

ขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตก
ของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง**
Recreational Carrying Capacity in Terms of Waterfalls Quality of
Phu Kradueng National Park

สุนันtha เลาว์ณย์ศิริ*

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง โดยศึกษาน้ำตกจำนวน 6 แห่ง คือ น้ำตกวังหลวง น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโพนพบ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีการจ้วงตัก ณ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุดและนักท่องเที่ยวปกติ พารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำตก ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่เคเอ็น (Total kjeldahl nitrogen, TKN) บีโอดี (BOD) ของแข็งแขวนลอย (SS) อุณหภูมิ (Temperature) พีเอช (pH) ค่าความขุ่น (Turbidity) และแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด พบว่าช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุดและนักท่องเที่ยวปกติ น้ำตกวังหลวงมีระดับผลกระทบสูง (High impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำปัจจุบันอยู่ในระดับที่เกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่ (Exceeding carrying capacity) ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโพนพบ พบว่าไม่มีผลกระทบหรือมีระดับผลกระทบต่ำ (No/Low impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้ (Below carrying capacity)

คำสำคัญ : ขีดความสามารถการรองรับได้ คุณภาพน้ำ น้ำตก อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: mail:sunantha.l@msu.ac.th

Recreational Carrying Capacity in Terms of Waterfalls Quality
of Phu Kradueng National Park

**งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก งบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Abstract

This research studied recreational carrying capacity in terms of waterfalls quality of Phu Kradueng National Park water from the six waterfalls namely Wang Kwang Waterfall, Phen Phob Waterfall, Phen Phob Mai Waterfall, Tham Yai Waterfall, Than Sawan Waterfall and Phon Phob Waterfall were collected by using grab sampling for the highest visitor number period and normal visitor number period. Water quality analysis parameters were dissolved oxygen (DO), total kjeldahl nitrogen (TKN), biochemical oxygen demand (BOD), suspended solids (SS), temperature, pH, turbidity and total coliform bacteria. The result for the highest visitor number period and normal visitor number period found that Wang Kwang Waterfall had high impact and exceeding recreational carrying capacity level for waterfall quality. Meanwhile, Phen Phob Waterfall, Phen Phob Mai Waterfall, Tham Yai Waterfall, Than Sawan Waterfall and Phon Phob Waterfall had no or low impact and below recreational carrying capacity level for waterfall quality.

Keywords : carrying capacity, water quality, waterfall, Phu Kradueng National Park

บทนำ

ภูกระดึงได้รับการจัดตั้งเป็นป่าสงวนแห่งชาติในปี พ.ศ. 2486 เป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2502 ภูกระดึงเป็นที่รู้จักกันมานานตั้งแต่สมัยสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) ภูกระดึงได้ถูกจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกในจังหวัดเลยและเป็นอุทยานแห่งชาติในลำดับที่ 2 ของประเทศไทย อุทยานแห่งชาติภูกระดึงตั้งอยู่ที่ตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา ยอดตัดเป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่ มีเนื้อที่ประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร มีความสูง 400-1200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปัจจุบันเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมและมีชื่อเสียงมากที่สุดของประเทศไทย แต่ก่อนพื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงเคยเป็นทะเลมาก่อน สภาพทั่วไปประกอบไปด้วยพรรณไม้หลากหลายชนิดสัตว์ป่านานาพันธุ์ และอากาศที่เย็นสบายตลอดปี อุทยานแห่งชาติภูกระดึงเป็นหนึ่งในแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงมากที่สุดแห่งหนึ่ง เนื่องจากมีธรรมชาติที่สวยงามประกอบกับความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ในแต่ละปีจึงมีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมเฉลี่ยปีละหลายหมื่นคน โดยเฉพาะในช่วงวันหยุดติดต่อกันหลายวันจะมีนักท่องเที่ยวขึ้นไปชมและพักผ่อนบนอุทยานแห่งชาติภูกระดึงเป็นจำนวนมาก (อุทยานแห่งชาติภูกระดึง, 2555)

ปัจจุบันมีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมอุทยานแห่งชาติภูกระดึงจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรน้ำมากขึ้นตามมาด้วย เมื่อมีการใช้ทรัพยากรน้ำโดยไม่มีการจัดการน้ำที่ดีหรือไม่มีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่อปัญหาทางน้ำตามมา โดยเฉพาะการปนเปื้อนของมลพิษ

ทางน้ำ ได้แก่ สารอินทรีย์ ไนโตรเจน ธาตุอาหารและสารต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำตกได้ ทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ ทศนิยมภาพไม่น่ามอง ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำน้อยลง ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง

วัตถุประสงค์

ศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติและสูงสุด

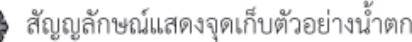
อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำตก

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำตก อุทยานแห่งชาติภูกระดึง 6 จุด ได้แก่ น้ำตกวังหลวง น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ ตามลำดับ ดังภาพที่ 1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด (เฉลี่ย 7,800 คน/วัน) และ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ (เฉลี่ย 800 คน/วัน) โดยเก็บตัวอย่างช่วงละ 2 ครั้ง เก็บตัวอย่างเวลา 08.00 น. - 16.00 น. ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2555 (ช่วงเปิดฤดูท่องเที่ยว ตุลาคม - พฤษภาคม ของทุกปี)

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างที่กำหนดไว้ใช้วิธีเก็บแบบจ้วงตัก (Grab Sampling) โดยเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria) ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ อุณหภูมิ (Temperature) พีเอช (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) บีโอดี (Biochemical oxygen demand, BOD) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids, SS) ทีเคเอ็น (Total kjeldahl nitrogen, TKN) และค่าความขุ่น (Turbidity) เก็บตัวอย่างที่บริเวณจุดกึ่งกลางของความกว้างและความลึกของน้ำตก นำมาวิเคราะห์ตามวิธีการของ AWWA, APHA, WPCF (1998)



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำตกทั้ง 6 จุด

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพน้ำตกช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ

ลักษณะทางกายภาพของน้ำตกทั้ง 6 แห่ง ในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึง พบว่าสีของน้ำตก ว่างว้าง มีลักษณะขุ่น และมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากน้ำตกแห่งนี้อยู่ใกล้สถานประกอบการร้านค้าและ จุดที่พักของนักท่องเที่ยว น้ำตกเพ็ญพบ ลักษณะของน้ำมีสีใส ไม่มีกลิ่น เนื่องจากเป็นน้ำตกที่อยู่ห่างไกล ออกจากสถานประกอบการ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ ลักษณะของน้ำมีสีใส และมีความขุ่นเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น เนื่องจากแหล่งน้ำนั้นอยู่ห่างจากสถานประกอบการมาก และยังเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ในป่าลึก ซึ่งเป็นแหล่ง อาหารของสัตว์ป่า น้ำตกโผนพบ ลักษณะของน้ำมีสีใส แต่มีความขุ่นอยู่บ้างเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น เนื่องจาก เป็นแหล่งน้ำอยู่ในเขตป่าลึก เป็นแหล่งน้ำสำหรับหาอาหารของสัตว์ป่าด้วย และอยู่ห่างจากสถานประกอบการ

น้ำตกถ้ำใหญ่ ลักษณะสีของน้ำค่อนข้างขุ่นมาก ซึ่งเกิดจากใบไม้ที่ร่วงทับถมและจากมูลสัตว์ โดยน้ำตกถ้ำใหญ่เป็นน้ำตกที่อยู่ในป่าลึก และน้ำตกธารสวรรค์ ลักษณะสีของน้ำใสมาก ไม่มีกลิ่น เพราะเป็นน้ำตกต้นน้ำ และอยู่ห่างไกลจากสถานประกอบการ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ ดังตารางที่ 1 พบว่า น้ำตกทั้ง 6 แห่ง มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 17.1 ± 0.35 - 20.1 ± 0.42 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชมีค่าค่อนข้างเป็นกรด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.54 ± 0.03 - 5.87 ± 0.02 น้ำตกวังกวางมีค่าความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 3.84 ± 0.04 เอ็นทียู เนื่องจากน้ำตกแห่งนี้ เป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้สถานประกอบการ ซึ่งมีการปล่อยน้ำทิ้งจากการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การซักล้าง การใช้ห้องน้ำ รวมทั้งการอุปโภคบริโภคผ่านแหล่งน้ำแห่งนี้ ทำให้น้ำตกวังกวางมีค่าความขุ่นที่สูงกว่าน้ำตกอื่นๆ ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ พบว่ามีค่าความขุ่นเท่ากับ 0.26 ± 0.03 , 1.38 ± 0.01 , 0.05 ± 0.00 , 0.15 ± 0.04 และ 0.26 ± 0.03 เอ็นทียู ค่าบีโอดีของน้ำตกวังกวางช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ มีค่าเท่ากับ 1.3 ± 0.14 มก./ล. น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าบีโอดีเท่ากับ 0.4 ± 0.28 , 0.2 ± 0.07 , 0.2 ± 0.00 , 0.4 ± 0.14 และ 0.5 ± 0.21 มก./ล. ตามลำดับ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ พบว่าน้ำตกวังกวางมีค่าออกซิเจนละลายน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 3.7 ± 0.49 มก./ล. น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 6.5 ± 0.14 , 6.4 ± 0.07 , 6.4 ± 0.08 , 6.6 ± 0.14 และ 6.7 ± 0.21 มก./ล. ตามลำดับ น้ำตกวังกวางในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ พบว่าค่าทีเคเอ็น เท่ากับ 1.38 ± 0.01 มก./ล. เนื่องจากอยู่ใกล้กับสถานประกอบการ ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ มีค่าทีเคเอ็น เท่ากับ 1.37 ± 0.02 , 0.84 ± 0.04 , 0.84 ± 0.03 และ 0.28 ± 0.01 มก./ล. ตามลำดับ น้ำตกวังกวาง มีค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 16.0 ± 2.83 มก./ล. น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 6.5 ± 2.47 , 6.5 ± 1.77 , 7.0 ± 2.12 , 6.0 ± 1.41 และ 8.0 ± 0.71 มก./ล. ตามลำดับ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดของน้ำตกวังกวางมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 254 ± 18.38 เอ็มพีเอ็น/100 มล.

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ

น้ำตก	คุณภาพน้ำตก							
	ความขุ่น (เอ็นทียู)	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	บีโอดี (มก./ล.)	ออกซิเจน ละลายน้ำ (มก./ล.)	ทีเคเอ็น (มก./ล.)	ของแข็ง แขวนลอย (มก./ล.)	พีเอช	แบคทีเรีย โคลิฟอร์ม ทั้งหมด (เอ็มพีเอ็น/ 100 มล.)
1. วังกาง	3.84±0.04	17.1±0.35	1.3±0.14	3.7±0.49	1.38±0.01	16.0±2.83	5.87±0.02	254±18.38
2. เพ็ญพบ	0.26±0.03	19.0±0.21	0.4±0.28	6.5±0.14	1.37±0.02	6.5±2.47	5.74±2.79	38±12.02
3. เพ็ญพบใหม่	1.38±0.01	20.1±0.28	0.2±0.07	6.4±0.07	1.37±0.02	6.5±1.77	5.65±0.04	136±6.36
4. ถ้ำใหญ่	0.05±0.00	18.0±0.21	0.2±0.00	6.4±0.08	0.84±0.04	7.0±2.12	5.54±0.03	82±12.73
5. ธารสวรรค์	0.15±0.04	19.0±0.49	0.4±0.14	6.6±0.14	0.84±0.03	6.0±1.41	5.60±0.00	60±14.14
6. โผนพบ	0.26±0.03	20.1±0.42	0.5±0.21	6.7±0.21	0.28±0.01	8.0±0.71	5.74±0.04	114±17.68

2. คุณภาพน้ำตกช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุดดังตารางที่ 2 พบว่า น้ำตกทั้ง 6 แห่ง มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 17.0±0.71 - 19.1±0.57 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วงที่นักท่องเที่ยวสูงสุด ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปลายเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงของฤดูหนาว ค่าพีเอช มีค่าค่อนข้างเป็นกรดอ่อน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.54±0.15 - 6.89±0.08 น้ำตกวังกางมีค่าความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 8.11±0.13 เอ็นทียู เนื่องจากน้ำตกแห่งนี้ เป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้สถานประกอบการ ซึ่งมีการปล่อยน้ำทิ้งจากการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การซักล้าง การใช้ห้องน้ำ รวมทั้งการอุปโภคบริโภคผ่านแหล่งน้ำแห่งนี้ ทำให้น้ำตกวังกางมีค่าความขุ่นที่สูงกว่าน้ำตกอื่นๆ ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด พบว่ามีค่าความขุ่นเท่ากับ 1.71±0.21, 1.52±0.27, 0.73±0.12, 0.97±0.23 และ 1.21±0.21 เอ็นทียู ค่าบีโอดี ของน้ำตกวังกาง มีค่าเท่ากับ 1.4±0.21 มก./ล. น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าบีโอดีเท่ากับ 0.7±0.14, 0.6±0.07, 0.9±0.07, 0.9±0.14 และ 0.6±0.14 มก./ล. ตามลำดับ น้ำตกวังกางมีค่าออกซิเจนละลายน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 4.2±0.42 มก./ล. เนื่องจากน้ำตกวังกางอยู่ใกล้กับสถานประกอบการร้านค้าและบริเวณที่พักของนักท่องเที่ยว ทำให้ได้รับน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ จากร้านค้าและนักท่องเที่ยว น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายน้ำ เท่ากับ 6.5±0.28, 7.0±0.42, 6.8±0.28, 7.0±0.49 และ 6.7±0.35 มก./ล. ตามลำดับ น้ำตกวังกางในช่วงที่มี

นักท่องเที่ยวสูงสุด พบว่าค่าทีเคเอ็น เท่ากับ 8.82 ± 0.83 มก./ล. เนื่องจากอยู่ใกล้กับสถานประกอบการ ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ มีค่าทีเคเอ็น เท่ากับ 3.22 ± 0.55 , 3.78 ± 0.16 , 3.22 ± 0.55 , 4.34 ± 0.47 และ 3.50 ± 0.35 มก./ล. ตามลำดับ น้ำตกวังวาง มีค่าของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 42.0 ± 6.73 มก./ล. น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่ามีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 10.0 ± 3.07 , 6.8 ± 0.80 , 13.0 ± 2.49 , 11.0 ± 3.44 และ 10.0 ± 4.24 มก./ล. ตามลำดับ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดของน้ำตกวังวางมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 314 ± 18.38 เอ็มพีเอ็น/100 มล.

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำตกในเขตอุทยานแห่งชาติภูกระดึงช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด

น้ำตก	คุณภาพน้ำตก							
	ความขุ่น (เอ็นทียู)	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	บีโอดี (มก./ล.)	ออกซิเจน ละลายน้ำ (มก./ล.)	ทีเคเอ็น (มก./ล.)	ของแข็ง แขวนลอย (มก./ล.)	พีเอช	แบคทีเรีย โคลิฟอร์ม ทั้งหมด (เอ็มพีเอ็น/ 100 มล.)
1. วังวาง	8.11 ± 0.13	18.2 ± 0.49	1.4 ± 0.21	4.2 ± 0.42	8.82 ± 0.83	42.0 ± 6.73	6.64 ± 0.18	314 ± 18.38
2. เพ็ญพบ	1.71 ± 0.21	18.1 ± 0.28	0.7 ± 0.14	6.5 ± 0.28	3.22 ± 0.55	10.0 ± 3.07	6.89 ± 0.08	56 ± 10.90
3. เพ็ญพบใหม่	1.52 ± 0.27	19.0 ± 0.42	0.6 ± 0.07	7.0 ± 0.42	3.78 ± 0.16	6.8 ± 0.80	6.55 ± 0.25	148 ± 15.56
4. ถ้ำใหญ่	0.73 ± 0.12	17.2 ± 0.35	0.9 ± 0.07	6.8 ± 0.28	3.22 ± 0.55	13.0 ± 2.49	6.84 ± 0.11	158 ± 15.56
5. ธารสวรรค์	0.97 ± 0.23	17.0 ± 0.71	0.9 ± 0.14	7.0 ± 0.49	4.34 ± 0.47	11.0 ± 3.44	6.54 ± 0.09	64 ± 11.31
6. โผนพบ	1.21 ± 0.21	19.1 ± 0.57	0.6 ± 0.14	6.7 ± 0.35	3.50 ± 0.35	10.0 ± 4.24	6.54 ± 0.15	135 ± 10.61

3. ชัดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ

ชัดเจนความสามารถในการรองรับได้ด้านนันทนาการ (Recreation Carrying Capacity, RCC) หมายถึง ระดับการใช้ประโยชน์สูงสุดของมนุษย์ด้านนันทนาการซึ่งพื้นที่สามารถรองรับได้ โดยที่ก่อให้เกิดผลกระทบไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งยังสามารถให้ประสบการณ์ที่มีคุณภาพแก่ นักท่องเที่ยว ในการมาประกอบกิจกรรมนันทนาการ รวมทั้งนักท่องเที่ยวยังคงพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมที่พบเห็น (Wagar, 1964; Shelby and Heberlein, 1986; WTO and UNEP, 1992; ดรรชนี เอมพันธุ์, 2547; นกวรรณ ฐานะกาญจน์, 2547) ประเภทของชัดเจนความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ มี 5 ประเภท คือ 1) ชัดความสามารถในการรองรับด้านชีว-กายภาพ หรือด้านนิเวศวิทยา (Biophysical or Ecological Carrying Capacity, ECC) 2) ชัดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ (Physical

Carrying Capacity, PCC) 3) ชีตความสามารถในการรองรับด้านสิ่งแวดล้อม (Facility Carrying Capacity, FCC) 4) ชีตความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา (Psychological Carrying Capacity, PsCC) 5) ชีตความสามารถในการรองรับด้านสังคมและวัฒนธรรม (Social and Cultural Carrying Capacity, SCC)

ชีตความสามารถในการรองรับด้านชีว-กายภาพ หรือด้านนิเวศวิทยา (Biophysical or Ecological Carrying Capacity, ECC) เกี่ยวข้องโดยตรงกับทรัพยากรธรรมชาติ โดยคำนึงถึงว่าไม่มีระบบสิ่งแวดล้อมใดที่จะคงทนต่อการใช้ประโยชน์อย่างไม่จำกัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำกัดผลกระทบจากกิจกรรมท่องเที่ยวให้อยู่ในระดับสูงสุดที่ระบบนิเวศหรือสิ่งแวดล้อมจะสามารถคงทนได้โดยไม่เสื่อมโทรมจนยากจะแก้ไขหรือฟื้นฟูขึ้นมาได้ เช่น การลดลงของชนิดพันธุ์สัตว์ป่าและพันธุ์พืชที่เคยปรากฏในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว การพังทลายของดินบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ การเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ เป็นต้น ดังนั้นความเปราะบางและความคงทนของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดชีตความสามารถในการรองรับด้านนิเวศวิทยา” (Shelby and Heberlein, 1986; Wolters, 1991; Hass, 2001; นววรรณ ฐานะกาญจน์ และคณะ, 2541; ดรชนี เอมพันธุ์, 2547)

การประเมินชีตความสามารถในการรองรับด้านนิเวศ (คุณภาพน้ำ) โดยทำการเปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดได้กับ ค่ามาตรฐานที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งหน่วยงานต่างๆ ที่กำหนดไว้ เพื่อประเมินชีตความสามารถในการรองรับด้านนิเวศ (คุณภาพน้ำ) โดยจำแนกปัจจัยผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน ออกเป็น 3 ระดับ คือ ผลกระทบน้อยถึงไม่มีผลกระทบ ผลกระทบปานกลาง และผลกระทบระดับสูง ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2543) ซึ่งสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ทางนันทนาการ ทั้งนี้ในเบื้องต้นนี้มีแนวคิดในการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพผิวดินประเภทที่ 2 เป็นค่าสำหรับเปรียบเทียบ (Standard value) เพื่อกำหนดระดับของผลกระทบ โดยระดับผลกระทบน้อยถึงไม่มีผลกระทบ คุณภาพน้ำจะไม่แตกต่างจากค่ามาตรฐาน ส่วนระดับผลกระทบปานกลาง และผลกระทบสูง จะมีความแตกต่าง (ด้านบวก และลบ) กับค่ามาตรฐานมากขึ้น ส่วนแหล่งน้ำผิวดินกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 เป็นค่าสำหรับเปรียบเทียบ (Standard value) เพื่อกำหนดระดับของผลกระทบ (ดรชนี เอมพันธุ์ และคณะ, 2548, 2550, 2555) (ตารางที่ 3)

เปรียบเทียบตารางที่ 1 และ 2 กับตารางที่ 3 พบว่า ชีตความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการของน้ำตก 6 แห่ง ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติและสูงสุด (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำตกวังแก้วมีระดับผลกระทบสูง (High impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำปัจจุบันอยู่ในระดับที่เกินชีตความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่ (Exceeding CC) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดรชนี เอมพันธุ์ และคณะ (2555) ศึกษาการประเมินชีตความสามารถในการรองรับด้านนิเวศ (คุณภาพน้ำผิวดิน) ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง โดยศึกษาคุณภาพน้ำจากน้ำตกวังแก้ว พบว่า มีค่าบีโอดีเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 39.8 มก./ล. ซึ่งแสดงว่ามีระดับผลกระทบ เกินชีตความสามารถสูงสุดในการรองรับการใช้ประโยชน์ทางนันทนาการ

ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโพนพบ พบว่าไม่มีผลกระทบหรือมีระดับผลกระทบต่ำ (No/Low impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าขีดความสามารถ ในการรองรับได้ (Below CC)

ตารางที่ 3 การกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินสำหรับวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง

ระดับของผลกระทบและระดับขีดความสามารถในการรองรับ	ค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ^{1/}					
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	บีโอดี (มก./ล.)	แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (เอ็มพีเอ็น/100 มล.)	แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100 มล.)
ค่ามาตรฐาน	+ 3 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิปกติ	5-9	6	1.5	5000	1000
ไม่มี/ผลกระทบต่ำ (ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้)	อุณหภูมิปกติ	5.1-8.9	>6	<1.5	<3000	<500
ผลกระทบปานกลาง (ที่และใกล้เคียงขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่)	ที่อุณหภูมิปกติ + 1- 3 องศาเซลเซียส	5 หรือ 9	6	1.5	3000-5000	500-1000
ผลกระทบสูง (เกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่)	> (อุณหภูมิปกติ + 3 องศาเซลเซียส)	<5 >9	<6	>1.5	>5000	>1000

หมายเหตุ : ^{1/} ค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2543) และดรชนิและคณะ (2548, 2550, 2555)

ตารางที่ 4 ระดับขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ
ภูกระดึง

น้ำตก	ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติ		ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวสูงสุด	
	ระดับผลกระทบ	ระดับขีดความสามารถในการรองรับ	ระดับผลกระทบ	ระดับขีดความสามารถในการรองรับ
1. วังหลวง	ผลกระทบสูง	เกินกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ผลกระทบสูง	เกินกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้
2. เพ็ญพบ	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้
3. เพ็ญพบใหม่	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้
4. ถ้ำใหญ่	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้
5. ธารสวรรค์	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้
6. โผนพบ	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้	ไม่มี/ผลกระทบต่ำ	ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติ ภูกระดึง ช่วงที่มีนักท่องเที่ยวปกติและสูงสุด พบว่าน้ำตกวังหลวงมีระดับผลกระทบสูง (High impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำปัจจุบันอยู่ในระดับที่เกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่ (Exceeding CC) ในขณะที่น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเพ็ญพบใหม่ น้ำตกถ้ำใหญ่ น้ำตกธารสวรรค์ และน้ำตกโผนพบ พบว่าไม่มีผลกระทบหรือมีระดับผลกระทบต่ำ (No/Low impact) และระดับการใช้ประโยชน์ด้านคุณภาพน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าขีดความสามารถในการรองรับได้ (Below CC) แต่ทั้งนี้การศึกษาความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ มีการศึกษา 5 ด้าน โดยการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับด้านชีว-กายภาพ หรือด้านนิเวศวิทยา (Biophysical or Ecological Carrying Capacity, ECC) เช่น การลดลงของชนิดพันธุ์สัตว์ป่าและพันธุ์พืชที่เคยปรากฏในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว การพังทลายของดินบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ การเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาคุณภาพน้ำตกจึงเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ

ข้อเสนอแนะ

เสนอแนะให้อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จำกัดจำนวนนักท่องเที่ยว และเพิ่มระยะเวลาปิดป่าของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง อีกทั้งส่งเสริมผู้ประกอบการใช้ตะแกรงดักเศษอาหาร ถังดักไขมัน และระบบบำบัดน้ำเสีย จากร้านอาหาร ห้องน้ำ และน้ำเสียจากที่พัก ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การศึกษาความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ ควรศึกษาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ชีตความสามารถในการรองรับด้านชีว-กายภาพ หรือด้านนิเวศวิทยา (Biophysical or Ecological Carrying Capacity, ECC) 2) ชีตความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ (Physical Carrying Capacity, PCC) 3) ชีตความสามารถในการรองรับด้านสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility Carrying Capacity, FCC) 4) ชีตความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา (Psychological Carrying Capacity, PsCC) 5) ชีตความสามารถในการรองรับด้านสังคมและวัฒนธรรม (Social and Cultural Carrying Capacity, SCC)

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). *มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย*. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ
- ดรรชนี เอมพันธุ์. (2547). *ชีตความสามารถในการรองรับได้นันทนาการ*. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 308511 หลักนันทนาการและการท่องเที่ยวทางธรรมชาติ. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ดรรชนี เอมพันธุ์, ธรรมศักดิ์ ยี่มิน, สุระ พัฒนเกียรติ, ชัชชัย ตันตลีรินทร์, นริศ ภูมิภาคพันธ์, สุรพันธ์ เพชรภา, นิพัทธ์ สัมกลี และเรณูภา รัชโน. (2548). *รายงานฉบับสุดท้าย โครงการศึกษาชีตความสามารถในการรองรับ ได้ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา และอุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง*. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เสนอต่อ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- ดรรชนี เอมพันธุ์, ธรรมศักดิ์ ยี่มิน, นิพัทธ์ สัมกลี, เรณูภา รัชโน, กฤษฎา หอมสุดและพลวีร์ ภูเขาเกียรติ. (2550). *รายงานฉบับสุดท้าย โครงการศึกษาชีตความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวแนวปะการังของหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด*. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ เสนอต่อ UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand (UNEP GEF SCS).

ดร.ชนันท์ เอ็มพันธ์, วิจักขณ์ ฌิมโณม, สราวุธ ลังษ์แก้ว, ชัชชัย ตันตลีรินทร์, นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, อารีรัตน์ รักษาศิลป์, สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ, เฉลิมเกียรติ สุริยวงค์, กมลทิพย์ เหล่าอรรค และ มยุรี นาสา. (2555). *รายงานฉบับสุดท้าย โครงการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง*. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เสนอต่อ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

น.น.วรรณ ฐานะกาญจน์, สุระเชษฐ์ เชษฐมาส, ดร.ชนันท์ เอ็มพันธ์, ญัฐ พิษกรรม, เล็ก เต็มตระกูล, สมเกียรติ สิงหวรรณและสิริพงษ์ ราชศิริ. (2541). *คู่มือพัฒนาและออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกในแหล่งท่องเที่ยวแบบการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์*. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น.น.วรรณ ฐานะกาญจน์. (2547). *Standard-Based Approaches to Carrying Capacity and Limits of Acceptable Change (LAC)*. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 308521 การวางแผนและออกแบบอุทยานและพื้นที่นันทนาการขั้นสูง. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อุทยานแห่งชาติภูกระดึง. (2555). สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2555. สืบค้นจาก <http://www.dnp.go.th/parkreserve/asp/style1/default.asp?npid=11&lg=1>,

AWWA, APHA, WPCF. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, D.C.: APHA.

Hass, G.E. (2001). *Visitor capacity on public lands and waters: Making better decisions*. Draft report of the Federal Interagency Task Force on Visitor Capacity on Public Lands.

Shelby, B. and T.A. Heberlein. (1986). *Carrying capacity in recreation settings*. Oregon State University Press. U.S.A.

Wagar, J.A. (1964). *The carrying capacity of wild lands for recreation*. Forest Service Monograph 2. Society of American Foresters. Washington, D.C. 23 pp.

Wolters, T.M. (1991). *Tourism carrying capacity*. WTO/UNEP, Paris.

WTO/UNEP. (1994). *Guidelines : Development of national parks and protected areas for tourism*. Tourism and Environment Technical Series. WTO/UNEP Joint Publication with the assistance of IUCN. pp. 18.

ผู้เขียน**ผศ.ดร.สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ**

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

e-mail : Sunantha.l@msn.ac.th

