วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.2) May – August 2020
บทความวิจัย

คุณภาพน้ำและการฟอกตัวของธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรี

Water Quality and Self-purification of Creek from National Park in Chanthaburi Province

จักรพันธ์ โพธิพัฒน์[1*] และภัทร ศรีสรวล[2]

Jakkapan Potipat[1*] and Pattara Srisrual[2]

[1]*ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี*

[2]*ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี*

[1]*Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University*

[2]*Department of Statistics, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University*

Received : 12 September 2019

Revised : 29 October 2019

Accepted : 12 November 2019

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและการฟอกตัวของธารน้ำจากน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรี ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงตักในธารน้ำที่ไหลจากน้ำตก 3 แห่ง คือ น้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิง และน้ำตกพลิ้ว ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึง เดือน ธันวาคม 2561 ศึกษาตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทั้งหมด 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ความขุ่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดีและฟอสเฟต ผลการศึกษาคุณภาพของธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่งตามขอบเขตการฟอกตัวของธารน้ำพบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ยกเว้น บีโอดี สอดคล้องกับผลการศึกษาการฟอกตัวของธารน้ำด้วยดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่ชี้ให้เห็นว่าบีโอดีมีสภาพเสื่อมโทรมและมีความสามารถในการฟอกตัวได้ต่ำเนื่องจากอิทธิพลของพื้นที่ทางการเกษตรขนาดใหญ่ที่อยู่ล้อมรอบบริเวณธารน้ำ

คำสำคัญ : การฟอกตัวของธารน้ำ, คุณภาพน้ำ, ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ, อุทยานแห่งชาติ, จังหวัดจันทบุรี

Abstract

This research studied water quality and self-purification of creek from waterfall in Chanthaburi province national park. Three creeks from waterfalls namely; Khao Sip Ha Chan, Krathing and phlio were collected by using grab water sampling during January 2018 - December 2018. Various water quality indicators such as temperature, pH, conductivity, total dissolved solid (TDS), turbidity, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand (BOD) and phosphate (PO_4^{3-}) were determined. All water samples along self-purification boundaries were qualified with surface water quality standard (Class II), except BOD. Likewise, the investigation of self-purification by Water Quality Index (WQI) indicated that degenerated BOD and low recovery rate due to the influence of large agricultural areas around the creek sites.

Keywords : Self-purification, Water quality, Water Quality Index (WQI), National park, Chanthaburi Province

***Corresponding author. E-mail** : bomb1112@yahoo.com

บทนำ

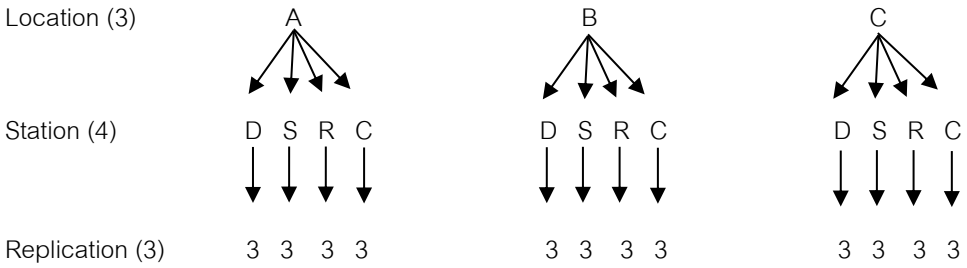
จังหวัดจันทบุรีมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการท่องเที่ยวและการอนุรักษ์ในท้องถิ่นเป็นจำนวนมากที่สำคัญ คือแหล่งน้ำตามธรรมชาติประเภทน้ำตก ลำธาร ชายหาด ป่าชายเลน เป็นต้น ตลอดจนแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์และโบราณคดี แหล่งน้ำตามธรรมชาติประเภทน้ำตกเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความโดดเด่นของจังหวัดจันทบุรีสามารถสร้างประโยชน์ให้กับชุมชนในด้านธุรกิจท่องเที่ยว การสร้างพื้นที่เพื่อการนันทนาการและพักผ่อนหย่อนใจ กับทั้งการเป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ให้กับนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศในขณะที่ทรัพยากรแหล่งน้ำตามธรรมชาติถูกพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวส่งผลให้ระบบนิเวศมีความอ่อนไหวและเสี่ยงต่อการถูกทำลายทั้งจากภัยธรรมชาติและพฤติกรรมของมนุษย์ทั้งที่ตั้งใจและรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หากแหล่งน้ำตามธรรมชาติเหล่านี้ถูกทำลายหรือได้รับความเสียหายจะไม่สามารถฟื้นฟูสภาพกลับมาสมบูรณ์ดังเดิมได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ และอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วเป็นอุทยานชาติที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดจันทบุรีมีความอุมดสมบูรณ์ทางธรรมชาติเป็นแหล่งรวบรวมของพันธุกรรมพืชและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต แต่เอกลักษณ์และจุดเด่นของอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรีที่สามารถสร้างศักยภาพด้านการท่องเที่ยว คือ น้ำตก โดยเฉพาะน้ำตกพลิ้วถือเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้รับความนิยมจากประชาชนเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏยังมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้าร่วมประเพณีนมัสการพระพุทธบาทเขาคิชฌกูฏประมาณ 1,180,090 คนต่อปี (Khao Khitchakut National Park Office, 2015) ผลกระทบจากจำนวนนักท่องเที่ยวที่มีปริมาณสูงในเขตอุทยานแห่งชาติอาจรบกวนสมดุลของระบบนิเวศและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอุทยานให้มีความเสื่อมโทรมลง นอกจากนี้ นโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐ ซึ่งในปี 2560 ยังคงเน้นการท่องเที่ยวภายในประเทศด้วยการเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติควบคู่กับประเพณีและวิถีชีวิตชุมชนท้องถิ่นของประเทศภายใต้การรณรงค์ “ท่องเที่ยววิถีไทย เก๋ไก๋สไตล์ลึกซึ้ง” การเพิ่มขึ้นของรายได้จากการท่องเที่ยวส่งผลให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจและงานบริการต่าง ๆ ภายในแหล่งท่องเที่ยวและพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อรองรับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ธุรกิจที่พัก ร้านอาหาร และกิจกรรมนันทนาการรูปแบบต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการให้กับผู้บริโภคการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสะท้อนถึงความไม่สมดุลระหว่างการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาพื้นที่เพื่อเสริมสร้างรายได้จากการท่องเที่ยวนับตั้งแต่การก่อตั้งโครงการ Amazing Thailand เป็นต้นมา

การพัฒนาแหล่งน้ำตามธรรมชาติเป็นสถานที่ท่องเที่ยวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อคุณค่าการใช้ประโยชน์และสร้างผลกระทบด้านมลพิษทางน้ำ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมพิษ ดำเนินการออกแบบและพัฒนาดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (Water Quality Index: WQI) โดยใช้ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดีและปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ เป็นต้น ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำดังกล่าวสามารถบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำเพื่อช่วยในการบริหารจัดการศักยภาพของแหล่งน้ำให้สามารถรองรับการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมการพัฒนาคุณภาพชีวิต นอกจากนี้ Laowansiri (2013) ชี้ให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีสามารถนำมาใช้พิจารณาความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำโดยเฉพาะผลกระทบจากการปนเปื้อนสารอินทรีย์ ดังนั้น การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำจากอิทธิพลของนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวเมืองรองจึงมีความสำคัญต่อการพิสูจน์ทราบปัญหาและใช้พิจารณามาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับทรัพยากรน้ำในอนาคต การวิจัยนี้มุ่งศึกษาคุณภาพน้ำและกระบวนการฟอกตัวของธารน้ำจากน้ำตกซึ่งถือเป็นขบวนการฟื้นฟูตนเองตามธรรมชาติของระบบนิเวศแหล่งน้ำและเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาสมดุลทางสิ่งแวดล้อมหลังจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างน้ำวางแผนเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึง เดือนธันวาคม 2561 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในธารน้ำที่ไหลมาจากเขตอุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น (น้ำตกเขาสิบห้าชั้น), อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ (น้ำตกกระทิง) และอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว (น้ำตกพลิ้ว) โดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำธารน้ำละ 4 สถานี ตามขอบเขตการฟอกของน้ำ คือ เขตที่มีการสลายตัว (Decomposition zone) เขตที่มีการเน่าเสีย (Septic zone) เขตฟื้นตัว (Recovery zone) และเขตที่มีสภาพปกติ (Clean zone) ในแต่ละสถานีจะทำเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 3 ซ้ำ การวางแผนเก็บตัวอย่างน้ำดำเนินการตามภาพที่ 1

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงหรือแบบแยก (Grab sampling) โดยใช้ขวดปากกว้างขนาด 250 มิลลิลิตรและขวดบีโอดี ขณะเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการบันทึกรายละเอียดของสภาพแวดล้อมของธารน้ำ ได้แก่ อัตราการไหลของธารน้ำ สภาพพื้นท้องน้ำ สภาพความขุ่น ตลิ่งและชายน้ำ รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่พบในแหล่งน้ำ เป็นต้น



หมายเหตุ Location A = อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น (น้ำตกเขาสิบห้าชั้น)
B = อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ (น้ำตกกระทิง)
C = อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว (น้ำตกพลิ้ว)
Station D = Decomposition zone S = Septic zone
R = Recovery zone C = Clean zone

ภาพที่ 1 แผนเก็บตัวอย่างน้ำในธารน้ำจากเขตอุทยานแห่งชาติ 3 แห่งของจังหวัดจันทบุรี

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดำเนินการวิเคราะห์ค่าพีเอช, ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำด้วยการใช้เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบภาคสนาม รุ่น Waterproof Tester Model : 7200 การวิเคราะห์ความขุ่นใช้ Photo meter แบบภาคสนาม รุ่น pHotoFlex ของ WTW การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใช้เทคนิค Azide modification of the winkler method การวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำใช้หลักการเทียบสี (Colorimetric analysis) และทำให้เกิดสีตามวิธีการ Ascorbic acid method ซึ่งอ้างอิงจาก Daungsavat and Somsiri (n.d.) สำหรับการวิเคราะห์บีโอดีใช้เทคนิค BOD_5 (DO_0 - DO_5) ตามวิธีการของ Tungkananuruk and Tungkananuruk (2007) ดังตารางที่ 1

การศึกษาความเร็วของกระแสน้ำในบริเวณที่มีการฟอกตัวของน้ำจะดำเนินการตามวิธีการของ Toyatmak (2011) ด้วยการใช้ลูกเทนนิสปล่อยให้ลอยอย่างอิสระในกระแสน้ำ กำหนดระยะทาง 1 เมตร ทำการจับเวลานับตั้งแต่เริ่มปล่อยลูกเทนนิสและหยุดจับเวลาเมื่อได้ระยะทางตามที่กำหนด คำนวณความเร็วของกระแสน้ำตามสมการ

ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที) = ระยะทางที่กำหนด (เมตร)/เวลา (วินาที)

ตารางที่ 1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

พารามิเตอร์	วิธีการ/เครื่องมือ/อุปกรณ์
อุณหภูมิน้ำ, พีเอช, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ	เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบภาคสนาม รุ่น Waterproof Tester Model: 7200
ความขุ่น	Photo meter รุ่น pHotoFlex ของ WTW
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	Azide modification of the winkler method
บีโอดี	Incubation 5 day and azide modification of the winkler method
ปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ	Ascorbic acid method

การประเมินคุณภาพน้ำในธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรีใช้วิธีการประเมินจาก ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (WQI) ตามวิธีการของ Water Quality Management Office (2014) โดยกำหนดการปรับเทียบค่าคะแนนจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดี (ตารางที่ 2) เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ถูกกำหนดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินและเป็นตัวบ่งชี้ที่นิยมใช้ติดตามตรวจสอบความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (Zubaidah, Karnaningroem and Slamet, 2019)

การวิเคราะห์ข้อมูลแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ 2 ตัวบ่งชี้คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย โดยนำเข้าข้อมูลจากคุณภาพน้ำของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 4 สถานีในแต่ละธารน้ำมากำหนดตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นในรูปของสมการดังนี้

$$Y = b_0 + b_1X$$

เมื่อ Y = ค่าบีโอดี (mg/L)

X = ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)

b_0 และ b_1 เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

ตารางที่ 2 การปรับเทียบตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกับดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ

DO (mg/L)	คะแนน WQI	BOD (mg/L)	คะแนน WQI
0.0 – 4.0	= (15.25 × (DO)) + 0.17	0.0 – 1.5	= (-19.33 × (BOD)) + 100
4.1 – 6.0	= (5 × (DO)) + 41	1.6 – 2.0	= (-20 × (BOD)) + 101
6.1 – 8.4	= (12.08 × (DO)) – 1.5	2.1 – 4.0	= (-15 × (BOD)) + 91
8.5 – 8.9	= (-78 × (DO)) + 755.2	4.1 – (≥8.8)	= (-6.46 × (BOD)) + 56.83
9.0 – 11.2	= (-13.04 × (DO)) + 177.09		
11.3 – (≥15.3)	= (-7.56 × (DO)) + 115.68		

ที่มา : (Water Quality Management Office, 2014)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรี พบว่าธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้นมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.7 – 26.1, ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.98 – 7.49, ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 22.80 – 32.95 μS/cm, ปริมาณของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 27.80 – 41.35 mg/L, ความขุ่นอยู่ในช่วง 2.05 – 3.40 NTU, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.50 – 6.70 mg/L, บีโอดีอยู่ในช่วง 2.85 – 3.90 mg/L, และปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำเท่ากับ 2.20 – 4.65 ppb

ธารน้ำจากน้ำตกกระทิงมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.5 – 25.0, ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.93 – 7.83, ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 14.10 – 22.15 μS/cm, ปริมาณของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 23.85 – 26.65 mg/L, ความขุ่นอยู่ในช่วง 1.15 – 1.85 NTU, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.05 – 7.10 mg/L, บีโอดีอยู่ในช่วง 2.80 – 4.30 mg/L, และปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำเท่ากับ 3.55 – 6.45 ppb

ธารน้ำจากน้ำตกพลิ้วมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.2 – 24.9, ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.14 – 7.88, ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 12.35 – 24.70 μS/cm, ปริมาณของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 19.35 – 29.95 mg/L, ความขุ่นอยู่ในช่วง 3.20 – 3.75 NTU, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.20 – 7.00 mg/L, บีโอดีอยู่ในช่วง 2.65 – 3.55 mg/L, และปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำเท่ากับ 4.30 – 7.00 ppb

ผลการศึกษาความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรีด้วยวิธีการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีชี้ให้เห็นว่าธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิง และน้ำตกพลิ้วมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีและเสื่อมโทรม ตามลำดับ (ตารางที่ 4; ภาพที่ 2 - ภาพที่ 4) ในขณะที่ผลการศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ 2 ตัวบ่งชี้คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีที่ผ่านการฟอกตัวในธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่ง พบว่า ธารน้ำจากน้ำตกกระทิงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดเท่ากับ 0.690 รองลงมาคือ ธารน้ำจากน้ำตกพลิ้วและธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้นพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.435 และ 0.112 ตามลำดับ โดยแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบสมการความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำดังตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรี

สถานี	ความเร็วกระแสน้ำ (m/s)	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (us/cm)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (mg/L)	ความขุ่น (NTU)	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ฟอสเฟต (ppb)
ธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้น									
D	1.5	26.0	7.49	22.80	29.85	2.05	6.50	3.60	2.20
S	1.6	26.1	7.00	23.80	28.20	3.40	6.60	3.90	2.90
R	1.3	26.0	6.98	29.15	27.80	2.05	6.65	3.90	4.65
C	2.0	24.7	7.43	32.95	41.35	2.35	6.70	2.85	4.45
ค่าเฉลี่ย	**1.6**	**25.7**	**7.22**	**27.18**	**31.80**	**2.46**	**6.61**	**3.56**	**3.55**
ธารน้ำจากน้ำตกกระทิง									
D	1.8	24.5	7.83	22.15	26.65	1.55	6.20	2.80	4.45
S	2.6	23.5	7.62	17.60	23.85	1.85	6.05	3.20	6.45
R	1.3	24.7	6.98	16.25	25.40	1.15	7.10	4.30	3.55
C	2.0	25.0	6.93	14.10	23.90	1.30	6.75	3.00	3.85
ค่าเฉลี่ย	**1.9**	**24.4**	**7.34**	**17.53**	**24.95**	**1.46**	**6.53**	**3.34**	**4.58**
ธารน้ำจากน้ำตกพลิ้ว									
D	2.6	24.8	7.88	17.30	25.15	3.20	6.20	3.20	4.30
S	2.4	24.9	7.14	12.35	19.35	3.30	7.00	2.65	4.85
R	1.9	24.2	7.29	17.35	21.50	3.75	6.50	3.55	4.80
C	1.9	24.4	7.30	24.70	29.95	3.50	6.45	3.10	7.00
ค่าเฉลี่ย	**2.2**	**24.5**	**7.40**	**17.93**	**23.99**	**3.44**	**6.54**	**3.13**	**5.24**
*ค่ามาตรฐาน**	-	ธ	*5-9*	*4,000*[1]	*2,500*[1]	*10.0*[2,3]	*6.0*	*1.5*	*6.0*[2]

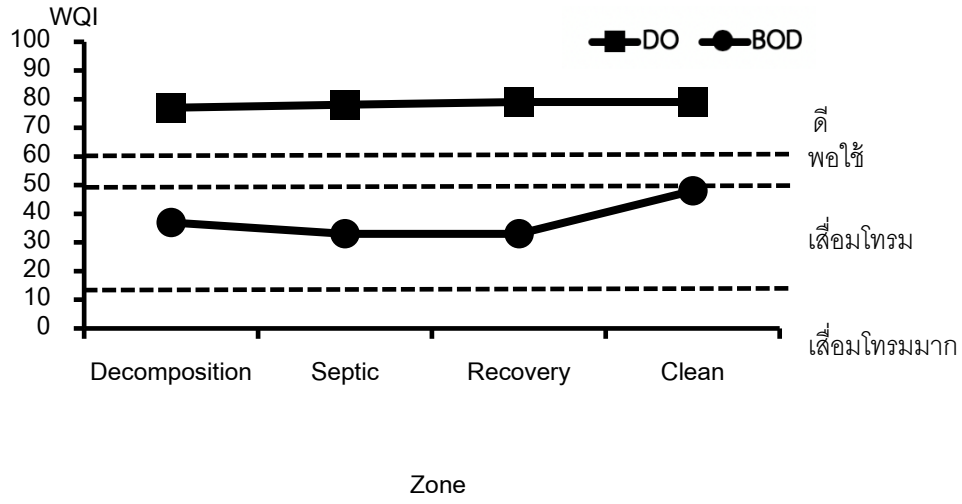
หมายเหตุ สถานี D = Decomposition zone; S = Septic zone; R = Recovery zone; C = Clean zone

*มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) ของกรมควบคุมมลพิษ

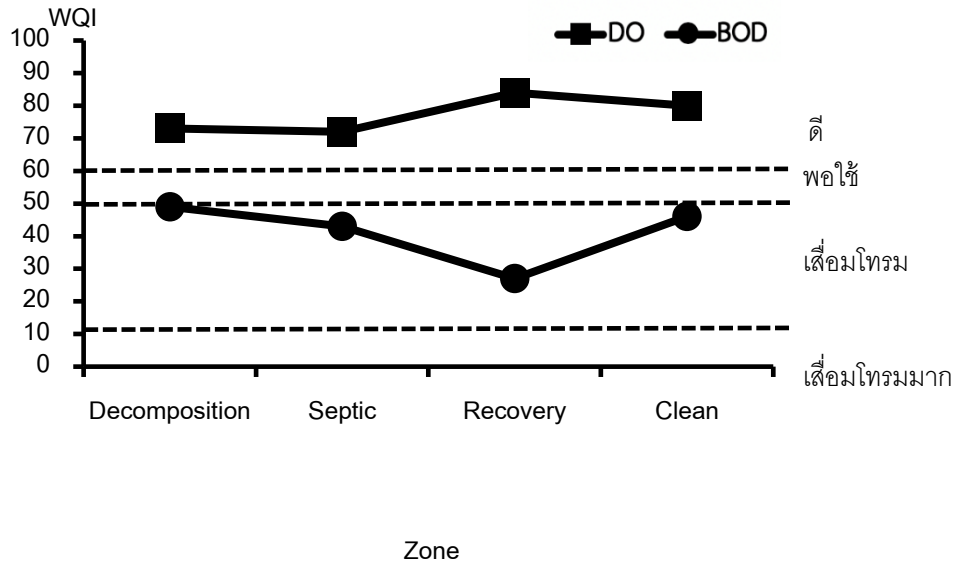
[1]South Dakota Watershed Protection Program (2011)

[2]Bhuiyan *et al*. (2011)

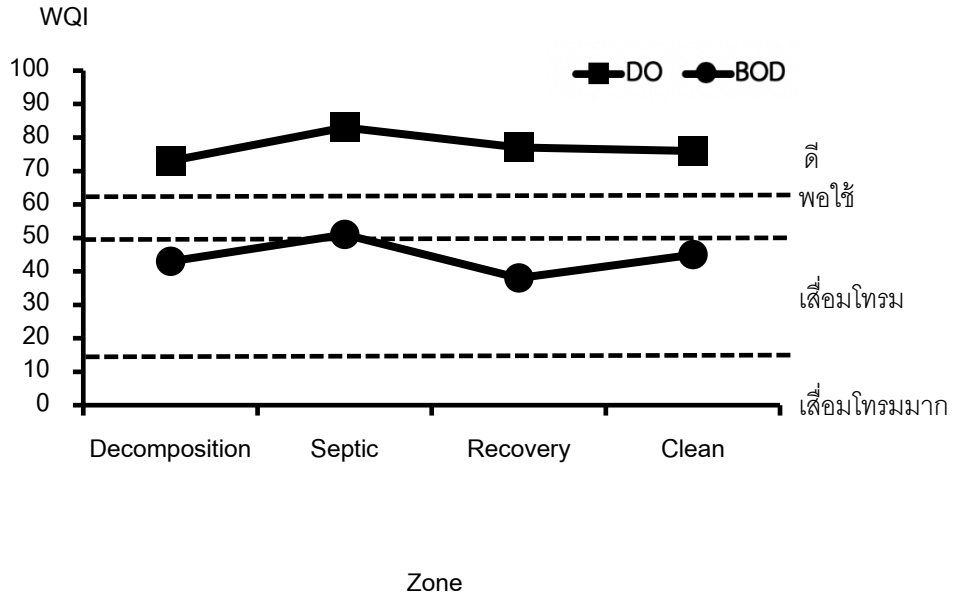
[3]WHO (2004)



ภาพที่ 2 ความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้น



ภาพที่ 3 ความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากน้ำตกกระทิง



ภาพที่ 4 ความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากน้ำตกพลิ้ว

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรี

สถานี	WQI (Water Quality Index)		
	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	บีโอดี (BOD)	DO + BOD
ธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้น			
D	77 (ดี)	37 (เสื่อมโทรม)	53 (เสื่อมโทรม)
S	78 (ดี)	33 (เสื่อมโทรม)	50 (เสื่อมโทรม)
R	79 (ดี)	33 (เสื่อมโทรม)	51 (เสื่อมโทรม)
C	79 (ดี)	48 (เสื่อมโทรม)	62 (พอใช้)
ธารน้ำจากน้ำตกกระทิง			
D	73 (ดี)	49 (เสื่อมโทรม)	60 (เสื่อมโทรม)
S	72 (ดี)	43 (เสื่อมโทรม)	55 (เสื่อมโทรม)
R	84 (ดี)	27 (เสื่อมโทรมมาก)	47 (เสื่อมโทรม)
C	80 (ดี)	46 (เสื่อมโทรม)	61 (พอใช้)
ธารน้ำจากน้ำตกพลิ้ว			
D	73 (ดี)	43 (เสื่อมโทรม)	56 (เสื่อมโทรม)
S	83 (ดี)	51 (เสื่อมโทรม)	65 (พอใช้)
R	77 (ดี)	38 (เสื่อมโทรม)	54 (เสื่อมโทรม)
C	76 (ดี)	45 (เสื่อมโทรม)	58 (เสื่อมโทรม)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีในธารน้ำจากเขตอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรี

ธารน้ำ	สมการความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ	R	*p*-value
น้ำตกเขาสิบห้าชั้น	$Y_{BOD} = 5.968 - 0.364X_{DO}$	0.112	0.730
น้ำตกกระทิง	$Y_{BOD} = -2.714 + 0.925X_{DO}$	0.690	0.013
น้ำตกพลิ้ว	$Y_{BOD} = 6.211 - 0.472X_{DO}$	0.435	0.158

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในธารน้ำจากน้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิงและน้ำตกพลิ้วมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ดังตารางที่ 3 พบว่าค่าบีโอดีของทุกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ali Hussen *et al*. (2019) ที่ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำตก Coban Rondo ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการนันทนาการยกเว้นบีโอดีที่มีค่าเกินมาตรฐานซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 10.8 – 15.6 mg/L González *et al*. (2014) ชี้ให้เห็นว่าค่าบีโอดีที่เพิ่มสูงขึ้นในแหล่งน้ำผิวดินสามารถกระตุ้นกิจกรรมการย่อยสลายทางชีวภาพภายในแหล่งน้ำได้ส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลงในบริเวณปลายน้ำ โดยแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการพัฒนาของมนุษย์

ตารางที่ 6 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากเขตอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรี

ระดับของผลกระทบ/ขีดความสามารถในการฟอกตัวของน้ำ	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)
ค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน*	6	1.5
ไม่มีหรือผลกระทบต่ำ/น้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ดี	มากกว่า 6	น้อยกว่า 1.5
ผลกระทบปานกลาง/น้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้	6	1.5
ผลกระทบสูง/น้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ต่ำ	น้อยกว่า 6	มากกว่า 1.5

*คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และการใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ที่มา : Laowansiri (2013)

จากตารางที่ 6 เมื่อนำตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ 2 ตัวบ่งชี้ คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีมาศึกษาความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำจากเขตอุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรีพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของ

ธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ น้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิงและน้ำตกพลิ้ว ไม่มีผลกระทบหรือน้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ดี กล่าวคือ สถานีเก็บตัวอย่างน้ำทุกสถานีพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 6 mg/L สอดคล้องกับผลการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ชี้ให้เห็นว่าคุณภาพน้ำของธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่งอยู่ในเกณฑ์ดี ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในลำน้ำส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมการสังเคราะห์แสงของพืชและผู้ผลิตในแหล่งน้ำ ในขณะที่ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนจะแปรผันไปตามปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ความดันบรรยากาศ และระดับความเข้มข้นของปริมาณเกลือแร่หรือสารประกอบอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำ (Mandal *et al*., 2012) โดยกลไกการฟอกตัวของน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติในเขตการสลายตัว (Decomposition zone) มักพบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าแตกต่างกันเป็นช่วงกว้างตั้งแต่ 2 mg/L ขึ้นไป บริเวณผิวน้ำตีน้ำให้แตกเป็นฟองได้ค่อนข้างยาก เขตการเน่าเสีย (Septic zone) พบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำน้อยมากหรือไม่พบออกซิเจนเหลืออยู่เลยบางกรณีธารน้ำอาจผ่านจากเขตนี้เข้าสู่เขตฟื้นคืนสภาพได้ โดยเขตฟื้นตัวหรือเขตฟื้นคืนสภาพ (Recovery zone) พบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น น้ำขุ่นน้อยลง มีกลิ่นน้อยมากหรือไม่มีกลิ่น และเขตสะอาดหรือสภาพปกติ (Clean zone) พบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5-10 mg/L (Sripongpun, 2004)

สำหรับค่าบีโอดีในธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ น้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิงและน้ำตกพลิ้ว มีผลกระทบสูงหรือน้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ต่ำ กล่าวคือ ธารน้ำตกทั้ง 3 แห่งพบค่าบีโอดีสูงกว่า 1.5 mg/L สอดคล้องกับผลการประเมินดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำจากค่าบีโอดีที่ชี้ให้เห็นว่าคุณภาพน้ำของธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่งอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ดังนั้น ธารน้ำจากน้ำตกทั้ง 3 แห่งควรใช้ระยะทางเพิ่มขึ้นเพื่อให้การฟอกตัวของน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ในบริเวณดังกล่าวจะต้องปราศจากแหล่งกำเนิดมลพิษโดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่มาจากวัตถุดิบและปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรม จังหวัดจันทบุรีมีการถือครองที่ดินสำหรับการทำเกษตรกรรมมากที่สุดในภาคตะวันออกเท่ากับ 1,626,223 ไร่ (National Statistical Office, 2009) โดยเศษวัสดุที่เหลือใช้ในทางการเกษตร ปุ๋ยอินทรีย์ ซากพืชซากสัตว์ที่หมุนเวียนในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นแหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ที่สำคัญที่จะลงสู่แหล่งน้ำผิวดินและส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำทำให้ค่าบีโอดีสูงขึ้น นอกจากนี้ การที่ธารน้ำจากน้ำตกได้รับการปนเปื้อนสิ่งสกปรกและสารอินทรีย์มาจากอิทธิพลของพื้นที่ทางการเกษตรขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่โดยรอบธารน้ำซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Non-point sources) (Uddin *et al*., 2014; Judová and Janský, 2005)

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำและการฟอกตัวของธารน้ำจากอุทยานแห่งชาติในจังหวัดจันทบุรีพบว่าสถานีเก็บตัวอย่างน้ำทุกสถานีพบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 6 mg/L ในขณะที่ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงระหว่าง 2.65 – 4.30 mg/L ซึ่งดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำบ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ดีและเสื่อมโทรม ตามลำดับ ดังนั้น เราสามารถนำมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2537 มาประยุกต์ใช้ควบคู่กับดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (WQI) เพื่อประเมินและบริหารจัดการคุณภาพน้ำผิวดินให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามาตรฐานของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดีในแหล่งน้ำผิวดิน กับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินจากดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (WQI)

ประเภทที่	คุณค่าการใช้ประโยชน์	ค่ามาตรฐาน		WQI (Water Quality Index)	
		ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	บีโอดี	คะแนน	คุณภาพแหล่งน้ำ
1	การอุปโภคบริโภค	ธ	ธ	91 – 100	ดีมาก
2	การอนุรักษ์สัตว์น้ำ	≥ 6.0	≤ 1.5	71 – 90	ดี
3	การเกษตร	≥ 4.0	≤ 2.0	61 – 70	พอใช้
4	การอุตสาหกรรม	≥ 2.0	≤ 4.0	31 – 60	เสื่อมโทรม
5	การคมนาคม	-	-	0 – 30	เสื่อมโทรมมาก

ที่มา : ปรับปรุงจาก Water Quality Management Office (2014)

สรุปผลการวิจัย

อุทยานแห่งชาติของจังหวัดจันทบุรีมีลักษณะที่โดดเด่นทางธรรมชาติและลักษณะภูมิประเทศที่อุดมไปด้วยพืชพรรณธรรมชาติ สัตว์ป่าและความหลากหลายทางชีวภาพ มีทิวทัศน์รอบบริเวณอุทยานที่สวยงามร่มรื่น สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิชาการ การพัฒนากิจกรรมนันทนาการเพื่อการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในธารน้ำจากน้ำตก 3 แห่ง ได้แก่ น้ำตกเขาสิบห้าชั้น น้ำตกกระทิงและน้ำตกพลิ้ว ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏและอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว ตามลำดับ พบว่าตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ยกเว้นค่าบีโอดี ในขณะที่ความความสามารถในการฟอกตัวของธารน้ำตกชี้ให้เห็นว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่มีผลกระทบหรือน้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ดี แต่บีโอดีมีผลกระทบสูงหรือน้ำมีความสามารถในการฟอกตัวได้ต่ำเนื่องจากอิทธิพลจากพื้นที่ทางการเกษตรขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บริเวณโดยรอบธารน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 กับทั้งได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์และสารเคมีเพื่อวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Ali Hussen, A.M.E., Retnaningdyah, C., Hakim, L., & Soemarno, S. (2019). The variations of physical and chemical water quality in Coban Rondo waterfall, Malang Indonesia. In *The 9th International Conference on Global Resource Conservation (ICGRC) and AJI from Ritsumeikan University* (pp. 050011-1 to 050011-11). Kyoto: Ritsumeikan University.

Bhuiyan, M.A.H., Rakib, M.A., Dampare, S.B., Ganyaglo, S., & Suzuki, S. (2011). Surface water quality assessment in the central part of Bangladesh using multivariate analysis. *KSCE Journal of Civil Engineering,* 15(6), 995-1003.

Daungsavat, M., & Somsiri, J. (n.d.). *Water properties and analysis for fisheries research.* Bangkok: Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

González, S.O., Almeida, C.A., Calderón, M., Mallea, M.A., & González, P. (2014). Assessment of the water self-purification capacity on a river affected by organic pollution: application of chemometrics in spatial and temporal variations. *Environmental Science and Pollution Research,* 21(18), 10583-10593.

Judová, P., & Janský, B. (2005). Water quality in rural areas of the Czech Republic: key study Slapanka river catchment. Limnologica, *35*, 160-168.

Khao Khitchakut National Park Office. (2015). *The statistical tourism during the opening worship at the buddha footprint area of Khao Khitchakut, Chanthaburi Province 2014.* Chathaburi: Khao Khitchakut National Park Office. (in Thai)

Laowansiri, S. (2013). Recreational carrying capacity in term of waterfall quality of Phu Kradueng National Park. *SDU Research Journal (Science and Technology), 6*(2), 139-151. (in Thai)

Mandal, S., Debnath, M., Ray, S., Ghosh, P.B., Roy, M., & Ray, S. (2012). Dynamic modelling of dissolved oxygen in the creeks of Sagar island, Hooghly–Matla estuarine system, West Bengal, India. *Applied Mathematical Modelling, 36*(12), 5952-5963.

National Statistical Office. (2009). Statistics of land, whole kingdom: 2002 - 2011. Bangkok: National Statistical Office. (in Thai)

South Dakota Watershed Protection Program. (2011). *Total dissolved solids and specific conductance total maximum daily load evaluation of Freeman lake, Jackson country, South Dakota.* South Dakota: South Dakota Department of Environment and Natural Resources.

Sripongpun, G. (2004). *Water pollution.* (3rd Ed). Nakhon Pathom: Silpakorn University Printing House. (in Thai)

Toyatmak, P. (2011). *The use of EPT group as bioindicator of water quality at Ton Nga Chang Waterfall, Songkhla Province.* Master Thesis, Prince of Songkla University. (in Thai)

Tungkananuruk, N., & Tungkananuruk, K. (2007). *Principle of chemical water quality analysis.* Bangkok: Publisher of Kasetsart University. (in Thai)

Uddin, M.N., Alam, M.S., Mobin, M.N., & Miah, M.A. (2014). An assessment of the river water quality parameters: a case of Jamuna river. *Journal of Environmental Science and Natural Resources, 7*(1), 249-256.

Water Quality Management Office. (2014). Manual of performance for monitoring surface water quality. Bangkok: Pollution Control Department. (in Thai)

WHO. (2004). *Guidelines for drinking-water quality.* (3rd Ed). Geneva: World Health Organization.

Zubaidah, T., Karnaningroem, N., & Slamet, A. (2019). The self-purification ability in the rivers of Banjarmasin, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering, 20*(2), 177-182.