ป่าสมบูรณ์ 4.00 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 9.04 - ป่ารอสภาพฟื้นฟู 0.30 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.68 - แหล่งน้ำ 0.01 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.03
5. คลองซก (เกษตรกรรม 1)	6.90	- วนเกษตร 0.34 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 4.89 - ป่าสมบูรณ์ 0.63 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 9.19 - เลี้ยงสัตว์น้ำ 0.12 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 1.73 - สวนไม้ผล 2.52 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 36.58 - พืชไร่ผสม 2.87 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 41.57 - แหล่งน้ำ 0.31 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 4.55 - นา 0.10 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 1.50
6. คลองมะเดื่อ - คลองชะม้ะ (เกษตรกรรม 2)	47.50	- สวนผัก 0.01 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.01 - วนเกษตร 0.09 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.18 - สวนไม้ผล 0.16 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.33 - พืชไร่ผสม 46.06 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 96.97 - ป่าสมบูรณ์ 1.16 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 2.43 - แหล่งน้ำ 0.03 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 0.07

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ขวดโพลีเอทิลีนขนาด 1 ลิตร
2. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำในสนาม รุ่น 650 MDS ผลิตโดยบริษัท YSI
3. ถังบรรจุตัวอย่างน้ำ
4. น้ำแข็งและถังน้ำแข็งสำหรับเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ
5. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System; GPS)
6. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ
7. เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์
8. ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่
 - 8.1 แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) ลำดับชุด L7018 ระวัง 5433 I, 5533 I, 5533 IV, 5534 I มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
 - 8.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use map) มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552
 - 8.3 แผนที่ชุดดิน (Soil series map) มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552
 - 8.4 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิ จากกรมอุตุนิยมวิทยา

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากเอกสาร และงานวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของลุ่มน้ำย่อย ห้วยแร่ - คลองพืด ที่เกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และอุตุ - อุทกวิทยา ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น โดยทำการรวบรวมข้อมูลหลัก ๆ ที่จำเป็นต่อการศึกษา

1.1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed) และลำน้ำ (Stream map) จากแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 ระวัง 5433 I, 5533 I, 5533 IV, 5534 I มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data)

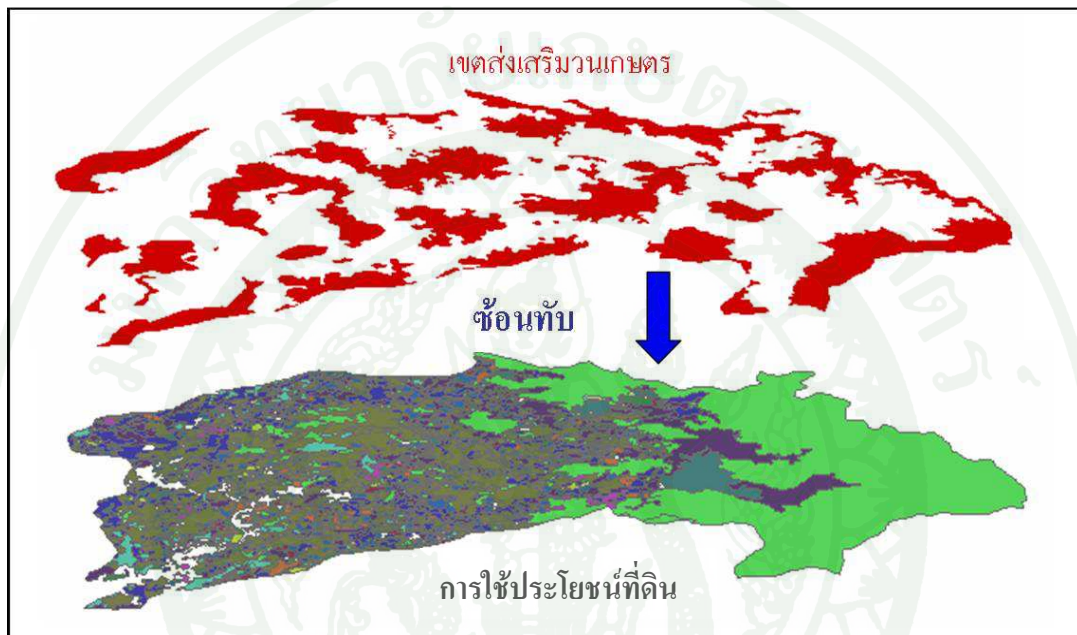
1.2 แผนที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่และตาราง มาตรฐาน 1:50,000 จากการแปลและประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำย่อย ห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552

1.3 ข้อมูลแผนที่ชุดดิน (Soil series map) จากกรมพัฒนาที่ดิน มาตรฐาน 1:50,000 ในรูปแบบเชิงพื้นที่และตาราง จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552

2. การกำหนดลุ่มน้ำตัวอย่าง และจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

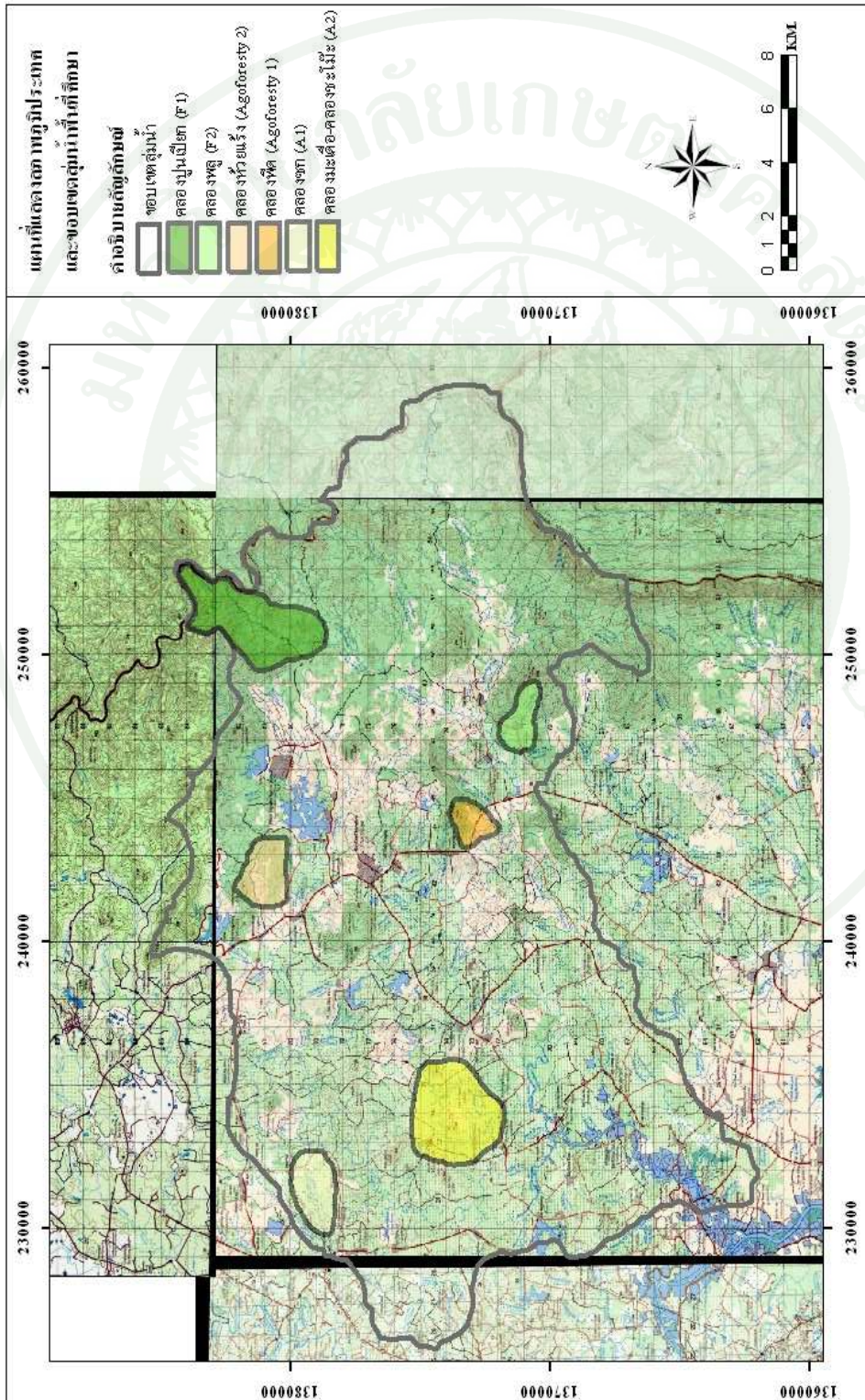
2.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ข้อมูลแผนที่สภาพภูมิประเทศ และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในรูปของข้อมูล Digital file ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เพื่อสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการวิเคราะห์กำหนดขอบเขตลุ่มน้ำย่อยตัวแทน โดยลากขอบเขตลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ โดยเลือกบริเวณ ที่มีพื้นที่ป่า ร้อยละ 60 ขึ้นไป เพื่อกำหนดเป็นลุ่มน้ำย่อยตัวแทนพื้นที่ป่าไม้ เช่นเดียวกับการกำหนดลุ่มน้ำตัวอย่างตัวแทนพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งต้องเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมอย่างน้อย ร้อยละ 60 ขึ้นไป และตัวอย่างต้องกระจายครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำที่ต้องการ

ศึกษา (สิทธิชัย, 2549) ส่วนการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่วนเกษตร เลือจากพื้นที่ซ้อนทับของเขตพื้นที่ส่งเสริมวนเกษตรกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ และ ทำการกำหนดลุ่มน้ำตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ อย่างละ 2 ลุ่มน้ำตัวอย่าง ดังภาพที่ 5

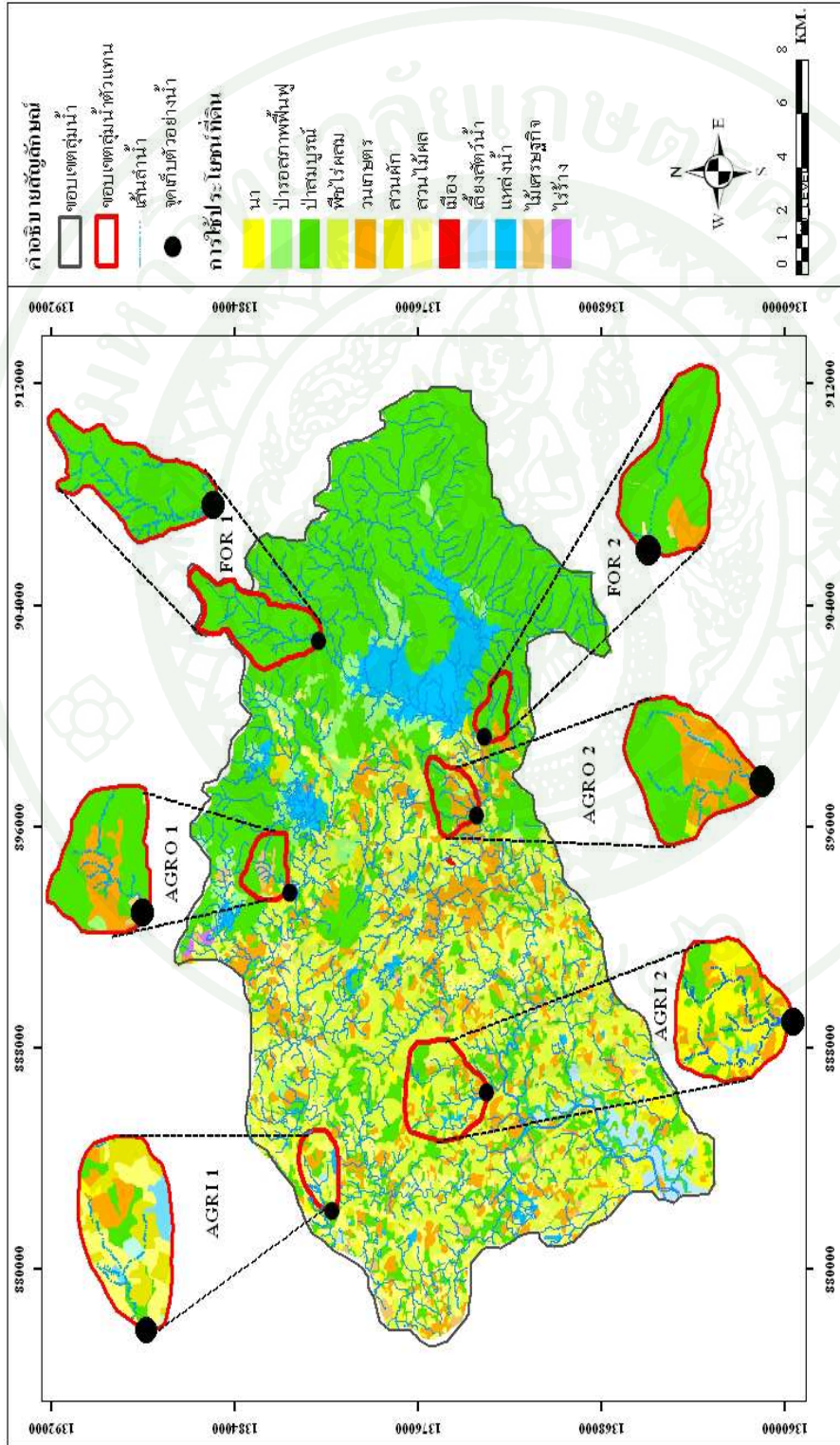


ภาพที่ 5 ขั้นตอนการเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนพื้นที่วนเกษตร

2.2 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด โดยแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ดังแสดงใน ภาพที่ 6 และกำหนดจำนวนจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และ พื้นที่เกษตรกรรม โดยมีการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ บริเวณ Outlet ของแต่ละลุ่มน้ำตัวอย่าง รวมเก็บ ทั้งหมด 6 จุด และทำการบันทึกค่าพิกัดของจุดเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 7 และ ตารางที่ 7



ภาพที่ 6 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพิศ จังหวัดตราด



ภาพที่ 7 ลุ่มน้ำตัวอย่างและจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ตัวแทนลุ่มน้ำป่าไม้ ลุ่มน้ำวนเกษตร และลุ่มน้ำเกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

ตารางที่ 7 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

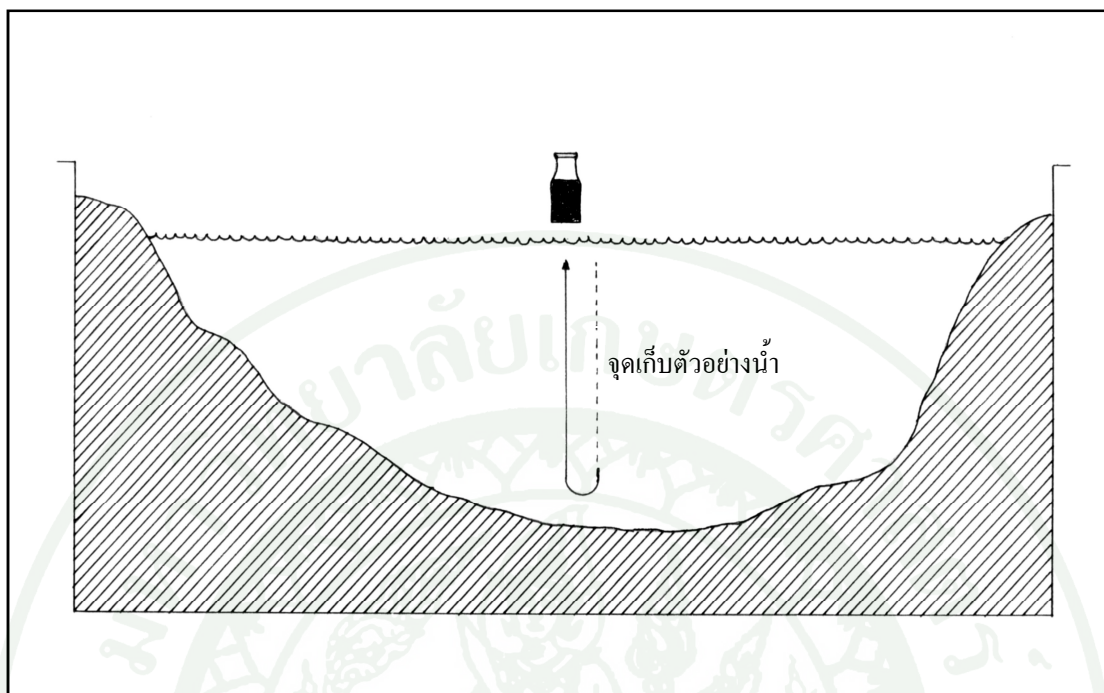
ตัวแทนพื้นที่	ค่าพิกัด (UTM) *		สถานี	พื้นที่
	X	Y		
ป่าไม้	250430	1378691	สถานี FOR 1	ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
	247172	1371251	สถานี FOR 2	ตำบลท่ากุ่ม อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด
วนเกษตร	241351	1380181	สถานี AGRO 1	ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
	243986	1371956	สถานี AGRO 2	ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
เกษตร	229792	1378585	สถานี AGRI 1	ตำบลห้วยแครง อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด
	233942	1371758	สถานี AGRI 2	ตำบลวังตะเคียน อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด

หมายเหตุ * คือ ระบบพิกัด UTM (Universal transverse mercator), Datum WGS 1984 Zone 48N

2.4 กำหนดความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 ครั้ง โดยแบ่งช่วงการเก็บตัวอย่างออกเป็นช่วงฤดูฝน ในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม และช่วงฤดูแล้ง ในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม

3. การเก็บตัวอย่างน้ำ

3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำโดยวิธีเก็บแบบจ้วง (Grap sampling) โดยเก็บตัวอย่าง ณ สถานีและเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งตัวอย่างน้ำที่ได้ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำเฉพาะเวลา และสถานีที่เก็บในแม่น้ำและลำธาร ตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนด ทั้ง 6 จุด โดยการเก็บตัวอย่างน้ำแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ ในกรณีน้ำในลำธารที่มีปริมาณไม่สูง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำโดยขวดโพลีเอธิลีน (ผ่านการทำความสะอาดแล้ว) ขนาด 1 ลิตร โดยเก็บที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำ และที่ระดับกึ่งกลางความลึก ดังภาพที่ 8 สำหรับในกรณีที่น้ำในลำน้ำมีปริมาณสูงใช้อุปกรณ์เก็บน้ำ Water sampler ในการเก็บแทนแล้วจึงนำมาเทใส่ขวดโพลีเอธิลีนขนาด 1 ลิตร ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำนั้นทำการเก็บสถานีละ 1 ชั่วโมง (กรมควบคุมมลพิษ, 2545; สิทธิชัย, 2549)



ภาพที่ 8 การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sampling)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2553)

3.2 บรรจุตัวอย่างน้ำในขวดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาดบรรจุ 1 ลิตร จำนวน 3 ขวด ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และบรรจุน้ำตัวอย่างเต็มขวดปิดให้สนิท ติดฉลากชื่อจุดเก็บ วันที่ สถานที่เก็บ เวลาที่เก็บพร้อมทั้งห่อกระดาษฟอยด์ และนำไปบรรจุในกล่องโฟมที่บับเบิ้ล นำไปแช่ใน ถังน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิตัวอย่างไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ และคุณภาพน้ำทางเคมี วิเคราะห์ตามวิธีการมาตรฐานตาม Standard methods of examination of water and wastewater (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) โดยใช้วิธีวิเคราะห์เป็น 2 ลักษณะ รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเก็บรักษาตัวอย่าง และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	ภาชนะ บรรจุ	การรักษา ตัวอย่าง	วิธีการวัด/วิเคราะห์
1. การวิเคราะห์ในภาคสนาม			
1) อุณหภูมิ	-	-	Thermometer, YSI650 MDS
2) การนำไฟฟ้า (EC)	-	-	YSI 650 MDS
3) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	-	-	YSI 650 MDS
4) ความเป็นกรด - ด่าง (pH)	-	-	ชุดทดสอบ pH
5) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)	-	-	ชุดทดสอบ DO
2. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ			
1) ของแข็งแขวนลอย (SS)	ขวดพลาสติก 1 ลิตร	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	Dried at 103-105 °C
2) ของแข็งทั้งหมด (TS)	ขวดพลาสติก 1 ลิตร	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	Dried at 103-105 °C
3) ความต้องการปริมาณออกซิเจน ทางชีวเคมี (BOD)	ขวดพลาสติก 1 ลิตร	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	Azide modification ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็น เวลา 5 วัน
4) ไนเตรทไนโตรเจน (NO ₃ ⁻ -N)	ขวดพลาสติก 1 ลิตร	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	Nitrate electrode

4.1.1 การวิเคราะห์ในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ โดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ YSI 650 MDS และ Thermometer ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ การนำไฟฟ้าของน้ำ วัดโดยเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ YSI 650 MDS ความเป็นกรดด่าง วัดโดยชุดทดสอบ pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วัดโดยชุดทดสอบ DO

4.1.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย ของแข็งทั้งหมด ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี ไนเตรทไนโตรเจน โดยนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการมาตรฐานตาม Standard methods of examination of water and wastewater (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

1) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)

ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) สามารถวิเคราะห์ได้โดยการนำกระดาษกรอง GF/C มาชั่งโดยเครื่องชั่งละเอียด ทำการบันทึกน้ำหนัก (A) กรัม นำไปวางบน Evaporating dish จากนั้นวางกระดาษกรองลงบน Buchner's funnel ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ โดยใช้ปากคิบบที่สะอาดและใช้น้ำกลั่นฉีดบนกระดาษกรองให้ทั่ว แล้วเปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบสนิทกับกรวย ปิดเตตตัวอย่างน้ำ 50 - 100 มิลลิลิตร (ปริมาตรที่ใช้ขึ้นอยู่กับของแข็งแขวนลอยในน้ำ) ไล่ไปบนกระดาษกรองที่ละน้อยพร้อมกับเปิดปั๊มดูดอากาศ พยายามให้ของแข็งกระจายไปทั่ว ๆ กระดาษกรอง แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรองจนกว่าจะแห้ง แล้วใช้ปากคิบบค่อย ๆ หยิบกระดาษกรองออกนำไปวางบนภาชนะที่ใส่เดิม นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103 - 105°C นานประมาณ 1 ชม. ทำให้เย็นใน Dessicator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมติได้ (B) กรัม ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอย (mg/l) สามารถคำนวณได้จาก

$$SS \text{ (mg/l)} = (B - A) \times 10^6 / \text{ml sample} \quad (8)$$

2) ของแข็งทั้งหมดในน้ำ (Total solids)

ของแข็งทั้งหมดในน้ำ (Total solids) สามารถวิเคราะห์ได้โดยนำด้วยกระเบื้องที่มีน้ำหนักคงที่แล้วจาก dessicator มาชั่ง บันทึกน้ำหนัก (A) กรัม คนตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดีแล้วตวงโดยใช้กระบอกตวง 100 - 200 มิลลิลิตร ใส่น้ำด้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ แล้วนำไประเหย บนอ่างไอน้ำจนแห้ง จากนั้นนำด้วยกระเบื้องที่ระเหยน้ำแห้งแล้วไปใส่ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103 - 105°C เพื่อไล่ความชื้นนานประมาณ 1 ชม. แล้วนำไปทำให้เย็นใน Dessicator และเมื่อเย็นแล้วจึงนำมาชั่ง ทำการบันทึกน้ำหนัก (B) กรัม ซึ่งปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg/l) สามารถคำนวณได้จาก

$$TS \text{ (mg/l)} = (B - A) \times 10^6 / \text{ml sample} \quad (9)$$

3) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand)

การวิเคราะห์ใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ Biochemical oxygen demand (BOD) โดยวิธี 5 Days incubation และ Azide modification ตามวิธีมาตรฐานของ APHA - AWWA - WEF 1995

(1) การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ในรูป BOD

นำตัวอย่างมาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างน้ำมาเติมออกซิเจนละลายให้อิ่มตัว โดยใช้เครื่องเติมอากาศประมาณ 10 นาที จากนั้นเติมตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวด BOD จนเต็ม 2 ขวด ปิดจุกให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลาย (DO) ถือว่าเป็นค่าออกซิเจนที่เริ่มต้นกำหนดให้เป็น DO_0 และนำอีกขวดหนึ่งใส่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันแล้วนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมติเป็น DO_5

(2) ขั้นตอนการหาออกซิเจนละลายในน้ำ (Azide modification)

เทน้ำที่หล่อจุกขวดตัวอย่างออกแล้วเปิดจุก เติมสารละลาย Manganese sulfate 1 มิลลิลิตร โดยขณะเติมให้ปลายปิเปต (Pipet) อยู่ใต้ผิวน้ำ เติมสารละลาย Alkali-iodide-azide 1 มิลลิลิตร โดยให้ปลายปิเปต (Pipet) อยู่ใต้ผิวน้ำขณะเติม ปิดจุกโดยอย่าให้มีฟองอากาศภายในขวด คว่ำขวดไปมาหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้สารผสมกัน และตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมาณน้ำใส เกินครึ่งหนึ่งของขวด จากนั้นเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปยัง ๆ คอขวด ปิดจุกคว่ำขวดขึ้นลงหลายครั้งจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตวงปริมาตร 201 มิลลิลิตร นำไป ไตรเตรต (Titrate) กับสารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate (0.025 นอร์มัล) จนได้สีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 2-3 หยด ได้สีน้ำเงินเข้มทำการไตรเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไปปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate ที่ใช้เทียบเท่ากับปริมาณของออกซิเจน (DO) ของน้ำตัวอย่าง โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{การคำนวณค่าบีโอดี (mg/l)} = DO_0 - DO_5 \quad (10)$$

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนที่ไตรเตรตได้ในวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนที่ไตรเตรตได้ในวันที่ 5

4) ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N)

ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N) สามารถวิเคราะห์โดยคูดน้ำตัวอย่างที่กรองแล้วด้วยกระดาษกรอง Whatman GF/C ปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในขวดแก้วมีจุกขนาด 100 มิลลิลิตร

เติม Buffer solution 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน แล้วนำสารละลายนี้ไปผ่าน Column ที่มี Cadmium บรรจุกอยู่ จนสารละลายผ่าน Column แล้ว 25 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายลงในขวดแก้ว มีจุกขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Sulphanilamide solution ลงไป 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติม NEED solution 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ โดยสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงหรือสีบานเย็น แล้วนำไปหาค่า Absorbance โดยใช้ Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร โดยใช้เซลล์ขนาด 1 เซนติเมตร วัดค่า Absorbance ของน้ำตัวอย่างเทียบกับ Blank ใช้สารละลาย KNO_3 ที่มีความเข้มข้น 50, 100, 200, 300 และ 500 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการเตรียมกราฟมาตรฐานเพื่อหาค่าความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำตัวอย่าง โดยหาค่าความเข้มข้นของไนเตรทที่หาได้เสียก่อน จึงได้ความเข้มข้นสุทธิของไนเตรท

4.1.3 นำข้อมูลคุณภาพน้ำ มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

4.2 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำ โดยใช้วิธีการทางสถิติ ดังต่อไปนี้

4.2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้วิธีการทางสถิติ F - test และ Duncan multiple range test (DMRT)

4.2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม ในช่วงฤดูฝน (Wet period) และช่วงฤดูแล้ง (Dry period) โดยใช้วิธีการทางสถิติ T - test

4.3 การประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ หรือ Water quality index (WQI)

4.3.1 การประเมินคุณภาพน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำตัวแทน

โดยการให้คะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ จำนวน 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางเคมี (BOD) ของแข็ง

แขวนลอย (SS) ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และใช้วิธีการคำนวณของกรมควบคุมมลพิษ (2544) ดังสมการที่ 11

$$\text{WQI} = \sqrt[6]{(\text{pH})(\text{DO})(\text{TS})(\text{NO}_3^- \text{N})(\text{SS})(\text{BOD})} \quad (11)$$

เมื่อ	WQI	=	ดัชนีคุณภาพน้ำ
	pH	=	ความเป็นกรดด่าง
	DO	=	ออกซิเจนละลายน้ำ
	TS	=	ของแข็งทั้งหมดในน้ำ
	NO_3^- -N	=	ไนเตรทไนโตรเจน
	SS	=	ของแข็งแขวนลอย
	BOD	=	ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์

จากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้จากแต่ละพารามิเตอร์ มาคำนวณตามสมการ WQI เพื่อหาค่าคะแนนรวม และนำไปเทียบกับค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ

4.3.2 การประเมินคุณภาพน้ำรวม

นำค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ในแต่ละพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม มาคำนวณ ดังสมการที่ 12

$$\text{WQI}_{\text{รวม}} = \frac{(\text{WQI}_F \times \text{Area}_F) + (\text{WQI}_{\text{Agro}} \times \text{Area}_{\text{Agro}}) + (\text{WQI}_{\text{Agri}} \times \text{Area}_{\text{Agri}})}{\text{Area}_{\text{รวม}}} \quad (12)$$

เมื่อ	$\text{WQI}_{\text{รวม}}$	=	ดัชนีคุณภาพน้ำรวม
	WQI_F	=	ค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำพื้นที่ป่าไม้
	Area_F	=	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าไม้
	WQI_{Agro}	=	ค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำพื้นที่วนเกษตร
	$\text{Area}_{\text{Agro}}$	=	ค่าเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่วนเกษตร
	WQI_{Agri}	=	ดัชนีคุณภาพน้ำพื้นที่เกษตรกรรม
	$\text{Area}_{\text{Agri}}$	=	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เกษตรกรรม
	$\text{Area}_{\text{รวม}}$	=	เปอร์เซ็นต์รวมของพื้นที่

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง-คลองพืด จังหวัดตราด ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ การนำไฟฟ้าของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ความเป็นกรด - ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี และไนเตรตในโตรเจน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำพื้นที่ละ 2 จุด ตามจำนวนลุ่มน้ำตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่ศึกษา รวมเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 จุด ในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง บริเวณจุดปลายน้ำ (outlet) ของแต่ละลุ่มน้ำ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2553 ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. คุณภาพน้ำบางประการ

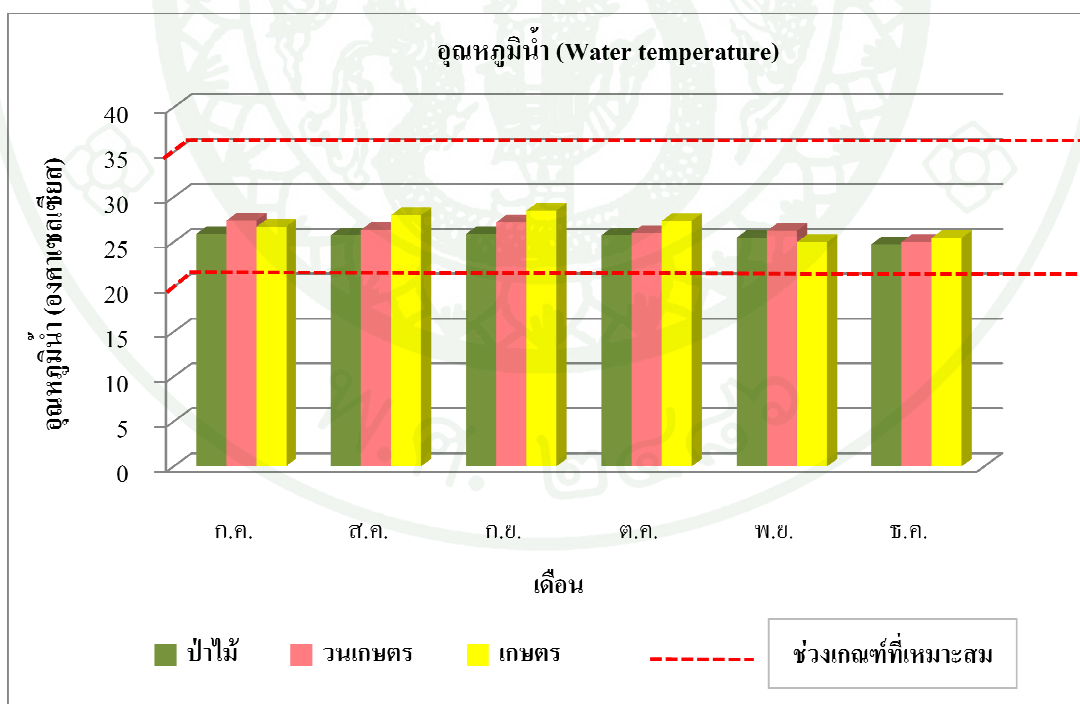
1.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1.1 อุณหภูมิน้ำ (Water temperature)

ผลศึกษาอุณหภูมิน้ำ พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้มีค่าอุณหภูมิ อยู่ระหว่าง 24.8 - 25.9 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม คือ 24.8 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.6 องศาเซลเซียสในพื้นที่วนเกษตรมีค่าอยู่ในช่วง 25.0 - 27.4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม คือ และต่ำสุดในเดือนธันวาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.4 องศาเซลเซียส ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25.0 - 28.5 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.8 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในในแต่ละพื้นที่ตลอดระยะเวลาการศึกษา พบว่า อุณหภูมิในในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าน้อยกว่าพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากลำธารในพื้นที่ป่าไม้มีลักษณะเป็นป่าสมบูรณ์ เรือนยอดหนาแน่น แสงแดดส่องผ่านได้น้อยจึงทำให้อุณหภูมิกอากาศเหนือผิวน้ำมีอุณหภูมิต่ำ ส่งผลทำให้อุณหภูมิน้ำต่ำลง เพราะอุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่
ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	25.9	27.4	26.7
สิงหาคม		25.8	26.4	28.0
กันยายน		25.9	27.2	28.5
ตุลาคม		25.6	26.0	27.4
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	25.5	26.3	25.0
ธันวาคม		24.8	25.0	25.5
พิสัย		24.8 - 25.9	25.0 - 27.4	25.0 - 28.5
เฉลี่ย		25.6	26.4	26.8



ภาพที่ 9 อุณหภูมิน้ำรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่
ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

(EPA, 1973) ในขณะที่ปริมาณแสงที่ส่องผ่านเรือนยอดในพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม สามารถส่องผ่านได้มากกว่าพื้นที่ป่าไม้

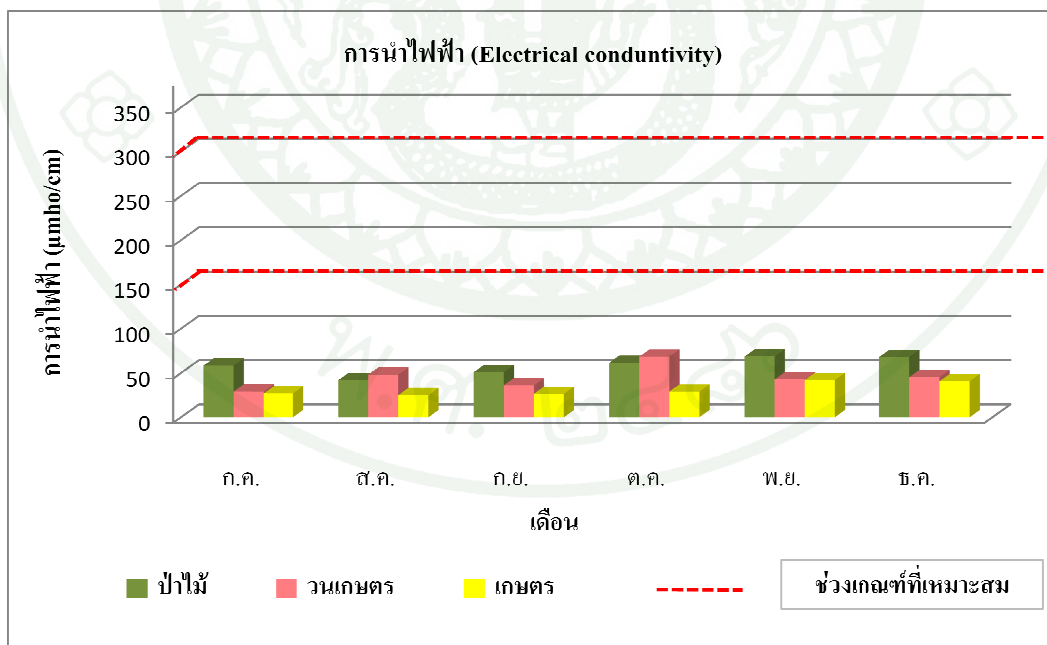
อุณหภูมิของน้ำทั้ง 3 พื้นที่มีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในช่วงน้ำแล้งมีค่าต่ำกว่าในช่วงน้ำหลาก เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งคือเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าทุกเดือนจึงทำให้อุณหภูมิของน้ำลดต่ำลงไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสัทธา (2529) ดวงจิตต์ (2532) และ พัทธา (2536) ซึ่งพบว่า ค่าอุณหภูมิของน้ำผันแปรตามอุณหภูมิอากาศ และฤดูกาล โดยอุณหภูมิน้ำในฤดูร้อนและฤดูฝนจะใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิน้ำจะลดลงอย่างเด่นชัดในฤดูหนาว นอกจากนี้พบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย ซึ่งมีพิสัยอยู่ระหว่าง 20 - 35 องศาเซลเซียส (เกษม, 2530) พบว่าอุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ

1.1.2 การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

ผลการศึกษานำไฟฟ้าของน้ำ พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ระหว่าง 41.85 - 68.65 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.22 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในพื้นที่วนเกษตร มีค่าอยู่ในช่วง 29.00 - 68.40 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.95 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ระหว่าง 25.05 - 42.10 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.70 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10) เมื่อพิจารณาการนำไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการศึกษาพบว่า ในพื้นที่ป่าไม้มีค่าสูงกว่าพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากในพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำสูงจึงส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับไมตรีและจรรุวรรณ (2528) กล่าวว่า ค่าการนำไฟฟ้าเป็นสัดส่วนหรือปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ สำหรับพงษ์ศักดิ์ (2535) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของมีค่าแปรผันกับอนินทรีย์วัตถุ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำ และความเร็วของน้ำในลำธาร

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่
ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่ เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	58.45	29.00	26.95
สิงหาคม		41.85	48.30	25.05
กันยายน		50.85	36.00	26.45
ตุลาคม		61.45	68.40	28.95
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	68.65	42.70	42.10
ธันวาคม		68.05	45.30	40.70
พิสัย		41.85 - 68.65	29.00 - 68.40	25.05 - 42.10
เฉลี่ย		58.22	44.95	31.70



ภาพที่ 10 การนำไฟฟ้ารายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่
ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด

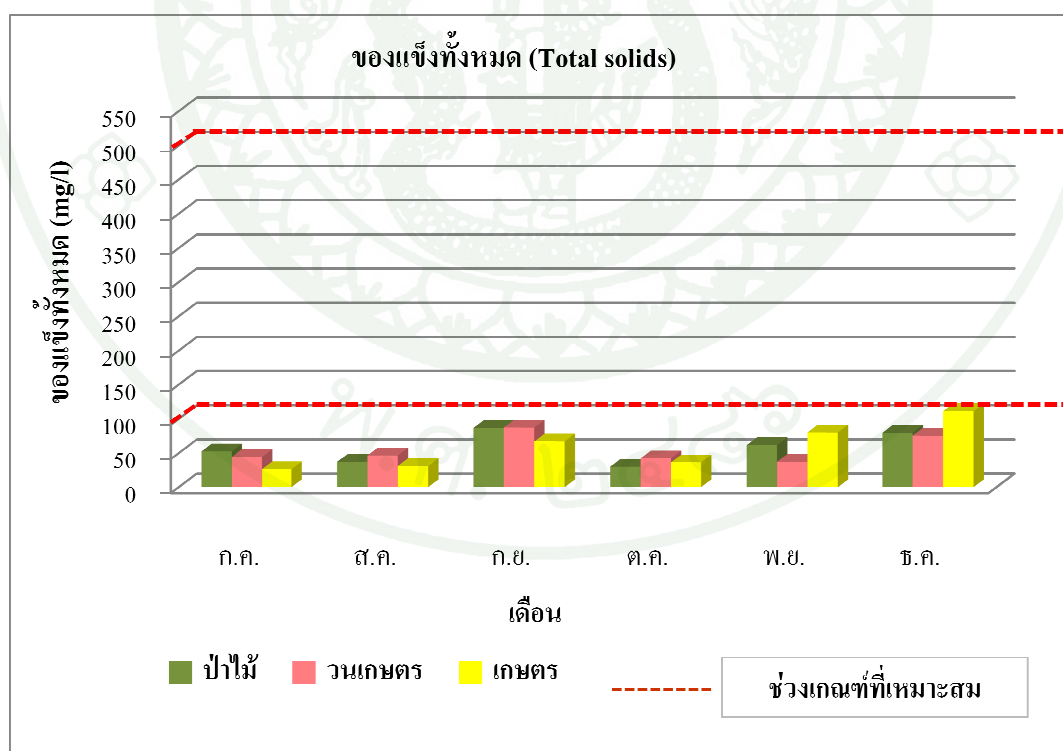
จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่มน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษากับแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีพิสัยอยู่ระหว่าง 150 - 300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) พบว่าการนำไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

1.1.3 ของแข็งทั้งหมด (Total solids)

ผลการศึกษาของแข็งทั้งหมด พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าของแข็งทั้งหมด อยู่ระหว่าง 29.90 - 86.90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่วนเกษตร พบว่า มีค่าของแข็งทั้งหมด อยู่ระหว่าง 37.25 - 87.40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ 37.25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าของแข็งทั้งหมด อยู่ระหว่าง 26.25 - 111.25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเฉลี่ย 59.13 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 11) ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร เนื่องจากในพื้นที่เกษตรกรรม มีกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การไถพรวนเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การใส่ปุ๋ยในพื้นที่ เป็นต้น จึงส่งผลทำให้มีการชะล้างตะกอนดิน เศษซากใบ รวมทั้งปุ๋ยจากพื้นที่ลงสู่แหล่งน้ำ ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้มีสิ่งปกคลุมดินที่ดีกว่า ช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝนที่มีต่อผิวดิน รวมทั้งช่วยลดการชะล้างของหน้าดินโดยน้ำไหลบ่าหน้าดินก็ มีน้อย และมีการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์น้อยมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิบูลย์ (2539) พบว่าค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ สาเหตุเนื่องจากการชะล้างพังทลายในพื้นที่เกษตรกรรมที่สูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ เช่นเดียวกับสัทธา (2529) พบว่าของแข็งทั้งหมดมีค่าต่ำสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าไม้ และสูงขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน และสอดคล้องกับการศึกษาของ นภาพร (2551) พบว่าค่าของแข็งทั้งหมดในลุ่มน้ำตัวแทนป่าไม้มีค่าน้อยกว่าลุ่มน้ำตัวแทนป่าไม้ผสมเกษตรกรรมและลุ่มน้ำตัวแทนเกษตรกรรม ซึ่งดวงจิตต์ (2532) กล่าวว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเกิดจากปัจจัย ที่มีอิทธิพลหลายประการด้วยกัน คือ ลักษณะและช่วงการใช้ที่ดิน ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำ และปริมาณฝน

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมด ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ของแข็งทั้งหมด (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	52.60	44.40	26.25
สิงหาคม		37.00	46.75	31.00
กันยายน		86.90	87.40	67.10
ตุลาคม		29.90	42.45	36.30
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	61.80	37.25	80.40
ธันวาคม		79.85	75.60	111.25
พิสัย		29.90 - 86.90	37.25 - 87.40	26.25 - 111.25
เฉลี่ย		58.01	55.64	59.13



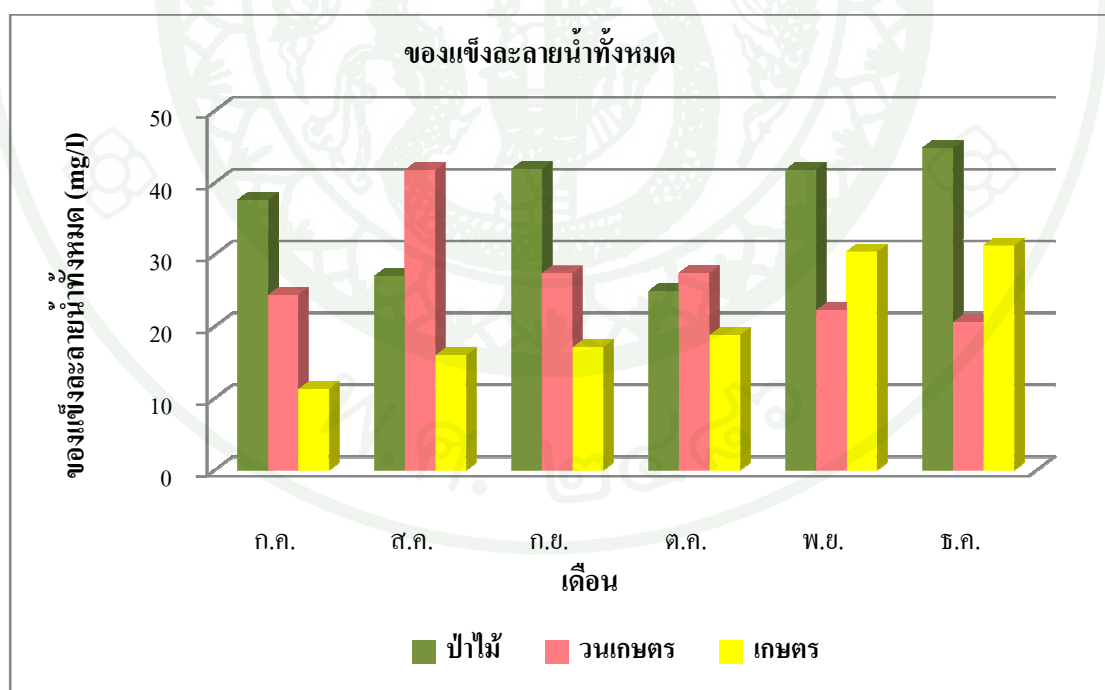
ภาพที่ 11 ของแข็งทั้งหมดรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด

1.1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solid)

จากผลการศึกษาของแข็งละลายน้ำทั้งหมด พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด อยู่ระหว่าง 24.90 - 44.85 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่วนเกษตร พบว่ามีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด อยู่ระหว่าง 20.60 - 41.75 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด อยู่ระหว่าง 11.25 - 31.25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.80 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 12 และภาพที่ 12) ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่ป่าไม้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากในพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณน้ำน้อย น้ำมีลักษณะนิ่ง จึงส่งผลให้ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่ป่าไม้มีค่าสูงกว่าพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำกับแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณรงค์, 2525) พบว่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	37.60	24.40	11.25
สิงหาคม		27.00	41.75	16.00
กันยายน		41.90	27.40	17.10
ตุลาคม		24.90	27.45	18.80
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	41.80	22.25	30.40
ธันวาคม		44.85	20.60	31.25
เฉลี่ย		24.90 - 44.85	20.60 - 41.75	11.25 - 31.25
เฉลี่ย		36.34	27.31	20.80



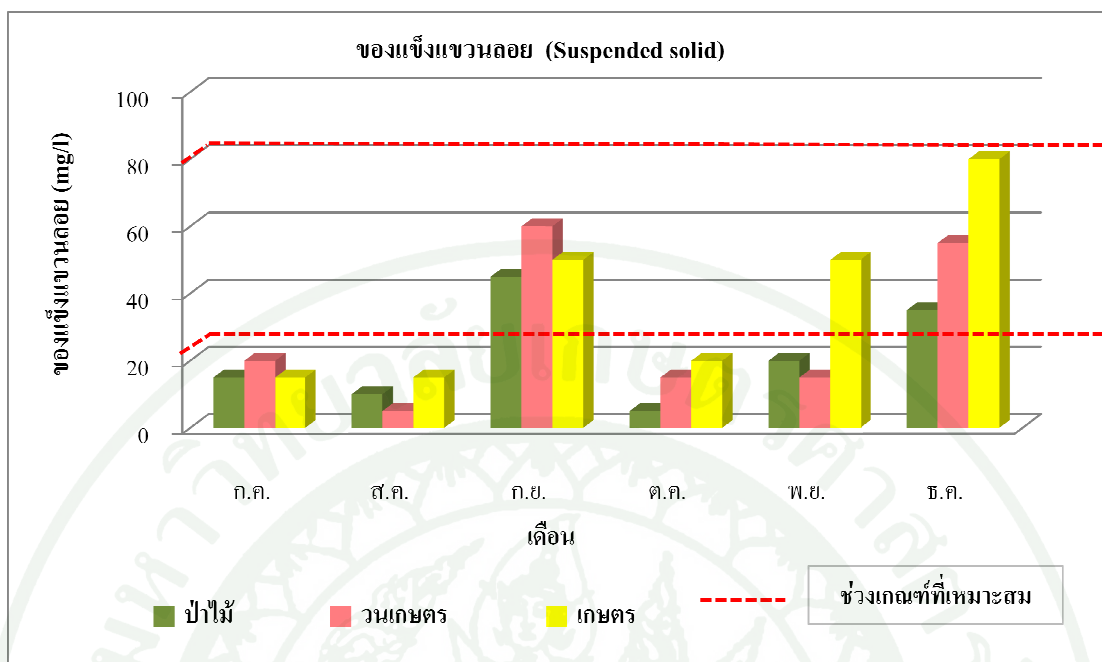
ภาพที่ 12 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

1.1.3 ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)

จากผลการศึกษาของแข็งแขวนลอย พบว่า ในพื้นที่ป่าไม่มีค่าของแข็งแขวนลอย อยู่ระหว่าง 5.00 - 45.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.67 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่วนเกษตร พบว่ามีค่าของแข็งแขวนลอย อยู่ระหว่าง 5.00 - 60.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน มีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าของแข็งแขวนลอย อยู่ระหว่าง 15.00 - 80.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.33 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13) ซึ่งในช่วงน้ำหลากค่าของแข็งแขวนลอยทั้ง 3 กลุ่มน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากในช่วงแล้งฝนมีปริมาณน้ำในลำธารน้อย น้ำไหลช้าจึงทำให้สารแขวนลอยเกิดการตกตะกอน และในช่วงน้ำหลากได้รับอิทธิพลของฝน ซึ่งสอดคล้องกับ วัชรินทร์ (2540) และ ธิดาพร (2540) พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยจะมีค่าสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาคือฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูหนาว เพราะในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำช่วยชะล้างดิน ตะกอนแขวนลอยต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำมากขึ้น นอกจากนี้ค่าแขวนลอยเฉลี่ยของพื้นที่เกษตรกรรมมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่ป่าไม้

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง-คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ของแข็งแขวนลอย (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	15.00	20.00	15.00
สิงหาคม		10.00	5.00	15.00
กันยายน		45.00	60.00	50.00
ตุลาคม		5.00	15.00	20.00
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	20.00	15.00	50.00
ธันวาคม		35.00	55.00	80.00
พิสัย		5.00-45.00	5.00-60.00	15.00-80.00
เฉลี่ย		21.67	28.33	38.33



ภาพที่ 13 ของแข็งแขวนลอยรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง-คลองพืด จังหวัดตราด

จากผลการศึกษาของแข็งแขวนลอยในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งแขวนลอยในพื้นที่ศึกษากับแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีพิสัยอยู่ระหว่าง 25 - 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

1.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

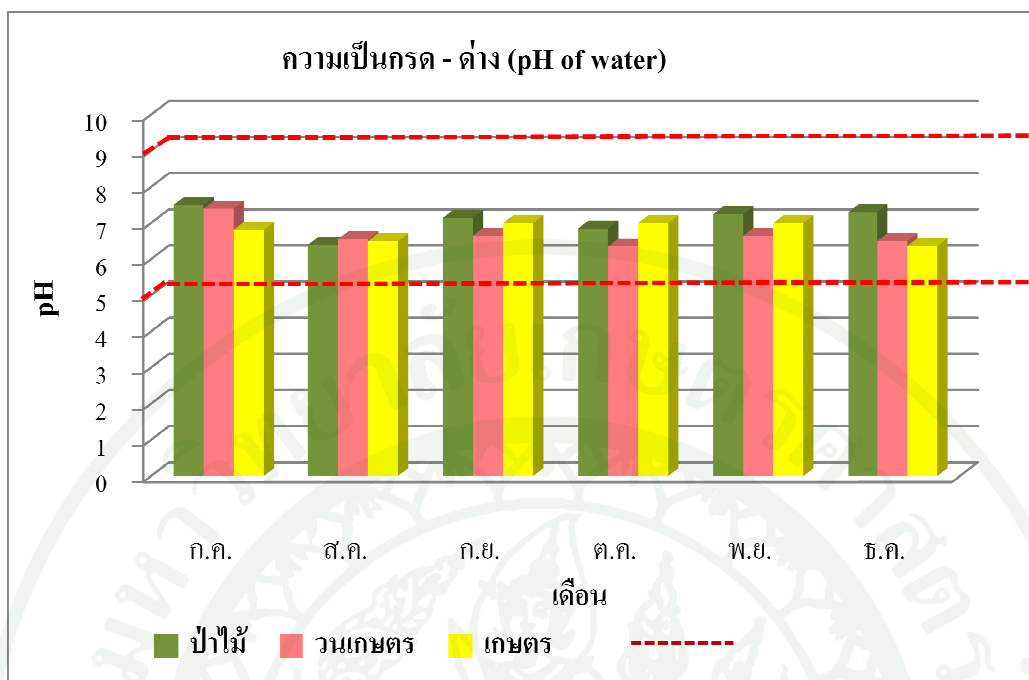
1.2.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ผลการศึกษาความเป็นกรด - ด่าง พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าความเป็นกรด - ด่างอยู่ระหว่าง 6.40 - 7.50 มีค่าสูงสุดเดือนกรกฎาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.08 ในพื้นที่วนเกษตร พบว่า มีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ระหว่าง 6.35 - 7.40 มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.68 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ระหว่าง 6.37 - 7.00 มีค่าสูงสุดในเดือน ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน มีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.78 (ตารางที่ 14 และภาพที่ 14) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยความเป็น-

กรด - ต่างในพื้นที่ป่าไม้มีค่ามากกว่าพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากในพื้นที่ป่าไม้มีลักษณะทางธรณีเป็นภูเขาหินปูน ซึ่งมีแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนตที่เป็นองค์ประกอบสามารถแตกตัวเป็นคาร์บอเนตส่งผลให้น้ำค่อนข้างด่างเล็กน้อย จึงส่งผลให้ความเป็นกรด - ต่างในพื้นที่ป่าไม้สูงกว่าในพื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรมเพียงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับอนันตศักดิ์ (2525) กล่าวว่าน้ำที่ซึมผ่านบริเวณที่มีหินปูน ระดับความเป็นกรดต่างจะสูงขึ้น เช่นเดียวกับ สิทธิชัย (2549) กล่าวว่าระดับความเป็นกรดต่างของน้ำจะผันแปรตามระดับความเป็นกรดต่างของดิน

ตารางที่ 14 ความเป็นกรด - ต่างในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ความเป็นกรด - ต่าง		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	7.50	7.40	6.82
สิงหาคม		6.40	6.55	6.50
กันยายน		7.15	6.55	6.34
ตุลาคม		6.85	6.35	7.00
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	7.25	6.65	7.00
ธันวาคม		7.30	6.50	6.37
พฤษภาคม		6.40-7.50	6.35-7.40	6.37-7.00
เฉลี่ย		7.08	6.68	6.78



ภาพที่ 14 ความเป็นกรด - ด่างรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

จากผลการศึกษาค่าความเป็นกรด - ด่าง ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่างของน้ำในพื้นที่ศึกษากับแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีพิสัยอยู่ระหว่าง 5 - 9 (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) พบว่า ความเป็นกรด - ด่าง ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

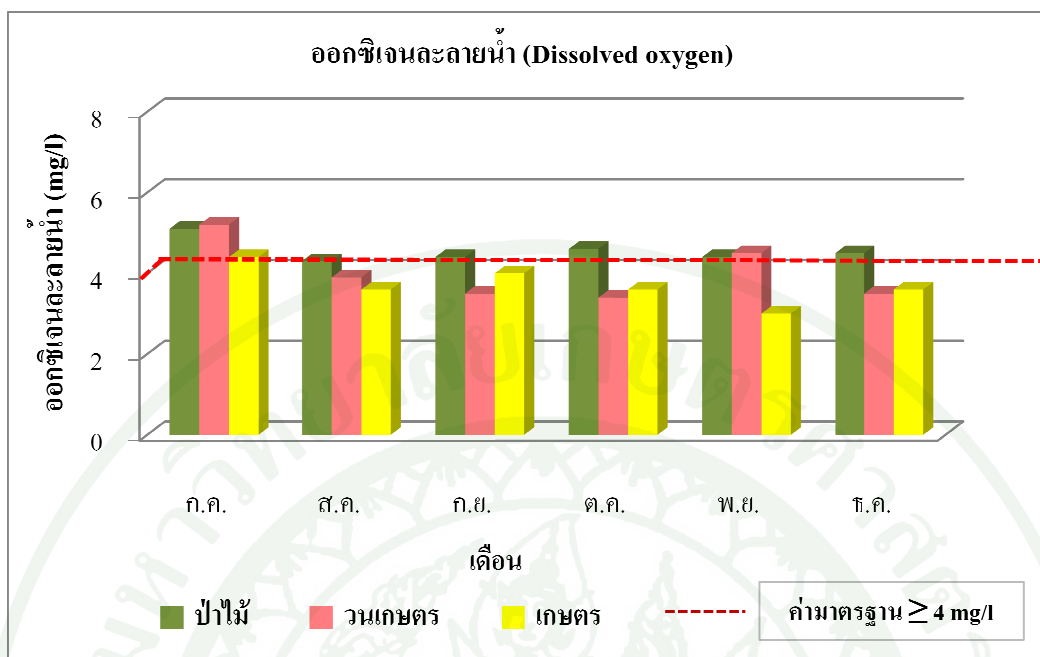
1.2.2 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen)

ผลการศึกษาค่าออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ระหว่าง 4.30 - 5.10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่วนเกษตร พบว่า มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ระหว่าง 3.40 - 5.20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ระหว่าง 3.00 - 4.40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 15 และภาพที่ 15) และพบว่า

ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายในน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าน้อยกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณสารอินทรีย์ เศษซากพืช ที่ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำมากกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร ส่งผลให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานพมาศ (2547) พบว่า ค่าบีโอดีในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงเมื่อผ่านการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร อีกทั้งพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณตะกอนแขวนลอยที่สูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร จึงส่งผลต่อการละลายออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนนภาพกร (2551) กล่าวว่าของแข็งแขวนลอยในน้ำจะเป็นตัวขัดขวางการละลายออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ อีกทั้งในพื้นที่ตัวแทนป่าไม้มีความลาดชันของพื้นที่สูง มีลักษณะการไหลของน้ำในลำธารไม่ราบเรียบ อัตราเติมออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำจึงสูง เช่นเดียวกับ สิทธิชัย (2549) กล่าวว่า การไหลของน้ำที่มีการไหลเร็วและมีการม้วนตัวเกิดขึ้นมาก จะมีออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าน้ำที่อยู่นิ่งหรือ ไหลช้ากว่านอกจากนี้ ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่าในลำธารของพื้นที่ป่าไม้ มีอัตรา การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำสูงจึงส่งผลให้ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น เช่นเดียวกับ ผกาวรรณ (2534) พบว่าพืชน้ำมีอิทธิพลทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจากการสังเคราะห์แสง

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	5.10	5.20	4.40
สิงหาคม		4.30	3.90	3.60
กันยายน		4.40	3.50	4.00
ตุลาคม		4.60	3.40	3.60
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	4.40	4.50	3.00
ธันวาคม		4.50	3.50	3.60
เฉลี่ย		4.30-5.10	3.40-5.20	3.00-4.40
เฉลี่ย		4.55	4.00	3.70



ภาพที่ 15 ออกซิเจนละลายน้ำรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

ซึ่ง นิธิ (2532) กล่าวว่าออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อัตราการไหลของน้ำ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความขุ่นของน้ำ ปริมาณ พืชน้ำ และการใช้ที่ดิน

จากผลการศึกษาออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายในน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

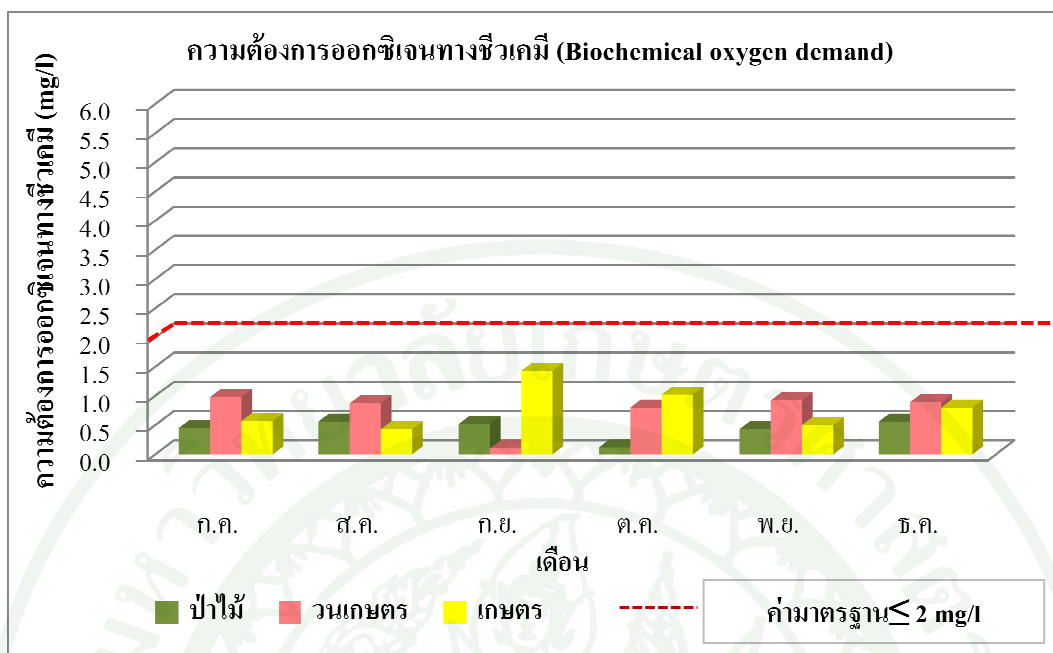
1.2.3 ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand)

ผลการศึกษาค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางเคมี อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเดือนพฤศจิกายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่วนเกษตร พบว่า มีค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางเคมี

อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และ ธันวาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางเคมี อยู่ระหว่าง 0.70 - 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 16 และภาพที่ 16) พบว่า ค่าเฉลี่ยความต้องการปริมาณออกซิเจนทางเคมีในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากในพื้นที่เกษตรกรรมมีการเพาะปลูกพืชทางการเกษตร รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในแปลงเกษตร เมื่อชะล้างลงสู่แหล่งน้ำส่งผลให้ค่าบีโอดีในพื้นที่เกษตรกรรมสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร สอดคล้องกับ นภาพร (2551) พบว่าในพื้นที่การเกษตรมีการชะล้างดิน ตะกอนดินซากพืชผลทางการเกษตร รวมทั้งปุ๋ยจากการเกษตร ลงสู่แหล่งน้ำส่งผลให้ค่าบีโอดีในพื้นที่เกษตรสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่ป่าไม้มีสิ่งปกคลุมที่ดีกว่าจึงทำให้สามารถป้องกันการชะล้างหน้าดินได้ดี เช่นเดียวกับ สิทธิชัย (2548) และ อูราสี (2549) พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีในพื้นที่การเกษตรสูงกว่าในพื้นที่ป่าไม้

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม		0.80	0.80	0.70
สิงหาคม	ช่วงฤดูฝน	0.80	0.80	1.60
กันยายน		0.80	0.80	1.20
ตุลาคม		1.40	1.40	1.40
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	1.60	1.80	1.80
ธันวาคม		1.50	1.60	1.80
เฉลี่ย		0.80 - 1.60	0.80 - 1.80	0.70 - 1.80
เฉลี่ย		1.15	1.20	1.38



ภาพที่ 16 ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแรง - คลองพืด จังหวัดตราด

จากผลการศึกษาค่าบีโอดีในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยบีโอดีในพื้นที่ศึกษากับแหล่งน้ำธรรมชาติ (มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3) ซึ่งกำหนดไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) พบว่าค่าบีโอดีในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

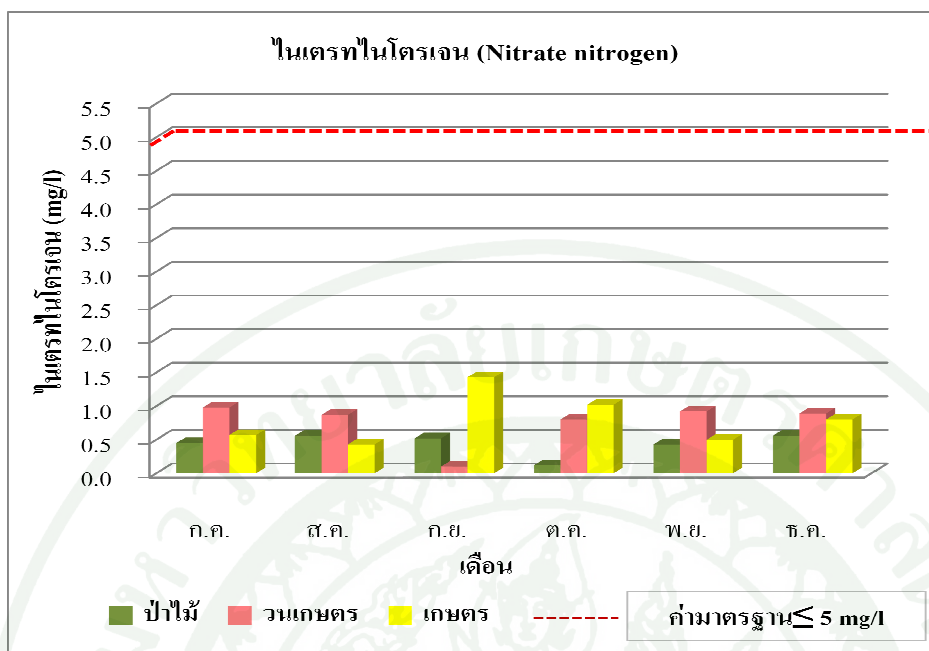
1.9 ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate nitrogen)

ผลการศึกษาค่าไนเตรทไนโตรเจน พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ มีค่าไนเตรทไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.12 - 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และเดือนธันวาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่วนเกษตร พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 - 0.98 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าไนเตรทไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.4 - 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม มีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 17 และภาพที่ 17) ซึ่งค่าเฉลี่ยไนเตรทไนโตรเจนในพื้นที่ป่าไม้มีค่าน้อยกว่า พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม โดยพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าไนเตรท

ไนโตรเจนมากที่สุด เนื่องจากในพื้นที่เกษตรกรรมมีกิจกรรมการใช้ปุ๋ยซึ่งมีองค์ประกอบของไนโตรเจน เมื่อถูกชะล้างจะปนเปื้อนมากับน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ และลักษณะเรือนยอดของของต้นไม้ในพื้นที่เกษตรมีความหนาแน่นน้อยกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร จึงทำให้การชะล้างมีความรุนแรงมากกว่า อีกทั้งอัตราการใส่ปุ๋ยในพื้นที่เกษตรกรรมยังมากกว่าพื้นที่วนเกษตร อย่างไรก็ตามค่าไนเตรทในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตรเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับ สุกานดา (2534) กล่าวว่า ความสัมพันธ์ของสภาพการใช้ที่ดินจะมีแนวโน้มที่มีผลต่อความเข้มข้นของไนเตรท โดยพบว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ความเข้มข้นของไนเตรทเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อพื้นที่เกษตรเพิ่มมากขึ้นความเข้มข้นของ ไนเตรทจะเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ สุภาภรณ์ (2524) พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินจากป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และที่อยู่อาศัยจะมีผลทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไป โดยมีปริมาณธาตุอาหารสูงขึ้น เนื่องจากต้นไม้มีบทบาทในการลดการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำจึงน้อยลงแสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงจะมีผลทำให้ธาตุอาหารในน้ำสูงขึ้น นอกจากนี้ พันธุ์ทิพย์ (2540) กล่าวว่า พื้นที่ป่าธรรมชาติจะเกิดการสูญเสียไนเตรทลงสู่แหล่งน้ำน้อยที่สุดเพราะสภาพป่าสมบูรณ์ มีพืชขึ้นหนาแน่น พรรณไม้ต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไนเตรทไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี จึงมีการปลดปล่อยออกสู่แหล่งน้ำในปริมาณน้อย และป่าไม้โดยทั่วไปจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำและสะสมอาหารได้ ทำให้สูญเสียธาตุอาหารออกจากระบบน้อย

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยไนเตรทไนโตรเจน ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแวง - คลองพิศ จังหวัดตราด

เดือน	ตัวแทน ช่วงฤดูกาล	ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)		
		พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่วนเกษตร	พื้นที่เกษตรกรรม
กรกฎาคม	ช่วงฤดูฝน	0.45	0.98	0.57
สิงหาคม		0.56	0.87	0.43
กันยายน		0.52	0.10	1.43
ตุลาคม		0.12	0.80	1.02
พฤศจิกายน	ช่วงฤดูแล้ง	0.43	0.92	0.50
ธันวาคม		0.56	0.89	0.80
พิสัย		0.12 - 0.56	0.10 - 0.98	0.43 - 1.43
เฉลี่ย		0.44	0.76	0.79



ภาพที่ 17 ไนเตรทไนโตรเจนรายเดือนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตรา

จากผลการศึกษาค่าไนเตรทไนโตรเจนในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนเตรทไนโตรเจนในพื้นที่ศึกษากับแหล่งน้ำธรรมชาติ (มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3) ซึ่งกำหนดไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) พบว่าค่าไนเตรทไนโตรเจนในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

2. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ

2.1 เปรียบเทียบระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ออกซิเจนละลายน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการนำไฟฟ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในขณะที่อุณหภูมิ น้ำของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ความเป็นกรด - ด่าง ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และไนเตรทไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ – คลองพืด จังหวัดตราด

ดัชนี	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน			sig.
	ป่าไม้	วนเกษตร	เกษตรกรรม	
อุณหภูมิน้ำ (°C)	25.62±0.43 ^a	26.38±0.87 ^a	26.83±1.39 ^a	0.12 ^{ns}
การนำไฟฟ้า (us/cm)	58.26±10.37 ^a	44.95±13.42 ^b	31.70±7.63 ^c	0.00**
ของแข็งทั้งหมด (mg/l)	58.01±22.75 ^a	55.64±20.61 ^a	59.13±33.54 ^a	0.98 ^{ns}
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (mg/l)	36.34±8.40 ^a	27.31±7.59 ^{ab}	20.80±8.16 ^b	0.02*
ของแข็งแขวนลอย (mg/l)	21.67±15.38 ^a	28.33±23.17 ^a	38.33±28.26 ^a	0.31 ^{ns}
ความเป็นกรด - ด่าง	7.08±0.40 ^a	6.68±0.36 ^a	6.67±0.139 ^a	0.11 ^{ns}
ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	4.55±0.29 ^a	4.00±0.72 ^{ab}	3.70±0.48 ^b	0.04*
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (mg/l)	1.15±0.42 ^a	1.20±0.46 ^a	1.42±0.42 ^a	0.52 ^{ns}
ไนเตรตไนโตรเจน (mg/l)	0.44±0.16 ^a	0.76±0.33 ^a	0.79±0.38 ^a	0.12 ^{ns}

หมายเหตุ: ^{a, b, c} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05)

2.2 เปรียบเทียบระหว่างช่วงฤดูฝน กับช่วงฤดูแล้ง

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำ ระหว่างช่วงฤดูฝน กับช่วงฤดูแล้ง ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่าในพื้นที่ป่าไม้มีค่าอุณหภูมิ น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พื้นที่วนเกษตรมีความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าของแข็งทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่อุณหภูมิ น้ำ การนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบระหว่างช่วงฤดูฝน กับช่วงฤดูแล้ง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	พื้นที่ป่าไม้			พื้นที่วนเกษตร			พื้นที่เกษตรกรรม		
	ฤดูฝน		T-test	ฤดูฝน		T-test	ฤดูฝน		T-test
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
อุณหภูมิน้ำ (°C)	25.85±0.06	25.15±0.50	- 3.20*	26.75±0.66	25.65±0.92	-1.73	27.65±0.38	24.75±0.25	4.81**
การนำไฟฟ้า (us/cm)	53.15±8.76	68.35±0.42	2.31	45.43±17.27	44.00±1.84	-0.11	26.68±0.82	41.40±0.70	11.33**
ของแข็งทั้งหมด (mg/l)	51.60±25.37	70.85±12.80	0.97	25.26±21.50	56.43±21.12	0.06	40.16±9.21	95.85±15.45	3.33*
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (mg/l)	32.85±8.20	43.35±2.20	1.69	30.28±7.81	21.45±1.20	-1.50	15.80±1.61	30.85±0.45	6.20**
ของแข็งแขวนลอย (mg/l)	27.50±10.60	18.75±17.90	0.61	25.00±12.78	35.00±20.00	0.46	25.00±8.42	65.00±15.00	2.56
ความเป็นกรด - ด่าง	7.00±0.48	7.30±0.00	0.85	6.75±0.22	6.60±0.10	0.44	6.70±0.12	6.70±0.30	0.00
ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	4.60±0.36	4.45±0.07	-0.56	4.00±0.41	4.00±0.50	0.00	3.90±0.19	3.30 ±0.30	-1.76
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (mg/l)	0.95±0.30	1.56±0.07	2.64	0.95±0.193	1.70±0.10	3.22*	1.23±0.19	1.80± 0.00	1.99
ไนเตรตในโตรเจน (mg/l)	0.41±0.20	0.50±0.10	0.53	0.69±0.20	0.90±0.02	0.73	0.86±0.23	0.65±0.15	-0.65

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3. การประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ WQI

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) พบว่าคุณภาพน้ำพื้นที่ป่าไม้มีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 82.81 คะแนน และในพื้นที่วนเกษตรมีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 76.20 คะแนน ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีคะแนนอยู่ระหว่าง 71 - 90 หมายถึง มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 2 โดยสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์ การประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ การอุปโภค และบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ส่วนคุณภาพน้ำพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าคะแนน เท่ากับ 68.90 คะแนน ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 61 - 70 หมายถึง มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม การอุปโภค และบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน สำหรับการประเมินคุณภาพน้ำรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด พบว่า มีค่าคะแนน เท่ากับ 65.45 คะแนน ซึ่งมีคะแนนระหว่าง 61 - 70 หมายถึง มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีใช้ทะเลประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม การอุปโภค และบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 คุณภาพน้ำโดยรวม โดยใช้ WQI ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง - คลองพืด จังหวัดตราด

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่าคะแนน ดัชนีคุณภาพน้ำ	ระดับคุณภาพน้ำ ประเมินโดยใช้ WQI	ประเภทแหล่งน้ำ *
พื้นที่ป่าไม้	82.81	ดี	2
พื้นที่วนเกษตร	76.20	ดี	2
พื้นที่เกษตรกรรม	68.90	พอใช้	3
พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแครง-คลองพืด	65.45	พอใช้	3

หมายเหตุ: * เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำมีค่าเท่ากับ 25.6 26.4 และ 26.8 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 58.22 49.95 และ 31.70 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยมีค่าเท่ากับ 21.67 28.33 และ 38.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ มีค่าเท่ากับ 36.4 27.31 และ 20.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดในน้ำ มีค่าเท่ากับ 58.01 55.64 และ 59.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดต่างมีค่าเท่ากับ 7.08 6.68 และ 6.78 ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 4.55 4.00 และ 3.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีมีค่าเท่ากับ 1.15 1.20 และ 1.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยไนเตรทไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 0.44 0.76 และ 0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทุกดัชนีทั้งในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและแหล่งน้ำธรรมชาติ ยกเว้นค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

ผลการศึกษการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ออกซิเจนละลายน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการนำไฟฟ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในขณะที่อุณหภูมิของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ความเป็นกรด - ด่าง ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และไนเตรทไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบช่วงฤดูกาล ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง พบว่าในพื้นที่ป่าไม้มีค่าอุณหภูมิ น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พื้นที่วนเกษตรมีค่าความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าของแข็งทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่อุณหภูมิ น้ำ การนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

การประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ WQI พบว่า คุณภาพน้ำ ในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด มีคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 82.81 76.20 และ 68.90 ตามลำดับ โดยพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่วนเกษตร มีระดับคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 นอกจากนี้เมื่อประเมินคุณภาพน้ำรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด พบว่ามีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำเท่ากับ 65.45 มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบางประการเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น คุณภาพน้ำทางชีวภาพ การตกค้างของสารฆ่าแมลง เพื่อจะได้ทราบผลของคุณภาพน้ำครบถ้วน
2. การศึกษาคุณภาพน้ำควรมีการตรวจวัด เก็บข้อมูลด้านอื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น ปริมาณน้ำ ปริมาณฝน และลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลร่วมในการสนับสนุนการศึกษาด้านคุณภาพน้ำ
3. จากการศึกษาคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำย่อยห้วยแร่ - คลองพืด จังหวัดตราด มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ จึงควรมีการวางแผนและดำเนินการในด้านการส่งเสริมการปลูกป่า และการทำระบบวนเกษตรเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการช่วยในการพัฒนาคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นอีกทางหนึ่ง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2538. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย.** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2543. **มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2544. **รายงานสถานการณ์และการจัดการมลพิษทางน้ำ พ.ศ. 2541 – 2542.** กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2553. **สรุปรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2553.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. **แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมิวิทยา. 2553. **ข้อมูลอุตุวิทยา และอุทกวิทยา เฉลี่ย 30 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2523 – 2552.** กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.
- กองจัดการคุณภาพน้ำ. 2540. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2522. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ.
- _____. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทประยูร, กรุงเทพฯ.

กรณีการ สิริสิงห์. 2544. **เคมีของน้ำไฮโดรอกซิดและการวิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทรแก้ว. 2526. **การจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2530. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. **การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการเครือข่ายการศึกษวนเกษตรแห่งประเทศไทย. 2547. **แนวทางการศึกษาและวิจัยวนเกษตร**. เครือข่ายการศึกษวนเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. แปลจาก Per G Rudebiger. Peter Taylor and Romulo A Del Castillo. **A Guide to Learning Agroforestry**. Southeast Asian Network for Agroforestry Education, Chiang Mai.

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. 2545. **คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน**. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

คเนส อภิกมลกุล. 2535. **ศึกษาการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

จำเนียร ธรสีลังกู และ นิวัตี เรืองพาณิชย์. 2524. **รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 81**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ ฌ เชียงใหม่. 2525. **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงจิตต์ มณีศรีขำ. 2532. **การตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการของน้ำทำบริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ อุษา วิเศษสุมน. 2535. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธีศักดิ์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ธิดาพร หรรบรรพ์. 2540. **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับแหล่งกักต่อน้ำในแม่น้ำบางประกง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระศักดิ์ บุญชูดวง. 2526. **ผลกระทบการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อสมบัติบางประการของน้ำบริเวณดอยปุย เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นภาพร ทิพมาสน์. 2551. **การตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรมโดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กในลุ่มน้ำแม่ตาง จังหวัดแพร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพมาศ นิพนธ์กิจ. 2547. **การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัติ เรืองพานิช. 2511. **รายงานการเก็บข้อมูลวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุยเชียงใหม่**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2532. **รายงานการเก็บข้อมูลวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิ พลไชย. 2532. สมบัติทางกายภาพของน้ำตามลำน้ำสายหลักของกลุ่มน้ำยม - น่าน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปาริชาติ โล่ห์คำ. 2542. ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อคุณภาพน้ำ
ทางกายภาพในน้ำท่าของกลุ่มน้ำตัวอย่าง กรณีศึกษา: กลุ่มน้ำแม่แตง เข็ญ และคลองยัน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2539. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศกาวรรณ จุฬามณี. 2534. ผลกระทบของการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำต่อศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์ใน
อ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอ
ดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรา วงศ์ชุมพิศ. 2536. คุณภาพน้ำทางกายภาพที่สำคัญบางประการตามชั้นคุณภาพน้ำลุ่มน้ำต่าง ๆ
ในภาคใต้ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก. 2540. บทบาทของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อปริมาณธาตุ
อาหารในน้ำท่าของการบริหารลุ่มน้ำตัวอย่าง (แม่แตง, เข็ญ และคลองยัน). วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ นาคสุวรรณ. 2535. คุณภาพน้ำทางกายภาพบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่าง ๆ ใน
ภาคใต้ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑล จำริญพฤกษ์ และ สมภัทร คลังทรัพย์. 2541. พืชสำคัญในระบบวนเกษตร. สถาบันวิจัยและ
พัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำ และการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย
ทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

มันสิน ตันกุลเวศม์. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มันสิน ตันกุลเวศม์. และ มันรัชต์ ตันกุลเวศน์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. 2539. คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตของบ่อปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัชนีกุล โมราราชกูร์. 2527. การเปรียบเทียบของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำระหว่างช่วงน้ำหลาก และช่วงน้ำแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่ปิง-วัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชรินทร์ คิวเสน. 2540. ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพบริเวณลุ่มน้ำลั่นดิน จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิบูลย์ มหาสินไพศาล. 2539. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการระหว่างพื้นที่ป่าไม้ กับพื้นที่เกษตรกรรมที่ห้วยมะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2524. นิเวศวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2521. ระบบการแบ่งแยกประเภทการใช้ที่ดิน. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถานีวิจัยวนเกษตรตราด. 2546. รายงานฉบับร่างที่ 1 เรื่องการวินิจฉัยพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแรง-คลองพืด เพื่อการพัฒนานวนเกษตรแบบครบวงจร. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สอาด บุญเกิด. 2529. หลักวนเกษตร. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

สามัคคี บุญวัฒน์ เกษม จันทร์แก้ว และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. **การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม**. คณะกรรมการบัณฑิตศึกษาศาखाวิชาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิทธิชัย ดันชนะศฤงศ์. 2548. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการคุณภาพน้ำ บริเวณลุ่มน้ำป่าสัก**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกานดา พัดพาดิ. 2534. **อิทธิพลของลักษณะกายภาพบางประการต่อระดับความเข้มข้นในเตรท และฟอสเฟตในน้ำบริเวณลุ่มน้ำป่าสัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธิลา ตูลยเสถียร โกศล วงศ์สรรค และสสิต วงศ์สวรรค. 2544. **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทรวมสาสน จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุภาภรณ์ สิริโสภณา. 2524. **การศึกษาธาตุอาหารในน้ำและในตะกอนที่มาจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณสถานีวิจัยสระแกว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัทธา มีออง. 2529. **ผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพบริเวณแม่น้ำบางประกง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันตศักดิ์ ส่องพราย. 2525. **ผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำทางกายภาพบริเวณแม่น้ำบางประกง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอิบ เขียวรินทร์มย์. 2525. **หลักการใช้ที่ดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอื้อน ทองพับ. 2528. ผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำในลำธารบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี ทองยัง. 2549. การประเมินปริมาณสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีในพื้นที่การใช้ประโยชน์เกษตรกรรมและป่าไม้ บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA, AWWA and WPCF. 1992. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, United States of America.

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Science Publishing Co, Inc, United States of America.

Center, L.W. (1985). **River Water Quality Monitor**. Lewis Publisher, Inc, Michigan, United States of America.

Csuros, M. 1997. **Environmental Sampling and Analysis Lab Manual**. CRC. Press LLC, United States of America.

EPA. 1973a. **Chemistry of Organomercurials in Aquatic System**. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

_____. 1973b. **A Report of the Committee on Quality Criteria Environmental Studies**. Board U.S. Government Printing office, Washington, D.C.

Holden, W.S. 1970. **Water treatment and Examination**. J & A Churchill, London.

Nair, P.K.R. 1980. **Agroforestry species: a crop sheets manual**. Nairobi, Kenya :International Council for Research in Agroforestry.

Tebbutt, T.H.Y. 1977. **Principles of Water Quality Control**. 2nd ed. University of Birmingham, England.





ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน							
ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1. สี กลิ่นและรส (Colour, odour and Taste)	-	ช	ช'	ช'	ช'	-	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	ช	ช'	ช'	ช'	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
3. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	ช	5-9	5-9	5-9	-	วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่างของน้ำ (pH meter)
4. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ^{2/}	มก./ล.	ช	6.0	4.0	2.0	-	Azide modification
5. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ช	1.5	2.0	4.0	-	Azide modification ที่ 20 องศาเซลเซียส, 5 วัน Multiple tube fermentation technique
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	ช	5,000	20,000	-	-	Multiple tube fermentation technique
7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	ช	1,000	4,000	-	-	Multiple tube fermentation technique

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน							
ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
8. ไนเตรท (NO ₃) ในหน่วย ไนโตรเจน	มก./ล.	๓		5.0		-	Cadmium reduction
9. แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วย ไนโตรเจน	มก./ล.	๓		0.5		-	Distillation nesslerization
10. ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	๓		0.005		-	Distillation, 4 - amino antipyrine
11. ทองแดง (Cu)	มก./ล.	๓		0.1		-	Atomic absorbtion - direct aspiration
12. นิกเกิล (Ni)	มก./ล.	๓		0.1		-	Atomic absorbtion - direct aspiration
13. แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	๓		1.0		-	Atomic absorbtion - direct aspiration
14. สังกะสี (Zn)	มก./ล.	๓		1.0		-	atomic Absorbtion - direct aspiration
15. แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	๓		0.005* 0.05**		-	Atomic absorbtion - airct aspiration
16. โครเมียมชนิด เฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	๓		0.05		-	atomic Absorbtion - airct aspiration

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน							
ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
		ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	
		1	2	3	4	5	
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	๓		0.05		-	Atomic absorption - direct aspiration
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	๓		0.002		-	Atomic absorption cold - vapour technique
19.สารหนู (As)	มก./ล.	๓		0.01		-	Atomic absorption - direct aspiration
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	๓		0.005		-	Pyridine - barbituric Acid
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) – ค่ารังสีเบตา (Beta)	เบคเคอเรล/ล.	๓		0.1		-	Gas - chromatography
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	๓		0.05		-	Gas - chromatography
23.ดีดีที (DDT)	มก./ล.	๓		1.0		-	Gas - chromatography

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน							
ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
24. บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	๓		0.02		-	Gas chromatography
25. ดีลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	๓		0.1		-	Gas chromatography
26. อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	๓		0.1		-	Gas chromatography
27. เฮปตาคลอริ์และเฮปตาคลอริ์ปอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor repositide)	ไมโครกรัม/ล.	๓		0.2		-	Gas chromatography
28. เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	๓		-		-	Gas chromatography

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548 จ)

หมายเหตุ ^{1/} กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

^{2/} ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๓ เป็นไปตามธรรมชาติ

๓' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

*น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

**น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

๐ ซ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่20จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่80จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most probable number

การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่สภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2. การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2. อุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวรุ่งนภา แจ่มจำรัส
เกิดวันที่	16 กรกฎาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	ศศ.บ. (วิทยาการจัดการ) มหาวิทยาลัยศิลปากร
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

