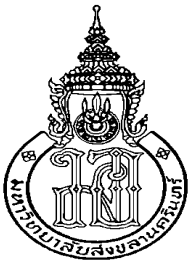


ความชุกชุมของแพลงก์ตอนและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต

Plankton Abundance and Coliform Bacteria Distribution in Old Mining Pits, Phuket

อุดมลักษณ์ คงสังข์

Audomlak Khongsang

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความชุกชุมของแพลงก์ตอนและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต

ผู้เขียน นางสาวอุดมลักษณ์ คงสังข์

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ดร.แสงดาว วงค์สาย)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ภูวดล บุตรรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

……..... ประธานกรรมการ
(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

……..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ภูวดล บุตรรัตน์)

……..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โชคชัย เหลืองธุวปราณีต)

……..... กรรมการ
(ดร.ศราวุธ เจะโส๊ะ)

……..... กรรมการ
(ดร.แสงดาว วงค์สาย)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

……..
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ_____
(ดร.แสงดาว วงค์สาย)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ_____
(นางสาวอุดมลักษณ์ คงสังข์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ_____
(นางสาวอุดมลักษณ์ คงสังข์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความชุกชุมของแพลงก์ตอนและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต

ผู้เขียน นางสาวอุดมลักษณ์ คงสังข์

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยวอย่างรวดเร็วเป็นปัญหาที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ต หนึ่งในผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคือความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค วิทยานิพนธ์นี้ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินกับดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ 3 ชนิด คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมือง 6 แห่งของภูเก็ต ตั้งแต่เดือน ก.ย. 2554 - ก.ค. 2555 โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองรัศมี 500 เมตร ทำการศึกษาถึงปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนซึ่งสามารถนำมาพิจารณาถึงคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศได้ จากการศึกษาพบว่าปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด มีปริมาณสูงในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนและมักพบปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐานในขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองสูง (> 40%) ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบความหนาแน่นสูงสุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม โดยพบกลุ่มสาหร่ายสีเขียวมีความหลากหลายของชนิดสกุลมากที่สุด ขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองสูงพบความชุกชุมสูงกว่าในขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองน้อยบ่งชี้ถึงปริมาณสารอาหารที่ไหลลงสู่ขุมเหมืองมีสูง สำหรับความชุกชุมแพลงก์ตอนสัตว์พบความหนาแน่นสูงสุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนมีนาคมโดยพบสกุล *Polyarthra* มีความชุกชุมสูงในขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองสูงสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำมีสูง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อคุณภาพน้ำ ข้อมูลจากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประเภทการใช้ที่ดินที่อยู่ติดกับแหล่งน้ำมีผลต่อความแปรปรวนของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและการเปลี่ยนแปลงชุมชนแพลงก์ตอน การทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำต่อไป

คำสำคัญ: โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด แพลงก์ตอน แหล่งน้ำขุมเหมือง การใช้ที่ดิน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Thesis Title Plankton Abundance and Coliform Bacteria Distribution in Old Mining Pits, Phuket

Author Miss Audomlak Khongsang

Major Program Technology and Environmental Management

Academic 2012

ABSTRACT

Rapid changes in land use due to urban development to support extensive tourism activities have been important issues in Phuket province, southern Thailand. One of obvious effects from the changes is a decline in water quality. This study was to monitor relationships between land use and three biological indicators (total coliform bacteria, phytoplankton and zooplankton) in six reservoirs of the province, during September 2011- July 2012. Using geographic information system, land use types adjacent to reservoirs within a buffer zone of 500 meter were classified into five types (i.e., urban, agriculture, forest, water and others). The result found, total coliform bacteria was high and risks for human health in highly-urbanized reservoir (>40%), especially during September to November. The highest density of all phytoplankton samples was observed in September and the lowest in May, Chlorophyceae was the highest genera composition in all reservoirs. A significant difference in total abundance was found between highly-urbanized and less-urbanized reservoirs with higher abundance in highly-urbanized reservoirs that implied a high level of nutrient discharge to the reservoir. Zooplankton abundance had the highest density in September and the lowest in March. *Polyarthra* sp. dominated in highly-urbanized reservoirs, indicating a risk of eutrophication occurrence. Evidence from the study indicates that land use types adjacent to the reservoir have significantly impacted on variation in abundance and composition of plankton communities and total coliform bacteria volume. Understanding such spatial and temporal variation provides a basis for water resources management.

Keywords: Total Coliform Bacteria, Plankton Community, Tropical reservoir, Land use, Geographic Information System

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.แสงดาว วงค์สาย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ภูวดล บุตรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ปรับปรุง และแก้ไขจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์ ประธานกรรมการสอบ ดร.ศราวุธ เจะโส๊ะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย เหลืองธุวปราณีต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต สำหรับทุนสนับสนุนการศึกษาตลอดระยะเวลาทำการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ตทุกคน สำหรับความช่วยเหลือในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่น้อง คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า รวมถึงบรรดามิตรสหายที่คอยเป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือ ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาจนข้าพเจ้าสามารถสำเร็จการศึกษาลุล่วงไปด้วยดี

อุดมลักษณ์ คงสังข์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(12)
รายการรูป	(13)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
2.1 จังหวัดภูเก็ต	5
2.1.1 สภาพทั่วไปของจังหวัดภูเก็ต	5
2.1.2 จำนวนประชากร	6
2.1.3 แหล่งน้ำผิวดินจังหวัดภูเก็ต	6
2.1.4 ข้อมูลการประปาจังหวัดภูเก็ต	7
2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	9
2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological water quality)	11
2.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)	11
2.3.1.1 การศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	12
2.3.2 แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)	12
2.3.2.1 ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศแหล่งน้ำ	14
2.3.2.2 การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช	14
2.3.3 แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)	15
2.3.3.1 ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3.2 การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์	17
2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและการแพร่กระจายของดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ	18
2.4.1 แสง (light)	18
2.4.2 อุณหภูมิ (temperature)	18
2.4.3 ความขุ่น (turbidity)	19
2.4.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen: DO)	19
2.4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	20
2.4.6 สารอาหาร (nutrients)	20
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ	20
2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	21
2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและแพลงก์ตอนพืช	21
2.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและแพลงก์ตอนสัตว์	22
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	23
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี	23
3.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างภาคสนาม	23
3.1.2 อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ	23
3.2 พื้นที่ศึกษา	24
3.3 ระยะเวลาทำการศึกษาวิจัย	29
3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	30
3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ	31
3.4.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	31
3.4.1.2 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์	31
3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง	31
3.4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	31
3.4.2.2 การวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์	35
3.4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 วิธีการศึกษาประเภทการใช้ที่ดิน	36
3.5.1 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน	36
3.5.2 สัดส่วนการใช้ที่ดินแต่ละประเภท	36
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	36
4.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต	37
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบางมะรวน	37
4.1.2 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองนก	38
4.1.3 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบ้านไทย	39
4.1.4 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเจ้าฟ้า	40
4.1.5 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองอนุภาษ	41
4.1.6 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง ม.อ.	42
4.2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	43
4.2.1 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน	43
4.2.2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองนก	45
4.2.3 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย	46
4.2.4 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า	47
4.2.5 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ	48
4.2.6 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมือง ม.อ.	49
4.3 การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	51
4.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	53
4.4.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน	56
4.4.2 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองนก	58
4.4.3 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย	58
4.4.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า	59
4.4.5 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ	60
4.4.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมือง ม.อ.	61
4.5 การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	64
4.6.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน	66
4.6.2 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองนก	67
4.6.3 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย	67
4.6.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า	68
4.6.5 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ	68
4.6.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมือง ม.อ.	69
4.7 การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	70
4.8 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	72
4.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	72
4.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	73
4.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	73
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการวิจัย	75
5.2 ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	85
ประวัติผู้เขียน	107

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การกำหนดประเภทของแหล่งน้ำ	9
2.2	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	10
2.3	การเปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืช	13
3.1	พิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)	26
3.2	ดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น. (MPN Index และระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95ของหลอดที่มีผลบวก	34
3.3	ประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง จังหวัดภูเก็ต พ.ศ. 2552	36
4.1	สัดส่วนร้อยละประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองภูเก็ต	43
4.2	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (MPN/100mL) ในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555	52

รายการรูป

รูปที่		หน้า
2.1	อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรจังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี 2545 - 2554	6
3.1	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำขุมเหมืองในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)	25
3.2	พื้นที่ศึกษาน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต	28
3.3	วิธีการศึกษา	30
3.4	ลักษณะการลากถุงแพลงก์ตอนในแนวเฉียง (Oblique haul)	31
3.5	ขั้นตอนการทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี Multiple tube Fermentation Technique	33
4.1	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบางมะรวน อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	37
4.2	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองนก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	38
4.3	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบ้านไทย อ.เมือง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	39
4.4	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเจ้าฟ้า อ.เมือง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	40
4.5	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองอนุภาษ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	41
4.6	แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง ม.อ. อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552	42
4.7	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองบางมะรวน อ.ถลาง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	44
4.8	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองนก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	46
4.9	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองบ้านไทย อ.เมือง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	47
4.10	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองเจ้าฟ้า อ.เมือง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	48
4.11	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองอนุภาษ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	49
4.12	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมือง ม.อ. อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	50
4.13	ปริมาณเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขุมเหมือง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555	50

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.14	สัดส่วนร้อยละของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มที่พบในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555	62
4.15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่กันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555	63
4.16	สัดส่วนร้อยละของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555	70
4.17	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555	71

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

ม.อ.	=	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
St.	=	จุดเก็บตัวอย่างโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
BGLB	=	Brilliant green lactose bile broth
GIS	=	Geographic Information System
MPN	=	Most Probable Number
LST	=	Lauryl tryptose broth
UTM	=	Universal Transverse Mercator
mL	=	Milliliter

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

แหล่งน้ำจืดเพื่อการอุปโภคและบริโภคของจังหวัดภูเก็ตในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นน้ำที่กักเก็บในขุมเหมืองเก่า ภูเก็ตเคยเป็นแหล่งแร่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศไทยจนนานาประเทศยอมรับมาตั้งแต่อดีตโดยมีแร่ที่สำคัญคือดีบุก จึงทำให้อุตสาหกรรมการทำเหมืองแร่ได้พัฒนาขึ้นมามากตามลำดับ จนกระทั่งการทำเหมืองแร่ดีบุกต้องหยุดชะงักลงไปด้วยราคาแร่ตกต่ำประกอบกับการเจริญเติบโตของกิจกรรมการท่องเที่ยวเข้ามาแทนที่ ทำให้บรรดาพ่อค้า นายเหมือง และประชาชน หันไปประกอบอาชีพธุรกิจในด้านการท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ขุมเหมืองหยุดการใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจแร่ดีบุกโดยสิ้นเชิง (กรมศิลปากร, 2532) ปัจจุบันขุมเหมืองได้ถูกทิ้งร้างและเปลี่ยนลักษณะการใช้ประโยชน์เป็นแหล่งกักเก็บน้ำฝนกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัด

เมื่อดูแนวโน้มปริมาณความต้องการน้ำของจังหวัดภูเก็ตพบว่า มีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี (สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, 2553) ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและปริมาณนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณน้ำต้นทุนที่นำมาใช้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการทั้งหมดโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีระบบน้ำประปา และแม้ว่าทางจังหวัดภูเก็ตจะมีการผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำจากเขื่อนบางวาดเป็นหลัก แต่ในฤดูแล้งปริมาณน้ำก็มีไม่เพียงพอต่อการผลิต ทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณขุมเหมืองเก่า รวมถึงสถานประกอบการที่มีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมากต้องอาศัยน้ำดิบจากขุมเหมืองเก่ามาผลิตน้ำใช้เองโดยตรง แต่เนื่องจากน้ำดิบเหล่านั้นไม่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพทั้งในด้านเคมีและชีวภาพ รวมถึงในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างอย่างรวดเร็ว อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำและทำให้เกิดความผิดปกติต่อสุขภาพประชาชนที่อุปโภคบริโภคน้ำโดยไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพหรือกระบวนการบำบัดที่ดีได้ การศึกษาปัจจัยบ่งชี้คุณภาพน้ำด้านชีวภาพจึงเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำได้ในช่วงเวลาที่กว้างเนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีช่วงเวลาในการเจริญเติบโต โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological index) 3 ชนิด คือ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ควบคู่ไปกับการศึกษาการใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง

แพลงก์ตอนพืช มีความสำคัญต่อแหล่งน้ำเนื่องจากเป็นผู้ผลิตอันดับแรกในห่วงโซ่อาหารโดยใช้ปัจจัยที่สำคัญคือแสง สารอาหาร และอุณหภูมิในการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งในประเทศไทยแสงและอุณหภูมิไม่ใช่ปัจจัยจำกัด ดังนั้นสารอาหารในแหล่งน้ำจึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช บางชนิดเจริญในสภาพแวดล้อมที่มีสารอาหารสูง บางชนิดเจริญอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง บางชนิดเจริญได้ในที่ที่มีสารอาหารต่ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชบางชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) โดยหากแหล่งน้ำมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้นเป็นต้นเหตุสำคัญของการเกิด Eutrophication ในแหล่งน้ำจะทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลง และเมื่อแพลงก์ตอนเหล่านั้นตายลงจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายซาก และการย่อยสลายยังใช้ปริมาณออกซิเจนสูงมากทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในแหล่งน้ำ ทั้งยังส่งผลทำให้เกิดกลิ่น สีและคุณภาพของน้ำเปลี่ยนไป ในส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับแรกในห่วงโซ่อาหาร จัดว่าเป็นตัวการสำคัญที่ช่วยควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชให้อยู่ในสภาวะสมดุลตามธรรมชาติ (พรศิลป์ ผลพันธิน, 2538) อีกทั้งแพลงตอนสัตว์ยังเป็นดัชนีแสดงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยมีความสำคัญในแง่ของการเป็นอาหารของสัตว์

สำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำพบว่าสามารถส่งผลต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำโดยตรงและสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำทางชีวภาพได้ดี โดยมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินได้กำหนดปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมอยู่ด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2535) โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีแหล่งกำเนิดมาจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น เป็นพาหะนำโรคระบบทางเดินอาหารที่ดี เช่น อหิวาตกโรค ไข้รากสาด และท้องร่วง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคดังกล่าว

การพิจารณาถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่าของจังหวัดภูเก็ตจำเป็นต้องศึกษาจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ โดยปัจจุบันในจังหวัดภูเก็ตมีการขยายตัวของชุมชนเมืองเพิ่มมากขึ้นควบคู่กับการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ทำให้ลักษณะการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองแต่ละแห่งเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้หรือที่ว่างรกร้างเป็นชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างมากขึ้น ซึ่งลักษณะการใช้ที่ดินดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดได้ ทั้งยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนอีกด้วย (Ren, *et al*., 2003; Basima, *et al*., 2006; Tu, 2011; Ferrareze, 2012) การศึกษาการใช้ที่ดินโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่ง

ที่สามารถช่วยจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดินในพิกัดภูมิศาสตร์ที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา ทำให้เอื้อต่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของขุมเหมืองควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างต่อเนื่อง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในโครงการวิจัยชุดเพื่อการจัดการและการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ซึ่งข้อมูลความชุกชุมของแพลงก์ตอนและปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดจะถูกนำไปทำการวิเคราะห์วิจัยประกอบกับข้อมูลปัจจัยทางด้านเคมีและกายภาพต่อไป เพื่อให้ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำแต่ละขุมเหมือง และกำหนดเป็นพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมแก่การอุปโภคบริโภคควบคู่ไปกับการพัฒนาของจังหวัดอย่างยั่งยืนต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายตามช่วงเวลาของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต

1.2.2 เพื่อศึกษาความหลากหลายและความชุกชุม รวมถึงการแพร่กระจายตามช่วงเวลาของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต

1.2.3 เพื่อศึกษาความหลากหลายและความชุกชุม รวมถึงการแพร่กระจายตามช่วงเวลาของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต

1.2.4 เพื่อศึกษาประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกการใช้ที่ดินซึ่งมีผลต่อปริมาณและการแพร่กระจายของดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ ทั้ง 3 ชนิด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีการแพร่กระจายในแหล่งน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต ควบคู่กับการศึกษาประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง โดยเลือกอำเภอละ 2 ขุมเหมือง รวม 6 ขุมเหมือง เก็บตัวอย่างทุกสองเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2554 ถึงกรกฎาคม พ.ศ.2555 ทำการศึกษาดังนี้

1) ศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดทำการเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 จุด ที่ระยะห่างจากฝั่ง 10 เมตร เก็บน้ำโดยวิธีจ้วงใต้ผิวน้ำ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Multiple tube Fermentation Technique ตามที่กำหนดไว้ใน Standard Method for Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, *et al*., 2005)

2) ศึกษาความหลากหลาย ความชุกชุม และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ทำการเก็บตัวอย่างด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร ลากในแนวเฉียงจากกึ่งกลางความลึกเป็นระยะทาง 50 เมตร เก็บรักษาสภาพตัวอย่างด้วยบัฟเฟอร์ฟอร์มาลินแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในระยะ 500 เมตร โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการใช้ที่ดินแต่ละเภทกับปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถนำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้รับจากงานวิจัยไปเพื่อพิจารณาประกอบ การตัดสินใจในการอุปโภคและบริโภคน้ำขุมเหมือง

1.4.2 สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลประกอบการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตได้

1.4.3 ได้ข้อมูลชนิดและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต เพื่อการบริหารจัดการแหล่งน้ำอย่างถูกวิธี

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

โดยทั่วไปแหล่งน้ำจืดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำนิ่ง (Standing water or Lentic water) และ น้ำไหล (Running water or Lotic water) แหล่งน้ำนิ่งได้แก่ คู บ่อ หนอง บึง สระ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และเขื่อน เป็นต้น (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2538) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเน่าเปื่อยย่อยสลายของอินทรียวัตถุมาก แหล่งน้ำเหล่านี้จะไม่ค่อยได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำมากนัก ระดับน้ำจะผันแปรไปตามฤดูกาล มีปริมาณธาตุอาหารและตะกอนดินสะสมที่ไหลมากับน้ำจากแผ่นดินและแม่น้ำลำธารหรือได้มาจากการเน่าสลายของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น จึงทำให้มีความอุดมสมบูรณ์มาก โดยจะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำนิ่งมีทั้งแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น แหล่งน้ำไหล ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร แหล่งน้ำแบบนี้มีก๊าซออกซิเจนสูงกว่าแหล่งน้ำนิ่ง พื้นท้องน้ำไม่ค่อยมีตะกอนของธาตุอาหารหรือเศษวัตถุเน่าเปื่อยเนื่องจากได้รับอิทธิพลของกระแสน้ำ แม่น้ำมักจะมีกระแสน้ำไหลเอื่อยในฤดูแล้ง แต่อาจจะแรงขึ้นและมีโอกาสเปลี่ยนเป็นแหล่งน้ำหลากในฤดูฝน ส่วนใหญ่แม่น้ำจะมีน้ำอยู่ตลอดปี ซึ่งตรงข้ามกับลำธารหรือลำห้วยขนาดเล็กที่มีกระแสน้ำค่อนข้างแรงโดยเฉพาะตอนต้นน้ำ

สำหรับ แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่ภายในแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2538)

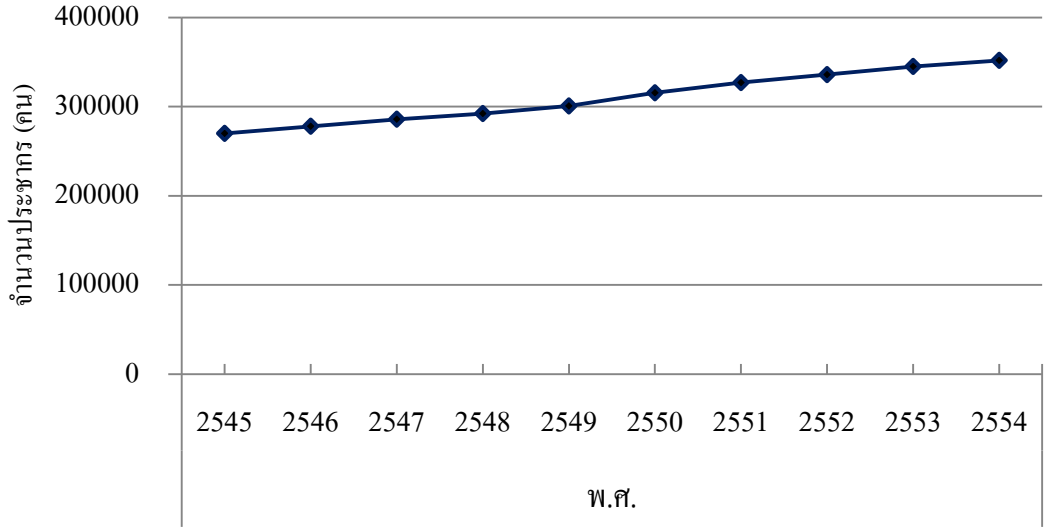
2.1 จังหวัดภูเก็ต

2.1.1 สภาพทั่วไปของจังหวัดภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ต ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 7 องศา 45 ลิปดา ถึง 8 องศา 15 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 98 องศา 15 ลิปดา ถึง 98 องศา 40 ลิปดาตะวันออก มีลักษณะเป็นเกาะซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคใต้ในทะเลอันดามัน เฉพาะเกาะภูเก็ตมีพื้นที่ 543.034 ตารางกิโลเมตร แบ่งการบริหารราชการส่วนภูมิภาคออกเป็น 3 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมือง อำเภอกะทู้ และอำเภอถลาง

2.1.2 จำนวนประชากร

จากการรวบรวมเอกสารของสำนักงานจังหวัดภูเก็ต (พ.ศ.2555) เกี่ยวกับข้อมูลอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พบว่าประชากรโดยรวมทั้งจังหวัดเพิ่มขึ้น 3.05% ต่อปี ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยประชากรจังหวัดภูเก็ต ณ กันยายน 2554 มีจำนวน 351,909 คน ความหนาแน่นของประชากร 617 คนต่อตารางกิโลเมตร



รูปที่ 2.1 กราฟอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรจังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี 2545 - 2554

การเพิ่มขึ้นของประชากรแสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคจะแปรผันตามจำนวนประชากรซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่มคือ ประชากรที่มีภูมิลำเนาถิ่นฐานทะเบียนบ้านอยู่ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต และประชากรที่ไม่ได้มีถิ่นฐานทะเบียนบ้านในจังหวัดภูเก็ตโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นนักท่องเที่ยว ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดและมีอัตราการใช้น้ำที่ค่อนข้างสูงโดยได้มีการคาดการณ์ความต้องการใช้น้ำในอีก 20 ปีข้างหน้า (สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, 2554) พบว่า มีปริมาณความต้องการใช้น้ำเพิ่มจากปีพ.ศ. 2553 จาก 18.12 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีเป็น 37.64 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีในพ.ศ. 2575 ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำมากขึ้นเป็นเท่าตัว

2.1.3 แหล่งน้ำผิวดินจังหวัดภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ตอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วยลุ่มน้ำเล็กๆ 24 ลุ่มน้ำกระจายอยู่ทั่วจังหวัดภูเก็ต มีพื้นที่รับน้ำฝน 1,244 ตารางกิโลเมตร และมีปริมาณน้ำต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 17.92 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร แหล่งน้ำผิวดินจะประกอบด้วยแหล่งน้ำผิวดินตาม

ธรรมชาติ คือลำน้ำสายสั้น ๆ จำนวน 188 สาย ไหลลงสู่ทะเลด้านตะวันออก และ 63 สายไหลลงสู่ทะเลด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก ประกอบด้วยคลองสายสำคัญ 9 สาย คือ

- คลองบางใหญ่ ไหลลงสู่ทะเลด้านตะวันออกที่อ่าวภูเก็ต
- คลองบางลา ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันตกที่อ่าวป่าตอง
- คลองบางโรง ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันออกที่อ่าวบางโรง
- คลองท่าเรือ ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันออกที่อ่าวท่าเรือ
- คลองท่ามะพร้าว ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่อ่าวมะพร้าว
- คลองบ้านหยิด ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันออกที่คลองท่านุ่นช่องแคบปากพระ
- คลองพม่าหลง ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันตกที่อ่าวทุ่งหนุ่ง
- คลองกมลา ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันตกที่อ่าวกมลา
- คลองโคกโตนด ไหลลงสู่ทะเลด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่อ่าวฉลอง

ส่วนแหล่งน้ำผิวดินจากพื้นที่ป่าพรุซึ่งส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่ในเขตอำเภอถลาง ได้แก่ พรุเจ๊ะสัน พรุจิก พรุแหลมหยุด พรุยาว พรุจุด พรุไม้ขาว และพรุทุ่งเตียน เป็นต้น มีพื้นที่โดยรวมประมาณ 570 ไร่ นอกจากนี้ในพื้นที่ภูเก็ตยังมีแหล่งน้ำผิวดินจากเหมืองร้างประกอบด้วย

- ในเขตอำเภอเมืองภูเก็ต จำนวน 49 แห่ง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 667 ไร่ มีปริมาณน้ำกักเก็บประมาณ 12,022,500 ลูกบาศก์เมตร
- ในเขตอำเภอถลาง จำนวน 30 แห่ง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 850 ไร่ มีปริมาณน้ำกักเก็บประมาณ 25,989,450 ลูกบาศก์เมตร
- ในเขตอำเภอกะทู้ จำนวน 34 แห่ง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 635 ไร่ มีปริมาณน้ำกักเก็บประมาณ 11,181,250 ลูกบาศก์เมตร

2.1.4 ข้อมูลการประปาจังหวัดภูเก็ต

การบริการประปาในจังหวัดภูเก็ต มีดังนี้

1) เทศบาลนครภูเก็ต ผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบในขุมเหมืองร้าง 9 แห่งทั้งของเอกชนและของเทศบาลเอง ดังนี้

- ขุมน้ำหน้าโรงพยาบาลวชิระภูเก็ต ความจุ 127,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำซอยพะเนียง ความจุ 72,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำเทศบาล ความจุ 334,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำแฝด ความจุ 732,900 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำริมถนนวิชิตสงคราม ความจุ 222,000 ลูกบาศก์เมตร

- ขุมน้ำบริษัทอนุภาษ อ.กะทู้ ความจุ 2,000,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำคุณคณิต ความจุ 73,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำสวนเฉลิมพระเกียรติ ความจุ 100,000 ลูกบาศก์เมตร
- ขุมน้ำบริษัทอนุภาษ ถ. เจ้าฟ้า ความจุ 1,000,000 ลูกบาศก์เมตร

รวมปริมาณน้ำดิบทั้งสิ้น 4,660,900 ลูกบาศก์เมตร

กองประปา เทศบาลนครภูเก็ต มีแหล่งการผลิตน้ำประปา จำนวน 3 แห่ง คือ

- ระบบการผลิตขุมน้ำเทศบาล กำลังการผลิต 1,680 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- ระบบการผลิตขุมสวนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 กำลังการผลิต 3,600 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- ระบบการผลิตถนนดำรง กำลังการผลิต 20,880 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รวมอัตราการผลิตทั้งสิ้น 26,160 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

2) การประปาส่วนภูมิภาค ดำเนินการผลิตน้ำประปาจาก 2 แหล่ง คือโรงกรองน้ำกะหลิมมีกำลังผลิต 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และโรงกรองน้ำบางวาดมีกำลังการผลิต 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ให้บริการในเขตอำเภอกะทู้และพื้นที่ใกล้เคียง

3) การประปาท้องถิ่น จำนวน 5 แห่ง ให้บริการชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงคือ

- การประปาเทศบาลตำบลเทพกระษัตรีใช้แหล่งน้ำดิบจากขุมเหมืองบางมะรวน มีกำลังการผลิต 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- การประปาเทศบาลตำบลเชิงทะเล ใช้แหล่งน้ำดิบจากน้ำตกและเหมืองร้าง มีกำลังการผลิต 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- การประปาบ้านสะปำ ใช้แหล่งน้ำดิบจากขุมเหมืองร้างมีกำลังการผลิต 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- การประปาเทศบาลเมืองป่าตอง มีกำลังการผลิต 36,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- การประปาองค์การบริหารส่วนตำบลเทพกษัตรี องค์การบริหารส่วนตำบลศรีสุนทร องค์การบริหารส่วนตำบลป่าคลอก และองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะแก้ว โดยแต่ละแห่งมีกำลังการผลิต 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

4) การประปาของเอกชน กลุ่มธุรกิจโรงแรมและสนามกอล์ฟขนาดใหญ่ได้จัดสร้างโรง งานผลิตน้ำแบบเคลื่อนย้ายได้ มีขนาดกำลังผลิต 6,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

จากการค้นคว้าเอกสารพบว่าแหล่งน้ำขุมเหมืองร้างเป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีการนำไปใช้ผลิตเป็นน้ำประปาสำหรับการอุปโภคและบริโภคของประชากรทั้ง

จังหวัด และจากการสำรวจภาคสนามยังพบว่ามีการสูบน้ำขุมเหมืองขึ้นไปใช้ภายในครัวเรือนของชุมชนรอบขุมเหมืองเองอีกด้วย ทั้งนี้การตรวจสอบและติดตามคุณภาพน้ำดิบของขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตมีการศึกษาไว้น้อยมาก

2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2538) ได้กำหนดประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังตารางที่ 2.1 และ ตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดประเภทของแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2535)

ประเภท	การใช้
ประเภทที่ 1	ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่าน กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษ (2) การอุตสาหกรรม
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ดัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ, 2535)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด* ตามการประเภทการใช้					วิธีการตรวจ
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1. สี กลิ่นและรส	-	ธ	-	-	-	-	-
2. อุณหภูมิ	ºC	ธ		ธ’		-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3. ความเป็นกรดและด่าง	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4. ออกซิเจนละลาย (DO) **	Mg/L	ธ	6.0	4.0	2.0	-	Azide Modification
5. บีโอดี (BOD)	Mg/L	ธ	1.5	2.0	4.0	-	Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด	MPN / 100mL	ธ	5,000	20,000		-	Multiple Tube Fermentation Technique
7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม	MPN / 100mL	ธ	1,000	4,000		-	Multiple Tube Fermentation Technique
8. ไนเตรท(NO3)	Mg/L	ธ		5.0		-	Cadmium Reduction
9. แอมโมเนีย(NH3)	Mg/L	ธ		0.5		-	Distillation Nesslerization

หมายเหตุ

* กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

** ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ’ อุณหภูมิจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

ºC องศาเซลเซียส

Mg/L มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN Most Probable Number

2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological water quality)

2.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)

การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้แบคทีเรียเป็นดัชนีที่จะบ่งชี้ถึงความเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากมีแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิด และอหิวาตกโรค ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ เมื่อถูกขับถ่ายปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแพร่กระจายไปโดยมีน้ำเป็นสื่อ และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ที่ใช้น้ำในแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงต้องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย (Pathogens) ต่างๆในน้ำ การตรวจสอบชนิดของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่างๆ ในตัวอย่างน้ำโดยตรงอาจต้องใช้เวลานาน ยุ่งยาก และสิ้นเปลืองมาก ซึ่งในปัจจุบันมักนิยมใช้การตรวจหาแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological indicator) แทน ส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เพื่อเป็นดัชนีชี้แนะว่าแหล่งน้ำนั้นน่าจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายมากน้อยเพียงใด (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) คุณสมบัติที่สำคัญของแบคทีเรียที่เป็นดัชนีชี้แนะที่ดี มีดังนี้

1) เมื่อพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอยู่ในน้ำ จะต้องพบแบคทีเรียชี้แนะอยู่ในน้ำด้วย
2) มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
3) สามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
4) ไม่ควรมีอยู่ในน้ำบริสุทธิ์
5) วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่จัดอยู่ในวงศ์ Enterobacteriaceae ลักษณะรูปร่างเป็นท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติเฉพาะคือสามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและก๊าซ ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส โคลิฟอร์มแบ่งตามแหล่งที่มาออกเป็น 2 กลุ่ม (วีระชัย โชควิญญู, 2530) ได้แก่ กลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ เมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร จะพบแบคทีเรียชี้แนะ ชนิดนี้ ได้แก่ *Escherichia coli* และกลุ่มนันฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืช มีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้เมื่อมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ

2.3.1.1 การศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในแม่น้ำนครนายก 2 สาย (ศรัณยา เปียแดง, 2542) พบความผันแปรของการปนเปื้อนแตกต่างกันตามฤดูกาลและปริมาณน้ำ โดยในเดือนเมษายนและกรกฎาคม ซึ่งมีปริมาณน้ำน้อย กระแสน้ำนิ่งทำให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าสูง ซึ่งตรงกับการศึกษาของ An, *et al.,* (2002) ที่พบความหนาแน่นของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนเช่นกัน นอกจากนั้นเมื่อศึกษาพื้นที่ท่าเรือในทะเลสาบพบว่าความหนาแน่นของ E. *coli* ในฤดูร้อนมีปริมาณต่ำ เนื่องจากการปนเปื้อนของอุจจาระสู่แหล่งน้ำลดลง และ E. *coli* ไม่สามารถดำรงชีวิตได้ในบริเวณที่อุณหภูมิสูงมาก โดยปริมาณ E. *coli* เพิ่มขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น พบความหนาแน่นของ E. *coli* และโคลิฟอร์มทั้งหมดในตะกอนมากกว่าในน้ำ

An and Breindenbach (2005) ทำการศึกษาอีกครั้งในบ่อน้ำพุธรรมชาติ พบการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในเดือนสิงหาคมมีปริมาณมากกว่าเดือนพฤษภาคม สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในเขื่อนภูมิพลพบว่ามีค่าระหว่าง 0-43 MPN/100 mL ในเขื่อนน้ำงึมประเทศลาวปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ระหว่าง 0-2100 MPN/100 mL โดยพื้นที่ศึกษาทั้งสองพบการแพร่กระจายสูงสุดในช่วงฤดูฝน (ธนิษฐา, 2551) เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ชะล้างเอาตะกอนดิน และน้ำจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งหากพื้นที่ที่ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเช่นห้องน้ำ หรือมีสุขลักษณะที่ไม่ถูกต้องก็จะเกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ง่ายจากการชะล้างของน้ำฝน (Nwachukwu, *et al.,* 2010)

2.3.2 แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยในน้ำ พบทั้งในระบบนิเวศน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม สามารถสร้างอาหารเองได้ (Autotrophic) เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้สามารถตรึงพลังงานแสงอาทิตย์โดยการสังเคราะห์ด้วยแสงและเปลี่ยนให้พลังงานแสงอยู่ในรูปของคาร์บอนซึ่งใช้ในการถ่ายทอดพลังงานต่อไปในสายใยอาหารของแหล่งน้ำ แพลงก์ตอนพืชมีลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ ขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร เป็นเส้นสาย (Filament) และรวมเป็นกลุ่มก้อน (Colony) ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร การเจริญของขนาดขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสารอาหารในแหล่งน้ำ (Sekino, *et al.,* 2007) และปริมาณแสง ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในชั้นน้ำที่มีแสงส่องถึง โดยสามารถกระจายได้ทุกระดับความลึกและความชุกชุมจะลดลงตามระดับ

ลอยตัว บางชนิดมีแฟคเจลลา (Flagella) ช่วยในการเคลื่อนที่ ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนครอบคลุมผิวหน้าน้ำได้ดี (Lehman and Smith, 1991)

การจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืชมีหลายระบบโดยยึดเกณฑ์ลักษณะของเซลล์เป็นหลัก ดังนั้นจำนวนกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชจึงแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมในแต่ละการศึกษา ซึ่งระบบการจำแนกหมวดหมู่ตามที่เสนอโดย Christensen (1966) ซึ่งอ้างอิงโดย ลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) เป็นระบบที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมแพลงก์ตอนพืชทุกกลุ่มในน้ำจืด โดยเกณฑ์การจำแนกของ Christensen ยึดเอาชนิดของคลอโรฟิลล์เป็นหลัก สามารถแบ่งแพลงก์ตอนพืชออกได้เป็น 3 Division คือ Division Cyanophyta หรือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีเฉพาะคลอโรฟิลล์ เอ เพียงชนิดเดียว Division Chlorophyta หรือกลุ่มสาหร่ายสีเขียว มีคลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือ เอ และ บี ส่วน Division Chromophyta มีคลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือ เอ และ ซี

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืช (อ้างอิงโดยลัดดา วงศ์รัตน์, 2542)

Smith (1950)	**Prescott (1962)**	**Christensen (1966)**	**Lee (1980)**
Cyanophyta	**Cyanophyta**	**Cyanophyta**	**Cyanophyta**
Myxophyceae	Myxophyceae	Cyanophyceae	Cyanophyceae
Chlorophyta	**Chlorophyta**	**Chlorophyta**	**Chromophyta**
Chlorophyceae	Chlorophyceae	Chlorophyceae	Euglenophyceae
Euglenophyta	**Chrysophyta**	Prasinophyceae	Dinophyceae
Euglenophyceae	Xanthophyceae	Euglenophyceae	Cryptophyceae
Pyrrophyta	Chrysophycee	**Chromophyta**	Chrysophyceae
Desmokontae	Bacillariophyceae	Bacillariophyceae	Prymnesiophyceae
Dinophyceae	**Euglenophyta**	Chrysophyceae	Bacillariophyceae
Chrysophyta	Euglenophyceae	Dictyochophyceae	Raphidophyceae
Chrysophyceae	Chloromonadophyta	Prymnesiophyceae	Xanthophyceae
Bacillariophyceae	**Pyrrophyta**	Dinophyceae	Eustigmatophycea
Xanthophyceae	Desmophyceae	Cryptophyceae	**Chlorophyta**
	Dinophyceae	Raphidophyceae	Chlorophyceae
	Cryptophyceae	Xanthophyceae	
		Eustigmatophyceae	

2.3.2.1 ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

แพลงก์ตอนพืช เป็นจัดเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary producers) มีบทบาทต่อระบบนิเวศน์และในห่วงโซ่อาหาร เพราะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของแหล่งน้ำ โดยเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ และผู้บริโภคอันดับต่อ ๆ ไปของห่วงโซ่อาหาร รวมถึง ชนิดและปริมาณของแพลงตอนสามารถระบุคุณภาพน้ำได้ แหล่งน้ำปกติจะมีจำนวนชนิดแพลงก์ตอนมาก และปริมาณแพลงก์ตอนแต่ละชนิดมีไม่มาก แต่หากแหล่งน้ำเกิดมลภาวะ จำนวนชนิดแพลงก์ตอนจะลดลงเหลือเพียง 2-3 ชนิด หรืออาจเหลือเพียงชนิดเดียวและมีจำนวนมากมายมหาศาล

2.3.2.2 การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช

วีระเดช มีอินเกิด (2550) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชาคมแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำจากเหมืองดีบุก จังหวัดนครศรีธรรมราช 4 แหล่ง พบชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 78 สกุล (Genus) ประกอบด้วย วงศ์ (Family) Chlorophyceae 40 สกุล รองลงมาคือ วงศ์ Cyanophyceae 18 สกุล และวงศ์ Bacillariophyceae 11 สกุล จำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนูสูงมีมากกว่าแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนูต่ำ แพลงก์ตอนพืชที่พบได้บ่อยคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ *Cylindrospermopsis* sp. และ *Oscillatoria* spp. โดยพบว่าฤดูกาลมีผลต่อชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในทุกแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยทางด้านกายภาพและเคมีของน้ำโดยใช้วิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) พบว่า ฟอสฟอรัสละลาย, สารหนูรวม,แอมโมเนีย-ไนเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณของแข็งแขวนลอย มีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชวงศ์ Cyanophyceae (*Raphidiopsis* sp. และ *Microcystis* spp.) ค่าความนำไฟฟ้า, บีโอดี และ พีเอช มีความสัมพันธ์กับวงศ์ Cyanophyceae *(Cylindrospermopsis* sp., *Cylindrospermum* sp. และ *Oscillatoria* spp.) และวงศ์ Pyrrophyceae (*Perridinium* spp.)

หทัยทิพย์ หนูเกื้อ (2546) ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในทะเลน้อย พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 207 ชนิด โดยพบกลุ่ม (Phylum) Chlorophyta มีจำนวนชนิดมากที่สุด 118 ชนิด พบมากในเดือนกุมภาพันธ์ สกุลที่พบหลากหลายมากที่สุดคือ *Staurastrum* สำหรับกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่มีปริมาณมาก คือ Cyanophyta คิดเป็นร้อยละ 49 ของปริมาณทั้งหมด โดยสกุลที่มีปริมาณมากที่สุดคือ *Oscillatoria* พบมากในเดือนมิถุนายน และจากการประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำในทะเลน้อยโดยพิจารณาปริมาณแพลงก์ตอนพืชพบว่า อยู่ในช่วง 10^{7}-10^{10} เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (Oligotrophication)

2.3.3 แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ อาศัยอยู่ในมวลน้ำสามารถว่ายน้ำได้เล็กน้อย มักถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำและคลื่น สามารถพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ยังแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ อีก 2 กลุ่ม คือ แพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) ในกลุ่มแพลงก์ตอนถาวร กลุ่ม Copepoda เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากที่สุด คือมีจำนวนชนิดมาก ปริมาณแต่ละชนิดมาก และมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง พวกแพลงก์ตอนชั่วคราวได้แก่ ตัวอ่อนของพวกสัตว์พื้นท้องน้ำ เช่น Platyhelminthes, Nemertinea, Bryozoa, Brachiopoda, Echinodermata, เป็นต้น บางกลุ่มประกอบด้วยทั้งแพลงก์ตอนชั่วคราวและแพลงก์ตอนถาวร ได้แก่ Rotifera, Annelida, Mollusca และ Chordata (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543)

การจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดประกอบด้วยไฟลัมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 3 ไฟลัม โดยมีการจำแนกหมวดหมู่ ดังนี้

การจัดหมวดหมู่ของโปรโตซัว (Phylum Protozoa) ตามระบบของ Kudo (1966) อ้างอิงโดย ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) ซึ่งเป็นระบบที่จำง่ายและไม่ซับซ้อน มีการจัดหมวดหมู่ดังนี้

Phylum Protozoa

Subphylum 1. Plasmodroma

Class Sarcodina

Order Testacida

Order Heliozoida

Subphylum 2. Ciliophora

Class Ciliata

Order Gymnostomatida

Order Trichostomatida

Order Hymenostomatida

Order Heterotrichida

Order Oligotrichida

Order Tintinnida

Order Hypotrichida

Order Peritrichida

การจัดหมวดหมู่ของโรติเฟอร์ (Phylum Rotifera) ตามระบบของ Brusca and Brusca (1990) อ้างอิงโดย ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) มีการจัดหมวดหมู่ดังนี้

Phylum Rotifera

Class 1. Monogononta

Order 1. Ploima

Family Brachionidae

Family Lecanidae

Family Notommatidae

Family Trichocercidae

Family Gastropodidae

Family Asplnchnidae

Family Synchaetidae

Order 2. Floscullariacea

Family Testudinellidae

Family Hexarthridae

Family Conochilidae

Family Floscullariidae

Order 3. Collothecacea

Family Collothecidae

Class 2. Digononta

Family Philodinidae

Family Habrotrochidae

Family Adinetidae

การจัดหมวดหมู่ของครัสตาเชียน (Crustacean) Phylum Arthropoda ตามระบบของ Waterman and Chace (1960) อ้างอิงโดย ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนมาก มีการจัดหมวดหมู่ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass 1. Brachiopoda

Order Diplostraca

Suborder 1. Conchostraca (Clam shrimp)

Suborder 2. Cladocera (Water fleas)

Subclass 2. Ostracoda (Mussel or shrimp)

Order Podocopa

Subclass 3. Copepoda (Copepods)

Order Calanoida

Order Cyclopoida

Order Harpacticoida

2.3.3.1 ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำมากทั้งในแง่ของความสัมพันธ์กันภายในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร หรือในแง่ของการหมุนเวียนสารอาหารต่างๆ ในแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารพวกสารอินทรีย์ได้ด้วยตัวเอง จึงจัดว่าเป็นสัตว์ประเภท heterotrophic (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543) และถูกจัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่หนึ่ง (กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร) หรือผู้บริโภคลำดับที่สองหรือสาม (กินแพลงก์ตอนสัตว์อื่นๆที่ขนาดเล็กกว่า) (พรศิลป์ ผลพันธิน, 2538) หรือเป็นกลุ่ม secondary production ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ยาฆ่าแมลง สารเคมี ที่ใช้ในการเกษตร รวมทั้งสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ มีผลกระทบต่อความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ (พรเทพ วิรัชวงศ์, 2538)

2.3.3.2 การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ของ อะแอเซ๊าะ โต๊ะมุสอ (2549) พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสิ้น 11 กลุ่ม ได้แก่ Protozoa, Cnidaria, Ctenophora, Rotifera, Chaetognatha, Annelida, Arthropoda, Phoronida, Mollusca, Echinodermata และ Chordata โดย nauplius เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบปริมาณมากที่สุดในทุกพื้นที่บริเวณคลองสะกอม จ.สงขลา แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลด์เอเพิ่มขึ้นและพบว่าช่วงฤดูแล้งและฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์หนาแน่นกว่าฤดูฝน

การศึกษาชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ของ วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย (2544) พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์มีการผันแปรชนิดตามฤดูกาลในรอบหนึ่งปีโดยมีจำนวนชนิดมากที่สุดในฤดูฝน ศึกษาในแหล่งน้ำจืด 7 ประเภท (แม่น้ำลำธาร อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ หนองน้ำ บึง และนาข้าว) มีการแพร่กระจายที่คล้ายคลึงกัน โดยโรติเฟอร์มีจำนวนชนิดมากที่สุดในทุกแหล่งน้ำ สกุลที่พบบ่อยที่สุด

คือ *Lecane* และพบคาลานอยด์โคพีพอดที่มีรายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 1 ชนิด คือ *Phyllodiaptomus sasikumari* Kiefer

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและการแพร่กระจายของดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจน (Alam, *et al.,* 2001; Sekino, *et al.,* 2007) สามารถแบ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

2.4.1 แสง (Light)

แสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ซึ่งพืชสีเขียวและแพลงก์ตอนพืชใช้ในการผลิตอาหารด้วยปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ปริมาณแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดชั้นอาหารของแพลงก์ตอนพืช (Chellappa, *et al*., 2009) โดยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงในปริมาณที่แตกต่างกัน

2.4.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิมีความสำคัญในการศึกษาทางนิเวศวิทยาน้ำจืด เพราะอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในเชิงกายภาพ ชีวภาพ และเคมี นอกจากนี้ยังมีผลต่อการแพร่กระจายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ รวมทั้งการละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ (นันทนา คชเสนี, 2539) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ หรือฤดูกาล และปริมาณแสงที่ได้รับในช่วงวันทำให้อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างกลางวันและกลางคืน อุณหภูมิสูงจะแปรผันตรงกับการเพิ่มขึ้นของการแบ่งเซลล์ ในแพลงก์ตอนพืชชนิด *Synedra, Cyclotella* และ*Chlamydomonas* (Alam, *et al.,* 2001) บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ แต่บางชนิดก็อยู่ในอุณหภูมิค่อนข้างสูง พบว่าในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำมี แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นคือวงศ์ Euglenophyceae และ Dinophyceae ส่วนในฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิสูง พบวงศ์ Diatomophyceae เป็นกลุ่มเด่น (วนัสสุดา ชมภูศรี, 2548) จากการศึกษาของ พิศมัย เฉลยศักดิ์ (2543) พบว่า แพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกับอุณหภูมิ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิน้ำ

2.4.3 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเป็นผลของอนุภาคแขวนลอยพวกสารอินทรีย์ และของแข็งที่เป็นพวกสารอนินทรีย์ เช่น ดินเหนียว ดินโคลน อนุภาคคาร์บอเนต แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ พวกอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้เป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงในน้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำ และดูดซึมแสงบางส่วนเอาไว้ (นันทนา คชเสนี, 2539) การลดลงของแสงเนื่องจากความขุ่นของตะกอนดินมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลด์ในแหล่งน้ำลดลง (Chellappa, *et al.,* 2009) และจากการศึกษาของอภิรดี หันพงศ์กิตติกูล (2547) พบว่า ความขุ่นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช ตรงกับการศึกษาของพิศมัย เฉลยศักดิ์ (2543) ซึ่งพบว่า แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความโปร่งแสง ความขุ่นมีความสัมพันธ์กับแสงคือเมื่อน้ำที่มีความขุ่นมากทำให้แสงส่องลงไปได้น้อย ทำให้มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่เพราะการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ทำให้แพลงก์ตอนเจริญเติบโตจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณผิวน้ำเท่านั้น นอกจากนี้ ค่าความขุ่นยังเป็นปัจจัยหลักที่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (วนัสสุดา ชมภูศรี, 2548)

2.4.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen:DO)

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการเจริญเติบโต ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากบรรยากาศ หรือมาจากผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เกิดจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย ก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำถูกใช้โดยกระบวนการหายใจและปฏิกิริยาเคมีของสารอนินทรีย์ โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำควรสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังเป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งด้วย Wetzel (1983) พบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มยูกลีนอยด์สกุล *Euglena, Phacus, Trachelomonas* และ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria, Polycystis* และ*Spirulina* สามารถเจริญและทนต่อแหล่งน้ำเสียซึ่งมีออกซิเจนละลายน้ำต่ำ และปริมาณสารอินทรีย์สูงได้ดี จึงสามารถใช้เป็นดัชนีสภาพการเน่าเสียของน้ำได้

2.4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หรือค่าพีเอช (pH)ในน้ำจืดมีค่าอยู่ระหว่าง 6-9 ค่าพีเอชของน้ำจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณของกรดคาร์บอนิก ช่วงพีเอชที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักมีค่าอยู่ในช่วง 6-8 น้ำในธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่าพีเอชมากกว่า 7 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณไอออนพวกไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา คชเสนี, 2539)

2.4.6 สารอาหาร (Nutrients)

แร่ธาตุหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชประกอบด้วย ไนโตรเจน ซึ่งจะอยู่ในรูปไนเตรทหรือแอมโมเนีย และฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปฟอสเฟตรวมหรือออร์โธฟอสเฟต (Soluble reactive phosphorus) โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหารดังกล่าวในแหล่งน้ำส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืช (Fisher, *et al*., 1992; Lunven, *et.al*., 2005)

ไนโตรเจน เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นปัจจัยที่สนับสนุนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช โดยไนโตรเจนในแหล่งน้ำนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ อนินทรีย์และอินทรีย์ สำหรับไนโตรเจนในรูปอนินทรีย์ที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้มากที่สุดคือ แอมโมเนีย รองลงมาคือ ไนเตรท และ ไนไตรท์ ตามลำดับ (Boyed, 1989) นอกจากนั้น ไนโตรเจนในแหล่งน้ำยังได้มาจากการตรึงจากบรรยากาศ (nitrogen fixation) โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแบคทีเรียบางชนิดอีกด้วย

ฟอสฟอรัส เป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นมากในระบบนิเวศวิทยา สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และเป็นธาตุอาหารหลักในการควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำจืด (Welch and Lindell, 1992) ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำอาจได้รับมาจากการปล่อยทิ้งน้ำจากอาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม หรือน้ำใช้จากการเกษตร

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ลักษณะการใช้ที่ดินแต่ละประเภทบริเวณใกล้แหล่งน้ำมักมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้นๆ จากการศึกษาของ Ren, *et al.,* (2003) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการลดลงของคุณภาพน้ำในเมืองเซียงไฮ้ ประเทศจีน โดยผลจากการทำแบบจำลองถดถอยการวิเคราะห์คุณภาพมีความแปรปรวนเข้าใกล้ 94% ในพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม สอดคล้องกับการศึกษาของ Tu (2011) ได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง

คุณภาพน้ำและการใช้ที่ดินในพื้นที่เมืองบอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าพื้นที่ย่านการค้าและโรงงานอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของมลพิษทางน้ำเพิ่มขึ้นในขณะที่บริเวณพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างน้อยแสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของมลพิษทางน้ำลดลง และจากการศึกษาของ Hwang, *et al.,* (2006) ซึ่งทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชุมชนและคุณภาพน้ำ โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกประเภทการใช้ที่ดินในรัศมี 1 กิโลเมตรรอบอ่างเก็บน้ำ 153 แห่ง พบว่าความซับซ้อนของลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำสามารถบรรเทาผลกระทบด้านลบต่อคุณภาพน้ำสำหรับอ่างเก็บน้ำในชุมชนเมืองได้

2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

O'neal and Hollrah (2007) ทำการติดตามตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดในแม่น้ำ เมืองโอคลาโฮมา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าบริเวณท้ายน้ำมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าในบริเวณต้นน้ำ โดยได้อธิบายถึงบริเวณต้นน้ำและกลางลำน้ำมีการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่เกษตรกรรมสูงรวมถึงปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลานั้นที่ชะล้างน้ำจากแผ่นดินไหลลงสู่แม่น้ำ ส่งผลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายน้ำ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jolley, *et al.,* (2008) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับฟีคอลแบคทีเรียในแม่น้ำ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยข้อมูลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินมีความสำคัญในการพิจารณาถึงการไหลลงของน้ำในแผ่นดินสู่แม่น้ำส่งผลกระทบต่อปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำ

2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและแพลงก์ตอนพืช

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทเช่น บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม เป็นปัจจัยในการสร้างมลพิษ (non-point source pollution) ที่สำคัญ ซึ่งส่งผลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชโดยการนำพาของน้ำจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ (Basnyat, *et al.,* 2000) จากการศึกษาของ Moschini-Carlos and Pompêo (2008) ได้รายงานถึงปริมาณผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบ Garças ประเทศบราซิล ซึ่งเป็นทะเลสาบที่มีปริมาณสารอาหารสูงเนื่องจากตั้งอยู่ในชุมชนเมืองพบว่าทะเลสาบดังกล่าวได้รับผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์เป็นอย่างมากเนื่องจากต้องรองรับมลพิษจากสารอินทรีย์ (Organic pollution) ในปริมาณมาก ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และมีปริมาณผลผลิตเบื้องต้นสูง (Eutrophication)

2.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาการขยายตัวชุมชนเมืองรอบแหล่งน้ำพบว่าสามารถส่งผลกระทบต่อความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ได้ (Hoffman and Dodson, 2005) โดยพบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์น้อยในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่ำเนื่องมาจากการปล่อยทิ้งน้ำเสียของชุมชน นอกจากนี้ Hanazato (2001) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบจากสารเคมีจากการทำเกษตรกรรม เช่น ปุ๋ย หรือยาฆ่าแมลง พบว่า มีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำ เช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราของเพศ และอาจทำให้ห่วงโซ่อาหารเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดไม่สามารถอยู่รอดได้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการติดตามตรวจสอบปัจจัยบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพของแหล่งน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตที่มีการใช้อุปโภคและบริโภคอยู่ในปัจจุบัน โดยทำตรวจสอบดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ 3 ชนิด คือโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองกับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการศึกษาวิจัยดังนี้

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างภาคสนาม

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อสำรวจปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- ขวดเก็บตัวอย่างน้ำปลอดเชื้อปริมาตร 200 มิลลิลิตร

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อสำรวจชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

- ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 34 เซนติเมตร
- ขวดเก็บตัวอย่างปริมาตร 200 มิลลิลิตร
- บัฟเฟอร์ฟอร์มาลีน 5 % โดยปริมาตรตัวอย่าง
- เรือพายไฟเบอร์สำหรับลากถุงแพลงก์ตอน

เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีภาคสนาม

- เครื่องมือวัดความลึกน้ำ (Depth meter)
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer)
- เครื่องมือวัดความโปร่งแสงน้ำ (Secchi disc)

3.1.2 อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

- หลอดทดลองและฝาปิดหลอด

- หลอดดักอากาศ (Durham tube)
- ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
- ตู้เพาะเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave)
- เครื่องชั่ง (balance analytical) ละเอียด 2 ตำแหน่ง

สารเคมีวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth (LST)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth (BGLB)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar
- Phosphate buffered solution

อุปกรณ์ศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

- กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงชนิดสองตา (Compound microscope)
- สไลด์นับจำนวนแพลงก์ตอน(Sedgwick-Rafter counting cell)
- เครื่องนับจำนวน(Counter)

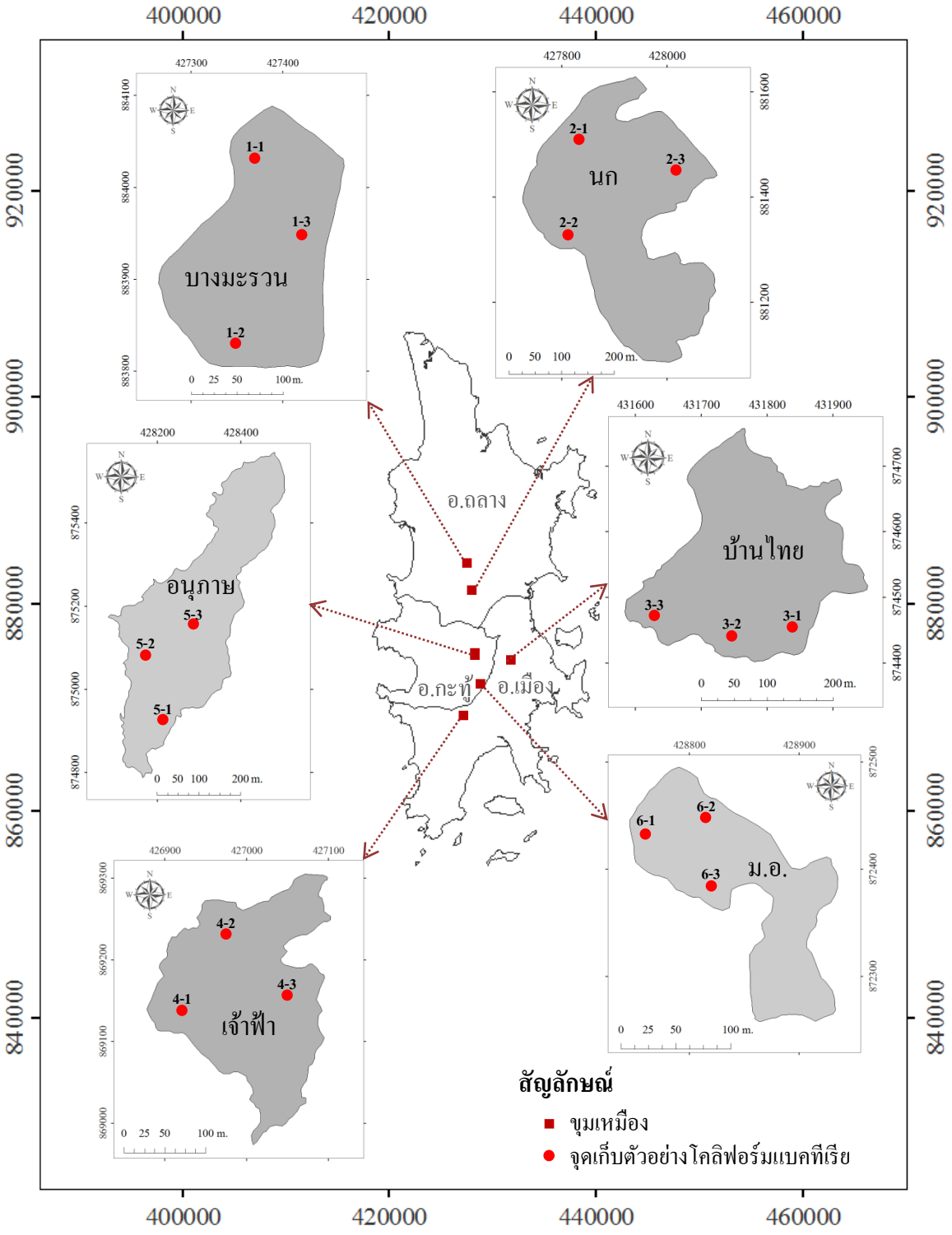
เครื่องมือจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

- คอมพิวเตอร์
- ข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดภูเก็ต พ.ศ.2552 จากกรมพัฒนาที่ดิน

3.2 พื้นที่ศึกษา

ทำการสำรวจสภาพทั่วไปของแหล่งน้ำขุมเหมืองในจังหวัดภูเก็ต เช่น ลักษณะการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน ประเภทของการใช้ที่ดิน แล้วจึงกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างของแหล่งน้ำและบันทึกจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่าขนาดใหญ่ครอบคลุมทั้ง 3 อำเภอของจังหวัดภูเก็ต ทั้งหมด 6 ขุมเหมือง 6 สถานี โดยเลือกอำเภอละ 2 ขุมเหมือง มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.1 โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสถานีละ 1 จุดเก็บตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดสถานีละ 3 จุดเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำขุมเหมืองในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

ตารางที่ 3.1 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

ขุมเหมือง	จุดเก็บตัวอย่างโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	พิกัดทางภูมิศาสตร์ (UTM)	
		E	N
บางมะรวน	1-1	412053	839570
	1-2	412182	839576
	1-3	412025	839533
นก	2-1	412199	838237
	2-2	412208	838183
	2-3	412237	838255
บ้านไทย	3-1	414544	833933
	3-2	414471	833943
	3-3	414514	833927
เจ้าฟ้า	4-1	411884	830697
	4-2	411902	830729
	4-3	411941	830677
อนุภาษ	5-1	412350	834095
	5-2	412333	834122
	5-3	412353	834146
ม.อ.	6-1	412996	832771
	6-2	413013	832765
	6-3	413002	832756

ขุมเหมืองบางมะรวน ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 883920N และ427390E อยู่ในตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยมีโรงสูบน้ำขนาดกลางขององค์การบริหารส่วนตำบลศรีสุนทรตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของขุมเหมือง และยังมีการสูบน้ำแบบครัวเรือนโดยประชาชนที่ตั้งบ้านเรือนรอบๆ ขุมเหมืองอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบการใช้ประโยชน์ขุมเหมืองในรูปแบบของกิจกรรมเพื่อการพักผ่อน เช่น การตกปลา และการว่ายน้ำ เป็นต้น

ขุมเหมืองบางนก ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 881430 N และ 427850E อยู่ในตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยโรงแรมป่าตอง เมอร์ลินเป็นหลัก มีการสูบน้ำขึ้นไปใช้บริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมือง นอกจากนี้ขุมเหมืองนกมีการใช้ประโยชน์เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจในรูปแบบของการตกปลาอีกด้วยเนื่องจากเป็นขุมเหมืองที่อยู่ไกลจากชุมชนเมืองและเงียบสงบ

ขุมเหมืองบ้านไทย ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 874550N และ 431790E อยู่ในตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยมีผู้ใช้หลักคือร้านอาหารบ้านไทยและไซม่อนด์ คาบาเร่ต์ ซึ่งอยู่ติดกับขุมเหมือง มีการสูบน้ำขึ้นไปใช้ทางด้านทิศใต้ สำหรับประชาชนแล้วขุมเหมืองบ้านไทยมักใช้ประโยชน์ในการมาพักผ่อนและตกปลาเนื่องจากเป็นขุมเหมืองที่ตั้งอยู่ในชุมชนเมือง ทำให้กิจกรรมดังกล่าวได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำฝูงกระบือมาเลี้ยงในบริเวณขุมเหมืองอีกด้วย

ขุมเหมืองเจ้าฟ้า ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 869150N และ 426990E อยู่ในตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคบริโภค โดยมีการสูบน้ำใส่รถบรรทุกขนาดใหญ่ในบริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมือง ส่วนทางด้านทิศใต้เป็นการสูบน้ำขึ้นไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนเช่น การซักล้าง รดน้ำต้นไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ขุมเหมืองเจ้าฟ้ายังมีความสำคัญทางระบบนิเวศเนื่องจากมีการพบฝูงนกเป็ดน้ำอาศัยอยู่บริเวณรอบขุมเหมืองอีกด้วย

ขุมเหมืองอนุภาษ ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 875100N และ 428250E อยู่ในตำบลกะทู้ อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยมีโรงสูบน้ำขนาดใหญ่ตั้งอยู่กลางขุมเหมือง และมีการสูบน้ำใช้ในครัวเรือนทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้โดยมีการตั้งบ้านเรือนรุกล้ำเข้ามาบริเวณภายในขุมเหมือง ส่วนทางด้านทิศเหนือเป็นสนามกอล์ฟขนาดใหญ่เล็กมีทางน้ำขนาดเล็กไหลลงสู่ขุมเหมืองจากทางด้านข้างของสนามกอล์ฟ สำหรับทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้มีลักษณะเป็นป่ารกร้างที่มีการนำขยะมาทิ้งไว้เป็นปริมาณมาก

ขุมเหมืองมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ 872420N และ 4288209E เป็นขุมเหมืองขนาดเล็ก มีลักษณะการใช้ประโยชน์จากขุมเหมืองคือการกักเก็บน้ำไว้เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยมีโรงสูบน้ำสำหรับการใช้น้ำภายในมหาวิทยาลัยอยู่ด้านบนทางทิศใต้ของขุมเหมือง นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ของแง่ของสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของนักศึกษาอีกด้วย

1) ขุมเหมืองบางมะรวน

2) ขุมเหมืองนก

3) ขุมเหมืองบ้านไทย

4) ขุมเหมืองเจ้าฟ้า

5) ขุมเหมืองอนุภาษ

6) ขุมเหมือง ม.อ.

รูปที่ 3.2 พื้นที่ศึกษาน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

3.3 ระยะเวลาทำการศึกษาวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีระยะเวลาทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม 2556 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกสองเดือนในรอบปีตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 รวมทั้งหมด 6 ครั้งดังนี้

ครั้งที่ 1 เดือนกันยายน 2554
ครั้งที่ 2 เดือนพฤศจิกายน 2554
ครั้งที่ 3 เดือนมกราคม 2555
ครั้งที่ 4 เดือนมีนาคม 2555
ครั้งที่ 5 เดือนพฤษภาคม 2555
ครั้งที่ 6 เดือนกรกฎาคม 2555

เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตมีลักษณะอากาศชุ่มชื้นตลอดปีจึงปรากฏฤดูกาลที่ชัดเจนเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูร้อนสลับกัน มีฝนตกเฉลี่ยประมาณ 170 วันต่อปี (ไชยยุทธ ปิ่นประดับ, 2551) ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ช่วงฤดู มีรายละเอียดของแต่ละช่วงฤดู ดังนี้

- ช่วงฤดูฝน (Rainy season)

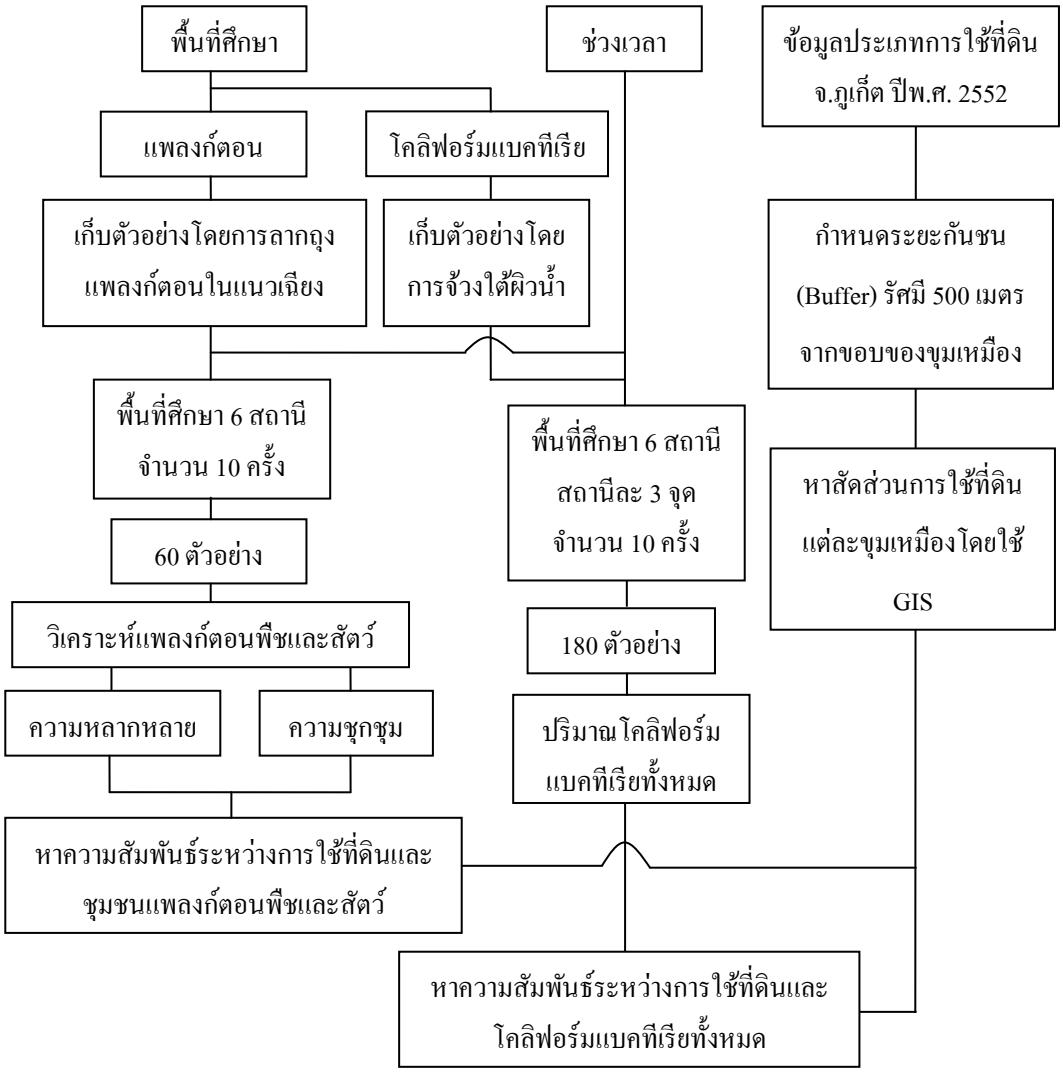
เป็นช่วงที่บริเวณพื้นที่ศึกษาได้รับปริมาณน้ำฝนจำนวนมากจากแผ่นดิน โดยอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มต้นประมาณเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) สอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในรูปภาคผนวกที่ 1 พบว่าค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีปริมาณสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมและลดต่ำลงในเดือนพฤศจิกายน การศึกษาครั้งนี้ระบุให้การเก็บตัวอย่างน้ำในเดือนกันยายน 2554 เดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม 2555 อยู่ในช่วงฤดูฝน

- ช่วงฤดูร้อน (Dry season)

เป็นช่วงที่บริเวณพื้นที่ศึกษาได้รับปริมาณน้ำจากแผ่นดินน้อย เริ่มต้นประมาณเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนเมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) สอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในรูปภาคผนวกที่ 1 พบว่าค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีปริมาณต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์และเพิ่มสูงขึ้นในเดือนพฤษภาคม การศึกษาครั้งนี้ระบุให้การเก็บตัวอย่างน้ำในเดือนพฤศจิกายน 2554 เดือนมีนาคมและมีนาคม 2555 อยู่ในช่วงฤดูร้อน

3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาในส่วนของดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทั้ง 3 ชนิด และในส่วนของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบขุมเหมืองในระยะรัศมี 500 เมตร จากนั้นจึงนำผลจากการศึกษาทั้งสองส่วนมาหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอนการศึกษาโดยสรุปดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วิธีการศึกษา

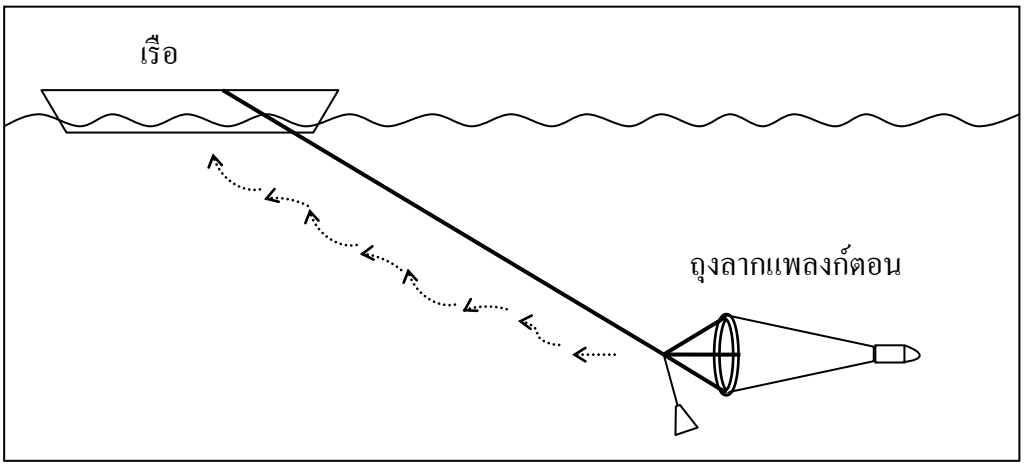
3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

3.4.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เก็บน้ำใส่ขวดเก็บแบคทีเรียโดยวิธีการจ้วงใต้น้ำที่ระดับความลึกใต้ผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร และปิดฝาขวดใต้ผิวน้ำ บันทึกข้อมูลวัน เดือน ปีที่เก็บ สถานีที่เก็บ ลงบนป้ายกำกับขวดตัวอย่างทุกขวด เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในห้องปฏิบัติการ

3.4.1.2 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

ทำการลากถุงแพลงก์ตอนในแนวเฉียง ซึ่งจะทำให้เก็บแพลงก์ตอนได้มากและในทุกระดับความลึก (พรศิลป์ ผลพันธิน, 2538) โดยถุงแพลงก์ตอนจะถูกปล่อยลงไปในระดับความลึกกึ่งกลางความลึกน้ำแล้วค่อย ๆ ลากขึ้นมาในแนวเฉียงเข้าหาฝั่งเป็นระยะทาง 50 เมตรด้วยความเร็วไม่เกิน 0.5 เมตรต่อวินาที (รูปที่ 3.4) เพื่อลดปัญหาเรื่องการอุดตันและความเสียหายเนื่องจากแรงดันน้ำทำให้ถุงแพลงก์ตอนฉีกขาดได้ เก็บตัวอย่างในขวดปริมาตร 200 มิลลิลิตร รักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนด้วยบัพเฟอร์ฟอร์มาลีนให้ได้ความเข้มข้น 5% โดยปริมาตร บันทึกข้อมูล วัน เดือน ปีที่เก็บ สถานีที่เก็บ และระดับความลึกที่เก็บ ลงบนป้ายกำกับขวดตัวอย่างทุกขวด



รูปที่ 3.4 ลักษณะการลากถุงแพลงก์ตอนในแนวเฉียง (Oblique haul) (พรศิลป์ ผลพันธิน, 2538)

3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี Multiple tube Fermentation Technique ตามที่กำหนดไว้ใน Standard Method for Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2005) ซึ่งเป็นวิธีการประมาณระดับการ

ปนเปื้อน (estimation) โดยการสังเกตการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Bacteria) ในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลว โดยใช้หลักการของโอกาสการเจริญหรือไม่เจริญของจุลินทรีย์ในการทดลองซ้ำๆกันจำนวนหนึ่งประกอบหลักการทางสถิติ ทำให้สามารถประมาณค่าของจุลินทรีย์ที่มีความเป็นไปได้สูงสุด (most probable) และค่าที่เป็นไปได้อื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % มีขั้นตอนโดยสรุปดังรูปที่ 3.5

ก. การตรวจขั้นต้น (Presumptive phase)

เขย่าขวดน้ำตัวอย่างประมาณ 25 ครั้ง ใช้ปิเปตดูดน้ำตัวอย่างปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในอาหาร Lauryl tryptose broth ความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด และเจือจางความเข้มข้นน้ำตัวอย่างด้วย Phosphate buffered solution เป็น 5 หน่วยการเจือจาง คือ 10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL, 0.01 mL และ 0.001 mL ดูดน้ำตัวอย่างที่เจือจางแล้ว 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร LST ความเข้มข้น 1 เท่า หน่วยการเจือจางละ 5 หลอด บ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวก (positive) คือเกิดก๊าซ และความขุ่น

ข. การตรวจขั้นยืนยัน (Confirmed phase)

นำหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นต้นมาถ่ายเชื้อลงในอาหาร Brilliant green lactose bile broth 1 ลูป (loop) บ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวกคือเกิดก๊าซ และความขุ่น

ค. การตรวจขั้นสมบูรณ์ (Completed phase)

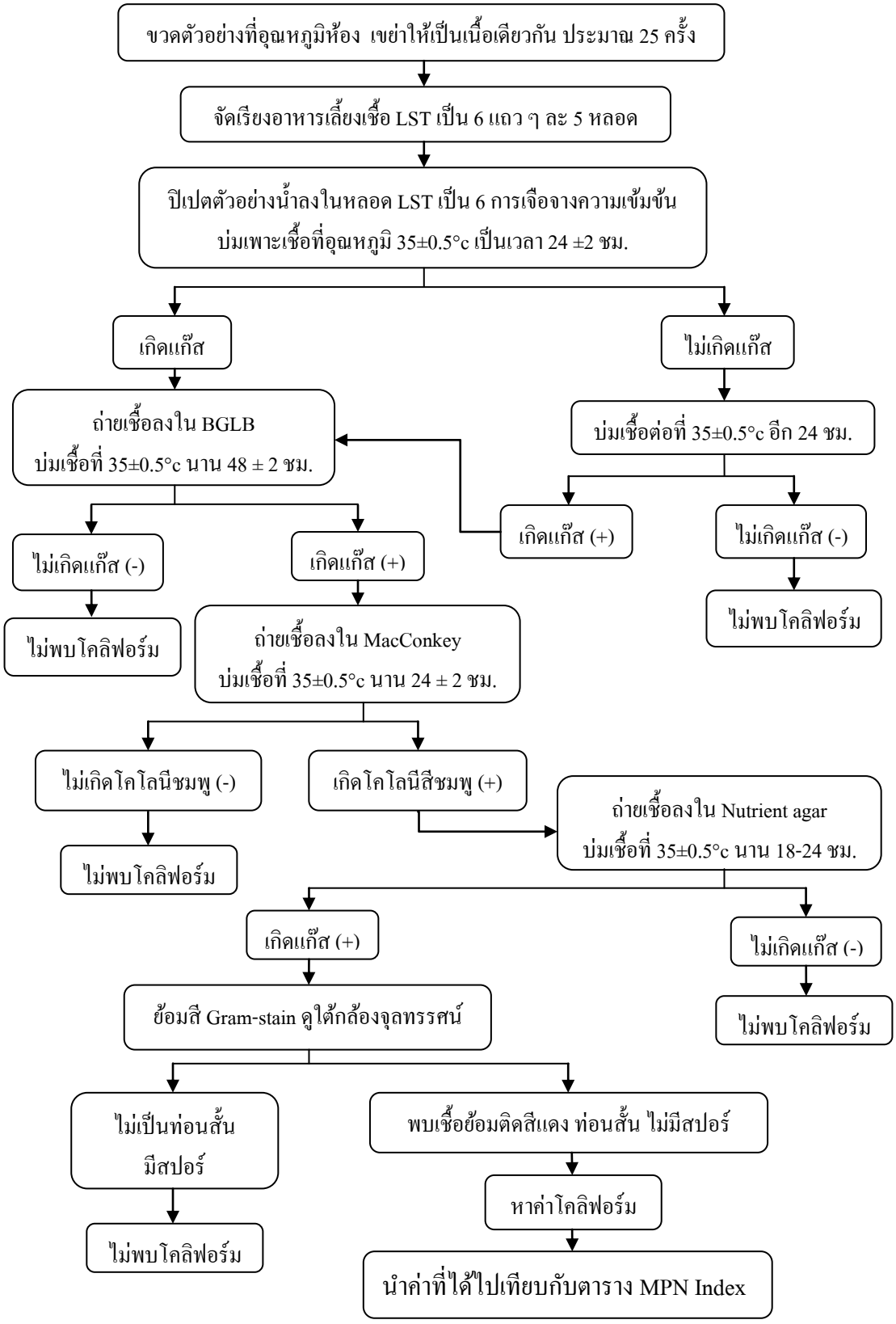
นำหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันมาถ่ายเชื้อ (streak) ลงในจานเพาะเชื้ออาหาร MacConkey บ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูจานอาหารที่ให้ผลบวกคือเกิดโคลีนี (colony) สีชมพู เขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่เกิดขึ้น ถ่ายลงในหลอดอาหาร Nutrient agar บ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจยืนยันโดย Gram stain technique โดยโคลีฟอร์มแบคทีเรียจะมีเชื้อเป็นแกรมลบย้อมติดสีแดง ลักษณะท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ แสดงการทดสอบให้ผลบวก (positive)

คำนวณหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยนำจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ มาเทียบค่า Most Probable Number (MPN) จากตารางที่ 3.2 จากนั้นจึงนำค่าMPN ที่อ่านได้จากตารางมาคำนวณหาปริมาณจากสูตรที่ 1

$$MPN/100\ mL = MPN \times 10/V \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

โดย MPN = ค่าที่อ่านได้จากตาราง MPN index

V = หน่วยการเจือจางที่ต่ำสุดที่ให้ผลบวก (มิลลิลิตร)



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี Multiple tube Fermentation Technique

ตารางที่ 3.2 ดัชนี เอ็ม.พี.เอ็น. (MPN Index) และระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของหลอดที่ให้ผลบวก (ตารางดัดแปลงจาก American Public Health Association, 2005)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index ต่อ 100 mL	ความเชื่อมั่นร้อยละ 95		จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index ต่อ 100 mL	ความเชื่อมั่นร้อยละ 95	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า			ต่ำกว่า	สูงกว่า
0-0-0	<2	-	-	4-3-0	27	12	67
0-0-1	2	1.0	10	4-3-1	33	15	77
0-1-0	2	1.0	10	4-4-0	34	16	80
0-2-0	4	1.0	13	5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	60	30	180
2-0-0	4	1.0	17	5-2-0	50	20	170
2-0-1	7	2.0	20	5-2-1	70	30	210
2-1-0	7	2.0	21	5-2-2	90	40	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-0	80	30	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-1	110	40	300
2-3-0	12	5.0	29	5-3-2	140	60	360
3-0-0	8	3.0	24	5-3-3	170	80	410
3-0-1	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-0	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-1	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-0	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-1	17	7.0	40	5-4-4	350	160	820
4-0-0	13	5.0	38	5-5-0	240	100	940
4-0-1	17	7.0	45	5-5-1	300	100	1300
4-1-0	17	7.0	46	5-5-2	500	200	2000
4-1-1	21	9.0	55	5-5-3	900	300	2900
4-1-2	26	12	63	5-5-4	1600	600	5300
4-2-0	22	9.0	56	5-5-5	1600	-	-
4-2-1	26	12	65				

3.4.2.2 การวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

ทำการสุ่มตัวอย่างโดยใช้หลอดหยดดูดตัวอย่างแพลงก์ตอนหยดลงบนสไลด์แล้วใช้คอเวอร์สลิป(Cover slip) ปิด ทำการจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง เอกสารอ้างอิงที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอนพืชได้แก่ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) และวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) เป็นหลัก บันทึกลักษณะของแพลงก์ตอนพร้อมทั้งถ่ายภาพ

3.4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

นำขวดตัวอย่างแพลงก์ตอนมาเขย่าเบาๆ เพื่อให้แพลงก์ตอนกระจายได้ทั่ว ดูดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในสไลด์นับจำนวน (Sedgwick-Rafter counting cell) ทำการนับ 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณหาจำนวนของแพลงก์ตอนต่อน้ำ 1 ลิตร (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) โดยใช้สูตรคำนวณดังต่อไปนี้

$$C = \frac{NV_2}{V_1} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

โดย C = ความหนาแน่นของแพลงก์ตอน (เซลล์/ลิตร)

N = ค่าเฉลี่ยของจำนวนแพลงก์ตอนที่นับได้ในน้ำ 1 มิลลิลิตร

V_1 = ปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงแพลงก์ตอน (ลิตร)

V_2 = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

คำนวณปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงแพลงก์ตอนจากสูตร

$$V = \pi r^2 d \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

โดย V = ปริมาตรน้ำที่ไหลผ่านถุงลากแพลงก์ตอน (ลูกบาศก์เมตร)

r = รัศมีของปากถุงลากแพลงก์ตอน (เมตร)

d = ระยะทางการลากถุงแพลงก์ตอน (เมตร)

3.5 วิธีการศึกษาประเภทการใช้ที่ดิน

3.5.1 จำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

ทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน โดยอาศัยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ในโปรแกรม Arcmap 10 ด้วยการนำเข้าข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดภูเก็ตจากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2552 ทำการเลือกพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ต้องการ คือ ขุมเหมืองตัวอย่างทั้ง 6 ขุมในจังหวัดภูเก็ต กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นระยะกันชน (Buffer zone) 500 เมตรจากขอบของขุมเหมือง จากนั้นจึงจำแนกประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ประเภทดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง จังหวัดภูเก็ต พ.ศ. 2552 (ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ประเภท	ประเภทการใช้ที่ดิน	ลักษณะการใช้ที่ดิน
1	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban)	- ตัวเมืองและย่านการค้า (City, Town, Commercials) - หมู่บ้าน (Village) - สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ(Institutional land) - ถนน (Road) - โรงงานอุตสาหกรรม (Factory) - สนามกอล์ฟ (Golf course)
2	พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture)	- ยางพารา (Para rubber) - มะพร้าว (Coconut) - โรงเรือนเลี้ยงสุกร (Swine farm house)
3	ป่าไม้ (Forest)	- ป่าดิบสมบูรณ์ (Dense evergreen forest)
4	พื้นที่แหล่งน้ำ (Water)	- อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) - เหมืองเก่า บ่อขุด (Abandoned mine, pit)
5	พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Others)	- ทุ่งหญ้า (Grass land) - ไม้ละเมาะ (Scrub)

3.5.2 สัดส่วนการใช้ที่ดินแต่ละประเภท

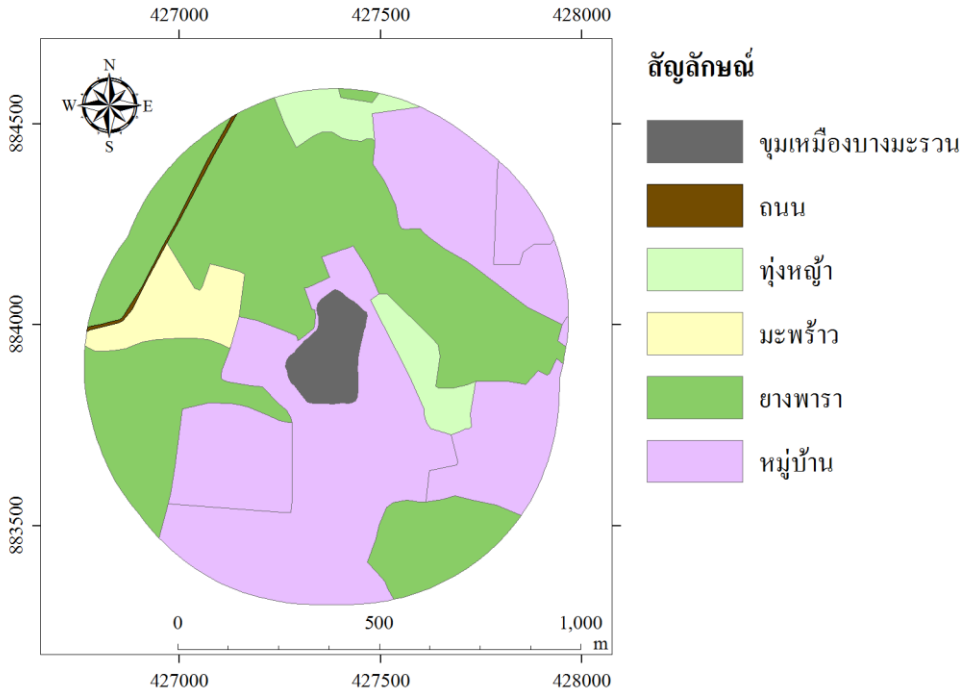
นำพื้นที่ (ตารางเมตร) ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทมาคำนวณสัดส่วนพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองแต่ละขุม เพื่อทราบถึงลักษณะการใช้ที่ดินที่สำคัญของแต่ละขุมเหมืองและนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับดัชนีทางชีวภาพทั้ง 3 ชนิด ต่อไป

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยทางชีวภาพบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่า 6 ขุมเหมืองของจังหวัดภูเก็ตซึ่งมีการใช้อุปโภคและบริโภคอยู่ในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองและดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ 3 ชนิด คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ระหว่างเดือนกันยายน 2554 ถึง กรกฎาคม 2555 ได้ผลการวิจัยดังนี้

4.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต

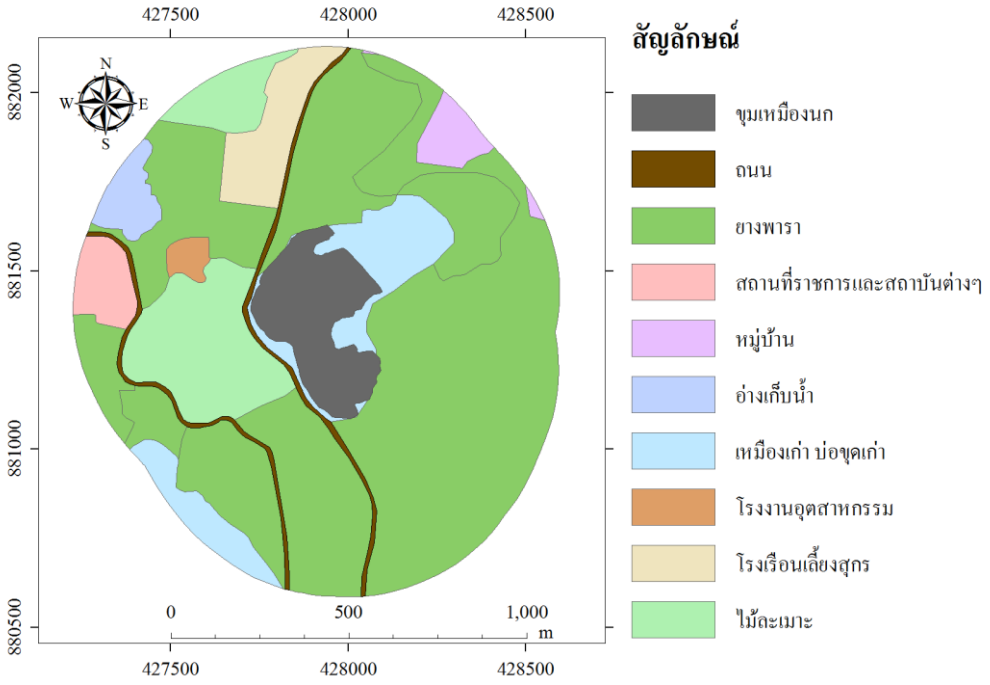


รูปที่ 4.1 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบางมะรวน อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบางมะรวน

ขุมเหมืองบางมะรวนมีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองประมาณ 37,543 ตารางเมตร ความลึกเฉลี่ย 4.5 เมตร มีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตรประมาณ 1,214,480 ตารางเมตร

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นบ้านเรือนประชาชนล้อมรอบขุมเหมืองและครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ทางทิศใต้ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 589,496 ตารางเมตร พื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นสวนยางพาราและมะพร้าวซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมบริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมืองถัดจากบ้านเรือน มีขนาดพื้นที่ประมาณ 564,358 ตารางเมตร และพื้นที่อื่นๆเช่น ทุ่งหญ้าและที่ว่างรกร้าง มีขนาดประมาณ 60,630 ตารางเมตรดังแสดงในรูปที่ 4.1 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่าขุมเหมืองบางมะรวนมีลักษณะการใช้ที่ดิน 3 ประเภท คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (48.54%) พื้นที่เกษตรกรรม (46.47%) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (4.99%) (ตารางที่ 4.1)

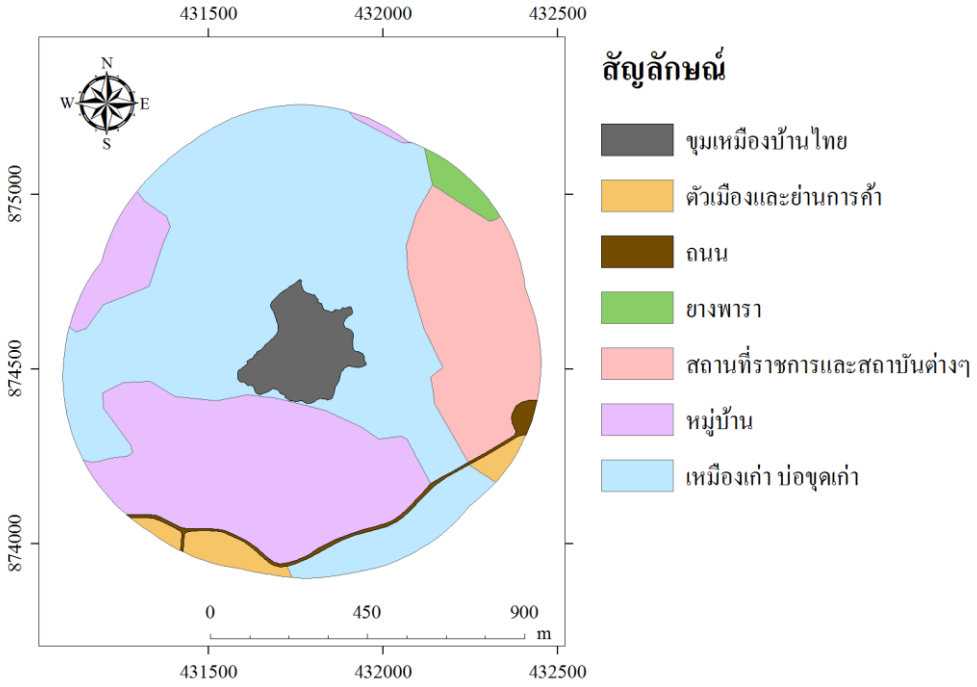


รูปที่ 4.2 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองนก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองนก

ขุมเหมืองนกมีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองประมาณ 111, 472 ตารางเมตร ความลึกเฉลี่ย 5 เมตร มีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตร ประมาณ 1,621,810 ตารางเมตร พื้นที่โดยรอบขุมเหมืองนกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะสวนยางพาราซึ่งครอบคลุมพื้นที่กว้างรอบขุมเหมืองมีขนาดพื้นที่รวมแล้วประมาณ 1,006,377 ตารางเมตร บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของขุมเหมืองนก มีแหล่งน้ำอื่น ๆ เช่น ขุมเหมืองเก่า หรืออ่างเก็บน้ำขนาดเล็กมีขนาดพื้นที่ประมาณ 261,035 ตารางเมตร สำหรับทางด้านทิศตะวันตกติดกับถนนและถัดออกไป

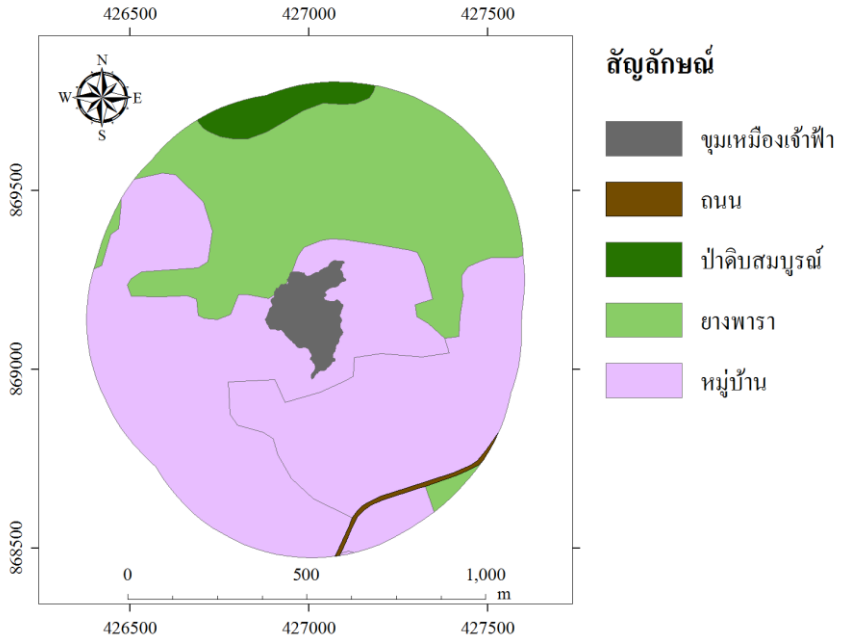
เป็นป่าละเมาะมีขนาดพื้นที่ประมาณ 176,186 ตารางเมตร โดยมีหมู่บ้านและฟาร์มเลี้ยงสุกรตั้งอยู่ห่างออกไปทางตอนเหนือประมาณ 200 เมตรจากขุมเหมืองนกดังแสดงในรูปที่ 4.2 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่าขุมเหมืองนกมีลักษณะการใช้ที่ดิน 4 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรกรรม (62.05%) พื้นที่แหล่งน้ำ (16.10%) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (10.99%) และป่าไม้ (10.86%) (ตารางที่ 4.1)



รูปที่ 4.3 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบ้านไทย อ.เมือง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.3 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบ้านไทย

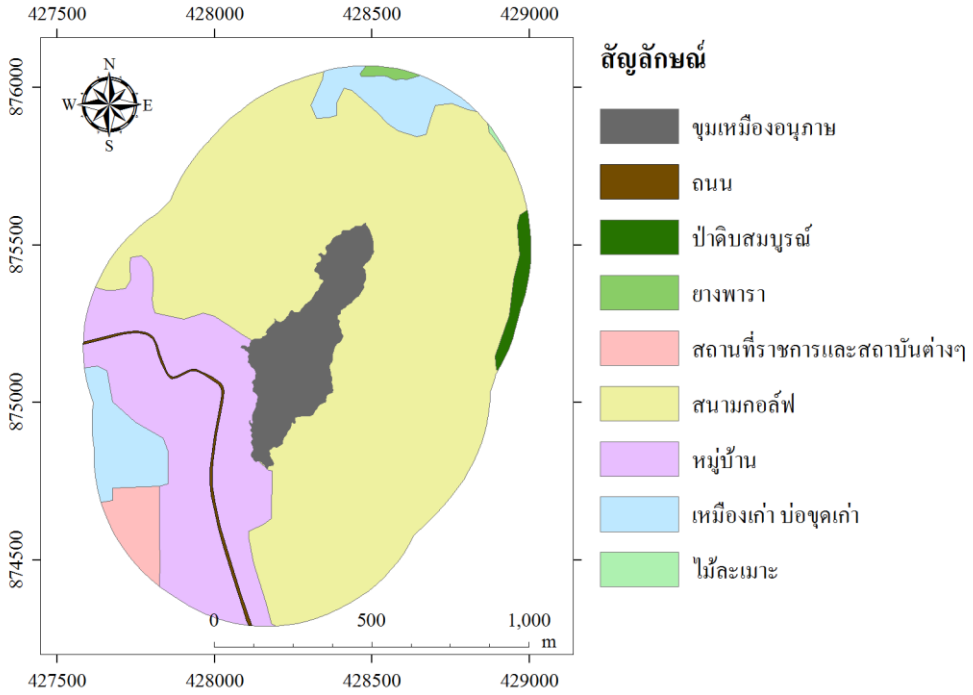
ขุมเหมืองบ้านไทยมีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองประมาณ 71, 287 ตารางเมตร ความลึกเฉลี่ย 4.5 เมตร มีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตร ประมาณ 1,426,670 ตารางเมตร การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบ้านไทยส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำและขุมเหมืองอื่นๆ ซึ่งครอบคลุมเป็นบริเวณกว้าง มีขนาดพื้นที่รวมแล้วประมาณ 789,302 ตารางเมตร โดยทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือถัดจากแหล่งน้ำเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตและบริเวณทางทิศใต้ติดกับขุมเหมืองบ้านไทยเป็นที่ตั้งของร้านอาหารบ้านไทยและไซม่อน คาบาเร่ต์ มีขนาดพื้นที่รวมแล้วประมาณ 621,062 ตารางเมตรดังแสดงในรูปที่ 4.3 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่า ขุมเหมืองบ้านไทยมีลักษณะการใช้ที่ดิน 3 ประเภท คือ พื้นที่แหล่งน้ำ (55.32%) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (43.53%) และพื้นที่เกษตรกรรม (1.14%) (ตารางที่ 4.1)



รูปที่ 4.4 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเจ้าฟ้า อ.เมือง จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.4 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองเจ้าฟ้า

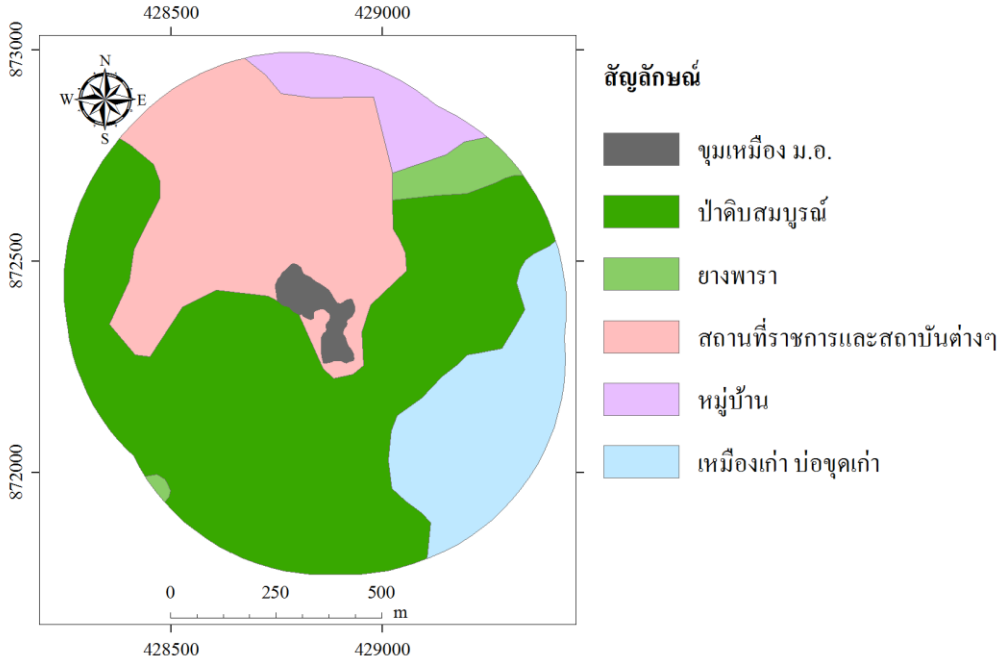
ขุมเหมืองเจ้าฟ้ามีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองประมาณ 40, 364 ตารางเมตร เป็นขุมเหมืองที่มีความลึกมากที่สุดประมาณ 11 เมตร โดยมีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตร ประมาณ 1,276,440 ตารางเมตรพื้นที่รอบขุมเหมืองเจ้าฟ้าส่วนใหญ่เป็นบ้านเรือนและชุมชนเมือง ล้อมรอบขุมเหมืองทางด้านทิศใต้ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 820,385 ตารางเมตร พื้นที่เกษตรกรรมเป็นสวนยางพาราขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมบริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมือง มีขนาดพื้นที่ประมาณ 418,997 ตารางเมตร ถัดจากสวนยางพาราเป็นพื้นที่ป่าไม้บนภูเขามีขนาดพื้นที่ประมาณ 37,054 ตารางเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.4 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่าขุมเหมืองเจ้าฟ้ามีลักษณะการใช้ที่ดิน 3 ประเภท คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (64.27%) พื้นที่เกษตรกรรม (32.83%) และป่าไม้ (2.90%) (ตารางที่ 4.1)



รูปที่ 4.5 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองอนุภาษ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.5 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองอนุภาษ

ขุมเหมืองอนุภาษมีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองใหญ่ที่สุดประมาณ 128,740 ตารางเมตร มีความลึกมากประมาณ 5.5 เมตร โดยมีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตร ประมาณ 1,737,889 ตารางเมตร พื้นที่รอบขุมเหมืองอนุภาษแสดงให้เห็นถึงพื้นที่สนามกอล์ฟขนาดใหญ่ซึ่งกินพื้นที่ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกของขุมเหมือง ส่วนทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเป็นพื้นที่ชุมชนอยู่อย่างหนาแน่นรอบขุมเหมือง มีขนาดพื้นที่รวมแล้วประมาณ 1,737,889 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่พื้นที่แหล่งน้ำบริเวณรอบนอกถัดจากชุมชนและสนามกอล์ฟขนาดพื้นที่ประมาณ 115,411 ตารางเมตร ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้มีเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4.5 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่าขุมเหมืองอนุภาษมีลักษณะการใช้ที่ดิน 4 ประเภท คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (92.58%) พื้นที่แหล่งน้ำ (6.15%) ป่าไม้ (1.00%) และพื้นที่เกษตรกรรม (0.27%) (ตารางที่ 4.1)



รูปที่ 4.6 แผนที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมือง ม.อ. อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต พ.ศ.2552

4.1.6 ลักษณะทางกายภาพทั่วไปและการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.)

ขุมเหมืองม.อ. มีขนาดพื้นที่ขุมเหมืองเล็กที่สุดประมาณ 19,202 ตารางเมตร เป็นขุมเหมืองที่มีความลึกน้อยที่สุดประมาณ 3.5 เมตร มีพื้นที่การใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองในรัศมี 500 เมตร ประมาณ 1,147,570 ตารางเมตร พื้นที่รอบขุมเหมืองม.อ.ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ไม่ผลัดใบมีขนาดพื้นที่ประมาณ 568,148 ตารางเมตร กระจายอยู่รอบขุมเหมืองยกเว้นทางด้านทิศเหนือซึ่งเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต และชุมชนเมืองมีขนาดพื้นที่รวมแล้วประมาณ 392,590 ตารางเมตร ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ถัดจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่แหล่งน้ำขุมเหมืองเก่า มีขนาดพื้นที่ประมาณ 158,628 ตารางเมตร สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมมีเพียงเล็กน้อยบริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมืองม.อ.ดังแสดงในรูปที่ 4.6 เมื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินตามตารางที่ 3.3 พบว่าขุมเหมืองบางมะรวนมีลักษณะการใช้ที่ดิน 4 ประเภท คือ ป่าไม้ (49.51%) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (34.21%) พื้นที่แหล่งน้ำ (13.82%) และพื้นที่เกษตรกรรม (2.46%) (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 สัดส่วนร้อยละประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองภูเก็ต (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่การใช้ที่ดิน (%)					
	บางมะรวน	นก	บ้านไทย	เจ้าฟ้า	อนุภาษ	ม.อ.
ชุมชนเมือง	48.54	10.99	43.53	64.27	92.58	34.21
เกษตรกรรม	46.47	62.05	1.14	32.83	0.27	2.46
ป่าไม้	-	10.86	-	2.90	1.00	49.51
แหล่งน้ำ	-	16.10	55.32	-	6.15	13.82
เบ็ดเตล็ด	4.99	-	-	-	-	-
รวม (%)	100	100	100	100	100	100

จากการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองแต่ละแห่งพบว่าสามารถจัดกลุ่มขุมเหมืองตามสัดส่วนของพื้นที่ตามประเภทการใช้ที่ดิน ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองสูง ซึ่งมีการใช้ที่ดินประเภทชุมชนเมืองสูงกว่า 40 % จากพื้นที่รอบขุมเหมืองทั้งหมดรัศมี 500 เมตร รอบขุมเหมือง ประกอบด้วยขุมเหมืองบางมะรวน ขุมเหมืองบ้านไทย ขุมเหมืองเจ้าฟ้า และขุมเหมืองอนุภาษ สำหรับกลุ่มที่สองคือมีพื้นที่ชุมชนเมืองน้อยต่ำกว่า 40 % ประกอบด้วย ขุมเหมืองนกและขุมเหมือง ม.อ.

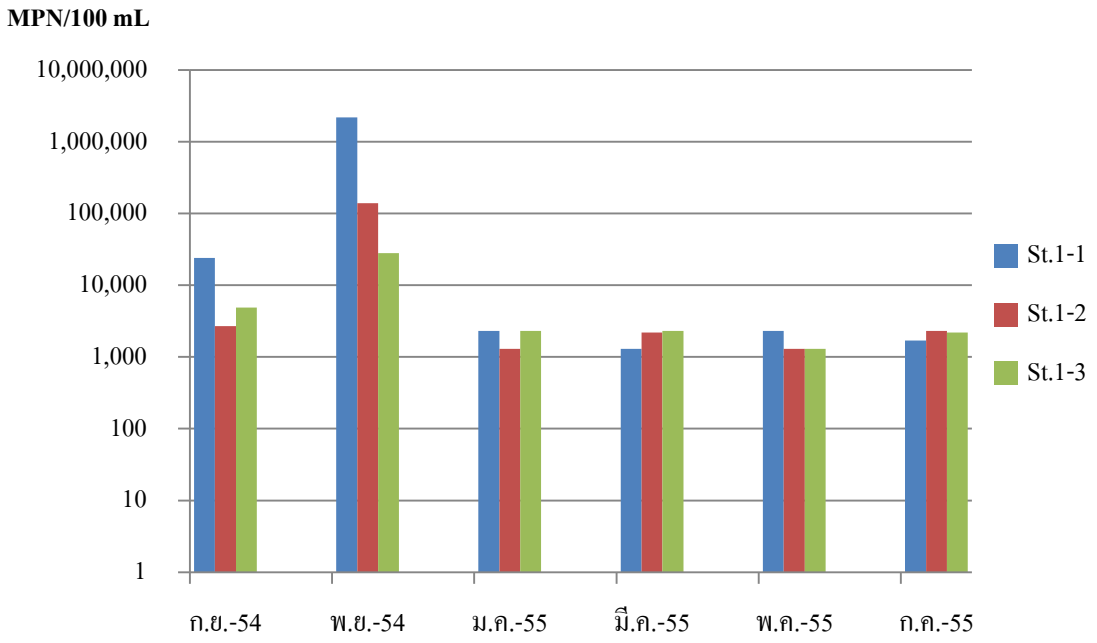
4.2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total coliform bacteria) ในตัวอย่างน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 โดยวิธี Multiple tube Fermentation Technique ตามที่กำหนดไว้ใน Standard Method for Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2005) ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน

ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในขุมเหมืองบางมะรวน พบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 1,300-2,200,000 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.7) จะเห็นได้ว่าเป็นปริมาณที่สูงมากและเกินค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินในประเภทที่ 3 ได้กำหนดค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีได้ไม่เกิน 20,000 MPN/100 mL (กรมควบคุมมลพิษ, 2535) โดยพบปริมาณในรอบปีสูงสุดที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1-1

(2,231,600 MPN/100 mL) เป็นจุดที่อยู่ใกล้กับบ้านเรือนมากที่สุด จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างพบสัตว์เลี้ยงและมีปริมาณขยะเป็นจำนวนมากในบริเวณนั้นประกอบด้วยลักษณะพื้นที่เป็นบริเวณด้านท้ายลมและขุมเหมืองบางมะรวนมีลมพัดแรงในบางช่วงเวลา อาจส่งผลให้ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณสูงมากในบริเวณนี้เนื่องจากการพัดพาของน้ำมาสะสมไว้บริเวณจุดนี้ โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนตรวจพบปริมาณสูงถึง 2,200,000 MPN/100 mL ซึ่งแสดงถึงการได้รับสิ่งปนเปื้อนมาจากของเสียของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น โดยการชะล้างของน้ำฝนในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้พฤติกรรมการใช้น้ำของมนุษย์หรือกิจกรรมอื่นๆของมนุษย์และสัตว์อาจส่งผลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้เช่นกัน (อินทิรา เผ่าจินดา, 2530) ส่วนจุดที่พบปริมาณรวมต่ำสุดคือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-3 (41,000 MPN/100 mL) แต่ก็ยังเป็นค่าที่เกินจากมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน บริเวณนี้อยู่ใกล้กับที่ตั้งของโรงสูบน้ำและเป็นด้านรับลม มวลน้ำมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา จากการศึกษาของ Geldreich (1970) พบว่าการเคลื่อนตัวมวลน้ำหรือกระแสน้ำทำให้ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียถูกเจือจางลง จึงอาจส่งผลให้โคลิฟอร์มแบคทีเรียในบริเวณนี้ มีปริมาณต่ำกว่าจุดอื่น ๆ



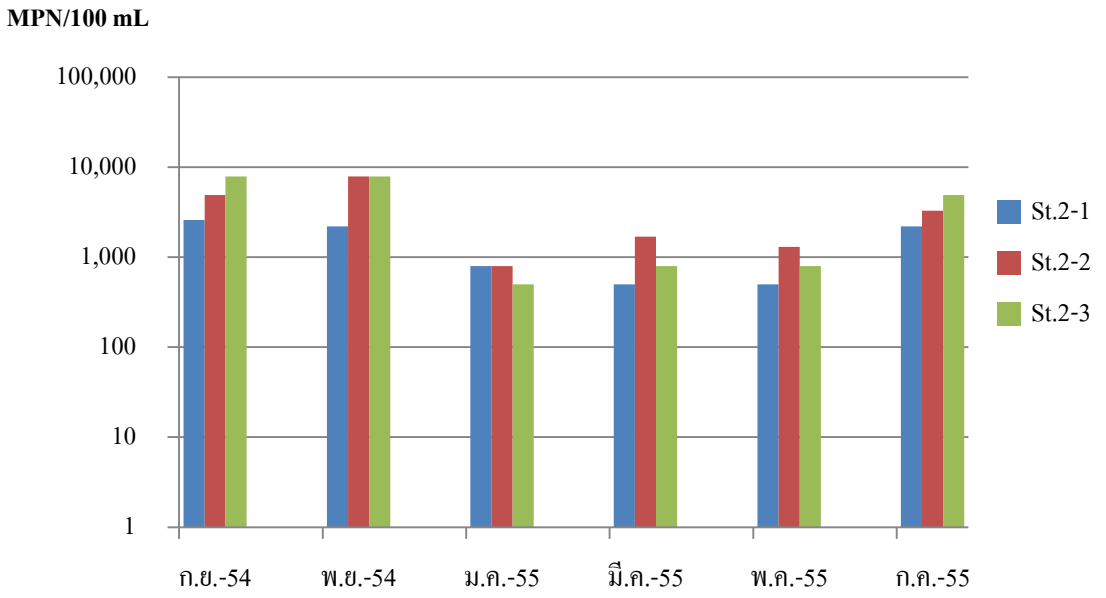
รูปที่ 4.7 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองบางมะรวน อ.ถลาง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555

เมื่อพิจารณาจากการเก็บตัวอย่างน้ำในรอบปีพบว่าในเดือนพฤศจิกายน มีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุด (789,333 MPN/100 mL) อยู่ในช่วงที่ปริมาณน้ำฝนเริ่มลดลงซึ่งเป็นระยะแพร่กระจาย

ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียหลังจากถูกชะล้างลงมาในฤดูฝนทำให้ในช่วงเดือนนี้มีปริมาณสูงที่สุด และลดลงในครั้งถัดไปของการศึกษาจนตลอดช่วงฤดูร้อน โดยพบปริมาณเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม 2555 (1,633 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2 ซึ่งกำหนดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดไว้มีได้ไม่เกิน 5,000 MPN/100 mL หลังจากนั้นปริมาณมีการเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม 2555 ดังแสดงในรูปที่ 4.13

4.2.2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองนก

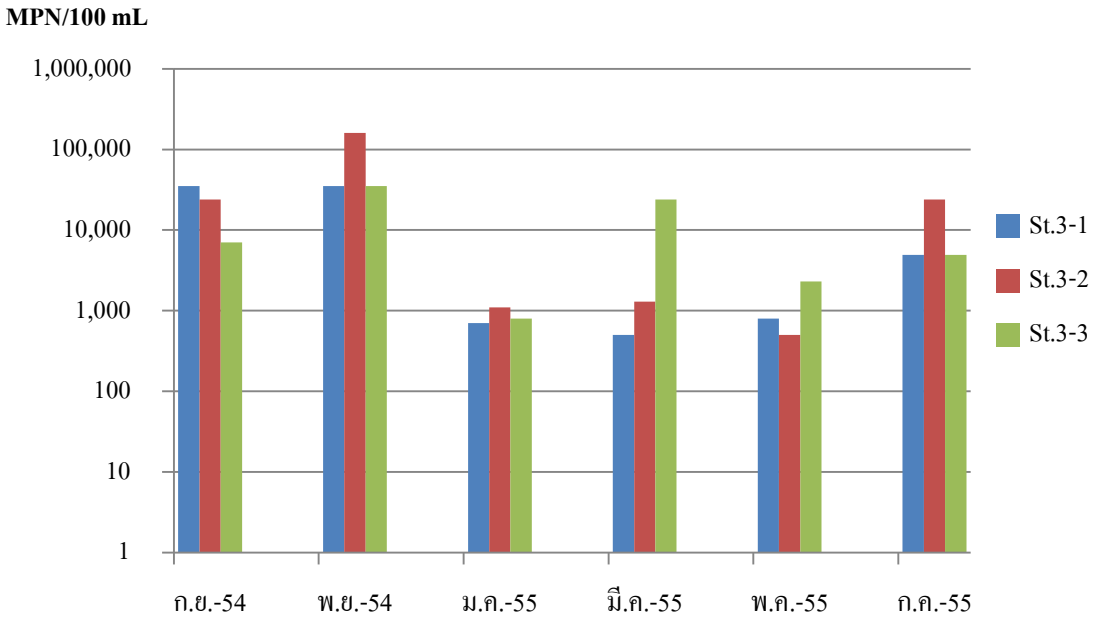
ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในขุมเหมืองนก พบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 500-7,900 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.8) ซึ่งในบางจุดเป็นปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในประเภทที่ 2 แต่ทุกจุดมีค่าไม่เกินประเภทที่ 3 แสดงให้เห็นถึงปริมาณการปนเปื้อนของเสียจากมนุษย์และสัตว์มีน้อยกว่าในขุมเหมืองบางมะรวน โดยพบปริมาณรวมสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2-3 (22,800 MPN/100 mL) เป็นจุดที่นิยมสำหรับการตกปลาเนื่องจากอยู่ไกลถนนและเงียบสงบ สำหรับการพบปริมาณที่สูงอาจเนื่องมาจากบริเวณจุดนี้มีอ่างเก็บน้ำที่อยู่ติดกันซึ่งอ่างเก็บน้ำนั้นอาจมีการปนเปื้อนจากหมู่บ้านที่อยู่ถัดออกไป โดยในช่วงฤดูฝนพบว่าจุดนี้มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน นอกจากนี้อาจเกิดจากพฤติกรรมของผู้ที่นิยมมาตกปลาบริเวณนี้ก็เป็นได้ ส่วนจุดที่พบปริมาณรวมต่ำสุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2-1 (8,800 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นบริเวณใกล้กับที่ตั้งของเครื่องสูบน้ำ มีลักษณะเป็นป่าหญ้าริมถนนซึ่งทำให้ปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีน้อยจึงเป็นจุดที่พบในปริมาณต่ำกว่าจุดอื่น และเมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2554 มีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุด(6,000 MPN/100 mL) อยู่ในช่วงฤดูฝนเช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวน และลดลงต่ำสุดในเดือนมกราคม 2555 (700 MPN/100 mL) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปีจะเป็นช่วงที่จังหวัดภูเก็ตมีปริมาณฝนน้อย (รูปภาคผนวกที่ 1) ดังนั้นโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงมีปริมาณการปนเปื้อนน้อย และไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน



รูปที่ 4.8 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองนก อ.ถลาง จ. ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555

4.2.3 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย

ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในขุมเหมืองบ้านไทย พบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 500-160,000 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.9) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยพบปริมาณรวมสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3-2 (210,900 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นจุดที่อยู่กึ่งกลางระหว่างจุดที่ 3-1 และ 3-2 บริเวณจุดนี้มีลักษณะเป็นท่าน้ำของร้านอาหารบ้านไทยยื่นลงมาในขุมเหมือง และใกล้กันมีการนำขยะมากองไว้ใกล้กันกับขุมเหมือง นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าบริเวณนี้มีการนำฝูงสัตว์ เช่น วัวและควาย มาปล่อยเลี้ยงไว้ริมตลิ่ง ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนจากการขับถ่ายของฝูงสัตว์เหล่านี้และส่งผลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียให้เพิ่มสูงขึ้นด้วย (พิมลพร กุดสง, 2554) โดยในเดือนพฤศจิกายนพบว่ามีปริมาณสูงถึง 160,000 MPN/100 mL ซึ่งเกินกว่าระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 3-1 และ 3-2 พบปริมาณรวมของโคลิฟอร์มแบคทีเรียใกล้เคียงกัน (76,900 และ 74,000 MPN/100 mL ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่ามีลักษณะการแปรปรวนของปริมาณคล้ายคลึงกับขุมเหมืองนก คือเดือนพฤศจิกายน 2554 มีปริมาณเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงที่สุด (76,667 MPN/100 mL) และลดลงต่ำสุดในเดือนมกราคม 2555 (867 MPN/100 mL) ดังแสดงในรูปที่ 4.13

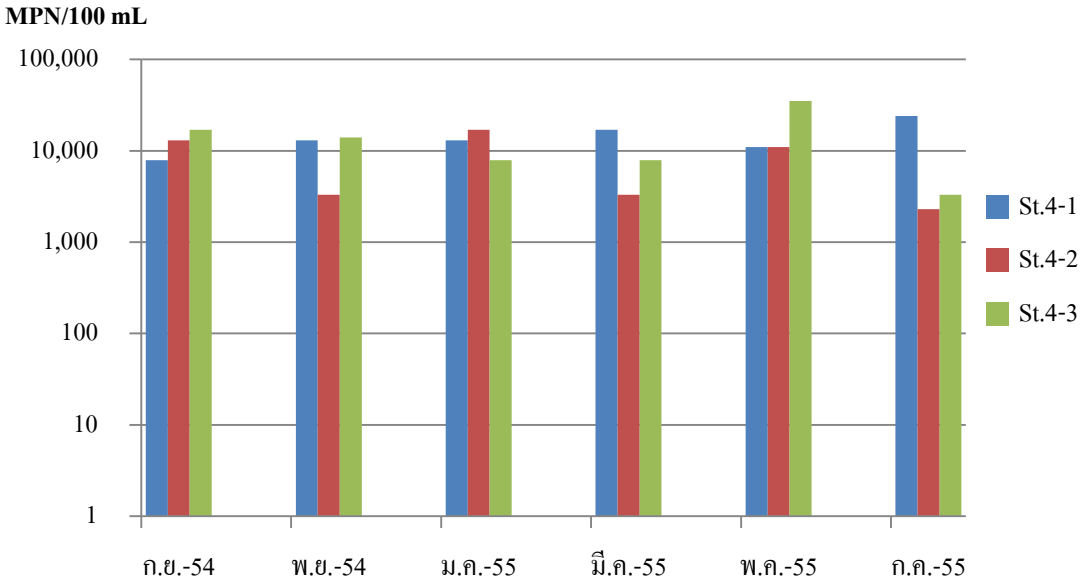


รูปที่ 4.9 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองบ้านไทย อ.เมือง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555

4.2.4 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า

ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในขุมเหมืองเจ้าฟ้าพบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 2,300-35,000 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.10) ซึ่งเมื่อตรวจสอบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินแล้วยังถือว่าเป็นปริมาณสูงและเกินกว่ามาตรฐานในบางจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งค่าปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าความแปรปรวนไม่มาก โดยพบปริมาณรวมสูงในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4-1 และ 4-3 มีค่าใกล้เคียงกันคือ 85,900 และ 85,100 MPN/100 mL ตามลำดับ โดยทั้งสองบริเวณมีบ้านเรือนอยู่อย่างหนาแน่นใกล้กับขุมเหมืองโดยเฉพาะในจุดที่ 4-1 สังเกตได้ว่ามีการปล่อยน้ำทิ้งจากครัวเรือนโดยตรงและพบปริมาณขยะเป็นจำนวนมากในบริเวณนี้ ทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าสูงกว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4-2 (49,900 MPN/100 mL) โดยจุดเก็บอยู่ติดกับบริเวณป่าไม้และไม่มีบ้านเรือนอยู่บริเวณนั้น ทำให้ปริมาณจึงมีน้อยกว่าสองจุดแรก และเมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่าแต่ละครั้งที่ทำการศึกษามีปริมาณเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในเดือนพฤษภาคม 2555 มีปริมาณสูงที่สุด (19,000 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้น (รูปภาคผนวกที่ 1) ทำให้มีการชะล้างเอาโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สะสมอยู่บนผิวดินและพืชลงมา ส่งผลให้ปริมาณเพิ่ม

สูงขึ้นในเดือนนี้ ส่วนปริมาณเฉลี่ยต่ำสุดพบในเดือนมีนาคม 2555 (9,400 MPN/100 mL) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งยังเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย

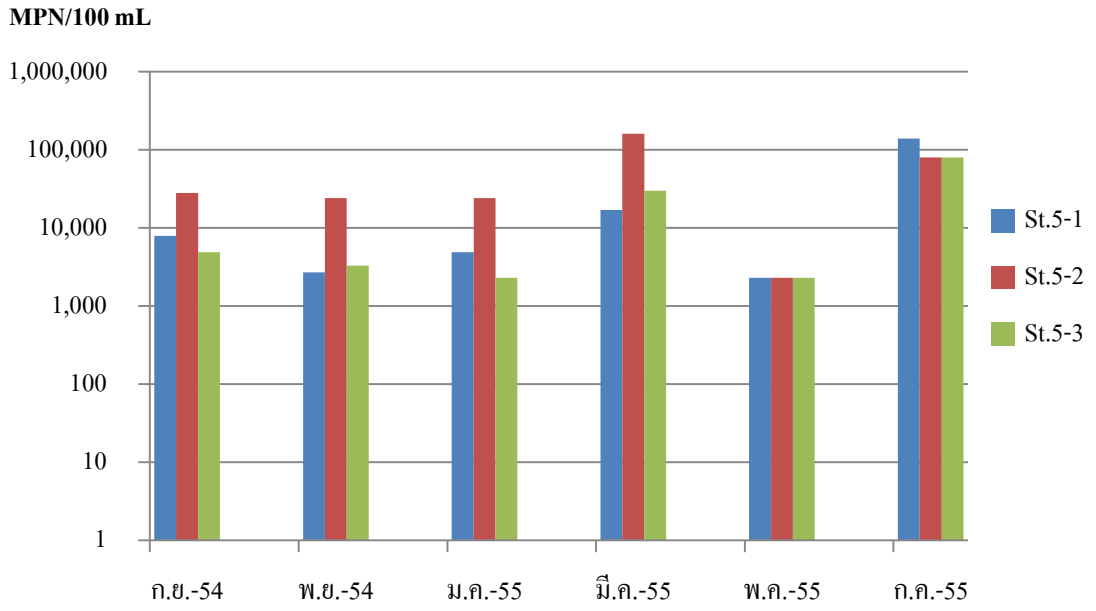


รูปที่ 4.10 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองเจ้าฟ้า อ.เมือง จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555

4.2.5 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ

ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในขุมเหมืองอนุภาษพบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 2,300-160,000 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.11) ซึ่งปริมาณที่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 5-2 ตรวจพบปริมาณรวมโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าสูงถึง 318,300 MPN/100 mL ซึ่งเป็นปริมาณรวมที่สูงที่สุดจากทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำ เมื่อสังเกตแล้วพบว่าน้ำบริเวณนี้จะมีสีคล้ำกว่าจุดอื่นๆ อาจเกิดจากจำนวนขยะและสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนถูกปล่อยทิ้งลงมาในน้ำ ซึ่งในบริเวณนี้พบบ้านเรือนของประชาชนอยู่กันอย่างหนาแน่น โดยมีการสร้างห้องน้ำหรือห้องครัวรุกล้ำเข้ามาในขุมเหมืองอีกด้วย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงกว่าในจุดอื่น ๆ ส่วนจุดที่พบปริมาณรวมต่ำสุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5-3 (122,800 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงสูบน้ำอยู่กลางขุมเหมือง ลักษณะของน้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลาโดยการพัดพาของลม จึงทำให้บริเวณนี้มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่ำกว่าจุดอื่นๆ เมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุด(1,147 MPN/100 mL) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณการชะล้างของน้ำสูง โดยก่อนหน้าใน

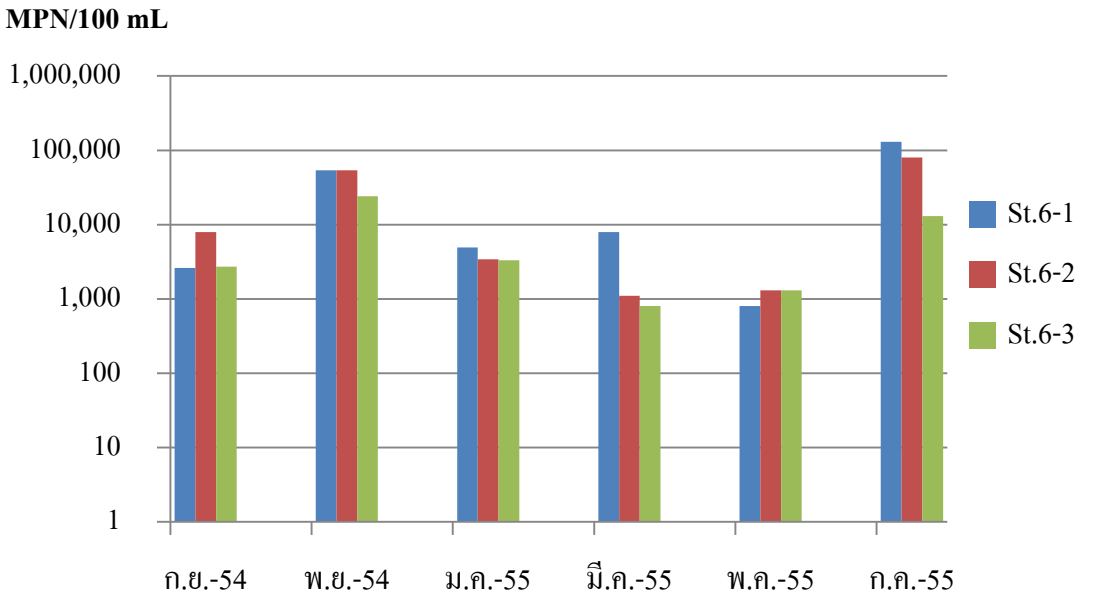
เดือนพฤษภาคม 2555 พบปริมาณเฉลี่ยต่ำสุด (23 MPN/100 mL) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ตรงข้ามกับในขุมเหมืองเจ้าฟ้า



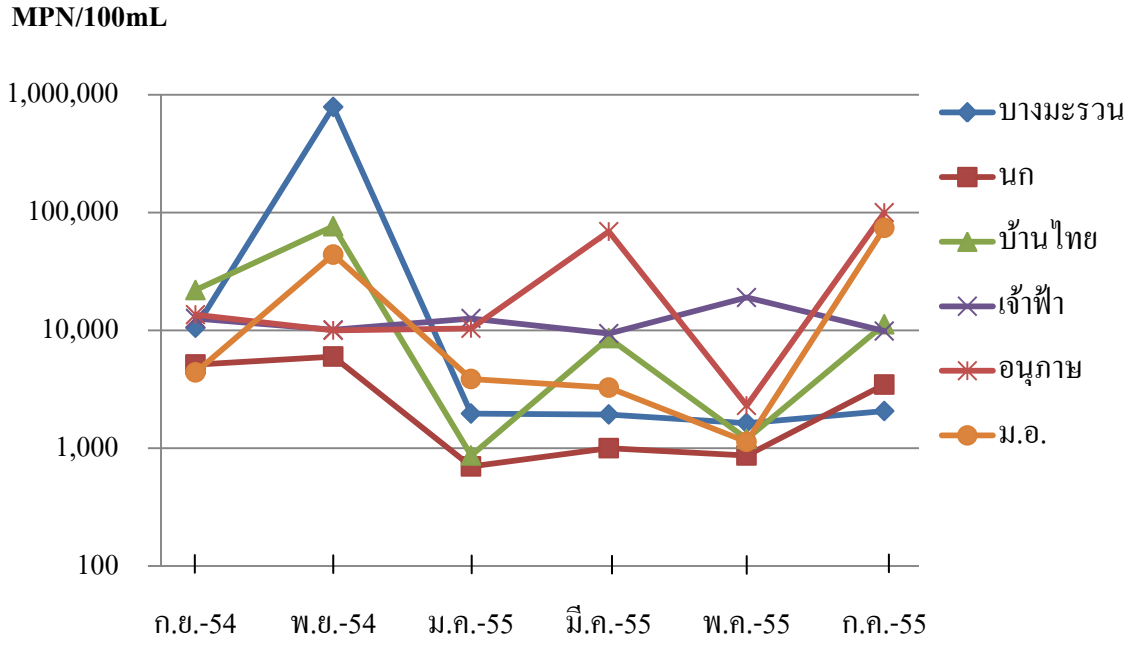
รูปที่ 4.11 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมืองอนุภาย อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555

4.2.6 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมือง ม.อ.

ผลการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในขุมเหมือง ม.อ.พบว่าในแต่ละครั้งของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแปรปรวนอยู่ระหว่าง 800-130,000 MPN/100 mL (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.12) ซึ่งมีปริมาณในบางจุดที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยพบปริมาณรวมสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6-1 (200,200 MPN/100 mL) โดยในบริเวณนี้น้ำค่อนข้างนิ่ง มีตะกอนดินและซากใบไม้ทับถมอยู่มาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Skinner, *et al.* (1974) พบว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียอาจมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการแพร่กระจายสะสมในดินและพืช สำหรับจุดที่พบปริมาณรวมต่ำสุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6-3 (45,100 MPN/100 mL) ซึ่งจะพบว่าดินบริเวณริมตลิ่งมีลักษณะแตกต่างจากจุดที่ 6-1 คือเป็นก้อนหินและกรวดขนาดใหญ่ ทำให้การสะสมของตะกอนดินมีน้อย ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงต่ำกว่าในจุดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุด (74,333 MPN/100 mL) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณการชะล้างของน้ำสูงเช่นเดียวกับขุมเหมืองอนุภาย และในเดือนพฤษภาคม 2555 พบปริมาณเฉลี่ยต่ำสุด (1,133 MPN/100 mL) ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.12 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของขุมเหมือง ม.อ. อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555



รูปที่ 4.13 ปริมาณเฉลี่ยโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขุมเหมืองตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงกรกฎาคม 2555

4.3 การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่ได้รับในแต่ละขุมเหมืองพบว่ามีค่าแตกต่างกัน โดยขุมเหมืองบางมะรวนมีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 134,578 MPN/100 mL ซึ่งเป็นปริมาณเฉลี่ยที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขุมเหมืองอื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำขุมเหมืองบางมะรวนของภูวดล บุตรรัตน์ และคณะ (2547) โดยการศึกษาครั้งนี้พบปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 อยู่ในเดือนพฤศจิกายน (789,333 MPN/100 mL) และเกินกว่าค่ามาตรฐานประเภทที่ 2 ในเดือนกันยายน (10,533 MPN/100 mL) รองลงมาคือขุมเหมืองเจ้าฟ้ามีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 73,633 MPN/100 mL พบว่าทุกเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างมีปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 แต่ไม่เกินในมาตรฐานประเภทที่ 3 (9,400-19,000 MPN/100 mL) ต่างจากการศึกษาของภูวดล บุตรรัตน์ และคณะ (2546) ซึ่งพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานยกเว้นในธันวาคมซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ส่วนขุมเหมืองอนุภาษมีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 34,217 MPN/100 mL พบว่ามีปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 อยู่ในเดือนมีนาคมและกรกฎาคม และมีเพียงเดือนพฤษภาคมเท่านั้นที่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานในประเภทที่ 2 ขุมเหมือง ม.อ. มีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 21,833 MPN/100 mL พบว่ามีเพียงสองเดือนคือกรกฎาคมและพฤศจิกายนเท่านั้นที่มีปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 สำหรับขุมเหมืองบ้านไทยมีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 20,100 MPN/100 mL พบว่ามีปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในเดือนพฤศจิกายนและกันยายน ส่วนในเดือนมีนาคมและกรกฎาคมมีค่าเกินค่ามาตรฐานในประเภทที่ 2 ขุมเหมืองนกมีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีต่ำกว่าขุมเหมืองอื่นคือ 2,861 MPN/100 mL พบว่ามีปริมาณที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 อยู่ในเดือนพฤศจิกายนและกันยายนเท่านั้น

ตารางที่ 4.2 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (MPN/100 mL) ในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

ขุมเหมือง	จุดเก็บ	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (MPN/100 mL)						รวม
		ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	
บางมะรวน	1-1	24,000	2,200,000	2,300	1,300	2,300	1,700	2,231,600
	1-2	2,700	140,000	1,300	2,200	1,300	2,300	149,800
	1-3	4,900	28,000	2,300	2,300	1,300	2,200	41,000
ปริมาณเฉลี่ย		**10,533**	**789,333**	**1,967**	**1,933**	**1,633**	**2,067**	**807,467**
นก	2-1	2,600	2,200	800	500	500	2,200	8,800
	2-2	4,900	7,900	800	1,700	1,300	3,300	19,900
	2-3	7,900	7,900	500	800	800	4,009	22,800
ปริมาณเฉลี่ย		**5,133**	**6,000**	**700**	**1,000**	**867**	**3,467**	**17,167**
บ้านไทย	3-1	35,000	35,000	700	500	800	4,900	76,900
	3-2	24,000	160,000	1,100	1,300	500	24,000	210,900
	3-3	7,000	35,000	800	24,000	2,300	4,900	74,000
ปริมาณเฉลี่ย		**22,000**	**76,667**	**867**	**8,600**	**1,200**	**11,267**	**120,600**
เจ้าฟ้า	4-1	7,900	13,000	13,000	17,0,0	11,000	24,000	85,900
	4-2	13,000	3,300	17,000	3,300	11,000	2,300	49,900
	4-3	17,000	14,000	7,900	7,900	35,000	3,300	85,100
ปริมาณเฉลี่ย		**12,633**	**10,100**	**12,633**	**9,400**	**19,000**	**9,867**	**73,633**
อนุภาษ	5-1	7,900	2,700	4,900	17,000	2,300	140,000	174,800
	5-2	28,000	24,000	24,000	160,000	2,300	80,000	318,300
	5-3	4,900	3,300	2,300	30,000	2,300	80,000	122,800
ปริมาณเฉลี่ย		**13,600**	**10,000**	**10,400**	**69,000**	**2,300**	**146,667**	**205,300**
ม.อ.	6-1	2,600	54,000	4,900	7,900	800	130,000	200,200
	6-2	7,900	54,000	3,400	1,100	1,300	80,000	147,700
	6-3	2,700	24,000	3,300	800	1,300	13,000	45,100
ปริมาณเฉลี่ย		**4,400**	**44,000**	**3,900**	**3,267**	**1,133**	**74,333**	**131,000**
ปริมาณเฉลี่ยรวม		**68,300**	**935,100**	**30,433**	**93,200**	**26,133**	**247,667**	**1,401,833**

4.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างน้ำขุมเหมืองเก่า จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 จำแนกความหลากหลายชนิดตาม Christensen (1962, 1966) อ้างถึงโดย ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น (Division) 7 กลุ่ม (Class) 12 อันดับ (Order) 20 วงศ์ (Family) 48 สกุล (Genus) ดังนี้

Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae (Blue-green algae)

Order Chroococcales

Family Chroococcaceae

Chroococus sp.

Merismopedia sp.

Family Microcystaceae

Microcystis sp.

Order Nostocales

Family Nostocaceae

Anabaena sp.

Cylindrospermopsis spp.

Family Oscillatoriaceae

Lyngbya sp.

Oscillatoria sp.

Spirulina sp.

Division Chlorophyta

Class Chlorophyceae (Green algae)

Order Chlorococcales

Family Coelastraceae

Coelastrum spp.

Family Hydrodictyaceae

Pediastrum spp.

Family Oocystaceae

Ankistrodesmus sp.

Chlorella sp.

Dictyosphaerium sp.

Dimorphococcus sp.

Kirchneriella sp.

Monoraphidium sp.

Nephrocytium sp.

Oocystis spp.

Schroederia sp.

Tetraedron spp.

Family Scenedesmaceae

Actinastrum sp.

Crucigenia sp.

Micractinium sp.

Scenedesmus spp.

Order Tetrasporales

Family Coccomyxaceae

Elakatothrix sp.

Order Volvocales

Family Volvocaceae

Eudorina spp.

Order Zygnematales

Family Desmidiaceae

Closterium sp.

Cosmarium sp.

Desmidium sp.

Euastrum sp.

Micrasterias sp.

Onychonema sp.

Spondylosium sp.

Staurastrum spp.

Triploceras sp.

Family Zygnemataceae

Spirogyra sp.

Zygnema sp.

Class Euglenophyceae (Euglenoid)

Order Euglenales

Family Euglenaceae

Euglena spp.

Phacus spp.

Trachelomonas spp.

Division Chromophyta

Class Bacillariophyceae (Diatom)

Order Bacillariales

Family Bacillariaceae

Nitzchia sp.

Family Fragilariaceae

Fragilaria sp.

Synedra sp.

Family Naviculaceae

Navicula sp.

Class Chrysophyceae (Golden algae)

Order Ochromonadales

Family Dinobryaceae

Dinobryon spp.

Class Dinophyceae (Dinoflagellate)

Order Gonyaulacales

Family Ceratiaceae

Ceratium sp.

Order Peridiniales

Family Peridiniaceae

Peridinium spp.

Class Xanthophyceae (Yellow-green algae)

Order Mischococcales

Family Centritractaceae

Centritractus sp.

ส่วนการศึกษาความชุมชุมของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาจากความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในน้ำตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เมตร (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงที่สุดในขุมเหมืองบางมะรวน ($8.27x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือขุมเหมืองเจ้าฟ้า ($5.86x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมืองอนุภาษ ($4.37x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมืองบ้านไทย ($3.72x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมือง ม.อ. ($1.23x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และพบความหนาแน่นต่ำที่สุดในขุมเหมืองนก ($0.92x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมในรอบปี พบว่าในแต่ละเดือนมีปริมาณแตกต่างกันไม่มากนัก โดยในเดือนกันยายน 2554 มีความหนาแน่นสูงที่สุด (4.61 $x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และในเดือนพฤษภาคม 2555 มีความหนาแน่นต่ำที่สุด (3.38 $x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)

4.4.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบางมะรวนตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 29 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน (Division) (ตารางภาคผนวกที่ 1) โดยตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พบกลุ่ม Chlorophyceae มีจำนวนสกุลมากที่สุด 18 สกุล (62.06%) โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้มักพบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีถึงปานกลาง (Wetzel, 2001) รองลงมาคือกลุ่ม Cyanophyceae พบจำนวน 5 สกุล(17.24%) Euglenophyceae 3 สกุล(10.34%) และกลุ่มอื่นๆ กลุ่มละ1สกุล คือ Dinophyceae, Bacillariophyceae และ Chrysophyceae (10.34%) จำนวนสกุลที่พบในการศึกษาครั้งนี้น้อยกว่าผลการศึกษาของ Angsupanich and Rakkheaw (1997) พบแพลงก์ตอนพืชจำนวน 103 สกุล ในทะเลสาบสงขลา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยของสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในทะเลสาบสงขลามีความเหมาะสมต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าในขุมเหมืองบางมะรวน

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง 4,400 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $7.45x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร โดยกลุ่ม Chlorophyceae มีปริมาณมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 90.08 ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็น Dinophyceae คิดเป็นร้อย

ละ 7.79 (รูปที่ 4.14) สกุลที่พบเป็นสกุลเด่นในทุกครั้งของการศึกษาและพบปริมาณรวมในรอบปีสูงสุด คือ *Staurastrum* (6.22x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) สอดคล้องกับการศึกษาในเขื่อนน้ำงึมประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวของ ธนิษฐา มาลัยวรรณ (2551) ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีถึงปานกลาง และมีระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) แตกต่างจากในเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ซึ่งมีคุณภาพน้ำปานกลางมีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) โดยพบ *Cylindrospermopsis* เป็นแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น สำหรับสกุลที่พบรองลงมา คือ *Chlorella* (0.81x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และ *Peridinium* (0.64x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) โดยสกุล *Chlorella* พบปริมาณมากเฉพาะในเดือนพฤศจิกายนเท่านั้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายชนิดนี้ (ขจรเกียรติ ศรีนวลสม, และคณะ,2555) ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนได้มากในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ประกอบกันในช่วงเดือนนี้มีปริมาณน้ำฝนสูง ทำให้การชะล้างของน้ำลงสู่ขุมเหมืองมีมากเป็นการเพิ่มปริมาณสารอาหารให้กับแหล่งน้ำ (Alam, *et al.,* 2001) ทำให้ *Chlorella* มีการขยายเซลล์เพิ่มปริมาณมากขึ้น ส่วนแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่นๆ พบว่ามีปริมาณน้อย

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงฤดูพบว่า ในช่วงฤดูฝน (25 สกุล) มีความหลากหลายมากกว่าในช่วงฤดูร้อน (21 สกุล) แตกต่างจากการศึกษาของ หทัยทิพย์ หนูเกื้อ (2545) พบว่าชนิดของแพลงก์ตอนพืชของทะเลน้อยในฤดูร้อนมีความหลากหลายมากกว่าในฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับ พิศมัย เฉลยศักดิ์ (2543) ซึ่งทำการศึกษาในแม่น้ำท่าจีน พบว่าในเดือนเมษายน(160 ชนิด) มีจำนวนชนิดมากกว่าในเดือนธันวาคม (102 ชนิด) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทั้งสองการศึกษาเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่และมีลักษณะเป็นแหล่งน้ำแบบเปิดซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากขุมเหมืองบางมะรวนซึ่งมีขนาดเล็กและเป็นแหล่งน้ำแบบปิด จากการศึกษาของ Hwang, *et al.* (2007) พบว่าลักษณะและรูปร่างของแหล่งน้ำมีผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่อยู่ในชุมชนเมืองเช่นเดียวกับชุมเหมืองบ้านมะรวน อาจส่งผลให้ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน

ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบว่าในช่วงฤดูร้อน (5.84x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) มีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (2.43x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) (รูปที่ 4.15) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนพรัตน์ ฤาชา และ ยุวดี พีรพลพิศาล (2538) ในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา โดยในช่วงมรสุมมีปริมาณน้ำจากแผ่นดินซึ่งได้พัดพาเอาธาตุอาหารต่าง ๆ ลงมาในแหล่งน้ำ (Tu, 2009) ประกอบกับปริมาณแสงแดดที่ได้รับเพิ่มขึ้นตาม ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการเพิ่มจำนวนในช่วงฤดูร้อน

4.4.2 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองนก

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองนกตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 37 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน (Division) (ตารางภาคผนวกที่ 2) โดย Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวน แต่มีจำนวนสกุลมากกว่า คือ 22 สกุล (59.45%) รองลงมาคือ Cyanophyceae พบจำนวน 8 สกุล (21.62%) Bacillariophyceae 3 สกุล (8.11%) Euglenophyceae 2 สกุล (5.41%) และกลุ่มอื่นๆ กลุ่มละ 1 สกุล คือ Dinophyceae และ Chrysophyceae (5.41%)

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง $0.02x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $0.65x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร โดย Chlorophyceae มีปริมาณรวมสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 70.72 ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็น Cyanophyceae มีปริมาณรวมคิดเป็นร้อยละ 11.11 (รูปที่ 4.14) สอดคล้องกับการศึกษาของ Basima, *et al.,* (2006) ในลุ่มน้ำ Limpopo ประเทศซิมบับเว (Zimbabwe) แต่ตรงข้ามกับการศึกษาของหทัยทิพย์ หนูเกื้อ (2545) ในทะเลน้อยซึ่งพบปริมาณ Cyanophyceae สูงกว่า Chlorophyceae ซึ่งอาจเกิดจากข้อแตกต่างหรือความผิดพลาดจากการนับจำนวนเพราะกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นสายหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยสกุลที่พบเป็นสกุลเด่นในทุกครั้งของการศึกษาและพบปริมาณรวมในรอบปีสูงสุด คือ *Staurastrum* ($0.36x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) เช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวน รองลงมาคือ *Cosmarium* ($0.08x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และ *Peridinium* ($0.07x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) จากการศึกษาของ Peerapornpisal, *et al.,* (2008) ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ทางภาคเหนือของประเทศไทยพบว่าแพลงก์ตอนพืชสกุล *Cosmarium* สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงระดับสารอาหารน้อยถึงปานกลางได้

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงฤดูพบว่า ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีจำนวนสกุลเท่ากัน คือ 31 สกุลต่างจากขุมเหมืองบางมะรวน ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบว่าในช่วงฤดูร้อน ($0.56x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) มีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ($0.35x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) (รูปที่ 4.15) ซึ่งมีการแพร่กระจายคล้ายคลึงกับในขุมเหมืองบางมะรวนแต่มีปริมาณในแต่ละฤดูน้อยกว่าขุมเหมืองบางมะรวน

4.4.3 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองบ้านไทยตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 30 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน

(Division) (ตารางภาคผนวกที่ 3) เมื่อจัดอนุกรมวิธานพบว่าสามารถแบ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบออกได้เป็น 7 กลุ่ม ซึ่งมากกว่าในขุมเหมืองบางมะรวนและนก โดยกลุ่ม Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาจำนวน 17 สกุล (56.67%) รองลงมาคือ Cyanophyceae 5 สกุล (16.66%) Euglenophyceae 3 สกุล (10.00%) Dinophyceae 2 สกุล (6.67%) และกลุ่มอื่นๆ กลุ่มละ 1 สกุล คือ Bacillariophyceae, Chrysophyceae และ Xanthophyceae (10.00%)

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง 1,760 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $1.70x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร โดย Chlorophyceae มีปริมาณรวมสูงสุด คือ คิดเป็นร้อยละ 45.71 ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่ม Cyanophyceae คิดเป็นร้อยละ 23.36 และ Dinophyceae มีปริมาณรวมคิดเป็นร้อยละ 17.53 (รูปที่ 4.14) โดยสกุลที่พบเป็นสกุลเด่นในทุกครั้งของการศึกษาและพบปริมาณรวมในรอบปีสูงสุด คือ *Coelastrum* ($0.88x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) ต่างจากสกุลเด่นในขุมเหมืองบางมะรวนและนก รองลงมาคือ *Peridinium* ($0.61x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และ *Oscillatoria* ($0.58x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) โดยแพลงก์ตอนพืชสกุล *Oscillatoria* พบเป็นชนิดที่โดดเด่นและมีปริมาณสูงสุดในเดือนกันยายน *Oscillatoria* อยู่ในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นสาย จากการศึกษาของ Pekkoh and Peerapornpisal (2011) พบว่าสาหร่ายกลุ่มนี้อาจมีการสร้างสารพิษในแหล่งน้ำได้หากพบในปริมาณมาก การเพิ่มจำนวนของสาหร่ายชนิดนี้ยังแสดงได้ถึงสภาวะการเพิ่มขึ้นของไนเตรทและฟอสเฟตซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชอีกด้วย (Samosorn, *et al.,* 2010) นอกจากนั้นในขุมเหมืองบ้านไทยยังพบสาหร่ายสกุล *Spirulina* มีการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงเดือนนี้เช่นกัน ซึ่ง Moss (1988) กล่าวว่าการพบสาหร่ายสกุล *Oscillatoria* และ *Spirulina* สามารถบ่งชี้ได้ว่าแหล่งน้ำนั้นความอุดมสมบูรณ์สูง

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงฤดูพบว่า ในช่วงก่อนฤดูฝนมีจำนวนสกุล 25 สกุล มากกว่าในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีจำนวน 24 สกุล ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อนเช่นกัน ($2.57x10^6$ และ $1.14x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) (รูปที่ 4.15) ซึ่งแตกต่างจากการแพร่กระจายของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองบางมะรวนและขุมเหมืองนก

4.4.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้าตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 36 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน (Division)

(ตารางภาคผนวกที่ 4) เมื่อจัดอนุกรมวิธานพบว่าสามารถแบ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบออกได้เป็น 7 กลุ่ม เช่นเดียวกับขุมเหมืองบ้านไทย โดยพบกลุ่ม Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาจำนวน 21 สกุล (61.76%) รองลงมาคือ Cyanophyceae 7 สกุล (17.66%) Euglenophyceae 2 สกุล (5.88%) Dinophyceae 2 สกุล (5.88%) และกลุ่มอื่นๆ กลุ่มละ 1 สกุล คือ Bacillariophyceae, Chrysophyceae และ Xanthophyceae (8.82%)

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง 780 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $2.71x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีปริมาณรวมสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.20 ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่ม Chlorophyceae คิดเป็นร้อยละ 27.61 (รูปที่ 4.14) สอดคล้องกับการศึกษาของ Khuantrairong and Traichaiyaporn (2008) ในทะเลสาบดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ โดยกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีปริมาณสูงในช่วงฤดูหนาวตลอดถึงฤดูร้อน สกุลที่พบเป็นสกุลเด่นในทุกครั้งของการศึกษา คือ *Staurastrum* ($1.02x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และ *Peridinium* ($0.88x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) เช่นเดียวกันกับขุมเหมืองบางมะรวนและนก ส่วนสกุลที่มีปริมาณรวมสูงที่สุดในรอบปีเป็นกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Chroococcus* ($2.66x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งพบปริมาณสูงมากเฉพาะในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมเท่านั้น จากการศึกษาของ ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์ (2543) พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Chroococcus* มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยแพลงก์ตอนพืชสกุลนี้สามารถพบได้มากในแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษ (Trioathi and Pandey, 2009)

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงฤดูพบว่าในช่วงฤดูฝนมีจำนวน 30 สกุล มากกว่าในช่วงฤดูร้อน (29 สกุล) เช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวนและขุมเหมืองบ้านไทย ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน ($4.18x10^6$ และ $1.67 x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) (รูปที่ 4.15) ซึ่งคล้ายคลึงกับการแพร่กระจายในขุมเหมืองบ้านไทย

4.4.5 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองอนุภาษตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 31 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน (Division) (ตารางภาคผนวกที่ 5) และเมื่อจัดอนุกรมวิธานพบว่าสามารถแบ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบออกได้เป็น 5 กลุ่ม ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยที่สุดจากทุกขุมเหมือง โดย Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาจำนวน 20 สกุล (64.52%) รองลงมาคือ

Cyanophyceae 6 สกุล (19.35%) Dinophyceae 2 สกุล(6.45%) Euglenophyceae 2 สกุล(6.45%) และ Chrysophyceae 1 สกุล (3.23%)

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง $0.02x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $3.14x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae มีปริมาณรวมสูงที่สุด คิดเป็น 71.91 % ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่ม Dinophyceae คิดเป็น 22.28 % (รูปที่ 4.14) โดยสกุลที่พบเป็นสกุลเด่นในทุกครั้งของการศึกษาและพบปริมาณรวมในรอบปีสูงสุด คือ *Staurastrum* ($2.55x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) เช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวนและนก รองลงมาคือ *Peridinium* ($0.94x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)

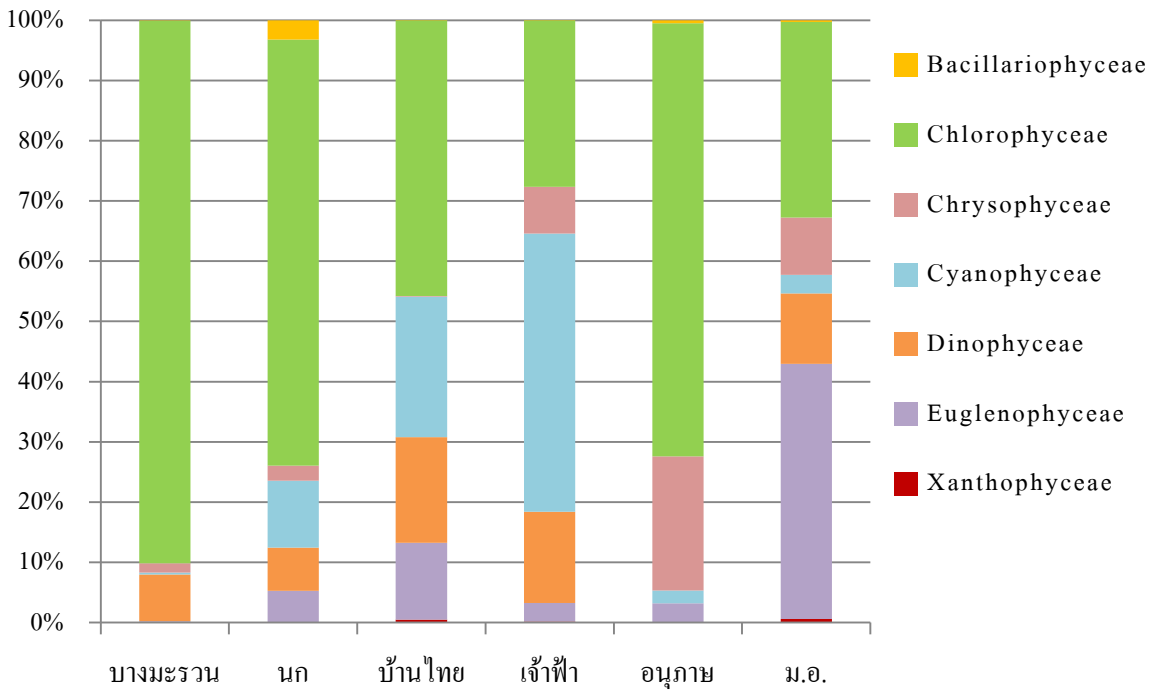
จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงฤดูพบว่าในช่วงฤดูฝนมีจำนวน 27 สกุลมากกว่าในช่วงฤดูร้อน (24 สกุล) เช่นเดียวกับขุมเหมืองบ้านไทย ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชพบว่าในช่วงก่อนฤดูร้อนพบปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ($2.93x10^6$ และ $1.44\ x10^6$ เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) (รูปที่ 4.15) อาจเป็นผลมาจากการมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากบริเวณทางด้านทิศเหนือของขุมเหมืองเป็นพื้นที่ของสนามกอล์ฟซึ่งมีการใส่ปุ๋ยบำรุงรักษาสนามหญ้าอยู่เสมอโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีปริมาณน้ำฝนน้อยทำให้ต้องมีการรดน้ำสนามหญ้าตลอดช่วงฤดูร้อน (Winter and Dillon, 2005) การชะล้างของน้ำเอาปุ๋ยหรือธาตุอาหารสำหรับพืชลงมาในขุมเหมืองและปริมาณแสงแดดตลอดช่วงฤดูเป็นปัจจัยที่ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณขึ้นมากกว่าในช่วงฤดูฝน

4.4.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมือง ม.อ.

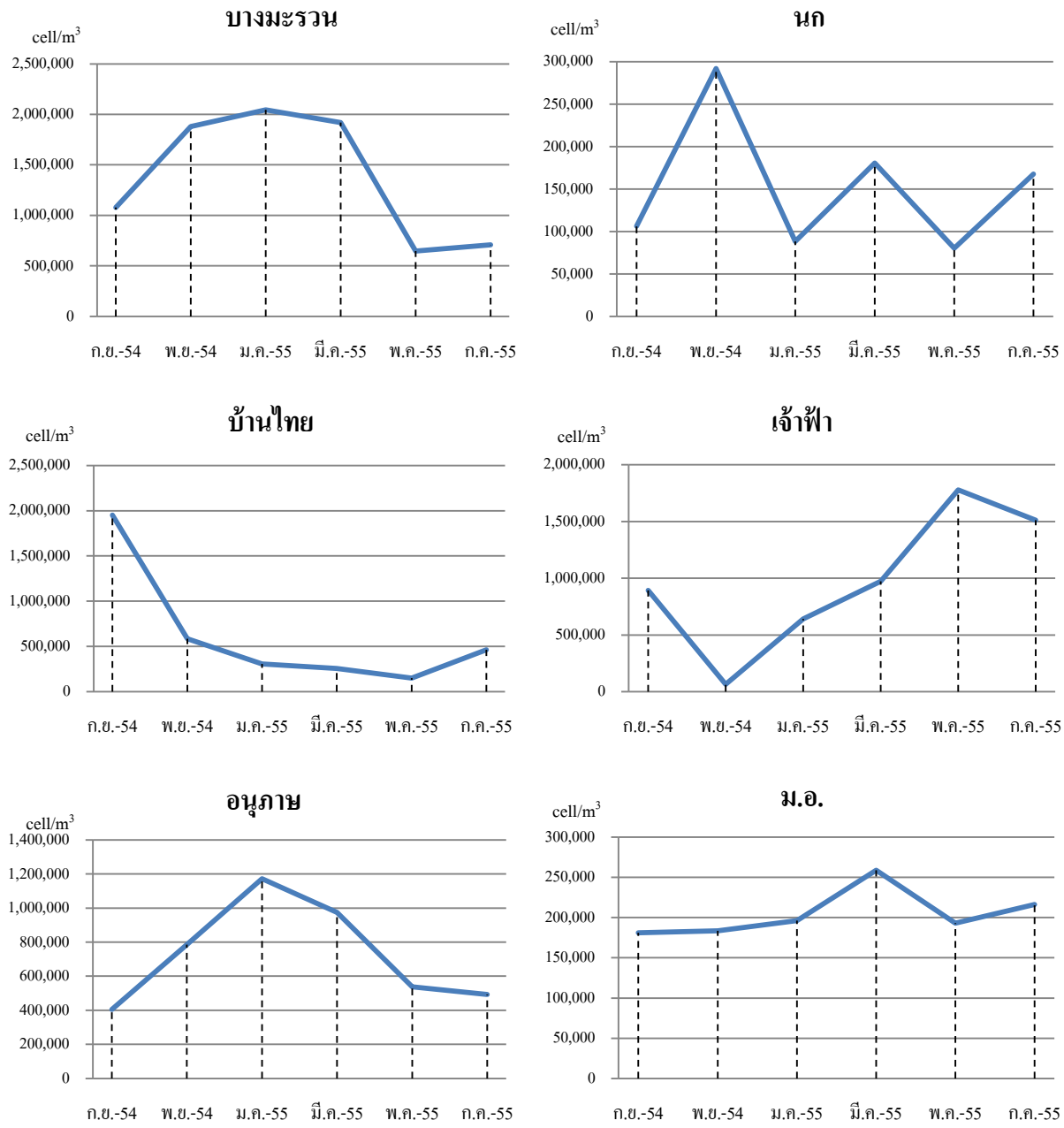
จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมือง ม.อ.ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 33 สกุล (Genus) ใน 3 ดิวิชัน (Division) (ตารางภาคผนวกที่ 6) และเมื่อจัดอนุกรมวิธานพบว่าสามารถแบ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบออกได้เป็น 7 กลุ่ม เช่นเดียวกับขุมเหมืองบ้านไทยและเจ้าฟ้า โดย Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาพบจำนวน 18 สกุล (54.55%) Cyanophyceae 7 สกุล (21.21%) Euglenophyceae 3 สกุล (9.09 %) Dinophyceae 2 สกุล (6.06 %) และกลุ่มอื่นๆ กลุ่มละ 1 สกุลคือ Bacillariophyceae, Chrysophyceae และXanthophyceae (9.09 %)

สำหรับความชุกชุมของแพลงก์พืชแต่ละกลุ่มในรอบปีมีปริมาณอยู่ในช่วง 3,680 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ถึง $0.52x10^6$เซลล์/ลูกบาศก์เมตร พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Euglenophyceae หรือยูกลีนอยด์มีปริมาณรวมสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.91 ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่ม Chlorophyceae คิดเป็นร้อยละ 32.44 (รูปที่ 4.14) โดยสกุลที่พบเป็นสกุลเด่นใน

ทุกครั้งของการศึกษาและพบปริมาณรวมในรอบปีสูงสุด คือ *Trachelomonas* (0.44x10^{6}เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือ *Peridinium* และ *Dinobryon* (0.14x10^6 และ 0.17x10^{6}เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Solórzano, *et al.* (2011) พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Trachelomonas* เป็นสกุลเด่นในเขื่อน Guadalupe ประเทศเม็กซิโก ซึ่งจะพบความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชสกุลนี้กับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และอุณหภูมิ โดยพบอย่างเด่นชัดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งคล้ายคลึงกับการแพร่กระจายปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมือง ม.อ. พบความชุกชุมในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณสูง (0.64x10^{6}เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) และลดลงในช่วงฝน (0.59 x10^6 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) (รูปที่ 4.15) โดยในช่วงฤดูฝนมีความหลากหลายของจำนวนสกุลมากกว่าฤดูร้อน (29 และ 24 สกุล ตามลำดับ)



รูปที่ 4.14 สัดส่วนร้อยละความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มที่พบในขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร) ที่พบในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555

4.5 การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชัน 7 กลุ่ม 48 สกุล แตกต่างจากการศึกษาของภูวดล บุตรรัตน์, และคณะ (2547) ที่พบพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 ดิวิชั่น 22 สกุล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจำแนกเป็นคนละระบบกันรวมถึงมีการศึกษาบางขุมเหมืองที่แตกต่างกันอีกด้วย ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มที่พบความหลากหลายของสกุลมากที่สุดคือ Chlorophyceae จำนวน 30 สกุล รองลงมาคือ Cyanophyceae 8 สกุล สกุลที่พบโดดเด่นในคือ *Staurastrum* และ *Peridinium* ยกเว้นขุมเหมืองบ้านไทยและ ม.อ. สำหรับความชุกชุมในแต่ละขุมเหมืองพบว่ามีความชุกชุมและการแพร่กระจายในรอบปีที่แตกต่างกัน โดยขุมเหมืองบางมะรวนมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยสูงที่สุด 1,378,993 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Staurastrum* และ *Peridinium* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนมกราคมและต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม ขุมเหมืองที่มีปริมาณเฉลี่ยรองลงมาคือขุมเหมืองเจ้าฟ้า 977,057 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Chroococus, Staurastrum* และ*Peridinium* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนพฤษภาคมและต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน ขุมเหมืองอนุภาษมีปริมาณเฉลี่ย 727,644 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Staurastrum*, *Peridinium, Cosmarium* และ*Tetraedron* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนมกราคมและต่ำสุดในเดือนกันยายน ขุมเหมืองบ้านไทย มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ย 619,482 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Coelastrum, Oscillatoria, Peridinium* และ *Trachelomonas* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม ขุมเหมือง ม.อ. มีปริมาณเฉลี่ย 204,798 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Trachelomonas, Peridinium* และ *Dinobryon* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนมีนาคมและต่ำสุดในเดือนกันยายน สำหรับขุมเหมืองนกมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 152,501 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นคือ *Staurastrum, Cosmarium* และ*Peridinium* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายนและต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม

4.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากการวิเคราะห์ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในตัวอย่างน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ตตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 โดยจำแนกความหลากหลายตาม ลัดดา วงศ์รัตน์

(2543) พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 2 กลุ่ม (Class) 5 อันดับ (Order) 10 วงศ์ (Family) 13 สกุล (Genus) ดังนี้

Phylum Rotifera

Class Monogononta

Order Plioma

Family Brachionidae

Anuraeopsis sp.

Brachionus sp.

Keratella sp.

Family Synchaetidae

Polyarthra sp.

Family Trichocercidae

Trichocerca sp.

Order Floscullariacea

Family Hexarthridae

Hexarthra sp.

Family Testudinellidae

Filinia sp.

Family Conochilidae

Conochilus sp.

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Order Calanoida

Family Diaptomidae

Diaptomus sp.

Order Cyclopoida

Family Cyclopidae

Cyclopoid copepodite

Cyclopoid nauplius

Order Diplostraca

Family Bosminidae

Bosmina sp.

Family Sididae

Diaphanosoma sp.

การศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์พิจารณาจากความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เมตร พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวมสูงที่สุดในขุมเหมืองอนุภาษ (28,518 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือขุมเหมือง ม.อ. (27,190 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมืองบ้านไทย (23,915 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมืองเจ้าฟ้า (20,629 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ขุมเหมืองบางมะรวน (5,159 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และพบความหนาแน่นต่ำสุดในขุมเหมืองนก (2,848 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมในรอบปีพบความหนาแน่นสูงสุดในเดือนกันยายน 2554 (38,806 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2555 (6,126 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) โดยกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบปริมาณมากคือกลุ่มของโรติเฟอร์ สอดคล้องกับการศึกษาของ วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย (2544) ในแหล่งน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี แต่ตรงข้ามกับการศึกษาของ อะแอเซ๊าะ โต๊ะมุสอ (2548) ในคลองสะกอม จังหวัดสงขลา ซึ่งพบกลุ่มอาร์โทรพอดมีปริมาณมากที่สุด

4.6.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองบางมะรวน

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมืองบางมะรวน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 220-1,760 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 9 สกุล ได้แก่ *Anuraeopsis*, *Brachionus*, *Polyarthra*, *Trichocerca, Hexarthra ,* Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius, *Bosmina* และ *Diaphanosoma* (ตารางภาคผนวกที่ 7) สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ *Polyarthra* (3,827 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็นร้อยละ 74.18 ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด แตกต่างจากการศึกษาของ วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย (2544) ในแหล่งน้ำจืดของจังหวัดกาญจนบุรีที่พบโรติเฟอร์สกุล *Lecane* มีปริมาณมากที่สุด อาจเนื่องมาจากลักษณะของแหล่งน้ำที่แตกต่างกันโดยขุมเหมืองบางมะรวนมีลักษณะเป็นดินเหนียว น้ำใส และไม่มีพันธุ์ไม้น้ำหนาแน่นแตกต่างจากการศึกษาดังกล่าวซึ่งมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำ รองลงมาคือ Cyclopoid nauplius (398 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Trichocerca* (269 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และ Cyclopoid

copepodite (229 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็นร้อยละ 7.71, 5.21 และ 4.44 ตามลำดับ (รูปที่ 4.16) ส่วนสกุลอื่น ๆมีปริมาณน้อย เมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่า ในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (2,725 และ 2,434 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) โดยมีการแพร่กระจายดังแสดงในรูปที่ 4.17

4.6.2 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองนก

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมืองนก ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 132-1,144 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในครั้งนี้รวมทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 11 สกุล ได้แก่ *Anuraeopsis, Brachionus, Keratella, Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra , Diaptomus,* Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius, *Bosmina* และ *Diaphanosoma* (ตารางภาคผนวกที่ 8) ซึ่งมากกว่าจำนวนสกุลในขุมเหมืองบางมะรวน สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ *Polyarthra* (879 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 30.86% ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด โดยแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดนี้มีรายงานพบการแพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อยหรือ Oligotrophic (Duggan and Barnes, 2005) รองลงมาคือ *Trichocerca* (413 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), Hexarthra (353 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), Cyclopoid copepodite (316 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), Cyclopoid nauplius (221 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Keratella* (185 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)และ คิดเป็น 14.50%, 12.39%, 11.10%, 7.76% และ6.50% ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ ที่เหลือมีปริมาณน้อย (16.89%) (รูปที่ 4.16) เมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่า ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (1,556 และ 1,292 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Nikleka, *et al*. (2006) ในอ่างเก็บน้ำ Bovilla แต่ตรงข้ามจากการศึกษาปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองบางมะรวนโดยมีการแพร่กระจายดังแสดงในรูปที่ 4.17

4.6.3 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองบ้านไทย

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมืองบ้านไทยตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1,760-9,680 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในครั้งนี้รวมทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 12 สกุล ได้แก่ *Anuraeopsis, Brachionus, Keratella, Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra , Conochilus, Diaptomus,* Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius*, Diaphanosoma* และ *Bosmina* (ตารางภาคผนวกที่ 9) สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ Cyclopoid nauplius (7,276 ตัวต่อ

ลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 30.42% ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด โดยแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดนี้จัดเป็นอาหารของสัตว์น้ำที่สำคัญในแหล่งน้ำ(Faehadian, 2006) รองลงมาคือ *Polyarthra* (4,418 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), Cyclopoid copepodite (3,203 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Trichocerca* (2,420 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Anuraeopsis* (1,945 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และ *Brachionus* (1,720 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 18.47%, 13.39%, 10.12%, 8.13% และ 7.19% ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีปริมาณน้อย (รูปที่ 4.16) และเมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่า ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (14,881 และ 9,034 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) สอดคล้องกับการแพร่กระจายในขุมเหมืองนก ดังแสดงในรูปที่ 4.17

4.6.4 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองเจ้าฟ้า

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมืองเจ้าฟ้า ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 616-10,692 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในครั้งนี้รวมทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 9 สกุล เช่นเดียวกับขุมเหมืองบางมะรวนได้แก่ *Anuraeopsis, Brachionus, Keratella, Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra*, Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius และ*Bosmina* (ตารางภาคผนวกที่ 10) สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดคือ *Polyarthra* (6,310 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 30.59% ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด รองลงมาคือ *Brachionus* (5,430 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Keratella* (2,652 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Anuraeopsis* (2,407 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และ *Trichocerca* (1,249 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 26.32%, 12.86%, 11.67% และ 6.05% ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีปริมาณน้อย (รูปที่ 4.16) และเมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่า ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (12,783 และ 7,846 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ดังแสดงในรูปที่ 4.17 สอดคล้องกับการแพร่กระจายในขุมเหมืองนกและขุมเหมืองบ้านไทย

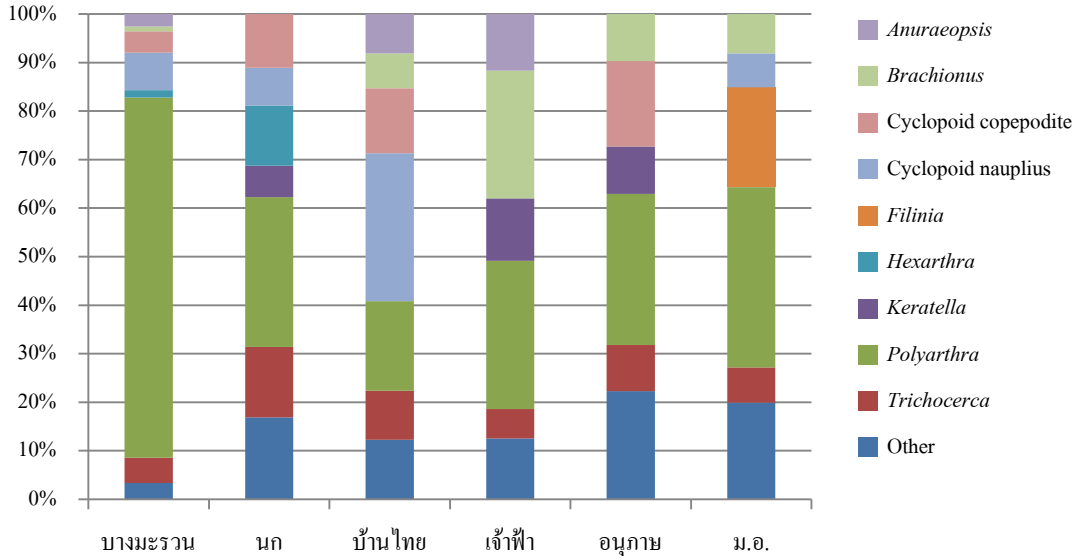
4.6.5 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองอนุภาษ

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมืองอนุภาษ ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 731-13,892 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในครั้งนี้รวมทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 12 สกุล ได้แก่ *Anuraeopsis, Brachionus, Keratella, Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra, Filinia*, *Diaptomus,* Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius, *Bosmina* และ *Diaphanosoma* (ตารางภาคผนวกที่ 11) สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ *Polyarthra* (8,892 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น

31.18% ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด รองลงมาคือ Cyclopoid nauplius (5,020 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Keratella* (2,783 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Brachionus* (2,767 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Trichocerca* (2,700 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และ *Bosmina* (2,041 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 17.60%, 9.76%, 9.70%, 9.47% และ 7.16% ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีปริมาณน้อย (รูปที่ 4.16) และเมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่า ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (18,517 และ 10,001 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 4.17 สอดคล้องกับการแพร่กระจายในขุมเหมืองนก ขุมเหมืองบ้านไทยและขุมเหมืองเจ้าฟ้า

4.6.6 ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมือง ม.อ.

ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในขุมเหมือง ม.อ. ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 มีปริมาณเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1,506-10,228 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในครั้งนี้รวมทั้งหมด 2 ไฟลัม (Phylum) 12 สกุล ได้แก่ *Anuraeopsis, Brachionus, Keratella, Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra, Filinia, Diaptomus,* Cyclopoid copepodite, Cyclopoid nauplius, *Bosmina* และ *Diaphanosoma* (ตารางภาคผนวกที่ 12) สกุลที่มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ *Polyarthra* (10,101 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 37.24% ของปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด รองลงมาคือ *Filinia* (5,599 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Brachionus* (2,200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร), *Trichocerca* (1,975 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) และ Cyclopoid nauplius (1,907 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) คิดเป็น 20.59%, 8.09%, 7.26% และ 7.01% ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีปริมาณน้อย (รูปที่ 4.16) และเมื่อพิจารณาปริมาณในรอบปีพบว่าในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (19,084 และ 8,106 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 4.17 สอดคล้องกับการแพร่กระจายในขุมเหมืองบางมะรวน



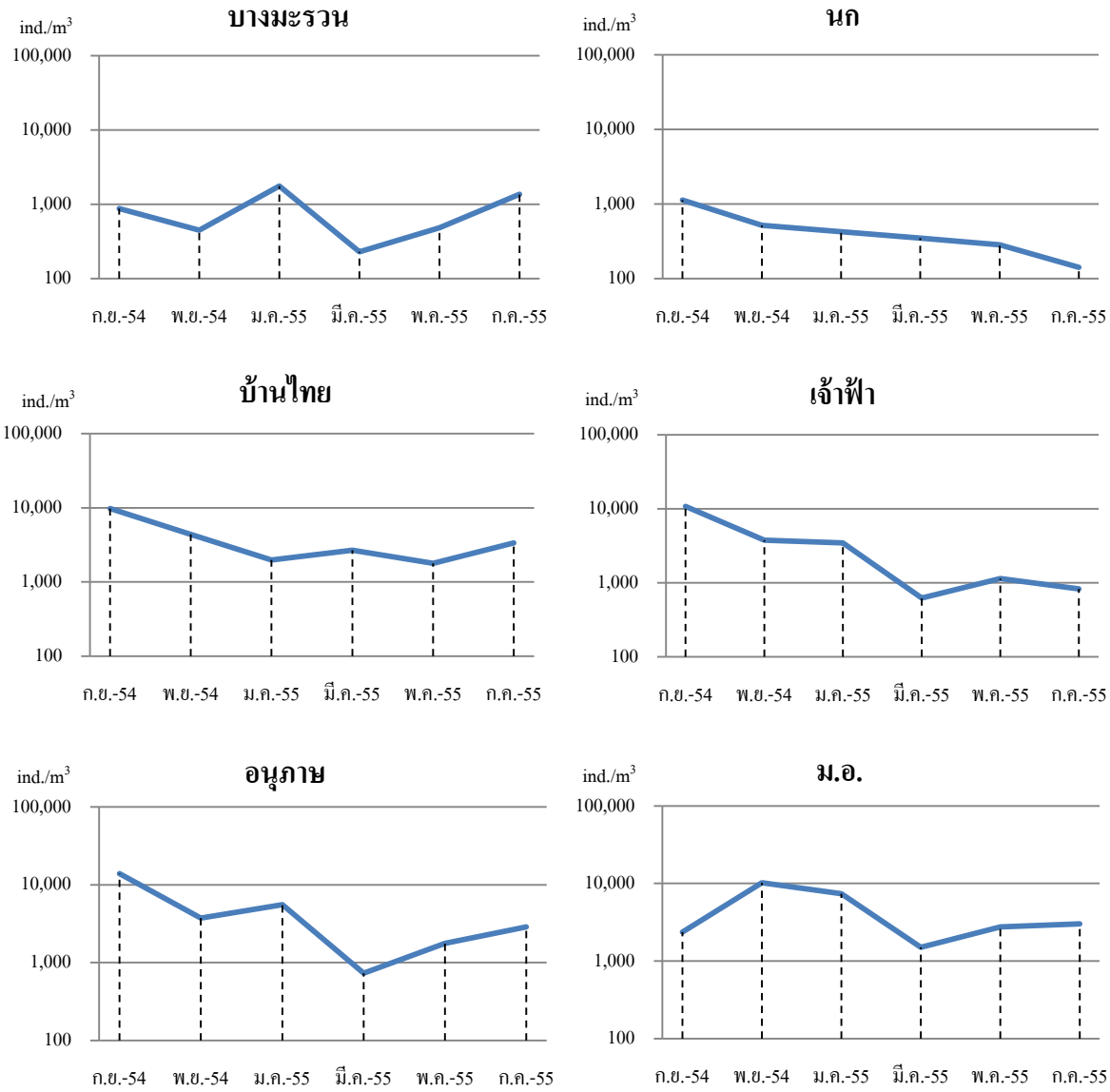
รูปที่ 4.16 สัดส่วนร้อยละความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

4.7 การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 2 ไฟลัม 13 สกุล โดยกลุ่มที่พบความหลากหลายของไฟลัม Rotifera จำนวน 8 สกุล และ ไฟลัม Arthropoda 5 สกุล สกุลที่พบโดดเด่นในทุกขุมเหมืองคือ *Polyarthra* และ *Trichocerca* สำหรับความชุกชุมในแต่ละขุมเหมืองพบว่ามีความชุกชุมและการแพร่กระจายในรอบปีที่คล้ายคลึงกันโดยมีความชุกชุมสูงระหว่างเดือนกันยายนถึงมกราคม และมีความชุกชุกต่ำระหว่างเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม สำหรับขุมเหมืองอนุภาษมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยสูงที่สุด 4,753 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ *Polyarthra* และ Cyclopoid nauplius โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนมีนาคม

ขุมเหมืองที่มีปริมาณเฉลี่ยรองลงมาคือขุมเหมือง ม.อ. 4,532 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ *Polyarthra* และ *Filinia* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายนและต่ำสุดในเดือนมีนาคม ขุมเหมืองบ้านไทยมีปริมาณเฉลี่ย 3,986 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ Cyclopoid nauplius, *Polyarthra,* Cyclopoid copepodite และ *Trichocerca* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนมีนาคม ขุมเหมืองเจ้าฟ้ามีปริมาณเฉลี่ย 3,438 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยแพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ *Polyarthra, Brachionus, Keratella* และ *Anuraeopsis* โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดใน

เดือนมีนาคม ขุมเหมืองบางมะรวนมีปริมาณเฉลี่ย 860 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ *Polyarthra* เพียงชนิดเดียวโดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนมกราคมและต่ำสุดในเดือนมีนาคม สำหรับขุมเหมืองนกมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 475 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นคือ *Polyarthra, Trichocerca, Hexarthra* และ Cyclopoid copepodite โดยพบความชุกชุมสูงที่สุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ที่พบในน้ำขุมเหมืองภูเก็ต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการใช้ที่ดินและการแพร่กระจายของดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินของแต่ละขุมเหมือง แสดงให้เห็นว่า ขุมเหมืองอนุภาษและขุมเหมืองเจ้าฟ้า มีลักษณะการใช้ที่ดินที่คล้ายคลึงกับคือมีสัดส่วนพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างสูง โดยเฉพาะในขุมเหมืองอนุภาษ มีพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างสูงถึง 92.58% ของพื้นที่ทั้งหมดในรัศมี 500 เมตรรอบขุมเหมือง รองลงมาคือขุมเหมืองเจ้าฟ้า 64.27% สำหรับในขุมเหมืองบางมะรวนและขุมเหมืองบ้านไทยมีลักษณะการใช้ที่ดินคล้ายคลึงกันโดยปรากฏพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างคิดเป็น 48.54% และ 43.53% ตามลำดับ โดยในขุมเหมืองบางมะรวนมีพื้นที่เกษตรกรรมคิดเป็น 46.47% และในขุมเหมืองบ้านไทยมีพื้นที่แหล่งน้ำคิดเป็น 55.32% สำหรับขุมเหมืองนกมีการใช้ที่ดินในลักษณะของพื้นที่เกษตรกรรมสูงถึง 62.05% โดยเป็นพื้นที่สวนยางพาราเกือบทั้งหมด ส่วนพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีเพียง 10.99% ส่วนขุมเหมือง ม.อ. มีลักษณะการใช้ที่ดินต่างจากขุมเหมืองข้างต้นโดยมีพื้นที่ป่าเป็นสัดส่วนถึง 49.51 % และมีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 34.21 %

4.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากผลการศึกษาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าขุมเหมืองบางมะรวนมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุดในรอบปี โดยลักษณะการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองบางมะรวนเป็นบ้านเรือนอยู่ล้อมรอบขุมเหมืองซึ่งแตกต่างจากขุมเหมืองเจ้าฟ้าและขุมเหมืองอนุภาษ ที่ถึงแม้จะมีสัดส่วนของพื้นที่ชุมชนเมืองสูงกว่า แต่มีลักษณะการตั้งบ้านเรือนรอบขุมเหมืองน้อยกว่า ทำให้มีปริมาณเฉลี่ยในรอบปีต่ำกว่าขุมเหมืองบางมะรวน จากการศึกษาแหล่งน้ำในหลาย ๆ แห่ง พบว่า ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมักจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ไหลจากแผ่นดินโดยเป็นลักษณะของการชะล้างโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีการปนเปื้อนหรือสะสมอยู่แผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ(Gautam, *et al.,* 2006; Kelsey, *et al.,* 2004; Becker and Nennich, 2006; Hennani, *et al.,* 2012) ส่วนขุมเหมืองนกที่มีสัดส่วนพื้นที่ชุมชนเมืองน้อยที่สุดพบว่ามีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่ำที่สุดด้วย

โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีการแพร่กระจายในรอบปีพบว่า มีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2554 ซึ่งอยู่ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อน โดยในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝน (rainfall) และ น้ำจากแผ่นดิน (runoff) ไหลลงสู่ขุมเหมืองในปริมาณสูง ส่งผลให้โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้น (Gautam, *et al.,* 2006) สำหรับปริมาณเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

พบในเดือนพฤษภาคม 2555 (261 MPN/100mL) อยู่ในช่วงท้ายของฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนและน้ำสะสมจากแผ่นดินมีน้อย จึงทำให้มีปริมาณลดลง แต่จากการศึกษาของ Hennani, *et al.* (2012) ใน Qualidia Lagoon ประเทศโมร็อคโค พบว่าฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ซึ่งเป็นกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิดหนึ่ง มีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนและลดลงในช่วงฤดูหนาว ตรงข้ามกับผลการศึกษาในครั้งนี้

4.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช พบปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุดในรอบปีอยู่ที่ขุมเหมืองบางมะรวน ซึ่งเป็นขุมเหมืองที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างอยู่ใกล้กับขุมเหมืองส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น (Basima, *et al.,* 2006) แพลงก์ตอนพืชจึงมีการเพิ่มปริมาณมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วอาจทำให้เกิดการสะพรั่ง(bloom)ในแหล่งน้ำและทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย มีคุณภาพไม่เพียงพอสำหรับการอุปโภคบริโภค เป็นที่น่าสังเกตสำหรับในขุมเหมืองบ้านไทยในช่วงฤดูมรสุมที่พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* เป็นปริมาณสูงมาก แสดงให้เห็นถึงสภาวะของแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษเนื่องจากสาหร่ายสกุลนี้สามารถบ่งชี้ถึงแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำได้หากพบในปริมาณมาก ๆ (Lata Dora, *et al.,* 2010) ส่วนในขุมเหมืองอนุภาษซึ่งเป็นขุมเหมืองขนาดใหญ่และพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงมากเช่นกัน มีความเป็นไปได้ว่าขุมเหมืองนี้อาจได้รับปริมาณธาตุอาหารมากมายจากสนามกอล์ฟที่อยู่ทางด้านทิศเหนือของขุมเหมือง เนื่องมาจากการบำรุงรักษาหญ้าในสนาม เช่น การใส่ปุ๋ยและการรดน้ำ (Winter and Dillon, 2005) ทำให้ธาตุอาหารปริมาณไหลลงสู่ขุมเหมืองได้

สำหรับขุมเหมืองที่พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยพบว่ามีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบขุมเหมืองที่อยู่ในประเภทอื่น นอกเหนือจากพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง โดยขุมเหมืองมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชต่ำ ซึ่งเป็นไปได้ว่าการปนเปื้อนธาตุอาหารของน้ำที่ไหลลงสู่ขุมเหมืองมีน้อย เช่นเดียวกับขุมเหมือง ม.อ. ซึ่งปริมาณแพลงก์ตอนพืชต่ำเช่นเดียวกัน (Siemann, *et al.,* 2007; Ferrareze, 2012)

4.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ต

จากผลการศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ พบปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ชุกชุมอยู่ในขุมเหมืองอนุภาษและขุมเหมืองเจ้าฟ้า เป็นปริมาณสูงโดยเฉพาะ

ในเดือนกันยายน อาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำมีมาก ทำให้อาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งคือแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณเพิ่ม (Bianchi, *et al.,* 2003) จึงทำให้การขยายพันธ์และโอกาสในการอยู่รอดของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้นและปริมาณในช่วงฤดูฝน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในขุมเหมืองบางมะรวนกลับมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์น้อยมาก ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของวรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย (2544) ซึ่งกล่าวว่าปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์มักมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากลักษณะของขุมเหมืองที่มีกระแสลมแรงและไม่มีพันธุ์ไม้น้ำเลย ทำให้โอกาสอยู่รอดของแพลงก์ตอนสัตว์มีน้อย (Ferdous and Muktadir, 2009) อีกขุมเหมืองที่น่าสังเกตคือขุมเหมือง ม.อ. ซึ่งพบปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูง โดยพื้นที่รอบขุมเหมืองส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ และมีวัชพืชกระจายอยู่รอบขุมเหมือง และขุมเหมืองมีซากใบไม้ทับถมกันเป็นปริมาณมากซึ่งอาจส่งผลต่อชุมชนแพลงก์ตอนสัตว์ได้ สำหรับขุมเหมืองนกซึ่งมีพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างน้อยพบว่ามีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์น้อยเช่นเดียวกันกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยทางชีวภาพบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำขุมเหมืองเก่า 6 ขุมเหมืองของจังหวัดภูเก็ตซึ่งมีการใช้อุปโภคและบริโภคอยู่ในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินรอบขุมเหมืองและดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ 3 ชนิด คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ระหว่างเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 Division 7 Class 12 Order 20 Family 48 Genus โดยกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ Chlorophyceae รองลงมาคือ Cyanophyceae ในการวิจัยครั้งนี้พบแพลงก์ตอนสัตว์ ทั้งหมด 2 Phylum 2 Class 5 Order 10 Family 13 Genus โดยกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบปริมาณมากคือกลุ่มของโรติเฟอร์ ส่วนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแต่ละขุมเหมืองมีปริมาณแตกต่างกัน และจากการศึกษาประเภทการใช้ที่ดินของแต่ละขุมเหมืองทำให้สามารถนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพทั้ง 3 ชนิดได้ดังนี้

5.1.1 การใช้ที่ดินประเภทชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างบริเวณรอบขุมเหมือง รวมถึงช่วงฤดูกาลต่างส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแหล่งน้ำ เนื่องจากการปนเปื้อนจากแผ่นดินโดยการชะล้างของน้ำฝนในช่วงฤดูฝนและเพิ่มจำนวนมากขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำฝนเริ่มลดน้อยลง ในขุมเหมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่ชุมชนสร้างอยู่รอบขุมเหมืองสูง มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 10,938 MPN/100 mL สูงกว่าในขุมเหมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่ชุมชนเมืองน้อย (2,057 MPN/100 mL) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนเมืองรอบขุมเหมืองในจังหวัดภูเก็ต ส่งผลให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในขุมเหมืองสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะในขุมเหมืองเจ้าฟ้าและอนุภาษพบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในทุกครั้งของการศึกษาเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำภาพในประเภทที่ 2 (>5,000 MPN/100 mL) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนจากโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการว่ายน้ำได้ สำหรับการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคจำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ส่วนในขุมเหมืองนกซึ่งมีพื้นที่ชุมชนเมืองน้อยที่สุดพบว่าเกือบทุกครั้งของการศึกษา โคลิ

ฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณต่ำ (700-6,000 MPN/100 mL) แสดงให้เห็นว่าขุมเหมืองมีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี มีการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อย ยกเว้นในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าสูงสุดในมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2

5.1.2 การใช้ที่ดินประเภทชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้างบริเวณรอบขุมเหมืองส่งผลต่อความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชโดยพบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณสูงและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในรอบปีสูงมาก ($0.06x10^6$ – $2.05x10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร)ในขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างสูง ซึ่งแสดงถึงการมีปริมาณสารอาหารในน้ำสูงเนื่องจากการชะล้างสารอาหารจากแผ่นดินลงมาในแหล่งน้ำ ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีการเพิ่มจำนวนได้อย่างไม่จำกัดในช่วงเวลาที่มีแสงแดด การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชรวมถึงการย่อยสลายของซากแพลงก์ตอนพืชสามารถทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำได้และการมีปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำสูงนั้นอาจทำให้คุณภาพน้ำน้ำในขุมเหมืองดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป แพลงก์ตอนพืชที่สามารถบ่งชี้ปริมาณสารอาหารสูงได้แก่สกุล *Staurastrum* ในขุมเหมืองเจ้าฟ้าและขุมเหมืองบางมะรวน และสกุล *Oscillatoria* ในขุมเหมืองบ้านไทย สำหรับแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้ถึงสภาวะความอุดมสมบูรณ์ของน้ำในขุมเหมืองเจ้าฟ้าคือ สกุล *Chroococus* ส่วนขุมเหมือง ม.อ. ซึ่งมีสัดส่วนของพื้นที่ป่าไม้สูงพบว่ามีปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในรอบปีน้อยมาก ($0.18x10^6$ – $0.25x10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร) แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อชุมชนแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองดังกล่าว สำหรับขุมเหมืองนกซึ่งมีสัดส่วนพื้นที่ชุมชนเมืองน้อยพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชในรอบปีมีปริมาณน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในรอบปีน้อยเช่นกัน ($0.08x10^6$ – $0.29x10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร)โดยสามารถพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Cosmarium* ซึ่งบ่งชี้ถึงสภาวะของน้ำมีสารอาหารน้อย แหล่งน้ำมีคุณภาพปานกลางถึงดี

5.1.3 ช่วงฤดูกาลมีผลต่อความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ โดยพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (19,523 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) สูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (16,564 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งมีปริมาณฝนน้อย แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นที่พบในทุกขุมเหมืองคือ *Polyarthra* สำหรับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยในขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองสูง (4,346 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยสูงกว่าขุมเหมืองที่มีพื้นที่ชุมชนเมืองน้อย (475 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) แสดงถึงผลจากการเพิ่มขึ้นของชุมชนเมืองทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงขึ้น อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์นั่นเอง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาเรื่องการผันแปรความชุกชุมและความหลากหลายของแพลงก์ตอนตามช่วงฤดูกาลควรมีการทำการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

5.2.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการตรวจสอบชุมชนแพลงก์ตอนและปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปัจจัยบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเท่านั้น หากต้องการทราบถึงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดังกล่าว ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยทางด้านเคมีและกายภาพควบคู่ไปด้วย

5.2.3 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินควรมีการศึกษาข้อมูลที่ใกล้เคียงกับปัจจุบันมากที่สุดโดยอาศัยเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลในการจำแนกประเภทด้วยภาพถ่ายดาวเทียม รวมถึงควรมีติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องทุกปีควบคู่ไปกับการศึกษาปัจจัยบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพทั้ง 3 ชนิด เพื่อให้ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.2.4 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและปัจจัยบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพทั้ง 3 ชนิด แสดงแนวโน้มของผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนเมืองต่อแหล่งน้ำได้สามารถนำไปพิจารณาเพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดการแหล่งน้ำต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2535). “มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water05.html (วันที่ 15 สิงหาคม 2554).

กรมศิลปากร. (2532). *ถลาง ภูเก็ต และชายฝั่งทะเลอันดามัน โบราณคดี ประวัติศาสตร์ ชาติพันธุ์และเศรษฐกิจ*. กองโบราณคดี กรมศิลปากร, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2550). “ลมมรสุม.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52 (วันที่ 22 กรกฎาคม 2554).

กรรณิการ์ สิริสิงห. (2544). *เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์*, สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ.

ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม, บัญญัติ มนเทียรอาสน์, และจงกล พรมยะ. (2555). “ความหลากหลายชนิด ปริมาณแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาบึกด้วยระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน.” *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(1), 121-134.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2538). “กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.”, *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ*, ฉบับที่ 8.

ไชยยุทธ ปิ่นประดับ. (2551). “การทำเหมืองแร่ในจังหวัดภูเก็ต.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.phuketdata.net/main/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=1 (วันที่ 24 สิงหาคม 2554).

ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์. (2543). "ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนิษฐา มาลัยวรรณ. (2551). “ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลประเทศไทย และอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึมประเทศสาธารณ รัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นพรัตน์ ฤาชา, และยุวดี พีรพรพิศาล. (2528). “การสำรวจแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา.” เอกสารการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทนา คชเสนี. (2539). *คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด,* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรเทพ วิรัชวงศ์. (2538). “การจัดการแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศิลป์ ผลพันธิน. (2538). "การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของผลผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง.", *รายงานการวิจัย*, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

พิมลพร กุดสง. (2554). "ความสัมพันธ์ของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดกับคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำน่าน อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พิศมัย เฉลยศักดิ์. (2544). “การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนตามฤดูกาลในแม่น้ำท่าจีน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูวดล บุตรรัตน์, กรรนิการ์ กาญจนชาตรี, และสมภพ วิวัฒน์สราญรมย์. (2547). “ปัจจัยทางชีวภาพของน้ำขุมเหมืองเก่าจังหวัดภูเก็ต.” โครงการวิจัยตามแผนปฏิบัติการภูเก็ตเมืองนานาชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต, ภูเก็ต.

สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2553). “สถานการณ์น้ำอุปโภคบริโภคปัจจุบัน.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://123.242.171.10/descr/introduce/dataPK53/water.php (วันที่ 15 สิงหาคม 2554).

สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2554). “บรรยายสรุปจังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ.2554” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.phuket.go.th/webpk/contents.php?str=intropk (วันที่ 6 พฤศจิกายน 2555).

สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2555). “บรรยายสรุปจังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ.2555” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.phuket.go.th/webpk/contents.php?str=intropk (วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2556).

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2538). *แพลงก์ตอนพืช,* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2542). *แพลงก์ตอนพืช,* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2543). *แพลงก์ตอนสัตว์*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย. (2544)."ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนัสสุดา ชมภูศรี. (2548). “ผลของฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำและกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ปี 2547-2548." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วีระชัย โชควิญญู. (2530). เทคนิค*การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย*, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

วีระเดช มีอินเกิด. (2550). "การเปลี่ยนแปลงของประชาคมแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนู ในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชานิเวศวิทยา(นานาชาติ), คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์.

ศรัณยา เปียแดง. (2542). “การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินทางด้านจุลชีววิทยารอบศูนย์วิจัยนิวเคลียร์องครักษ์.” *เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* สาขาประมง, ครั้งที่17, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 3-5 กุมภาพันธ์ 2542.

หทัยทิพย์ หนูเกื้อ. (2546). “ความชุกชุมและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อะแอเซ๊าะ โต๊ะมุสอ. (2549). "องค์ประกอบชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในคลองสะกอมและบริเวณแนวชายฝั่งของหาดสะกอม จังหวัดสงขลา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสัตววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อภิรดี หันพงศ์กิตติกูล. (2547). "การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อินทิรา เผ่าจินดา. (2530). "คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียวิทยาของแม่น้ำแม่กลองตอนบน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition*, American Public Health Association, Washington, D.C.

An, Y.J., and Breindenbach, P.G. (2005). “Monitoring E. coli and total coliforms in national spring water as related to recreational mountain areas." *Environmental Monitoring and Assessment,* 102, 131-137.

An, Y.J., Kampbell, D.H., and Breidenbach, G.P. (2002). "*Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas." *Environmental Pollution,* 120, 771-778.

Alam, M.G.M., Jahan, N., Thalib, L., Wei, B., and Maekawa, T. (2001). "Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton populations in a closed freshwater pond." *Environment International,* 27, 363-371.

Angsupanich, S., and Rakkheaw, S. (1997). "Seasonal variation of phytoplankton community in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in Southern Thailand." *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 30(4), 297-307.

Basima, L.B., Senzanje, A., Marshall, B., and Shick, K. (2006). "Impacts of land and water use on plankton diversity and water quality in small man-made reservoirs in the Limpopo basin, Zimbabwe: A preliminary investigation." *Physics and Chemistry of the Earth*, 31, 821-831.

Basnyat, P., Teeter, L.D., Lockaby, B.G., and Flynn, K.M. (2000). "The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point source pollution problems." *Forest Ecology and Management*, 128, 65-73.

Becker, W., and Nennich, T. (2006). "Fecal coliform and E. *coli*: another environmental concern for dairies." *Western Dairy News: August 2006*, 6(8), 143-144.

Bianchi, F., Acri,. F., Bernardi Aubry, F., Berton, A., and Boldrin, A. (2003). " Can plankton communities be considered as bio-indicators of water quality in the Lagoon of Venice?" *Marine Pollution Bullertin*, 46, 964-971.

Boyd, C.E. (1989). *Fisheries and Allied Aquaculture Department Series No. 2*. Alabama Agr. Exp. Sta., Auburn University.

Chellappa , N.T., Chellappa, T., Camara , F.R.A., Rocha, O., and Chellappa , S. (2009). "Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir ." *Limnologica ,* 39, 273-282.

Farhadian, O. (2006). "Culture of a planktonic Cyclopoid, Apocyclops dengizicus (Lepeshkin, 1900) and its suitability as live feed for the postarvae of giant black tiger shrimp, Penaeus monodon fabricus (1798).", Doctoral Thesis of Philosophy, Universiti Putra Malaysia.

Ferdous, Z., and Muktadir, A.K.M. (2009). "A Review: Potentiality of zooplankton as bioindicator." American Journal of Applied Sciences, 6(10), 1815-1819.

Ferrareze, M. (2012). "The effect of the land use on phytoplankton assemblages of a Cerrado stream (Brazil)." *Acta Limnologica Brasiliensia*. (In Press)

Fisher, T.R., Peele, E.R., Ammerman, J.W., and Harding, Jr, L W. (1992). "Nutrient limitation of phytoplankton in Chesapeake Bay.) *Marine Ecology Progress Series*, 82, 51-63.

Gautam, B., Kasi, M., and Lin, W. (2006). "Determination of fecal coliform loading and its impact on river water quality for TMDL development." *Proceedings of WEFTEC 2006 Annual Conference and Expo*, 3851-3874.

Geldreich, E.E., (1970). "Applying bacteriological parameters to recreational water quality." *Journal of the American Water Works Association*, 6, 113-120.

Hanazato, T. (2001). "Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective." *Environmental Pollution*, 112, 1-10.

Hennani, M., Maanan, M., Robin, M., Chedad, K., and Assobher, O. (2012). "Temporal and spatial distribution of faecal bacteria in a Moroccan lagoon." *Polish Journal of Environmental Studies,* 21(3), 627-634.

Hoffman, M.D., and Dodson, S.I. (2005). "Land use, primary productivity, and lake area as descriptors of zooplankton diversity." *Ecology*, 86, 255-261.

Hwang, S.J., Lee, S.W., Son, J.Y., Park, G.A., and Kim, S.J., (2007). "Moderating effects of the geometry of reservoirs on the relation between urban land use and water quality." *Landscape and Urban Planning*, 82, 175-183.

Jolley, L.W., Pike, J.W., English, W.R., and Hayes, J.C. (2008). "Relationships between land uses and indicator bacteria in a riverine environment.", *Proceeding of 2008 South Carolina Water Resources Conference*, Charleston Area Convention Center: 14-15 October, 2008.

Kelsey, H., Porter, D.E., Scott, G., Neet, M., and White, D. (2004). " Using geographic information systems and regression analysis to evaluate relationships between land use and fecal coliform bacterial pollution." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298, 197-209.

Khuantrirong, T., and Trichaiyaporn, S. (2008). "Diversity and seasonal succession of the phytoplankton community in doi tao lake, Chaing Mai province, Northern Thailand." *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 8(2), 143-156.

Lata Dora, S., Mati, S.K., Tiwary, R.K., and Anshumali, (2010). "Algae as an indicator of river water pollution-a review." *An international quarterly journal of life sciences,* 2, 413-422.

Lehman, P.W., and Smith, R.W., (1991). "Environmental factors associated with phytoplankton succession for Sacramento-San Joaquin Delta and Suisun Bay Estuary, California." Estuar. Coast. Shelf. Sci, 32, 105-128.

Lunven, M., Guillaud, J.F., Youénou, A., Crassous, M.P., Berric, R., Gall, E.L., Kérouel, R., Labry, C., and Aminot, A. (2005). "Nutrient and phytoplankton distribution in the Loire river plume (Bay of Biscay, France) resolved by a new Fine Scale Sampler." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(1-2), 94-108.

Moschini-Carlos, V., and Pompêo, M.L.M., (2008). "Phytoplankton primary productivity in an urban eutrophic reservoir (São Paulo, Brazil*)." International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 34 (4), 307-318.

Moss, B. (1988). *Ecology of fresh waters: Man and medium*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Nikleka, E., Shumka, S., and Mali, S. (2006). "Zooplankton species as biological indicators of the water of Bovklla reservoir." *Natura Montenerina, Podgorica*, 7(2), 253-259.

Nwachukwu, M.A., Feng, H., Amadi, M.I., and Umunna, F.U. (2010). "The Causes and the Control of Selective Pollution of Shallow Wells by Coliform Bacteria, Imo River Basin Nigeria." *Water Qual Expo Health,* 2, 75-84.

O'Neal, S.W., and Hollrah, D.N. (2007). "Monitoring of total coliform and Escherichia coli levels in a second order stream in West-Central Oklahoma." *Proc. Okla. Acad. Sci,* 87, 69-75.

Peerapornpisal, Y., Suphan, S., Ngearnpat, N., and Pekkoh, J. (2008). "Distribution of chlorophytic phytoplankton in Northern Thailand." *Biologia,* 63 N /6, 852-858.

Pekkoh, J., and Peerapornpisal, Y. (2011). "Diversity of planktic filamentous Cyanobacteria in some standing water resources of Thailand." *Journal of the Microscopy Society of Thailand*, 4(1), 4-8.

Ren, W., Zhong, Y., Meligrana, J., Anderson, B., Watt, W.E., Chen, J., and Leung, H.L. (2003). "Urbanization, land use, and water quality in Shanghai 1947-1996." *Environment International*, 29, 649-659.

Samosorn, A., Punmuan, J., Insung, A., and Ruangsomboon, S. (2010). "Effects of nitrate and phosphate in culture medium on production of bioactive compounds by *Oscillatoria* sp. affecting on the house dust mite, *Dermatophaoides pteronyssinus* (Trouessart)." *The 8th*

International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, Pattaya, Thailand:4-6 October 2010.

Sekino, T., Genkai-Kato, M., Kawabata, Z., Melnik, N.G., Logacheva, N.P., Belykh, O.I., Obolkina, L.A., Bondarenko, N.A., Khodzher, T.V., Gorbunova, L.A., Tanichev, A.I., Yoshida, T., Kagami, M., Gurung, T.B., Urabe, J., Higashi, M., and Nakanishi, M. (2007). "Role of phytoplankton size distribution in lake ecosystems revealed by a comparison of whole plankton community structure between Lake Baikal and Lake Biwa." *Limnology,* 8, 227-832.

Siemann, E., Rogers, W.E., and Grace, J.B., (2007). "Effects of nutrient loading and extreme rainfall events on coastal tall grass prairies: invasion intensity, vegetation responses, and carbon and nitrogen distribution." *Global Change Biology*, 13, pp. 2184–2192.

Skinner, Q.D., Adams, J.C., Rechard, P.A., and Beetle, A.A. (1974). "Effect of summer use of a mountain watershed on bacterial water quality." *Journal of Environmental Quality*, 3, 329-335.

Solórzano, G.G., Martinez, M.G.O., Vazquez, A.L., Garfias, M.B.M., Zuniga, R.E.Q., and Conforti, V. (2011). "*Trachelomonas* (Euglenophyta) from a eutrophic reservoir in Central Mexico." J. Environ. Biol., 32, 463-471.

Tripathi, A.K., and Pandey, S.N. (2009). *Water pollution*, A P H Publishing Corporation, New Delhi.

Tu, J. (2011). "Spatially varying relationships between land use and water quality across an urbanization gradient explored by geographically weighted regression." *Applied Geography*, 31, 376-392.

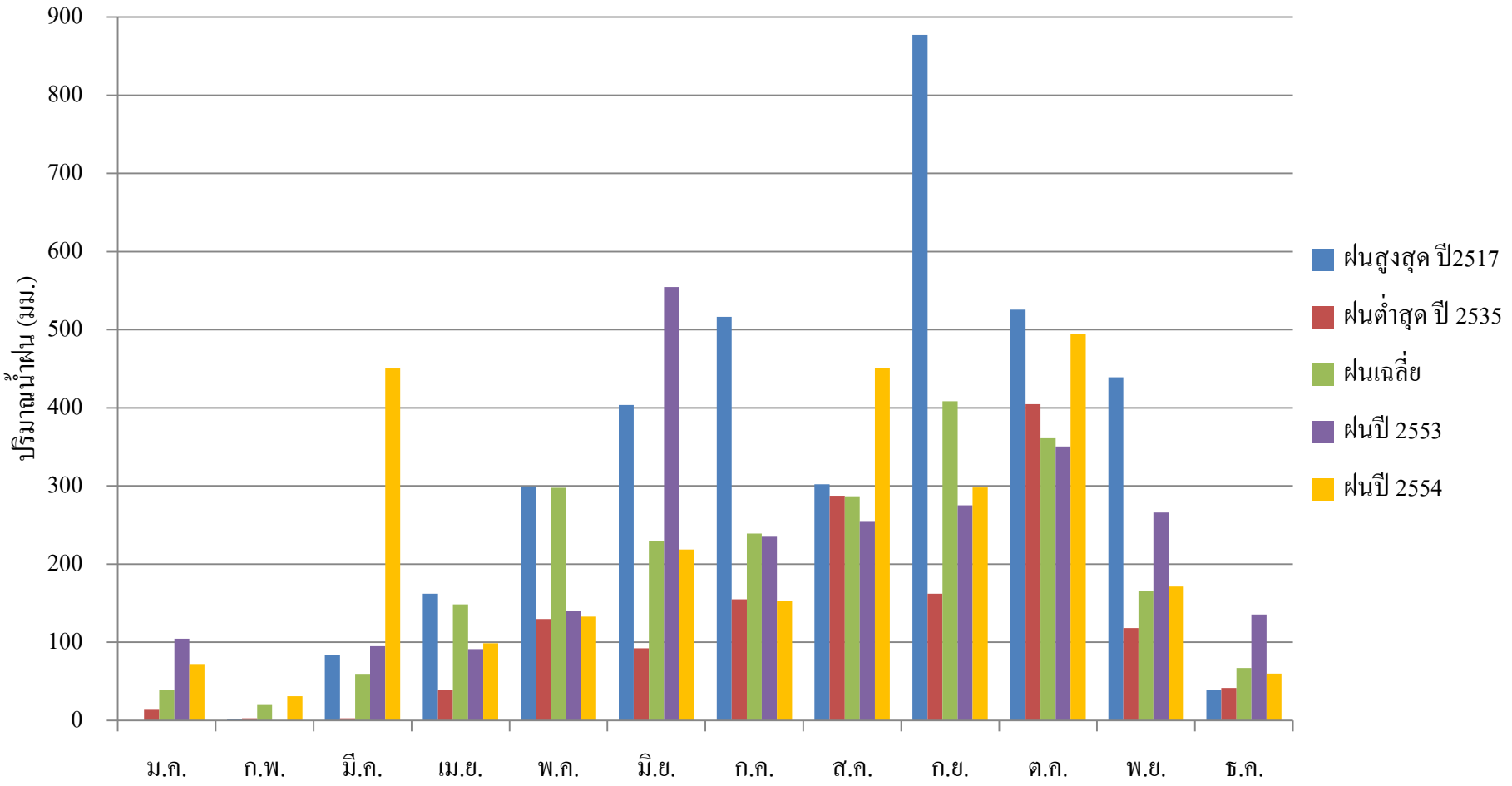
Welch, E.B., and Lindell, T. (1992). *Ecological effects of wastewater : applied limnology and pollutant effects*. Chapman & Hall, London.

Wetzel, R.G. (1983). *Limnology, 2nd* ed, Saunders College Publishing, Philadelphia, PA.

Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and river systems*, 3rd ed, Academic Press, San Diego.

Winter, J.G., and Dillon, P.J., (2005). "Effects of golf course construction and operation on water chemistry of headwater streams on the Precambrian Shield." *Environmental Pollution*, 133, 243-253.

ภาคผนวก



รูปภาคผนวกที่ 1 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน จังหวัดภูเก็ต

ตารางภาคผนวกที่ 1 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองบางมะรวน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Anabaena sp.	1,760	-	-	-	-	-	1,760	0.02
Chroococcus sp.	-	-	-	-	-	8,800	8,800	0.11
Merismopedia sp.	-	-	-	-	1,100	3,100	4,200	0.05
Microcystis sp.	-	2,100	2,900	-	-	-	5,000	0.06
Oscillatoria sp.	-	-	-	-	3,000	-	3,000	0.04
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Actinastrum spp.	-	-	-	-	-	3,500	3,500	0.04
Chlorella sp.	-	805,200	-	-	-	-	805,200	9.73
Coelastrum spp.	9,680	2,500	-	17,600	-	-	29,780	0.36
Cosmarium sp.	11,440	-	2,500	15,400	-	2,900	32,240	0.39
Dictyosphaerium sp.	-	2,000	6,500	-	-	-	8,500	0.10
Dimorphococcus sp.	-	1,900	8,700	-	1,100	-	11,700	0.14
Elakatothrix sp.	-	1,800	2,000	15,400	25,300	4,400	48,900	0.59
Eudorina sp.	2,640	2,900	-	121,000	-	12,000	138,540	1.67
Kirchneriella sp.	1,760	-	2,200	6,300	-	2,300	12,560	0.15
Micractinium sp.	5,280	-	2,400	24,200	-	-	31,880	0.39
Monoraphidium sp.	-	8,900	17,600	6,800	2,500	14,000	49,800	0.60
Oocystis spp.	2,640	-	-	4,400	-	2,400	9,440	0.11
Pediastrum spp.	880	2,500	-	-	-	2,300	5,680	0.07
Tetraedron spp.	4,400	-	-	7,000	-	6,800	18,200	0.22
Triploceras sp.	-	-	8,000	5,000	-	-	13,000	0.16
Scenedesmus spp.	1,760	-	-	4,800	-	-	6,560	0.08
Sphaerocystis sp.	-	-	-	7,000	-	2,300	9,300	0.11
Staurastrum spp.	951,280	915,200	1,837,000	1,500,400	495,000	519,200	6,218,080	75.15
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Euglena spp.	4,620	-	-	-	-	-	4,620	0.06
Phacus spp.	4,800	-	-	2,200	1,100	2,200	10,300	0.12

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Trachelomonas spp.	3,520	-	-	-	-	-	3,520	0.04
Class Bacillariophyceae								
Navicula sp.	-	-	-	-	-	4,400	4,400	0.05
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	-	4,400	2,200	99,000	1,100	24,200	130,900	1.58
Class Dinophyceae								
Peridinium spp.	70,400	129,800	154,000	81,400	116,600	92,400	644,600	7.79
รวม (cell/m^3)	1,076,860	1,879,200	2,046,000	1,917,900	646,800	707,200	**8,273,960**	100

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองนก อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Anabaena sp.	2,640	2,000	780	2,320	-	2,300	10,040	1.10
Chroococus sp.	-	-	-	6,300	-	4,700	11,000	1.20
Cylindrospermopsis spp.	-	-	-	-	-	9,100	9,100	0.99
Lyngbya sp.	-	-	-	-	-	2,100	2,100	0.23
Merismopedia sp.	-	2,800	-	-	740	4,400	7,940	0.87
Microcystis sp.	-	37,400	-	-	1,760	-	39,160	4.28
Oscillatoria sp.	3,520	2,100	4,400	2,201	-	8,300	20,521	2.24
Spirulina sp.	-	-	870	-	960	-	1,830	0.20
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Actinastrum sp.	850	-	-	-	-	-	850	0.09
Ankistrodesmus spp.	960	-	-	2,800	1,768	2,547	8,075	0.88
Coelastrum sp.	4,400	2,400	-	2,300	1,760	2,000	12,860	1.41
Cosmarium sp.	10,560	15,400	1,760	13,200	7,040	28,600	76,560	8.37
Dictyosphaerium sp.	-	-	810	19,800	1,000	-	21,610	2.36
Dimorphococcus sp.	-	6,900	1,760	-	-	-	8,660	0.95

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Elakatothrix sp.	-	11,000	-	-	870	19,800	31,670	3.46
Euastrum sp.	-	2,000	-	2,800	1,760	-	6,560	0.72
Eudorina spp.	2,680	4,200	830	-	740	-	8,450	0.92
Kirchneriella sp.	-	15,400	900	-	2,640	8,200	27,140	2.97
Micractinium sp.	2,640	2,300	-	2,100	-	-	7,040	0.77
Micrasterias sp.	-	-	860	-	950	-	1,810	0.20
Monoraphidium spp.	-	4,400	-	2,500	-	-	6,900	0.75
Nephrocytium sp.	-	11,000	-	-	1,760	-	12,760	1.39
Onychonema sp.	-	8,800	3,520	-	880	6,600	19,800	2.16
Oocystis spp.	-	2,200	880	-	2,640	4,400	10,120	1.11
Pediastrum spp.	-	2,600	-	-	-	-	2,600	0.28
Scenedesmus spp.	-	-	-	-	-	3,000	3,000	0.33
Sphaerocystis sp.	-	-	-	2,500	-	-	2,500	0.27
Staurastrum spp.	57,200	101,200	64,240	72,600	43,120	25,000	363,360	39.71
Tetraedron spp.	880	2,000	-	2,600	1,760	-	7,240	0.79
Zygnema sp.	-	6,600	890	-	-	-	7,490	0.82
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Phacus spp.	-	-	-	-	790	-	790	0.09
Trachelomonas spp.	3,520	29,000	5,000	2,600	4,800	2,800	47,720	5.22
Class Bacillariophyceae								
Fragilaria sp.	-	2,900	-	-	-	-	2,900	0.32
Navicula sp.	-	2,000	-	-	-	22,000	24,000	2.62
Nitzchia sp.	-	-	-	-	-	2,600	2,600	0.28
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	650	-	-	19,800	-	2,300	22,750	2.49
Class Dinophyceae								
Peridinium spp.	15,840	15,400	820	24,000	2,640	6,800	65,500	7.16
รวม (cell/m^3)	106,340	292,000	88,320	180,421	80,378	167,547	**915,006**	100

ตารางภาคผนวกที่ 3 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองบ้านไทย อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Chroococcus sp.	-	2,710	-	-	13,200	-	15,910	0.43
Cylindrospermopsis spp.	7,040	2,560	-	61,600	7,720	-	78,920	2.12
Merismopedia sp.	10,560	-	3,320	4,490	1,180	17,600	37,150	1.00
Oscillatoria sp.	575,520	2,230	-	4,120	1,250	-	583,120	15.69
Spirulina sp.	153,120	-	-	-	-	-	153,120	4.12
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Actinastrum sp.	168,960	6,680	-	-	-	-	175,640	4.73
Ankistrodesmus spp.	-	-	-	-	1,130	-	1,130	0.03
Closterium sp.	-	-	-	2,450	-	-	2,450	0.07
Coelastrum spp.	491,040	349,800	5,230	15,600	4,600	15,400	881,670	23.72
Crucigenia sp.	-	35,200	-	2,270	-	-	37,470	1.01
Dictyosphaerium sp.	-	-	-	-	1,150	-	1,150	0.03
Elakatothrix sp.	-	-	-	37,400	3,370	4,260	45,030	1.21
Eudorina spp.	116,160	6,320	-	19,800	-	19,800	162,080	4.36
Micractinium sp.	-	63,800	-	-	-	-	63,800	1.72
Monoraphidium sp.	7,040	6,980	5,500	8,450	-	2,100	30,070	0.81
Oocystis spp.	-	-	-	-	2,800	2,650	5,450	0.15
Pediastrum spp.	12,320	4,900	1,120	8,810	3,260	4,400	34,810	0.94
Scenedesmus spp.	84,480	17,600	-	-	2,400	12,000	116,480	3.13
Sphaerocystis sp.	-	-	-	4,580	-	2,360	6,940	0.19
Spondylosium sp.	-	-	-	-	1,190	-	1,190	0.03
Staurastrum spp.	22,880	13,200	16,500	18,000	16,500	17,000	104,080	2.80
Tetraedron spp.	17,000	4,580	1,850	-	1,650	4,420	29,500	0.79
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Euglena spp.	8,500	4,290	-	-	-	6,650	19,440	0.52
Phacus spp.	95,040	13,200	4,200	-	2,300	13,200	127,940	3.44
Trachelomonas spp.	140,800	26,400	36,300	13,200	64,900	45,000	326,600	8.79

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Class Bacillariophyceae								
Navicula sp.	1,760	-	-	-	-	-	1,760	0.05
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	-	4,500	-	-	-	-	4,500	0.12
Class Dinophyceae								
Ceratium sp.	1,870	6,500	4,320	13,200	5,190	13,200	44,280	1.19
Peridinium spp.	38,720	2,100	227,800	37,400	17,600	283,800	607,420	16.34
Class Xanthophyceae								
Centritractus sp.	-	12,000	1,180	4,610	-	-	17,790	0.48
รวม (cell/m^3)	1,952,810	585,550	307,320	255,980	151,390	463,840	**3,716,890**	100

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองเจ้าฟ้า อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Anabaena sp.	-	-	-	2,170	-	-	2,170	0.04
Chroococus sp.	2,640	-	-	30,800	1,661,000	963,600	2,658,040	45.34
Cylindrospermopsis sp.	-	-	8,340	-	9,800	2,350	20,490	0.35
Merismopedia sp.	1,760	-	-	2,830	-	4,230	8,820	0.15
Microcystis sp.	-	1,467	6,640	-	1,750	-	9,857	0.17
*fsdf*sp.	856	733	-	4,800	1,900	-	8,289	0.14
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Actinastrum sp.	2,640	-	-	-	-	13,200	15,840	0.27
Ankistrodesmus spp.	3,520	-	9,000	15,400	3,900	-	31,820	0.54
Closterium sp.	860	-	-	8,670	-	-	9,530	0.16
Coelastrum spp.	28,160	16,870	-	46,200	4,810	22,000	118,040	2.01
Cosmarium sp.	5,280	-	-	44,000	-	4,500	53,780	0.92
Crucigenia sp.	-	-	-	2,210	-	6,300	8,510	0.15

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Dictyosphaerium sp.	-	-	2,380	-	1,500	-	3,880	0.07
Elakatothrix sp.	-	-	48,400	13,000	-	-	61,400	1.05
Eudorina spp.	29,920	-	-	4,890	-	4,300	39,110	0.67
Kirchneriella sp.	-	-	-	6,500	-	-	6,500	0.11
Micractinium sp.	5,280	-	8,650	2,240	5,980	-	22,150	0.38
Monoraphidium sp.	10,560	-	46,200	11,580	5,200	4,140	77,680	1.33
Nephrocytium sp.	-	-	-	-	4,500	-	4,500	0.08
Oocystis spp.	-	733	6,640	11,600	-	14,500	33,473	0.57
Pediastrum spp.	880	1,467	13,200	-	3,380	-	18,927	0.32
Scenedesmus spp.	16,720	3,667	4,150	2,300	6,500	37,400	70,737	1.21
Schroederia sp.	-	-	-	-	3,340	-	3,340	0.06
Spirogyra sp.	890	-	-	-	-	-	890	0.02
Staurastrum spp.	179,000	2,934	98,000	677,600	17,600	48,400	1,023,534	17.46
Tetraedron spp.	7,040	739	2,300	-	1,500	2,140	13,719	0.23
Zygnema sp.	-	733	-	-	-	-	733	0.01
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Phacus spp.	3,520	1,467	4,520	-	4,480	8,350	22,337	0.38
Trachelomonas spp.	28,160	33,007	13,200	14,000	15,400	57,200	160,967	2.75
Class Bacillariophyceae								
Navicula sp.	1,760	-	-	-	-	-	1,760	0.03
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	168,960	-	15,400	26,200	-	244,200	454,760	7.76
Class Dinophyceae								
Ceratium sp.	-	-	2,250	-	-	2,400	4,650	0.08
Peridinium spp.	394,240	1,467	345,400	46,200	25,300	70,400	883,007	15.06
Class Xanthophyceae								
Centritractus sp.	-	-	6,320	-	-	2,780	9,100	0.16
รวม (cell/m^3)	892,646	65,285	640,990	973,190	1,777,840	1,512,390	**5,862,341**	100

ตารางภาคผนวกที่ 5 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมืองอนุภาย อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Anabaena sp.	-	13,200	-	17,850	-	-	31,050	0.71
Chroococus sp.	-	2,350	6,650	-	-	-	9,000	0.21
Cylindrospermopsis spp.	-	-	1,980	2,650	1,145	-	5,775	0.13
Merismopedia sp.	2,640	19,800	-	2,480	-	2,650	27,570	0.63
Microcystis sp.	-	11,850	-	-	-	-	11,850	0.27
Oscillatoria sp.	4,412	-	-	4,400	-	-	8,812	0.20
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Ankistrodesmus sp.	-	-	-	-	4,100	-	4,100	0.09
Closterium sp.	-	-	-	-	5,800	9,245	15,045	0.34
Coelastrum spp.	15,840	23,560	4,147	15,400	5,280	1,890	66,117	1.51
Cosmarium sp.	9,680	35,200	41,800	17,600	-	3,800	108,080	2.48
Crucigenia sp.	-	-	2,300	-	-	-	2,300	0.05
Dictyosphaerium sp.	-	-	6,400	-	1,560	9,740	17,700	0.41
Elakatothrix sp.	-	2,100	-	21,000	8,700	6,600	38,400	0.88
Euastrum sp.	-	4,260	15,400	-	-	1,740	21,400	0.49
Eudorina spp.	44,000	19,800	-	2,640	1,810	13,200	81,450	1.87
Kirchneriella sp.	889	-	-	-	-	1,580	2,469	0.06
Monoraphidium sp.	2,640	4,120	-	-	20,900	5,360	33,020	0.76
Nephrocytium sp.	-	-	-	-	16,500	-	16,500	0.38
Oocystis spp.	-	4,350	4,210	12,000	-	4,690	25,250	0.58
Pediastrum spp.	1,320	6,350	3,240	2,150	3,650	5,100	21,810	0.50
Scenedesmus spp.	580	3,100	8,360	-	3,350	2,850	18,240	0.42
Schroederia sp.	-	-	-	-	1,410	-	1,410	0.03
Sphaerocystis sp.	-	-	-	-	-	6,640	6,640	0.15
Spondylosium sp.	-	-	-	-	1,120	-	1,120	0.03
Staurastrum spp.	96,800	220,000	855,800	778,020	333,300	268,400	2,552,320	58.46
Tetraedron spp.	78,630	6,700	10,900	9,800	-	-	106,030	2.43

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Phacus spp.	13,120	4,180	4,250	6,600	2,360	13,140	43,650	1.00
Trachelomonas spp.	53,260	5,360	8,210	4,410	19,800	4,120	95,160	2.18
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	874	19,800	-	-	-	-	20,674	0.47
Class Dinophyceae								
Ceratium sp.	821	-	13,560	4,150	3,960	6,630	29,121	0.67
Peridinium spp.	79,200	378,400	184,800	72,600	103,400	125,400	943,800	21.62
รวม (cell/m^3)	404,706	784,480	1,172,007	973,750	538,145	492,775	**4,365,863**	100

ตารางภาคผนวกที่ 6 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในขุมเหมือง ม.อ. อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Division Cyanobacteria								
Class Cyanophyceae								
Anabaena sp.	-	-	-	-	1,012	-	1,012	0.08
Chroococus sp.	-	-	-	-	5,540	-	5,540	0.45
Cylindrospermopsis spp.	-	7,840	-	4,105	2,040	1,540	15,525	1.26
Merismopedia sp.	-	1,210	-	4,560	-	3,240	9,010	0.73
Microcystis sp.	-	-	-	-	1,560	-	1,560	0.13
Oscillatoria sp.	1,760	-	2,350	-	-	-	4,110	0.33
Spirulina sp.	-	-	-	-	-	1,180	1,180	0.10
Division Chlorophyta								
Class Chlorophyceae								
Actinastrum sp.	-	-	-	2,560	-	-	2,560	0.21
Ankistrodesmus spp.	7,920	2,341	-	-	4,050	48,400	62,711	5.10
Closterium sp.	6,160	-	-	-	-	1,023	7,183	0.58
Coelastrum spp.	32,560	18,700	2,540	15,020	14,300	15,400	98,520	8.02
Crucigenia sp.	-	1,650	-	-	-	-	1,650	0.13

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ)

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลูกบาศก์เมตร)						รวม	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55	(cell/m^3)	
Dictyosphaerium sp.	-	4,520	-	-	-	-	4,520	0.37
Elakatothrix sp.	-	-	-	-	-	2,240	2,240	0.18
Eudorina spp.	45,760	-	-	6,320	3,840	2,010	57,930	4.71
Kirchneriella sp.	-	-	-	4,320	1,620	1,020	6,960	0.57
Micractinium sp.	1,765	-	-	-	-	-	1,765	0.14
Micrasterias sp.	980	-	-	-	-	-	980	0.08
Monoraphidium sp.	3,520	3,000	4,280	2,250	14,000	3,100	30,150	2.45
Nephrocytium sp.	-	-	-	-	1,140	-	1,140	0.09
Oocystis spp.	5,280	1,300	-	-	1,030	1,240	8,850	0.72
Pediastrum spp.	-	-	8,800	-	-	2,000	10,800	0.88
Scenedesmus spp.	580	1,450	-	2,200	-	1,920	6,150	0.50
Staurastrum spp.	17,950	9,380	6,680	26,400	11,350	5,420	77,180	6.28
Tetraedron spp.	-	-	2,245	8,350	2,650	4,142	17,387	1.41
Division Chromophyta								
Class Euglenophyceae								
Euglena spp.	1,487	-	-	8,123	1,020	3,405	14,035	1.14
Phacus spp.	1,760	2,670	17,240	35,200	6,500	3,278	66,648	5.42
Trachelomonas spp.	5,280	83,600	74,800	105,600	94,600	75,900	439,780	35.79
Class Bacillariophyceae								
Navicula sp.	-	-	-	2,450	-	1,230	3,680	0.30
Class Chrysophyceae								
Dinobryon spp.	47,520	4,312	37,400	4,650	6,870	16,500	117,252	9.54
Class Dinophyceae								
Ceratium spp.	-	-	2,450	2,310	-	-	4,760	0.39
Peridinium spp.	903	38,500	37,400	24,200	18,700	18,700	138,403	11.26
Class Xanthophyceae								
Centritractus sp.	-	3,206	-	-	1,158	3,250	7,614	0.62
รวม (cell/m^3)	181,185	183,679	196,185	258,618	192,980	216,138	**1,228,785**	100

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองบางมะรวน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	132	-	-	-	-	-	132	2.56
Brachionus	-	51	-	-	-	-	51	0.99
Polyarthra	396	45	1,540	86	484	1,276	3,827	74.18
Trichocerca	92	87	49	41	-	-	269	5.21
Hexarthra	-	-	79	-	-	-	79	1.53
Phylum Arthropoda								
Cyclopoid copepodite	47	52	41	49	-	40	229	4.44
Cyclopoid nauplius	176	176	46	-	-	-	398	7.71
Bosmina	-	38	-	54	-	50	142	2.75
Diaphanosoma	32	-	-	-	-	-	32	0.62
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	875	449	1,755	230	484	1,366	**5,159**	100

ตารางภาคผนวกที่ 8 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองนก อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	45	-	-	-	-	-	45	1.58
Brachionus	47	88	-	-	-	-	135	4.74
Keratella	132	53	-	-	-	-	185	6.50
Polyarthra	352	84	176	132	86	49	879	30.86
Trichocerca	81	49	75	43	72	93	413	14.50
Hexarthra	220	50	83	-	-	-	353	12.39
Phylum Arthropoda								
Diaptomus	42	-	44	-	85	-	171	6.00
Cyclopoid copepodite	176	53	47	-	40	-	316	11.10
Cyclopoid nauplius	-	89	-	132	-	-	221	7.76
Bosmina	-	-	-	41	-	-	41	1.44
Diaphanosoma	36	53	-	-	-	-	89	3.13
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	1,131	519	425	348	283	142	**2,848**	100

ตารางภาคผนวกที่ 9 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองบ้านไทย อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	616	48	264	441	224	352	1,945	8.13
Brachionus	792	82	452	176	86	132	1,720	7.19
Keratella	178	396	-	52	-	47	673	2.81
Polyarthra	1,162	132	352	792	792	1,188	4,418	18.47
Trichocerca	-	2,420	-	-	-	-	2,420	10.12
Hexarthra	-	47	86	-	53	-	186	0.78
Conochilus	-	51	-	-	-	-	51	0.21
Phylum Arthropoda								
Diaptomus	-	47	80	132	45	-	304	1.27
Cyclopoid copepodite	2,332	-	264	79	176	352	3,203	13.39
Cyclopoid nauplius	4,180	878	176	663	231	1,148	7,276	30.42
Bosmina	176	264	308	352	94	132	1,326	5.54
Diaphanosoma	308	-	-	-	85	-	393	1.64
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	9,744	4,365	1,982	2,687	1,786	3,351	**23,915**	100

ตารางภาคผนวกที่ 10 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองเจ้าฟ้า อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

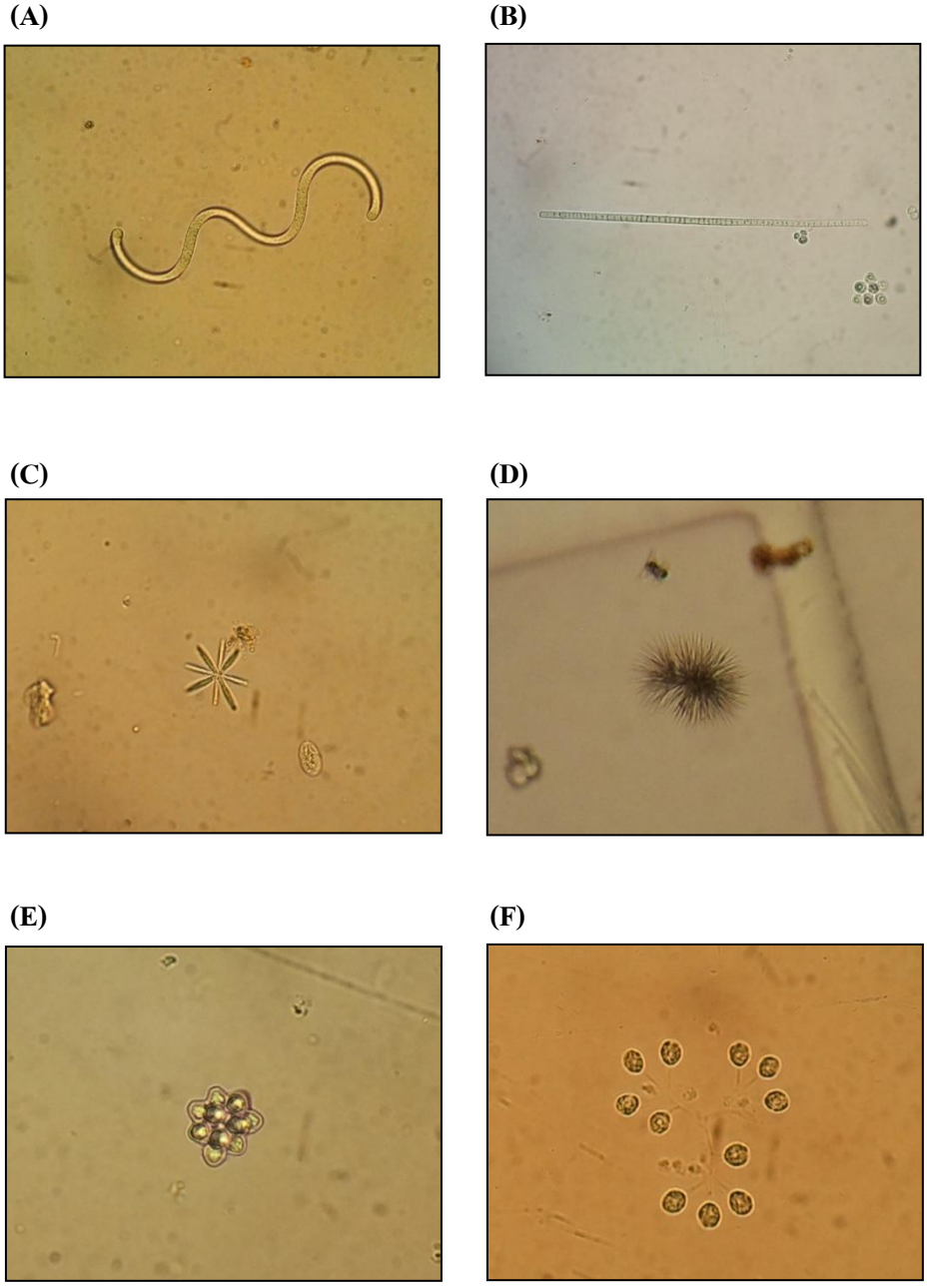
สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	1,980	345	82	-	-	-	2,407	11.67
Brachionus	4,598	528	264	-	-	40	5,430	26.32
Keratella	88	1,276	1,245	43	-	-	2,652	12.86
Polyarthra	2,508	1,188	1,452	150	704	308	6,310	30.59
Trichocerca	364	176	93	176	440	-	1,249	6.05
Hexarthra	572	84	264	-	-	-	920	4.46
Phylum Arthropoda								
Cyclopoid copepodite	264	132	-	41	-	49	486	2.36
Cyclopoid nauplius	352	-	-	176	-	396	924	4.48
Bosmina	87	42	51	38	-	33	251	1.22
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	10,813	3,771	3,451	624	1,144	826	**20,629**	100

ตารางภาคผนวกที่ 11 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมืองอนุภาษ อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	924	84	94	-	41	-	1,143	4.01
Brachionus	352	1,056	264	465	52	578	2,767	9.70
Keratella	2,287	449	-	-	47	-	2,783	9.76
Polyarthra	836	1,148	4,796	-	792	1,320	8,892	31.18
Trichocerca	1,689	136	174	84	265	352	2,700	9.47
Hexarthra	667	528	179	-	85	-	1,459	5.12
Filinia	97	48	-	-	34	-	179	0.63
Phylum Arthropoda								
Diaptomus	264	-	-	-	-	-	264	0.93
Cyclopoid copepodite	572	91	-	43	352	80	1,138	3.99
Cyclopoid nauplius	4,532	132	48	-	-	308	5,020	17.60
Bosmina	1,540	43	-	139	92	227	2,041	7.16
Diaphanosoma	132	-	-	-	-	-	132	0.46
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	13,892	3,715	5,555	731	1,760	2,865	**28,518**	100

ตารางภาคผนวกที่ 12 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในขุมเหมือง ม.อ. อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

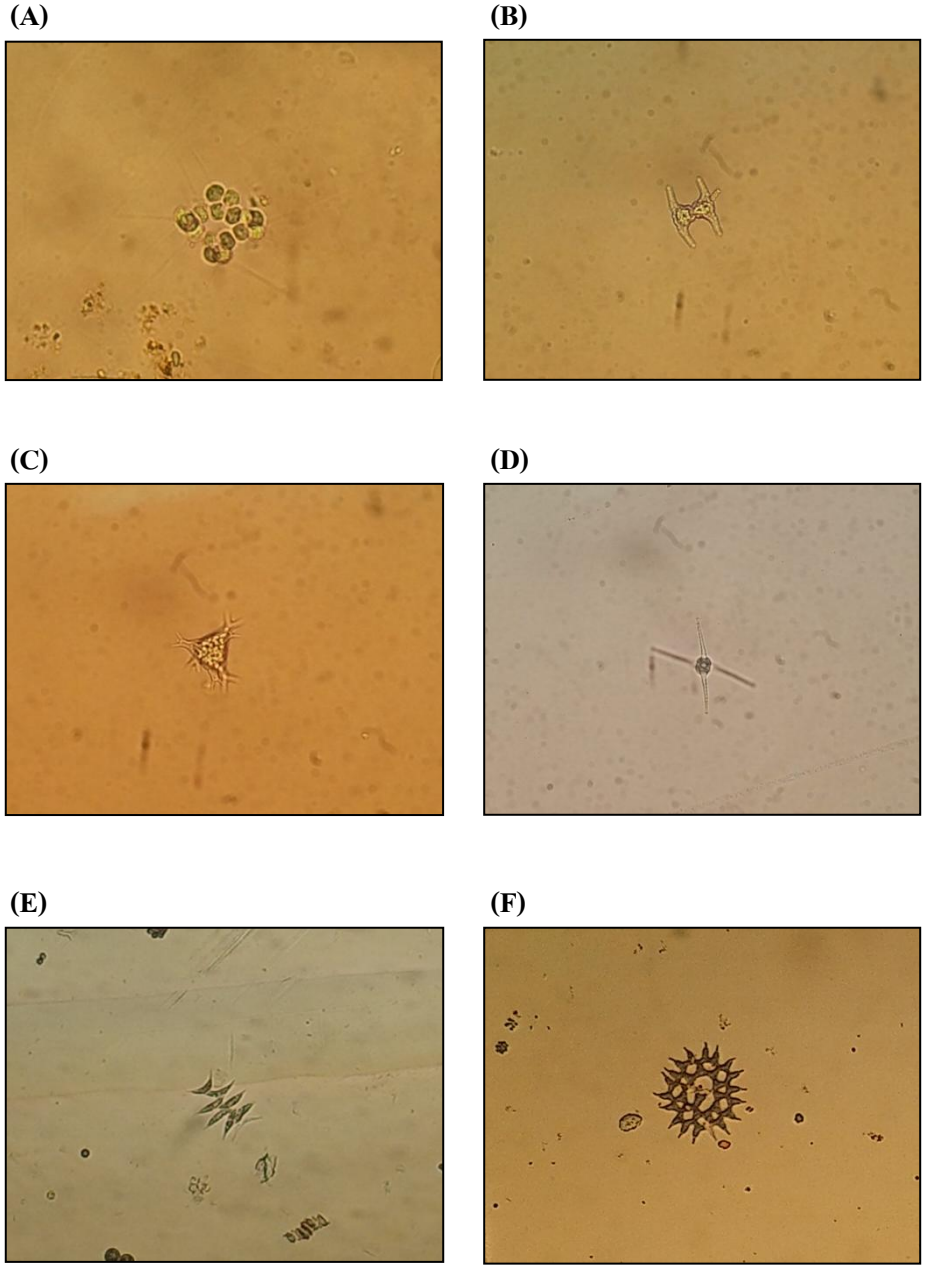
สกุลที่พบ	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)						รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	%
	ก.ย.-54	พ.ย.-54	ม.ค.-55	มี.ค.-55	พ.ค.-55	ก.ค.-55		
Phylum Rotifera								
Anuraeopsis	-	658	-	-	42	-	700	2.57
Brachionus	-	-	219	348	401	1,232	2,200	8.09
Keratella	487	132	40	375	-	648	1,682	6.19
Polyarthra	248	6,776	1,672	132	1,232	41	10,101	37.15
Trichocerca	41	748	264	138	528	256	1,975	7.26
Hexarthra	221	572	89	-	85	-	967	3.56
Filinia	308	362	4,664	-	265	-	5,599	20.59
Phylum Arthropoda								
Diaptomus	132	-	-	-	-	176	308	1.13
Cyclopoid copepodite	91	41	53	212	47	396	840	3.09
Cyclopoid nauplius	572	543	349	301	142	-	1,907	7.01
Bosmina	205	396	-	-	-	264	865	3.18
Diaphanosoma	46	-	-	-	-	-	46	0.17
รวม (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)	2,351	10,228	7,350	1,506	2,742	3,013	**27,190**	100



รูปภาคผนวกที่ 2 แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึง กรกฎาคม 2555

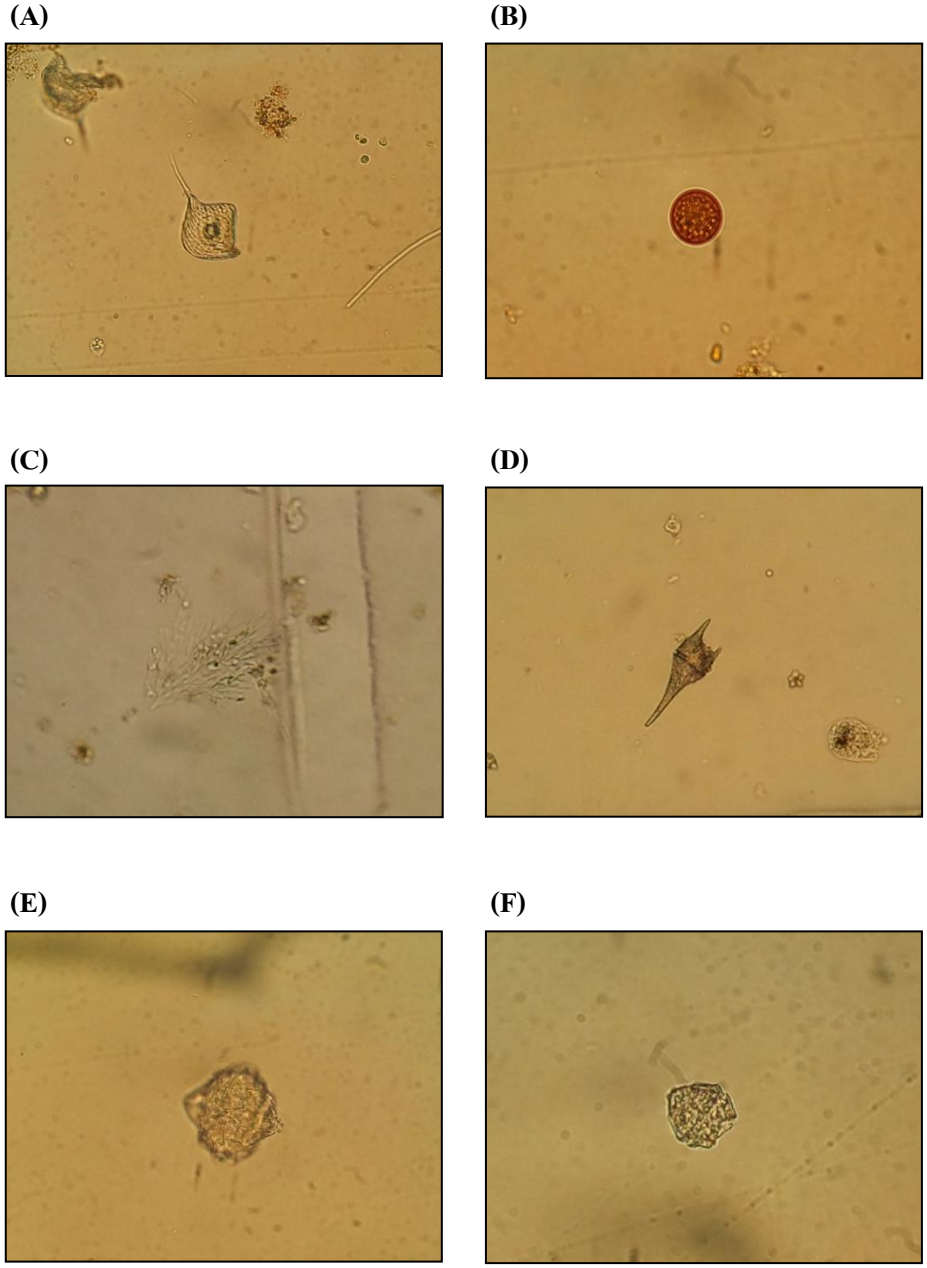
Class Cyanophyceae : (A) *Oscillatoria* sp., (B) *Spirulina* sp.

Class Chlorophyceae : (C) *Actinastrum* sp., (D) *Ankistrodesmus* sp., (E) *Coelastrum* sp., (F) *Dictyosphaerium* sp.



รูปภาคผนวกที่ 3 แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึง กรกฎาคม 2555

Class Chlorophyceae : (A) *Micractinium* sp., (B) *Staurastrum* sp.1, (C) *Staurastrum* sp.2, (D) *Staurastrum* sp.3, (E) *Scenedesmus* sp., (F) *Pediastrum* sp.

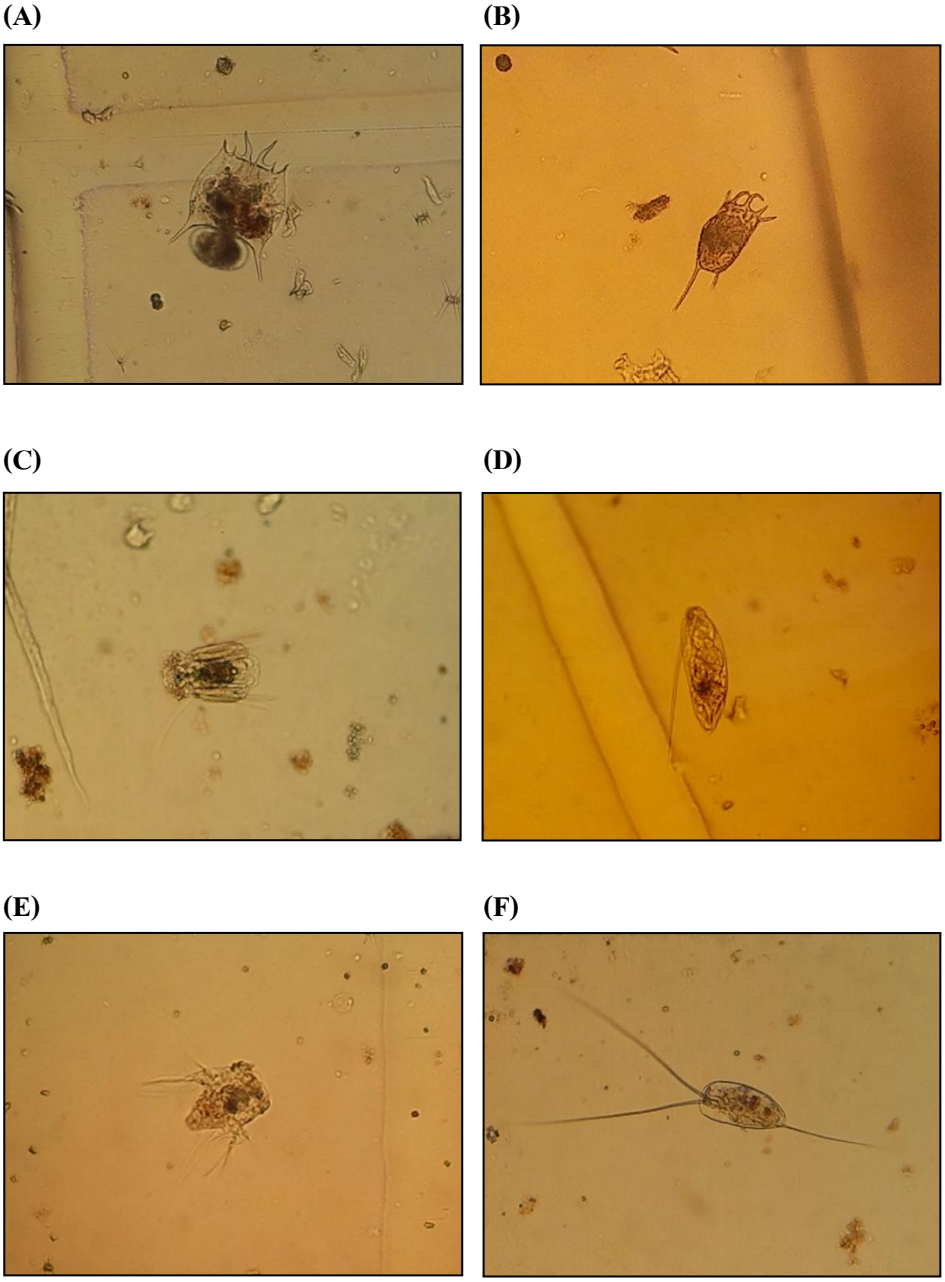


รูปภาคผนวกที่ 4 แพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึง กรกฎาคม 2555

Class Euglenophyceae : (A) *Phacus* sp., (B) *Trachelomonas* sp.

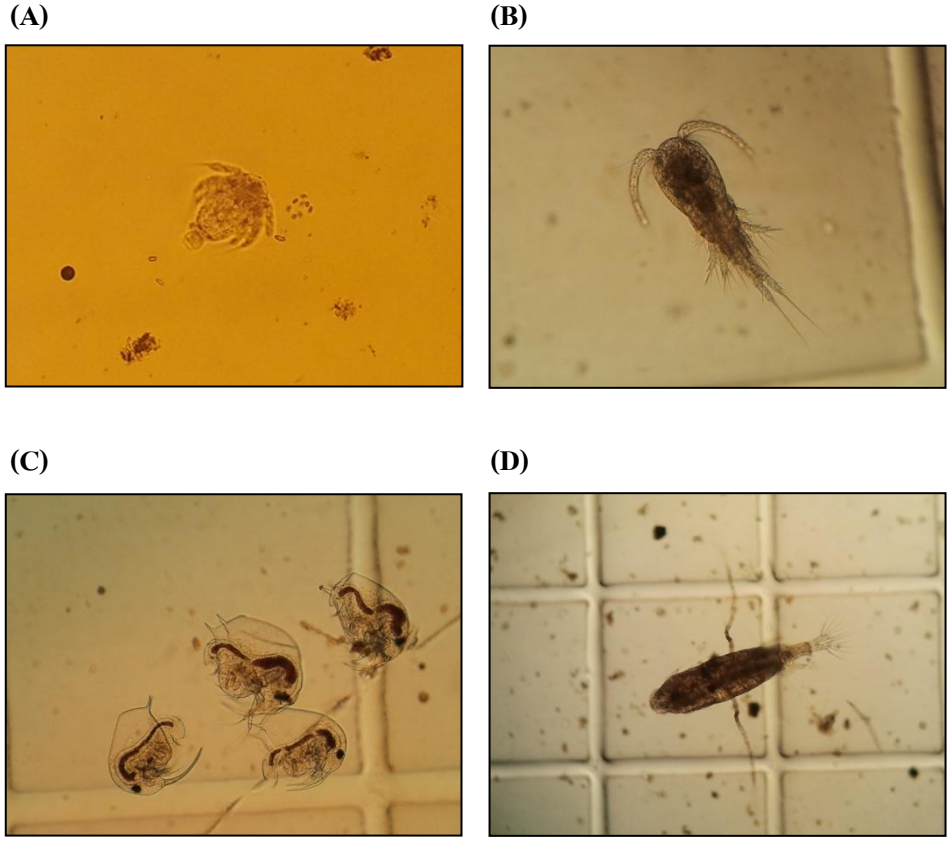
Class Chrysophyceae : (C) *Dinobryon* sp.

Class Dinophyceae : (D) *Ceratium* sp., (E) *Peridinium* sp1.**,** (F) *Peridinium* sp2.



รูปภาคผนวกที่ 5 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

Phylum Rotifera : (A) *Brachionus*, (B) *Keratella*, (C) *Polyarthra,* (D) *Trichocerca*, (E) *Hexarthra*, (F) *Filinia*



รูปภาคผนวกที่ 6 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในน้ำขุมเหมืองจังหวัดภูเก็ตในช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึงกรกฎาคม 2555

Phylum Arthropoda : (A) *Cyclopoid nauplius*, (B) *Cyclopoid copepodite*, (C) *Bosmina,* (D) *Diaptomus*

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอุดมลักษณ์ คงสังข์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5430220015

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552

การตีพิมพ์เผยแพร่ผล

Khongsang, A., Wongsai, S. and Butrat, P. (2012). "Correlations between Phytoplankton Distributions and Land Use/Land Cover in Phuket Reservoirs", The 33rd Asian Conference on Remote Sensing (ACRS), Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Cholburi, Thailand.

Khongsang, A. and Wongsai, S. (2012). “Phytoplankton Indicators in the Ban Thai Reservoir, Phuket province, Thailand", The 1st Annual PSU Phuket International Conference 2012, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Kathu, Phuket, Thailand.