

การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของแมลงน้ำ
และสาหร่ายขนาดใหญ่ ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่ลาว

THE USEAGE OF DIVERSITY OF AQUATIC INSECTS
AND MACRO ALGAE AS INDICATOR FOR WATER QUALITY
IN MAE LAO WATERSHED

ผู้วิจัย อานุกาพ เมืองปู้ด¹
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์²
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชล ผลารักษ์³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำลาวและการนำไปใช้ประโยชน์ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำลาว เก็บตัวอย่าง 5 จุดศึกษา จำนวน 6 ครั้ง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2553-มิถุนายน 2554 โดยศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายโดยวิธี Shannon Wiener ควบคู่กับการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี เมื่อประเมินคุณภาพน้ำด้วย BMWP Score, ASPT, LRL-AO Score, AARL-PC Score พบแมลงน้ำ 10 อันดับ 55 วงศ์ พบความหลากหลายของแมลงน้ำมากที่สุดในอันดับ Ephemeroptera และพบว่าแมลงน้ำที่มีจำนวนมากที่สุดในอันดับ Hemiptera วงศ์ Corixidae พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 ดิวิชัน 6 อันดับ 6 วงศ์ 7 สกุล โดยพบสาหร่ายในดิวิชัน Chlorophyta มากที่สุดถึงร้อยละ 42 โดยพบ *Spirogyra* sp. มากที่สุด เมื่อประเมินคุณภาพน้ำพบว่า สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อูทยานแห่งชาติขุนแจ จัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่คุณภาพน้ำค่อนข้างดี สะอาด มีปริมาณสารอาหารน้อย กลุ่มที่ 2 บ้านโป่งน้ำร้อนและบ้านทุ่งรวงทองพัฒนา คุณภาพน้ำอยู่ในระดับคุณภาพน้ำปานกลาง มีปริมาณสารอาหารปานกลาง กลุ่มที่ 3 เทศบาลตำบลเวียงป่าเป้า คุณภาพน้ำอยู่ในระดับคุณภาพน้ำปานกลางและค่อนข้างสกปรก ผลการศึกษาการสำรวจคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนพบว่า

¹ นักศึกษา สาขาการสอนนิเทศศาสตร์ (ชีววิทยา) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

² อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

³ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญให้คู่มือเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จัดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา และความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้คู่มือนี้อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ, สาหร่ายขนาดใหญ่, แมลงน้ำ, การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ, ลุ่มน้ำแม่ลาว

ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate the diversity of aquatic insects and macro algae and using as indicator for water quality in Mae Lao River. This study was carried out from July 2010–June 2011. Five sampling sites and six times were collected sample. The diversity study were using Shannon–Wiener’s method with the water quality monitoring by using physical, chemical and biological parameters and biotic indices ; ASPT, LRL–AO Score and AARL PC Score were used to assess water quality. Fifty–five families from 10 orders of aquatic insects were identified. The highest of aquatic insects diversity found during studies was Ephemeroptera order and the dominant family was Corixidae (Order Hemiptera). Seventh genres from 6 orders in 3 divisions of Macro algae were identified. The dominant group of benthic Macro algae Division found during studies was Chlorophyta. When evaluate the data from biotic indices and physical and chemical to assess water quality, it could be separated into 3 group. Group 1 ; Khun Jae National Park showed clean water to moderate water’s quality, group 2 ; Banpong Nam Ron and Ban Thung Ruang Thong Pattana showed moderate water’s quality and group 3 ; Wiangpapao Municipality and Ban Sansali showed moderate and quite–polluted. The results of Natural water biomonitoring manual for students found that experts’ diagnosis was in agreement that the manual was suitable for the activity related to environmental education and student satisfaction of the guide was at the highest satisfied level.

Keywords : Water Quality, Macro Algae, Aquatic Insects, Water Monitoring, Mae Lao Watershed

บทนำ

ทรัพยากรน้ำจัดเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์ซึ่งถือว่าเป็นเผ่าพันธุ์ที่รับประโยชน์จากน้ำมากที่สุด รายงานขององค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ได้ชี้ให้เห็นถึงปริมาณน้ำของโลกโดยที่สถานการณ์น้ำของโลก เป็นดังนี้ ร้อยละ 97.5 เป็นน้ำเค็ม ที่เหลือร้อยละ 2.5 เป็นน้ำจืด และสองในสามของปริมาณน้ำจืดดังกล่าวนี้ อยู่ในสภาพของน้ำแข็ง ส่วนที่ไม่ใช่น้ำแข็งส่วนใหญ่อยู่ใต้ดิน น้ำผิวดินจึงคิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมากของน้ำในโลกทั้งหมด และยิ่งน้อยมากเมื่อคิดสัดส่วนของน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ในเรื่องน้ำสะอาดเพื่อบริโภค ในประเทศไทยพบว่าปัญหาทรัพยากรน้ำเป็นปัญหาเบื้องต้นของประเทศที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข และไม่มีการบริหารจัดการให้ดีเท่าที่ควร โดยจะเห็นได้จากข่าวหรือรายงานสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรน้ำจำนวนมาก รายงานด้านสิ่งแวดล้อมของกรมควบคุมมลพิษเรื่องคุณภาพน้ำชี้ให้เห็นว่า คุณภาพน้ำผิวดินภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี พอใช้ และเสื่อมโทรม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29, 41 และ 30 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ 2 ปีย้อนหลัง พบว่าแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีในปีพุทธศักราช 2551 ลดลงมาอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมในปีพุทธศักราช 2552 (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) จะเห็นว่า คุณภาพน้ำมีแนวโน้มไปในทิศทางที่แย่ลง ถึงแม้จะมีการแก้ไขปัญหาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากมาย แต่การแก้ไขปัญหาที่ไม่ประสบความสำเร็จอย่างเต็มที่เนื่องจากการแก้ปัญหาส่วนใหญ่เป็นการแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุ โดยต้นเหตุของปัญหาเมื่อวิเคราะห์ให้ดีพบว่าเกิดขึ้นจาก

การกระทำของประชากร ดังนั้นการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืนคงไม่ใช้การบำบัด หรือทำให้น้ำเสียหายไป หากแต่เป็นการสร้างกำลังคนให้มีจิตสำนึกในการรักษาและวางแผนทรัพยากรน้ำ ตลอดจนการนำไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า มีการจัดการที่ดี ถือเป็นการแก้ไขปัญหาในระยะยาว และเป็นการแก้ไขอย่างยั่งยืน

แม่ลาว เป็นชื่อแม่น้ำสาขาหนึ่งของแม่น้ำโขง แต่ปัจจุบันเรียก แม่ลาว ซึ่งแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดเชียงราย ไหลจากทิศใต้สู่ทิศเหนือผ่าน 4 อำเภอ ของจังหวัดเชียงราย คือ อำเภอเวียงป่าเป้า อำเภอแม่สรวย อำเภอแม่ลาว อำเภอเชียงม่วน ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำกกที่สบลาวใกล้บ้านแม่ข้าวต้ม รวมความยาวประมาณ 117 กิโลเมตร แม่ลาวมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาผีปันน้ำในพื้นที่อำเภอดอยสะเก็ด ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออกของแอ่งเชียงใหม่ โดยมียอดดอยนางแก้วเป็นแนวสันเขา ที่ปันน้ำออกเป็นสองด้านคือด้านตะวันตกเป็นต้นกำเนิดของน้ำแม่กว้งไหลลงสู่พื้นที่ราบแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนที่อำเภอดอยสะเก็ด สันกำแพง แม่ทา ก่อนจะไหลผ่านอำเภอเมืองลำพูน ลงสู่แม่น้ำปิง ส่วนด้านตะวันออกมีแม่น้ำลาวไหลผ่านพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้าและอำเภอแม่สรวย จากนั้นไหลไปรวมกับแม่น้ำกกที่จังหวัดเชียงราย ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงแสน แม่ลาวจึงถือเป็นต้นน้ำสำคัญของแม่น้ำหลายสาย จากข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบลที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลาวแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ประชากรประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประกอบกับแม่น้ำลาวไหลผ่านตัวเมืองต่างๆ ของจังหวัดเชียงรายหลายจุด ซึ่งเป็นทั้งเขตอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชนเมืองซึ่งมีกิจกรรมของประชากรที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำโดยตรงหลายประการ เช่น การ

ใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรของเหลือจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนในแหล่งชุมชน การใช้ดัชนีชีวภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำไม่เพียงที่จะแสดงผลกระทบต่อสภาพนิเวศแวดล้อมในปัจจุบันเท่านั้น แต่ยังแสดงให้เห็นแนวโน้มของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นอันเป็นข้อมูลสำคัญต่อการตัดสินใจเพื่อวางแผนการจัดการทรัพยากรอีกด้วย เช่น ข้อมูลที่ได้จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสิ่งมีชีวิตสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย (Mekong River Commission, 2010)

ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพื้นท้องน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ซึ่งคุณภาพน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลความรู้ที่ได้มาประเมินคุณภาพน้ำและการใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ การอนุรักษ์น้ำและการใช้ประโยชน์จากน้ำของประชากร และเพื่อให้ความรู้หรือส่งเสริมกิจกรรมเชิงอนุรักษ์แก่เยาวชนในแหล่งต้นน้ำซึ่งประเด็นดังกล่าวนี้อาจเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการสร้างพลเมืองของชาติให้เกิดความรัก ห่วงแหนแหล่งน้ำ และถือเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน

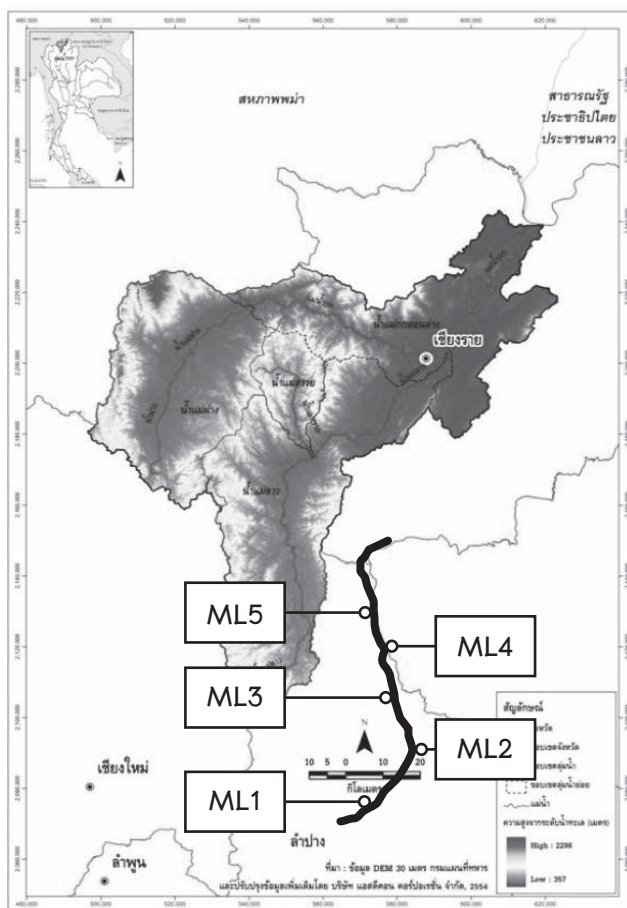
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำลาว
2. เพื่อใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำลาว
3. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำลาว จากข้อมูลความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำลาว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดจุดศึกษาทั้งหมด 5 จุด ศึกษาของแม่น้ำลาว ในพื้นที่เขตจังหวัดเชียงราย

การกำหนดจุดศึกษาตั้งแต่บริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ ถึงตำบลเวียง อำเภอเวียงป่าเป้า โดยจุดศึกษาทั้ง 5 จุด เป็นบริเวณที่แม่น้ำลาวไหลผ่านจุดที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 ประการ คือ เขตไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ (จุดที่ใช้เป็นตัวแทนอ้างอิง หรือ reference site) เขตที่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์เบาบาง เขตเมือง (มีกิจกรรมของมนุษย์หนาแน่น) คือ จุดที่ 1 บริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ (ML1) จุดที่ 2 บริเวณบ้านโป่งน้ำร้อน (ML2) จุดที่ 3 บริเวณบ้านทุ่งรวงทองพัฒนา (ML3) จุดที่ 4 บริเวณเทศบาลตำบลเวียงป่าเป้า (ML4) จุดที่ 5 บริเวณบ้านสันสลี (ML5)



ภาพที่ 1 แผนที่จังหวัดเชียงราย แสดงตำแหน่งจุดศึกษา

ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)

(<http://www.haii.or.th/wiki2/images/2/23/GImage002.jpg>)

2. การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางเคมีบางประการ

2.1 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการภาคสนาม โดยทำการเก็บตัวอย่างตามจุดที่กำหนดไว้ในแต่ละจุด โดยทำการศึกษาสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำทั้งด้านกายภาพและเคมีบางประการ คือ ตรวจวัดอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำโดยใช้ Thermometer ตรวจวัดค่า

ความเร็วกระแสน้ำโดยใช้ Velocity meter ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ Conductivity meter ยี่ห้อ HACH รุ่น CO150 ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ โดยใช้ชุด Electrode kit ยี่ห้อ HACH รุ่น CO15 ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Consort รุ่น C-534 ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธี Iodometric แบบ azide modification method (Greenberg *et al.*, 2005)

2.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการโดยการเก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 1 ลิตร ใส่ขวดโพลีเอทิลีน เก็บไว้ในอุณหภูมิ 10–20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ คือ ตรวจวัดค่าความขุ่นของน้ำโดยใช้ Spectrophotometer ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการสลายสารอินทรีย์ ตามวิธี iodometric แบบ azide modification method (Greenberg *et al.*, 2005) ตรวจวัดปริมาณสารอาหารตามรูปแบบวิธีของ (Greenberg *et al.*, 2005) ได้แก่ การตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไนโตรเจน ด้วยวิธี Cadmium Reduction Method ตรวจวัดปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน โดยวิธี Nesslerization และตรวจวัดปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัส โดยวิธี Ascorbic acid

3. การศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

3.1 ศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ตามจุดศึกษาต่างๆ ที่กำหนดไว้ตั้งแต่ ML1–ML5 โดยมีวิธีการคือ การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ ใช้สวิงตาข่ายขนาดเล็ก ความกว้างประมาณ 50 ซม. สุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์ในพื้นที่ศึกษาจุดละประมาณ 8–15 นาที ทุกจุด ด้วยวิธีการ Kick sampling การช้อนสวิงปกติ และการนำหินต่างๆ มาล้างใส่ถาดพลาสติก โดยการเก็บทุกครั้งต้องปฏิบัติให้เหมือนกันทุกครั้ง เก็บตัวอย่าง 3 จุด คือ ริมน้ำ 2 จุด กลางน้ำ 1 จุด กรณีน้ำลึกให้เลือกร่มจุดเก็บที่สามารถปฏิบัติได้ นำตัวอย่างที่ได้รักษาสภาพด้วยสาร Formalin ร้อยละ 10 หรือแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อนำไปวิเคราะห์ วิจัยชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป การเก็บตัวอย่างสาหร่ายขนาดใหญ่ สาหร่ายขนาดใหญ่เป็น

สาหร่ายที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งถ้าลักษณะเป็นเส้นสายให้ใช้คีมดึงทลัสโดยพยายามให้ติดส่วนที่เป็น Hold Fast ออกมาด้วย แล้วล้างน้ำให้สะอาดใส่ลงในขวดหรือกล่องพลาสติก ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นเมือกเกาะตามหิน ดิน หรือ substrate อื่นๆ ให้ใช้มีดขนาดเล็กเขี่ยออกมาจาก substrate นั้นๆ ล้างให้สะอาด ใส่ขวดหรือกล่องพลาสติก การวินิจฉัยและจำแนกชนิดของแมลงน้ำศึกษาโดยการนำตัวอย่างที่ได้มาทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างสารเคมีน้ำมาตัดแยกแมลงน้ำออกจากเศษต่างๆ เช่น กรวด ใบไม้ออกรักษาสภาพแมลงน้ำไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 หลังจากนั้นศึกษาแมลงน้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ถ่ายภาพ และจัดจำแนกถึงระดับวงศ์โดยใช้เอกสารและหนังสือสำหรับการจัดจำแนกคือ Aquatic Entomology (McCafferty, 1981) และ Identification of Freshwater Invert rates of the Mekong River and its Tributaries (Mekong River Commission, 2006) และการวินิจฉัยและจำแนกชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่โดยการนำเซลล์ของสาหร่ายขนาดใหญ่มาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ ทำการวาดภาพหรือถ่ายภาพเซลล์ของสาหร่ายพร้อมวินิจฉัยตามลักษณะสัณฐานวิทยา รวมทั้งโครงสร้างของเซลล์สืบพันธุ์เพื่อจัดจำแนกถึงระดับสกุลโดยใช้เอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องคือ (Dillard, 1966), (Prescott, 1970), (Necchi *et al.*, 1997), (Komarek and Anagnostidis, 1999) และ (Kumano, 2002)

4. การสร้างคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

4.1 ออกแบบคู่มือฯ โดยนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการออกแบบคู่มือฯ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติฉบับร่างโดยแบ่งออกเป็น 5 หน่วยกิจกรรม และนำคู่มือฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อหาค่าความสอดคล้องชุดกิจกรรม

4.2 นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงคู่มือฯ

4.3 นำคู่มือฯ ไปใช้โดยเลือกโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำลาว (โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม) ในรูปแบบของการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ

4.4 ติดตามผลการใช้ด้วยการใช้แบบสอบถามเพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนและครูในการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

4.5 พัฒนาคู่มือสำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติให้เกิดความสมบูรณ์ สำหรับการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อนำไปเผยแพร่ต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี จัดกลุ่มความสัมพันธ์ในแต่ละจุดด้วย MVSP (Multivariate Statistic Package Version 3.2c) โดยวิเคราะห์แบบ Cluster Analysis ทำการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมีบางประการเพื่อทำการประเมินคุณภาพน้ำในแต่ละจุดศึกษาโดยใช้ AARL-PC Score (Peerapompisal et. al., 2007)

5.2 ข้อมูลทางชีวภาพ (แมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่) เปรียบเทียบคุณสมบัติของข้อมูลทางชีวภาพจากกลุ่มตัวอย่าง 5 จุดศึกษา พิจารณา จำนวนชนิด จำนวนตัว แปรผลด้วยแผนภูมิ คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Weiner (Kreb, 1985) โดยข้อมูลของคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ นำมาแปรผลข้อมูลหาความสัมพันธ์

เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ โดยวิเคราะห์แปรผลโดยโปรแกรม MVSP (Multivariate Statistic Package Version 3.2c) และการจัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis และข้อมูลทางชีวภาพ ทำการหาค่า BMWP Score และ ASPT ซึ่งเป็นการคำนวณคะแนนของแมลงน้ำและหาค่า LRL-AO Score เป็นการคำนวณคะแนนของสาหร่ายขนาดใหญ่ เพื่อใช้ดัชนีชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพน้ำ (ทัตพรคุณประดิษฐ์, 2554)

5.3 การประเมินความสอดคล้องของคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญโดยวิธีการหาค่า IOC ในการศึกษานี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 คน ประกอบด้วยอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย 2 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ ครูโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 2 คน โดยมีตำแหน่งวิชาการครูชำนาญการพิเศษ และเป็นครูที่มีการดำเนินการเรื่องการจัดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาและการศึกษาการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง ผู้ประเมินภายนอกจากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) จำนวน 1 คน ร่วมประเมินความสอดคล้องของคู่มือฯ และใช้แบบสอบถามในการสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

ผลการวิจัย

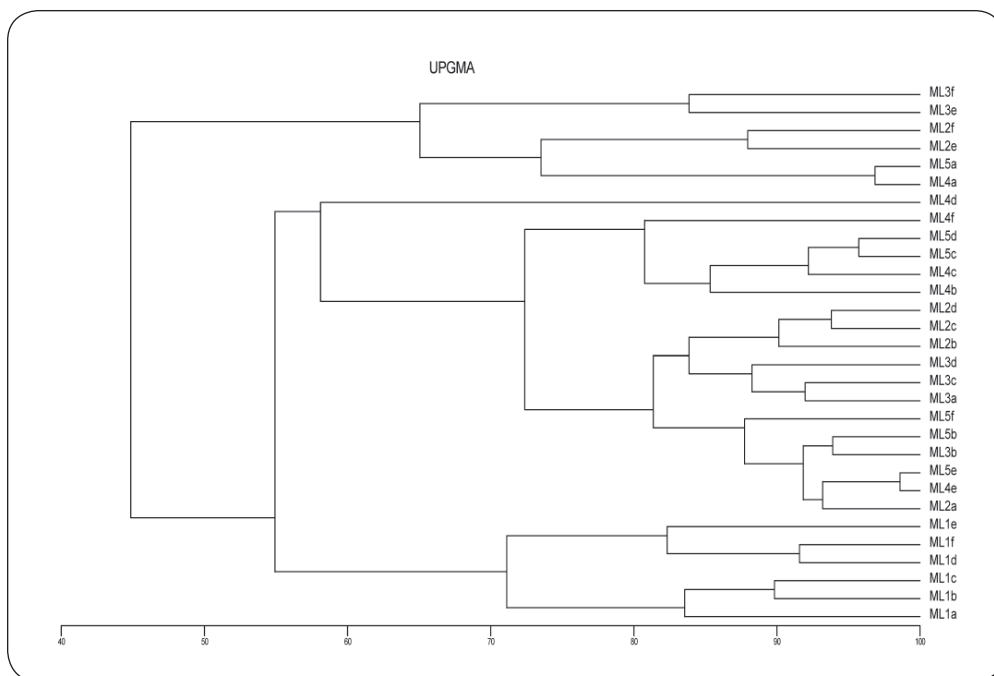
จากการวิจัยได้ผลการศึกษาคความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ แมลงน้ำ และคุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของแม่น้ำลาว ในอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย 5 จุดศึกษา ดังนี้

1. ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ พบสาหร่ายทั้งหมด 3 ดิวิชัน 6 อันดับ 6 วงศ์ 7 สกุล โดยพบสาหร่ายในดิวิชัน Chlorophyta มากที่สุดถึงร้อยละ 42 พบสาหร่ายขนาดใหญ่ดิวิชัน Rhodophyta และ Cyanophyta ตามลำดับ พบ *Spirogyra* sp. มากที่สุด และ *Chamaesiphon* sp., *Microspora* sp., *Stigeoclonium* sp., *Compsopogon* sp., *Oscillatoria* sp., และ *Batrachospermum* sp. ตามลำดับ และเมื่อทำการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพด้วยวิธีของ Shannon-Weiner พบว่ามีเพียงจุดเดียวที่มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่คือ จุดศึกษาอุทยานแห่งชาติขุนแจ (ML1) มีค่าเท่ากับ 0.69 มีค่าความสม่ำเสมอที่จะพบสิ่งมีชีวิตเท่ากับ 1 และมีจำนวนชนิดที่พบ 2 ชนิด เท่านั้น ส่วนจุดศึกษาอื่น ไม่มีค่าความหลากหลายทางชีวภาพเนื่องจากพบเพียงชนิดเดียว

2. ความหลากหลายของแมลงน้ำ พบทั้งหมด 10 อันดับ 55 วงศ์ พบว่าความหลากหลายของแมลงน้ำมากที่สุด ในอันดับ Ephemeroptera และในอันดับ Trichoptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Oligochaeta, Plecoptera, Megaloptera, Lepidoptera ตามลำดับ และเมื่อทำการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพด้วยวิธีของ Shannon-Weiner พบว่า จุดศึกษาอุทยาน

แห่งชาติขุนแจ เป็นจุดที่มีดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำมากที่สุด และจุดศึกษาเทศบาลเวียงป่าเป้า เป็นจุดที่มีดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำน้อยที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 2.59 และ 0.02 ตามลำดับ

3. คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ ทางเคมี เพื่อจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของจุดศึกษากับลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างสามารถแบ่งกลุ่มจุดศึกษาได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่เป็นจุดอ้างอิง (พื้นที่ต้นน้ำ) คือบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของพื้นที่บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชนไม่หนาแน่นและมีการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มพื้นที่ที่บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นมีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั้งด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และศิลปวัฒนธรรม โดยกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 คือ จุดศึกษาบ้านโป่งน้ำร้อน บ้านทุ่งรวงทอง พัฒนา เทศบาลตำบลเวียงป่าเป้า และบ้านสันสลี เป็นจุดที่มีความแตกต่างกัน ปัจจัยทางกายภาพ เคมี และลักษณะภูมิประเทศ ดังภาพการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของจุดศึกษากับลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ



ภาพที่ 2 การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของจุดศึกษากับลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

4. การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยการประเมินคุณภาพน้ำภาพรวม

การศึกษาดังนี้มีการนำรูปแบบการประเมินคุณภาพน้ำมาประเมินร่วมกันคือ การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการโดยใช้ AARL-PC Score การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ในการประเมินคุณภาพน้ำซึ่งใช้ LRL-AO Score และการใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำโดย LRL-AO Score, BMWP Score และประเมินคุณภาพน้ำโดยการเทียบค่ากับ ASPT ซึ่งผลการประเมินโดยภาพรวมได้ผลดังตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการโดยใช้วิธีการประเมินจาก BMWP Score,

ASPT, LRL-AO Score และ ASPT เพื่อประเมินคุณภาพของแม่น้ำลาวในแต่ละจุดศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พุทธศักราช 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2554 พบว่าสามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณภาพน้ำที่ประเมินได้ คือ กลุ่มที่ 1 จุดศึกษาอุทยานแห่งชาติขุนแจ จัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี สะอาด มีปริมาณสารอาหารน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่บนพื้นที่ต้นน้ำได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยมากจึงทำให้คงสภาพของความสมบูรณ์ของลำน้ำได้เป็นอย่างดี กลุ่มที่ 2 คือ จุดศึกษา จุดศึกษาบ้านโป่งน้ำร้อน และบ้านทุ่งรวงทองพัฒนา เป็นจุดศึกษาที่ได้รับการประเมินคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง มีปริมาณสารอาหารปานกลางถึงมีบางจุดที่ค่อนข้างสกปรก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ประกอบเกษตรกรรม และมีชุมชนอาศัยอยู่

โดยรอบแหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำค่อนข้างมาก กลุ่มที่ 3 คือจุดศึกษาเทศบาลตำบลเวียงป่าเป้าและบ้านสันสลี เป็นจุดศึกษาที่ประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในระดับคุณภาพน้ำปานกลาง และค่อนข้างสกปรก เนื่องจากจุดศึกษาดังกล่าวนี้นี้มีชุมชนที่มีประชากรหนาแน่นอาศัยโดยรอบมีการทำการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลางมีโรงฆ่าสัตว์และแหล่งตลาดชุมชนโดยรอบจึงอาจส่งผลให้เกิดการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำลาวตลอดจนการปล่อยสิ่งปฏิกูลลงสู่แม่น้ำตามผลที่ได้แสดงไว้ในตารางผลการประเมินคุณภาพน้ำ

ภาพรวมโดยใช้ค่า ASPT, LRL-AO Score, และ AARL-PC Score โดยการประเมินดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของกิตติธร ชัยศรี (2553) ที่กล่าวถึงจุดศึกษาบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ เป็นจุดที่มีผลการประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในกลุ่มที่เป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย และจุดที่เป็นจุดศึกษาตั้งแต่ จุดศึกษาบ้านโป่งน้ำร้อน ถึงจุดศึกษาบ้านสันสลี (ML2-ML5) เป็นจุดที่มีผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์มากขึ้นตามลำดับ โดยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการประกอบการอธิบายข้อมูลในตารางต่าง ๆ ดังนี้

สัญลักษณ์	คุณภาพน้ำ
√√√	น้ำคุณภาพดีจัดเป็นน้ำสะอาด
√√	น้ำคุณภาพค่อนข้างดี
√○	น้ำคุณภาพปานกลาง
○○	น้ำค่อนข้างสกปรก
○○○	น้ำสกปรก

ภาพที่ 3 สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ ASPT

สัญลักษณ์	ระดับสารอาหารเทียบเท่า	คุณภาพน้ำ
√√√	oligotrophic status	ดี
√√	Oligo-mesotrophic status	ดี-ปานกลาง
√○	mesotrophic status	ปานกลาง
○○	meso-eutrophic status	ปานกลาง-เสีย
○○○	eutrophic status	เสีย
○○○○	hypereutrophic status	เสียมาก

ภาพที่ 4 สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ LRL-AO Score

สัญลักษณ์	ระดับสารอาหารเทียบเท่า	คุณภาพน้ำ
√√√√	ultraoligotrophic status	น้ำสะอาดมาก
√√√	Oligotrophic status	น้ำสะอาด
√√	Oligotrophic-mesotrophic status	น้ำปานกลางค่อนข้างสะอาด
√๐	mesotrophic status	คุณภาพน้ำปานกลาง
๐๐	meso-eutrophic status	คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย
๐๐๐	eutrophic status	คุณภาพน้ำเสีย
๐๐๐๐	hypereutrophic status	คุณภาพน้ำเสียมาก

ภาพที่ 5 สัญลักษณ์แสดงระดับคุณภาพน้ำ AARL PC Score

ตารางผลการประเมินคุณภาพน้ำภาพรวมโดยใช้ค่า ASPT, LRL-AO Score, และ AARL-PC Score

จุดศึกษา	ครั้งที่	ASPT	LRL-AO (AI)	LRL-AO (MA)	AARL PC Score
ML1	1	√√	√๐	√๐	√√
	2	√√	√๐	√๐	√√
	3	√√	√√	√๐	√√
	4	√๐	√๐	ND.	√√√
	5	√๐	√๐	ND.	√√
	6	√๐	√๐	ND.	√√√
ML2	1	√๐	√๐	ND.	√๐
	2	√๐	√๐	√๐	√√
	3	√๐	√๐	√๐	√๐
	4	√๐	√๐	√๐	√√
	5	√√	√๐	√๐	√√
	6	√๐	√๐	ND.	√√
ML3	1	๐๐	√๐	√๐	√๐
	2	๐๐	√๐	ND.	√๐
	3	√๐	√๐	ND.	√๐
	4	√๐	√๐	√๐	√๐
	5	√๐	√๐	ND.	√๐
	6	๐๐	√๐	√๐	√๐
ML4	1	๐๐	√๐	ND.	√๐
	2	√๐	√๐	ND.	√๐
	3	√๐	√๐	ND.	√๐
	4	√๐	√๐	ND.	√๐
	5	√๐	√๐	ND.	√√
	6	√๐	√๐	ND.	√๐

จุดศึกษา	ครั้งที่	ASPT	LRL-AO(AI)	LRL-AO(MA)	AARL PC Score
ML5	1	๐๐	√๐	ND.	√๐
	2	√๐	√๐	ND.	√๐
	3	√๐	√๐	ND.	√๐
	4	√๐	√๐	ND.	√๐
	5	๐๐	√๐	ND.	√๐
	6	๐๐	√๐	ND.	√๐

หมายเหตุ ND. = ไม่พบสิ่งมีชีวิต/ข้อมูลไม่เพียงพอต่อการประเมินคุณภาพน้ำ

LRL-AO (AI) = การประเมินโดยใช้แมลงน้ำ

LRL-AO (MA) = การประเมินโดยใช้สาหร่ายขนาดใหญ่

5. การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ในการสร้างคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียน จากการศึกษาด้านความหลากหลายของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่เพื่อนำมาสร้างคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

5.1 รูปแบบของคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนเป็นคู่มือที่เน้นเรื่องการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติขนาด A4 พิมพ์รูปแบบแนวนอน ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 6 หน่วยการเรียนรู้โดยมีรายละเอียดดังนี้

หน่วยที่ 1 เรื่อง คุณค่าและความสำคัญของทรัพยากรน้ำ มีส่วนของเนื้อหาเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญและประโยชน์ของทรัพยากรน้ำ ซึ่งมีกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม

หน่วยที่ 2 เรื่อง แมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ มีส่วนของเนื้อหาเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ มีกิจกรรมย่อย 1 กิจกรรม

หน่วยที่ 3 เรื่อง การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ มีส่วนของเนื้อหาเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้แมลงน้ำและสาหร่าย ตลอดจนขั้นตอนและการออกแบบการศึกษาการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ มีกิจกรรมย่อย 1 กิจกรรม

หน่วยที่ 4 เรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นภาพสาหร่ายขนาดใหญ่พร้อมคะแนนเพื่อเป็นส่วนประกอบร่วมกับกิจกรรมการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในหน่วยที่ 6

หน่วยที่ 5 เรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้แมลงน้ำ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นภาพแมลงน้ำพร้อมคะแนน BMWP Score เพื่อใช้ควบคู่กับกิจกรรมในหน่วยที่ 6

หน่วยที่ 6 เรื่อง กิจกรรมการสำรวจศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้สาหร่ายขนาดใหญ่และแมลงน้ำ หน่วยการเรียนรู้นี้เป็นส่วนของกิจกรรมทั้งหมดประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 7 กิจกรรม

5.2 การประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหา พบว่า ทุกรายการที่เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทุกข้อมีความสอดคล้องคือ มีค่ามากกว่า 0.5 ค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ

0.91 ซึ่งหมายถึง คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ โดยพบว่ามี 8 รายการความเห็น ที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงผู้เชี่ยวชาญเห็นตรงกันทั้งหมด และมีรายการที่ 11 คือ ความเหมาะสมกับความสนใจของนักเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 0.6

5.3 ความพึงพอใจในภาพรวมเกี่ยวกับการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.26$) ความพึงพอใจของคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.31$) ความพึงพอใจเรียงตามลำดับได้แก่ เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับนักเรียน ($\bar{X}=4.38$) ความสะดวกในการใช้คู่มือ ($\bar{X}=4.37$) สามารถนำความรู้ที่ได้จากคู่มือไปใช้ประโยชน์ได้จริง ($\bar{X}=4.30$) ความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3 รายการได้แก่ กิจกรรมเหมาะสมกับนักเรียน คำแนะนำในการปฏิบัติกิจกรรมมีความชัดเจน และกิจกรรมครอบคลุมสาระเนื้อหา ($\bar{X}=4.26$) ความเหมาะสมของขั้นตอนในการทำกิจกรรม ($\bar{X}=4.12$) และรูปแบบคู่มือมีความเหมาะสมน่าใช้ ($\bar{X}=4.10$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ โดยการใช้วิธีการประเมินจาก BMWP Score, ASPT, LRL-AO Score และ ASPT เพื่อประเมินคุณภาพของแม่น้ำลาวในแต่ละจุดศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พุทธศักราช 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2554 ด้านความหลากหลาย

ของแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ พบแมลงน้ำ 10 อันดับ 55 วงศ์ โดยพบความหลากหลายของแมลงน้ำมากที่สุดในอันดับ Ephemeroptera และพบว่าแมลงน้ำที่มีจำนวนมากที่สุดในอันดับ Hemiptera วงศ์ Corixidae พบว่าจุดศึกษาบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ มีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำสูงที่สุด พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 ดิวิชัน 6 อันดับ 6 วงศ์ 7 สกุล โดยพบสาหร่ายในดิวิชัน Chlorophyta มากที่สุดถึงร้อยละ 42 โดยพบ *Spirogyra* sp. มากที่สุด และพบว่า จุดศึกษาบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ มีค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายสูงที่สุด เมื่อนำข้อมูลมาประเมินคุณภาพน้ำพบว่าสามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณภาพน้ำที่ประเมินได้ คือ กลุ่มที่ 1 จุดศึกษาอุทยานแห่งชาติขุนแจ จัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี สะอาด มีปริมาณสารอาหารน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่บนพื้นที่ต้นน้ำได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยมากจึงทำให้คงสภาพของความสมบูรณ์ของลำน้ำได้เป็นอย่างดี กลุ่มที่ 2 คือ จุดศึกษาบริเวณบ้านโป่งน้ำร้อน และบ้านทุ่งรวงทองพัฒนา เป็นจุดศึกษาที่ได้รับการประเมินคุณภาพน้ำในระดับคุณภาพน้ำปานกลาง มีปริมาณสารอาหารปานกลางถึงมีบางจุดที่ค่อนข้างสกปรก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ประกอบเกษตรกรรม และมีชุมชนอาศัยอยู่โดยรอบแหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำค่อนข้างมาก กลุ่มที่ 3 คือจุดศึกษาบริเวณเทศบาลตำบลเวียงป่าเป้าและบ้านสันสลี เป็นจุดศึกษาที่ประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในระดับคุณภาพน้ำปานกลาง และค่อนข้างสกปรก เนื่องจากจุดศึกษาดังกล่าวนี้นิยมชมเชยมีประชากรหนาแน่นอาศัยโดยรอบมีการทำการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง

มีโรงฆ่าสัตว์และแหล่งตลาดชุมชนโดยรอบ จึงอาจส่งผลให้เกิดการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำลาวตลอดจนการปล่อยสิ่งปฏิกูลลงสู่แม่น้ำ และผลการศึกษากการสำรวจคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนพบว่า ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญให้คู่มือเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จัดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา และความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้คู่มืออยู่ในระดับพึงพอใจมาก

อภิปรายผล

การศึกษาดังนี้มีการนำรูปแบบการประเมินคุณภาพน้ำมาประเมินร่วมกันคือการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ โดยใช้ AARL-PC Score การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ในการประเมินคุณภาพน้ำซึ่งใช้ LRL-AO Score และการใช้แมลงน้ำประเมินคุณภาพน้ำโดย LRL-AO Score, BMWP Score และประเมินคุณภาพน้ำโดยการเทียบค่ากับ ASPT พบว่าสามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณภาพน้ำที่ประเมินได้ คือ กลุ่มที่ 1 จุดศึกษาบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนแจ จัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี สะอาด มีปริมาณสารอาหารน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่บนพื้นที่ต้นน้ำได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยมากจึงทำให้คงสภาพของความสมบูรณ์ของลำน้ำได้เป็นอย่างดี กลุ่มที่ 2 คือ จุดศึกษาบ้านโป่งน้ำร้อนและบ้านทุ่งรวงทองพัฒนา เป็นจุดศึกษาที่ได้รับการประเมินคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง มีปริมาณสารอาหารปานกลาง มีบางจุดที่ค่อนข้างสกปรก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ประกอบเกษตรกรรม และมีชุมชนอาศัยอยู่โดยรอบ แหล่งน้ำมีการใช้ประโยชน์

จากแหล่งน้ำค่อนข้างมาก กลุ่มที่ 3 คือจุดศึกษาบริเวณเทศบาลตำบลเวียงป่าเป้าและบ้านสันสลี เป็นจุดศึกษาที่ประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในระดับคุณภาพน้ำปานกลาง และค่อนข้างสกปรก เนื่องจากจุดศึกษาดังกล่าวนี้มีชุมชนที่มีประชากรหนาแน่นอาศัยอยู่โดยรอบมีการทำการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และขนาดกลาง มีโรงฆ่าสัตว์และแหล่งตลาดชุมชนโดยรอบ จึงอาจส่งผลให้เกิดการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำลาวตลอดจนการปล่อยสิ่งปฏิกูลลงสู่แม่น้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของกิตติธรรชัยศรี (2553) ที่ให้ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

การสร้างคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียน โดยการสร้างคู่มือมีการหาค่า IOC โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 คน ประกอบด้วย อาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย 2 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ ครูโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 2 คน ครูชำนาญการพิเศษ และเป็นครูที่มีการดำเนินการเรื่องการจัดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา และการศึกษาการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง ผู้ประเมินภายนอกจากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) จำนวน 1 คน ร่วมประเมินความสอดคล้องของคู่มือในครั้งนี้ ทุกรายการที่เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทุกข้อมีความสอดคล้อง คือมีค่ามากกว่า 0.5 ค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 0.91 ซึ่งหมายถึงคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ โดยพบว่า มี 8 รายการความเห็น ที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงผู้เชี่ยวชาญเห็นตรงกันทั้งหมด และมีรายการที่ 11 คือ ความเหมาะสมกับความสนใจของ

นักเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 0.6 และการนำคู่มือไปใช้ดำเนินการโดยใช้โรงเรียนเวียงป่าเป้า วิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย โดยใช้นักเรียนร่วมกิจกรรมทั้งหมด 60 คน ครูจำนวน 5 คน เป็นผู้ดูแลกิจกรรมโดยกิจกรรมเป็นรูปแบบของค่ายนักอนุรักษ์ โดยมีเวลาที่เป็นส่วนของการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนนี้ จัดขึ้นที่อุทยานแห่งชาติขุนแจ จังหวัดเชียงราย (พื้นที่ต้นน้ำแม่ น้ำลาว) โดยให้ระดับความพึงพอใจระหว่าง 1-5 ผลของการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน โดยความพึงพอใจในภาพรวมเกี่ยวกับการใช้คู่มือการติดตามตรวจสอบ

คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียน อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 แสดงให้เห็นว่าคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับการนำไปใช้ โดยมีค่า IOC=0.91 และการนำไปใช้กับนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับพอใจมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับนักเรียนที่สร้างขึ้น เหมาะแก่การนำไปจัดกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- กิตติธร ชัยศรี. การสร้างดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ และแมลงน้ำในแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย. เชียงใหม่ : ปริญญาณิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2553.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. รายงานประจำปี 2552. กรุงเทพฯ, 2552.
- หัตถพร คุณประดิษฐ์. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : ปริญญาณิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- Dillard, G.E. 1966. The Seasonal Periodicity of *Batrachospermum Macrosporum* Mont. And *Audouinella violaceae* (Kütz.) Ham. North Carolina : In Turkey Creek. Moore County. The Journal of the Mitchell Society. (Nov, 1966) : 204-208, 1966.
- Greenberg, A.E. Standard Method for The Examination of Water and Wastewater. 21st edition. Washington DC : American Public Health Association, 2005.
- Kreb, C.J. Ecology. (3rded.). Harper and Row Publishers, Inc., New York, 1985.
- Komarek, J. and Anagnostidis, K. Cyanoprakaryota : Chroococcales. Stuttgart : Vercher Verlag Jena. Gustav Fisher, 1999.
- Kumano, S. Freshwater Red Algae of the World. Bristol : Biopress Limited, 2002.
- McCafferty, W.P. Aquatic Entomology. Science Books Internaitona. Massachusetts : Boston, 1981.

Mekong River, Commission. **Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and Its Tributaries.** Mekong River Commission, 2006.

_____. **Biomonitoring Methods for the Lower Mekong Basin.** Vientiane, 2010.

Necchi, J. O., Pascoalato, D., Branco, L. H. Z. and Branco, C. C. **Stream Macroalgal Flora from the Northwest Region of Sao Paulo State.** Southeastern Brazil : Algological Studies. 84, (1997) : 91–112, 1997.

Peerapornpisal, Y., Pekkoh, J., Powangprasit, D., Tonkhamdee, T., Hongsirichat, A. and Kunpradid T. Assessment of Water Quality in Standing Water by Using Dominant Phytoplankton (AARL–PP Score). **Journal of Fisheries Technology Research.** 1 (2007) : 71–81, 2007

Prescott, G.W. **How to Know the Fresh–Water Algae.** Iowa : W. M. C. Brown Company, 1970.