

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูเรือ Comparison of Water Quality of Waterfalls in Phu Ruea National Park

สุนันทา เนตะคำ¹, สุนันทา เลาวันศิริ^{2*}

Sunanta Natakam¹, Sunantha Laowansiri^{2*}

Received : 1 May 2018 ; Accepted : 16 July 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูเรือ โดยศึกษาน้ำตกจำนวน 4 แห่ง คือ น้ำตกห้วยไผ่ น้ำตกหินสามชั้น น้ำตกห้วยเตย และน้ำตกเลิศพบ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีการจ้วงตัก ช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง 3 ช่วง คือ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด เก็บตัวอย่างเวลา 08.00 น. – 16.00 น. โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 – เดือนกรกฎาคม 2558 พารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำตก ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ความขุ่น บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ที่เคเอ็น ของแข็งแขวนลอย และแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำผิวดินของน้ำตกทั้ง 4 แห่ง เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ พบว่า น้ำตกห้วยไผ่ น้ำตกหินสามชั้น และน้ำตกเลิศพบ จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ในขณะที่น้ำตกห้วยเตยช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในขณะที่ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย น้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ ทั้ง 4 แห่ง จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ น้ำตก อุทยานแห่งชาติภูเรือ

Abstract

The purpose of this research was to study waterfall quality of Phu Ruea National Park. Four waterfalls were selected as sampling locations; namely Huai Phai Waterfall, Hin Sam Chan Waterfall, Huai Toei Waterfall and Lead Phob Waterfall. Grab samples and water samples were collected in three periods; during low, medium and high number of tourists. Samples were collected from 08:00 am to 04:00 pm during February 2015 - July 2015. Waterfall quality parameters were pH, Temperature, Turbidity, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Suspended Solids (SS) and Total Coliform Bacteria. The magnitude of the treatment was analyzed by One Way ANOVA. In addition, the data obtained were analyzed by computer program, mean, standard deviation with the Least Significance Difference (LSD) method which was set at 0.05 level of significance.

During the period of high number of tourists, water quality was classified in the 4th class of surface water quality standard. During the period of medium number of tourists, Huai Phai Waterfall, Hin Sam Chan Waterfall and Lert Phob Waterfall were also classified in the 4th class surface water quality standard, while Huai Toei Waterfall was classified in the 3rd class surface water quality standard. During the period of low number of tourists, water qualities of the four waterfalls were classified in the 5th class surface water quality standard.

Keywords: Water Quality, Waterfall, Phu Ruea National Park

¹ นิสิตปริญญาโท, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Graduate students, ² Asst.Prof., Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand

* Corresponding author; Asst. Prof. Sunantha Laowansiri, Ph.D. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand. E-mail: sunantha.l@msu.ac.th

บทนำ

อุทยานแห่งชาติภูเรือ อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย ที่ชื่อนานานมาว่า "ภูเรือ" เพราะมีภูเขาสูงหนึ่งมีชะง่อนผายื่นออกมาดูคล้ายเรือสำเภาใหญ่ และที่ราบบนยอดเขามีลักษณะคล้ายท้องเรือตลอดจนมีธรรมชาติและทิวทัศน์ที่สวยงาม จัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2522 นับเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 16 ของประเทศ เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงระดับประเทศ ตลอดจนมีทิวทัศน์ที่สวยงามและมีน้ำตกที่ขึ้นชื่อหลายแห่ง เช่น น้ำตกห้วยไผ่ น้ำตกหินสามชั้น น้ำตกห้วยเตย และน้ำตกเลิศพบ¹ เป็นต้น นักท่องเที่ยวได้หลงใหลมาเที่ยวที่อุทยานแห่งชาติภูเรือเป็นจำนวนมาก โดยในปี 2554, 2555 และ 2556 มีนักท่องเที่ยวจำนวน 132,435 140,907 และ 94,871 คน ตามลำดับ โดยเดือนที่มีนักท่องเที่ยวมากที่สุด คือเดือนธันวาคม² การปล่อยให้มีการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวที่มากเกินไปเกินการรองรับของแหล่งท่องเที่ยวอาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของอุทยาน เช่น ปัญหามลพิษทางน้ำจากการท่องเที่ยว ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำของน้ำตกปัญหาการทิ้งขยะจากการท่องเที่ยว การทำลายทรัพยากรธรรมชาติจากความไม่ตั้งใจของนักท่องเที่ยว รวมทั้งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติจากกิจกรรมนันทนาการต่างๆ และอาจส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวในระยะยาว ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำตกกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดินในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำตกกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดินในอุทยานแห่งชาติภูเรือ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. วัสดุและอุปกรณ์

1. กระบอกและขวดเก็บน้ำ
2. เครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดิน
3. ปีกเกอร์
4. หลอดหยด
5. เครื่องชั่งอย่างละเอียด
6. ถ้วยระเหย 100 มล.
7. ชุดกรอง
8. กรวยบुकเนอร์ขนาด 100 ลบ.ซม.
9. ขวดรูปชมพู่
10. กระบอกตวง
11. อุปกรณ์กรองประกอบด้วยที่ยึด Filter แบบ

Gooch crucible adapter

2. วิธีการศึกษา

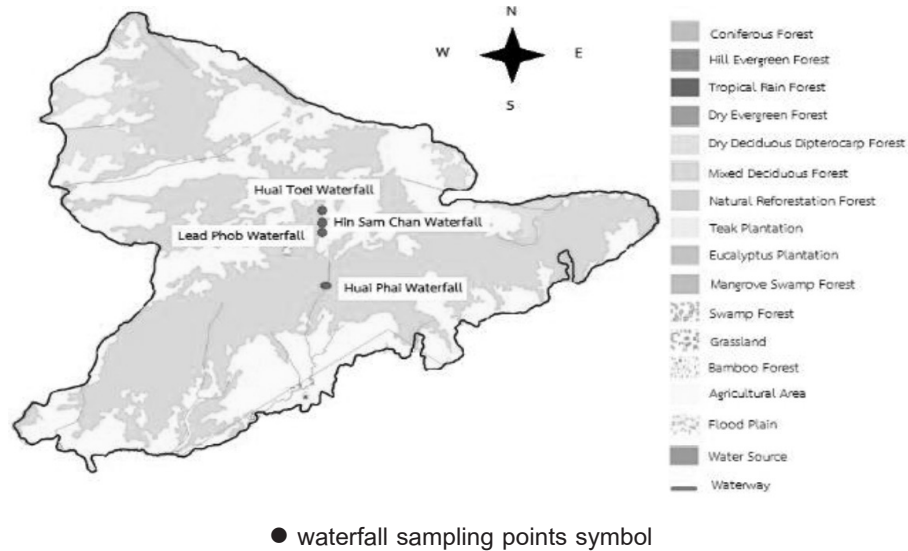
การเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ช่วง คือ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด เก็บตัวอย่างน้ำเวลา 08.00 น.-16.00 น. โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 - เดือนกรกฎาคม 2558

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ ณ อุทยานแห่งชาติภูเรือ น้ำตก 4 แห่ง ได้แก่ น้ำตกห้วยไผ่ น้ำตกหินสามชั้น น้ำตกห้วยเตย และน้ำตกเลิศพบ (Figure 1)

การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำตก โดยเก็บตัวอย่างแบบจ้วงตัก (Garb sample) การเก็บตัวอย่างน้ำตกเพื่อวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ ความขุ่น พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย บีโอดี และทีเคเอ็น โดยเก็บน้ำตกที่กึ่งกลางความกว้างและความลึกของลำน้ำ และเลือกเก็บน้ำที่บริเวณน้ำค่อนข้างนิ่งและอยู่ห่างออกจากบริเวณน้ำตก ในขณะที่ค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดเก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร



● waterfall sampling points symbol
Figure 1 Waterfall sampling points of Phu Ruea National Park

วิธีการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างแต่ละแห่ง 4 ครั้ง (แต่ละครั้งวิเคราะห์ 3 ซ้ำ) โดยงานวิจัยเป็นเชิงสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ผู้วิจัยใช้แผนการทดลองแบบ 4 x 3 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยหลัก ได้แก่

- Huai Phai = น้ำตกห้วยไผ่
- Hin Sam Chan = น้ำตกหินสามชั้น
- Huai Toei = น้ำตกห้วยเตย
- Lead Phob = น้ำตกเลศพบ
- ปัจจัยรอง ได้แก่

Low visitor = ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย คือ ช่วงวันทำการวันจันทร์-ศุกร์ มีจำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 81 คน

Medium visitor = ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ คือ ช่วงวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ มีจำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 219 คน

High visitor = ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด คือ ช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์ มีจำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 353 คน

ดังนั้นการทดลองนี้จึงประกอบด้วย 12 Treatment combination ดังนี้

1. Treatment 1 (T1) = Huai Phai + Low visitor

2. Treatment 2 (T2) = Huai Phai + Medium visitor
3. Treatment 3 (T3) = Huai Phai + High visitor
4. Treatment 4 (T4) = Hin Sam Chan + Low visitor
5. Treatment 5 (T5) = Hin Sam Chan + Medium visitor
6. Treatment 6 (T6) = Hin Sam Chan + High visitor
7. Treatment 7 (T7) = Huai Toei + Low visitor
8. Treatment 8 (T8) = Huai Toei + Medium visitor
9. Treatment 9 (T9) = Huai Toei + High visitor
10. Treatment 10 (T10) = Lead Phob + Low visitor
11. Treatment 11 (T11) = Lead Phob + Medium visitor
12. Treatment 12 (T12) = Lead Phob + High visitor

Table 1 Analysis of waterfalls sample

Parameter	Method of analysis
pH	pH Meter
Temperature	Thermometer measurement during sampling
Turbidity	Turbidity Meter
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	Azide Modification at 20 °C for 5 consecutive days
DO (Dissolved oxygen)	Azide Modification
Total Kjeldahl Nitrogen	Kjeldahl
Suspended Solid	Glass Fiber Filter at temperature 103-105 °C
Total Coliform Bacteria	Multiple Tube Fermentation Technique

ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ในแต่ละ Treatment combination แล้ววัดค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

- pH
- Temperature
- Turbidity
- Biochemical Oxygen Demand
- Dissolved Oxygen
- Total Kjeldahl Nitrogen
- Suspended Solid
- Total Coliform Bacteria

ซึ่งวิธีวิเคราะห์น้ำตกในงานวิจัยดัง Table 1 ตามเกณฑ์มาตรฐานการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและน้ำเสีย³

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของชุดทดลองตัวอย่าง แต่ละชุดมี 4 ซ้ำ จึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย วิธี Least Significance Difference (LSD) โดยใช้ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$)^{4,5}

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

คุณภาพน้ำตกทางกายภาพ

น้ำตกทั้ง 4 แห่ง ในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ พบว่า สีของน้ำตกหินสามชั้น มีลักษณะค่อนข้างขุ่น และมี กลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากใบไม้ที่ร่วงทับถมเนื่องจากน้ำตกแห่งนี้ไม่มีการไหลของน้ำตก มีน้ำขัง ในหน้าแล้งมีน้ำแห้งขุด มีนักท่องเที่ยวมากเพราะเป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้ที่ทำการอุทยานไม่ต้องเดินไกล น้ำตกห้วยไผ่ลักษณะของน้ำมีสีใส ไม่มีกลิ่นแต่มีความขุ่นอยู่บ้างเล็กน้อย ไม่ค่อยมีนักท่องเที่ยวไปเที่ยว เนื่องจาก น้ำตกห้วยไผ่ อยู่ไกล ต้องใช้เวลาในการเดินทางมากน้ำตกห้วยเตย ลักษณะของน้ำมีสีใส ไม่มีกลิ่นและมีความขุ่นเล็กน้อย น้ำตกเลิศพบ ลักษณะสีของน้ำใสมาก ไม่มีกลิ่น เนื่องจากมีการไหลของน้ำและมีนักท่องเที่ยวนิยมไปเที่ยว เนื่องจากอยู่ไม่ไกลจากที่ทำการอุทยาน

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำตกทั้ง 4 แห่งของอุทยานแห่งชาติภูเรือ

Table 2 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดน้ำตก และ ชนิดของช่วงจำนวนนักท่องเที่ยว (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 และ T12) กับความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ ของคุณภาพน้ำ

Table 2 The interaction between type of waterfall and type of visitor number period for the relationship of the various waterfall quality parameter

Parameters	Waterfall + Visitor number period												SEM	P-value
	Huai Phai			Hin Sam Chan			Huai Toei			Lead Phob				
	Low (T1)	Medium (T2)	High (T3)	Low (T1)	Medium (T2)	High (T3)	Low (T1)	Medium (T2)	High (T3)	Low (T1)	Medium (T2)	High (T3)		
pH	6.667	6.870	6.838	5.805	5.862	5.525	5.050	5.790	5.625	6.117	6.300	5.713	0.266	0.561
Temperature (°C)	24.900	23.400	23.200	23.625	21.625	22.900	25.025	24.000	22.775	25.350	23.650	24.575	1.247	0.970
Turbidity (NTU)	6.328	3.963	8.365	12.678	7.833	15.787	9.175	8.218	6.285	3.380	3.803	7.315	2.798	0.688
BOD (mg/L)	5.900	3.100	5.830	6.235	1.925	5.700	7.495	2.513	3.873	7.750	2.045	2.335	2.122	0.885
DO (mg/L)	6.630	3.040	2.100	5.603	8.353	5.155	19.420	5.028	4.860	5.935	4.535	4.650	3.874	0.390
TKN (mg/L)	2.020	2.153	2.390	1.555	1.360	2.490	2.550	1.605	2.080	1.690	1.625	1.355	0.372	0.333
SS (mg/L)	2.068	1.563	2.165	3.175	3.758	4.827	3.588	5.740	4.015	2.562	1.737	3.075	0.646	0.153
Total Coliform	95.950 ^b	122.650 ^b	125.750 ^b	91.050 ^b	115.150 ^b	236.075 ^a	96.750 ^b	123.500 ^b	94.243 ^b	141.450 ^b	115.138 ^b	148.750 ^b	20.583	0.005
Bacteria (MPN/100 mL)														

Remark: pH is Potential of Hydrogen Ion, BOD is Biochemical Oxygen Demand, DO is Dissolved Oxygen, TKN is Total Kjeldahl Nitrogen, SS is Suspended Solid,

SEM is Standard Error in Mean; () is parameter of unit

a, b with difference letter show significant statistical difference (P<0.05)

Table 3 The interaction type of waterfall and type of visitor number period for the relationship of the various waterfall quality parameters

Parameters	Type of waterfall				SEM	P- value	Type of visitor number period			SEM	P- value
	Huai Phai	Hin Sam Chan	Huai Toei	Lead Phob			Low	Medium	High		
pH	6.792 ^a	5.731 ^b	5.488 ^b	6.043 ^b	0.154	<0.001	5.910 ^a	6.206 ^a	5.925 ^a	0.133	0.223
Temperature (° C)	23.833 ^a	22.717 ^a	23.933 ^a	24.525 ^a	0.720	0.362	24.725 ^a	23.169 ^a	23.362 ^a	0.624	0.172
Turbidity (NTU)	6.218 ^b	12.099 ^a	7.893 ^a	4.832 ^b	1.616	0.018	7.890 ^a	5.954 ^a	9.438 ^a	1.399	0.225
BOD (mg/L)	4.943 ^a	4.620 ^a	4.627 ^a	4.043 ^a	1.225	0.963	6.845 ^a	2.396 ^b	4.434 ^a	1.061	0.019
DO (mg/L)	3.923 ^a	6.370 ^a	9.769 ^a	5.040 ^a	2.237	0.294	9.397 ^a	5.239 ^a	4.191 ^a	1.937	0.147
TKN (mg/L)	2.188 ^a	1.802 ^a	2.078 ^a	1.557 ^b	0.215	0.174	1.954 ^a	1.686 ^a	2.079 ^a	0.186	0.322
SS (mg/L)	1.932 ^c	3.920 ^a	4.448 ^a	2.458 ^b	0.373	<0.001	2.848 ^a	3.199 ^a	3.521 ^a	0.323	0.349
Total Coliform Bacteria (MPN/100 mL)	114.783 ^a	147.425 ^a	104.831 ^b	135.112 ^a	11.884	0.065	106.300 ^b	119.109 ^b	151.204 ^a	10.292	0.012

Remark: pH is Potential of Hydrogen Ion, BOD is Biochemical Oxygen Demand, DO is Dissolved Oxygen, TKN is Total Kjeldahl Nitrogen, SS is Suspended Solid, SEM is Standard Error in Mean; () is parameter of unit

a, b, c with difference letter show significant statistical difference (P<0.05)

ค่าพีเอช อุณหภูมิ ความขุ่น บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ทีเค เอ็น และของแข็งแขวนลอย มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 ในขณะที่แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 และ Table 2 พบว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยพบว่าน้ำตกหินสามชั้น ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด (T6) มีค่าแบคทีเรีย โคลิฟอร์มสูงที่สุด เท่ากับ 236.075 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร เนื่องจากน้ำตกแห่งนี้ไม่มีการไหลของน้ำ และมีใบไม้ทับถม และมีจำนวนนักท่องเที่ยวมาทำกิจกรรมมากที่สุดเนื่องจากอยู่ใกล้ ทำให้น้ำตกหินสามชั้นมีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดที่สูงกว่าน้ำตกแห่งอื่นๆ ในขณะที่น้ำตกห้วยไผ่ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด น้ำตกหินสามชั้นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ น้ำตกห้วยไผ่ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด และน้ำตกเลิศพบช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดค่าสูงสุดไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน⁶ ประเภทที่ 2 ที่ได้กำหนดไว้ไม่เกินกว่า 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร จากงานวิจัยของแสงสวรรค์ และนภวรรณ⁶ ได้ศึกษาผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติกรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเอราวัณ พบว่าคุณภาพน้ำโดยภาพรวมบริเวณน้ำตกเอราวัณอยู่ในเกณฑ์ดี และปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดโดยเฉลี่ยบริเวณน้ำตกเอราวัณมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงกลางวัน และสูงสุดเมื่อเวลา 16.00 น. เท่ากับ 553.00 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และมีแนวโน้มลดลงจนเริ่มคงที่เมื่อ 20.00 น. ซึ่งเมื่อพิจารณาจากเวลาที่ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมีค่าสูงสุดจนถึงเวลาที่ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดลดลงจนมีแนวโน้มคงที่พบว่าใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง

Table 3 แสดงอิทธิพลร่วมของชนิดน้ำตกกับความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ ของคุณภาพน้ำทั้ง 4 แห่ง พบว่าค่าพีเอชมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยค่าพีเอชของน้ำตกห้วยไผ่สูงที่สุดเท่ากับ 6.792 ซึ่ง

สอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน⁶ พบว่าค่าพีเอชของคุณภาพน้ำตามธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 5-9 รองลงมาได้แก่ น้ำตกเลิศพบ น้ำตกหินสามชั้น และน้ำตกห้วยไผ่ ค่าความขุ่นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 ค่าความขุ่นสูงสุดคือน้ำตกหินสามชั้นและน้ำตกห้วยไผ่ มีค่าความขุ่นเท่ากับ 12.099 เอ็นทียู และ 7.893 เอ็นทียู อาจมีสาเหตุมาจากน้ำตกหินสามชั้นมีใบไม้ร่วงทับถมและมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการมากกว่าน้ำตกอื่นๆ ทำให้น้ำตกหินสามชั้นมีความขุ่นที่สูงกว่าน้ำตกอื่นๆ จากงานวิจัยของรพีพรรณ และเกตุสุดา⁷ ได้ศึกษาผลการวัดค่าความขุ่นในน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง 6 แห่ง ได้แก่ น้ำตกวังขวาง น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์และน้ำตกโผนพบ พบว่าค่าความขุ่น ในน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติ ภูกระดึงทั้ง 6 แห่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.73-8.11 เอ็นทียู โดยน้ำตกวังขวางมีค่าความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 8.11 เอ็นทียู พบว่าน้ำตกวังขวางเป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้สถานประกอบการมีการปล่อยน้ำทิ้งจากการทำกิจกรรมต่างๆ เป็นเหตุให้น้ำตกวังขวางมีค่าความขุ่นสูงกว่าน้ำตกอื่นๆ โดยในการศึกษานี้ค่าของแข็งแขวนลอย มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 ค่าของแข็งแขวนลอยสูงสุดคือน้ำตกห้วยไผ่และน้ำตกหินสามชั้น มีค่าเท่ากับ 4.448 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.920 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ น้ำตกเลิศพบ และน้ำตกห้วยไผ่ มีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 2.458 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 1.932 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดน้ำตก พบว่าไม่มีผลต่ออุณหภูมิ บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ทีเคเอ็น และแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด แต่เมื่อศึกษาอิทธิพลชนิดของช่วงจำนวนนักท่องเที่ยว พบว่าชนิดของช่วงจำนวนนักท่องเที่ยวไม่มีผลต่อค่าพีเอช อุณหภูมิ ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ ทีเคเอ็น และของแข็งแขวนลอย ในขณะที่ค่าบีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยมีค่าบีโอดีมากที่สุดในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อยและนักท่องเที่ยวสูงสุด มีค่าเท่ากับ 6.845 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4.434 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติมีค่าบีโอดีน้อยที่สุดเท่ากับ 2.396 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดน้ำตก และชนิดของช่วงจำนวนนักท่องเที่ยว (T1 ถึง T12)

Table 4 The surface water quality standards of waterfalls in Phu Ruea National Park

Tourist range	Waterfall	Surface water type
Low visitor	Huai Phai	Surface water source type 4
	Hin Sam Chan	Surface water source type 4
	Huai Toei	Surface water source type 4
	Lead Phob	Surface water source type 4
Medium visitor	Huai Phai	Surface water source type 4
	Hin Sam Chan	Surface water source type 4
	Huai Toei	Surface water source type 3
	Lead Phob	Surface water source type 4
High visitor	Huai Phai	Surface water source type 5
	Hin Sam Chan	Surface water source type 5
	Huai Toei	Surface water source type 5
	Lead Phob	Surface water source type 5

Table 4 แสดงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน⁶ ของน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ ทั้ง 4 แห่ง ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 คือ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และเพื่อการอุตสาหกรรม ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ น้ำตกหินสามชั้น และน้ำตกเลิศพบ จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ในขณะที่น้ำตกห้วยเตย จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และการเกษตร และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย น้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ ทั้ง 4 แห่ง จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 คือ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม งานวิจัยของนพมาศ⁹ ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง และตอนล่าง โดยศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 เขต คือ เขตชุมชน เขตเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม พบว่าเขตชุมชนมีคุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 4 และในเขตเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมคุณภาพน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 งานวิจัยของ

วรางค์ลักษณ์ และชัยวัฒน์¹⁰ ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนเมืองจังหวัดพิษณุโลก การดำเนินการวิจัยใช้วิธีเก็บ ตัวอย่างน้ำแบบตัวอย่างเดี่ยวที่กลางแม่น้ำของแม่น้ำน่านในพื้นที่เกษตรกรรมอันได้แก่ อำเภอพรหมพิราม และชุมชนเมืองในเขต อำเภอเมือง พื้นที่ละ 3 จุด นำมาวิเคราะห์หาอุณหภูมิ พีเอช ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ และ บีโอดีของน้ำเดือนละ 1 ครั้งทุกเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2542-สิงหาคม 2543 ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ และบีโอดีแปรผันตามฤดูกาลเป็นหลัก เมื่อนำคุณภาพน้ำมาจัดประเภทแหล่งน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยประเภทที่ 1 มีคุณภาพดีที่สุดจนถึงประเภทที่ 5 มีคุณภาพแย่มากที่สุด ผลปรากฏว่า คุณภาพน้ำโดยรวมส่วนใหญ่จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สรุปได้ว่าแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านพื้นที่ทั้งสองสามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปาได้ โดยแม่น้ำน่าน ช่วงที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรมีคุณภาพดีเหมาะสมสำหรับการทำการเกษตร ในขณะที่คุณภาพน้ำช่วงที่ไหลผ่านชุมชนเมืองสามารถนำไปใช้เพื่อการอุตสาหกรรมได้ แสดงให้เห็นว่าแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม อำเภอพรหมพิรามมีคุณภาพดีกว่าช่วงที่ไหลผ่านชุมชนเมือง และงานวิจัยพัชรี และคณะ¹¹ ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำมูลที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอเมือง อำเภอพิบูลย์มังสาหารและอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี โดยเก็บตัวอย่างน้ำในฤดูหนาว ฤดูแล้ง และฤดูฝน ปี 2545-2546 พบว่าน้ำมูลมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 3 ซึ่งมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการท่องเที่ยวได้

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพน้ำของน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือ จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินในบริเวณอุทยานแห่งชาติภูเรือ อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย พบว่าน้ำตกหินสามชั้น ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุดมีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดมากที่สุด ส่งผลให้คุณภาพน้ำต่ำที่สุด เนื่องจากน้ำตกแห่งนี้ไม่มีกรไลของน้ำ และมีใบไม้ทับถม และมีจำนวนนักท่องเที่ยวมาทำกิจกรรมมากที่สุดเนื่องจากอยู่ใกล้ และเดินทางมาสะดวก โดยการศึกษาพบว่าช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด น้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือทั้ง 4 แห่ง จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 เช่นเดียวกับช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ น้ำตกห้วยไผ่ น้ำตกหินสามชั้นและน้ำตกเลิศ พบ จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ห้วยเตย จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย น้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูเรือทั้ง 4 แห่ง จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5

ข้อเสนอแนะ

1. เสนอแนะให้อุทยานแห่งชาติภูเรือจำกัดจำนวนนักท่องเที่ยว และมีการเพิ่มแนวทางในการปิดอุทยานภูเรือในช่วงฤดูแล้ง (หน้าร้อน) ที่น้ำตกแห่งนี้ขอ เพื่อฟื้นฟูคุณภาพน้ำ และลดปัญหาที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำตก
2. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำตกในช่วงฤดูร้อน ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรทำงานวิจัยทั้ง 3 ฤดู เป็นระยะเวลา 1 ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูเรือ ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. อุทยานแห่งชาติภูเรือ. ข้อมูลอุทยานแห่งชาติภูเรือ. 2557. ได้จาก : <http://www.dnp.go.th/parkreserve/forprint.asp?npid=33&lg=1> Sep.28, 2014.
2. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ได้จาก : <http://www.dnp.go.th/otec/application/application.htm> Sep.1, 2014.

3. American Water Works Association/ American Public Works Association/Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington, D.C.; 2012.
4. นิภาพร ชุตินันต์. การออกแบบการทดลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาสารคาม: หจ.ก.อภิชาติการพิมพ์; 2559.
5. อนันต์ชัย เชื้อนธรรม. วิธีการทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549.
6. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537). ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.
7. รพีพรรณ เพ็ชรอยู่, เกศสุดา เบญจพรหม. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง. วิจัยปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมชุมชน. หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2554.
8. แสงสรรค์ ภูมิสถาน, นภวรรณ ฐานะกาญจน์. ผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติ : กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเอราวัณ. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2547.
9. นพมาศ นิพนธ์กิจ. การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2547.
10. วรศักดิ์ลักษณะ ช่อนกลิ่น และชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง. คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนเมืองจังหวัดพิษณุโลก. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548; 13(1): 37-44.
11. พัชรี บุญศิริ, ประดิษฐ์ สุนทรวารินทร์, เปรมใจ อารีจิตรา นุสรณ์, รวี หาญเผชิญ และธาดา สุทธิธรรม. คุณภาพน้ำในแม่น้ำมูลที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อการท่องเที่ยวทางน้ำ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2551; 13(1):153-162.