การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรณีศึกษาทะเลสาบสงขลาตอนนอก

Distribution of Gammarid Amphipods in Pristine and Aquacultural Areas: A case Study in Outer Songkhla Lake

กชกร รัตนมา

Kotchakorn Rattanama

เลขหมู่ QL444.M315 ก22 2559
Bib Key 418131
18 JUL 2017

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Marine and Coastal Resources Management
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรณีศึกษาทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ผู้เขียน นางสาวกชกร รัตนมา

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

....

(ดร.กรอร วงษ์กำแหง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

....

(ดร.ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์)

คณะกรรมการสอบ

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุปิยนิตย์ ไม้แพ)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ โตวัฒนะ)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ประดิษฐ์)

....กรรมการ

(ดร.กรอร วงษ์กำแหง)

....กรรมการ

(ดร.ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเองและได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ..

(ดร.กรอร วงษ์กำแหง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ..

(นางสาวกชกร รัตนมา)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.........กชกร รัตนมา.........

(นางสาวกชกร รัตนมา)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรณีศึกษาทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ผู้เขียน นางสาวกชกร รัตนมา

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ศึกษาการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกโดยใช้ Ekman's grab เก็บตัวอย่างเชิงปริมาณทุกเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากพื้นที่ธรรมชาติ 4 สถานีและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 4 สถานี โดยเก็บที่ระยะจากแนวกระชังเลี้ยงปลา 0, 100 และ 200 เมตร ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 32 psu โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคมและสูงสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27 ถึง 32 องศาเซลเซียสและในแต่สถานีและในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำและตะกอนดินมีค่าอยู่ในช่วง 7.03 ถึง 7.77 ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายปนร่วน (sandyloam) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตะกอนอยู่ในช่วง 1.53% ถึง 1.57%

ประชาคมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ประกอบด้วย สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ 3 กลุ่มหลักคือ ครัสตาเชียน : หอยทะเล : ไส้เดือนทะเล ในสัดส่วน 3 : 2 : 1 ทั้งนี้ ครัสตาเชียนเป็นกลุ่มที่มีค่าสัดส่วนสูงสุดในทุกสถานีและทุกเดือนที่เก็บตัวอย่างและมีแกมมาริดแอมฟิพอดเป็นกลุ่มหลักของกลุ่มครัสตาเชียนและได้จำแนกจนถึงระดับชนิดพบทั้งสิ้น 19 ชนิดจาก 10 วงศ์ มีแกมมาริดแอมฟิพอดที่เป็นรายงานครั้งแรกในประเทศไทย 4 ชนิด ได้แก่ *Amphilochus spencibatei, Hourstirius japonica, Hyale dollfusi* และ *Dodophotis digitata* โดยในพื้นที่ธรรมชาติพบแกมมาริดแอมฟิพอดจำนวน 16 ชนิดจาก 10 วงศ์ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบแกมมาริดแอมฟิพอดจำนวน 17 ชนิดจาก 10 วงศ์ แกมมาริดแอมฟิพอดชนิดเด่นที่มีความหนาแน่นสูงสุด คือ *Grandidierella gilesi* (95 ± 69 ตัว/ตารางเมตร) *Eriopisella* sp. (65 ± 44 ตัว/ตารางเมตร) และ *Melita latifagella* (61 ± 51 ตัว/ตารางเมตร) แกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความหลากชนิดและความหนาแน่นเฉลี่ยของแกมมาริดแอมฟิพอดสูงกว่าพื้นที่ธรรมชาติโดยความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติพบ 283 ± 274 ตัว/ตารางเมตร ส่วนในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่า 338 ± 317 ตัว/ตารางเมตร แต่เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของทั้งสองบริเวณไม่มีความแตกต่าง

อย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis, EFA) ชี้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก คือ ความเค็ม และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของแกมมาริดแอมฟิพอด คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างในน้ำ และความเป็นกรด-ด่างในตะกอนดิน เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลมากที่สุด และจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonnical correspondence analysis: CCA) พบว่า ความเค็ม และความขุ่นเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ โดยพบแกมมาริดแอมฟิพอดบางชนิดมีความชุกชุมมากในบริเวณที่มีค่าความเค็มและความขุ่นต่ำ ได้แก่ *Amphilochus spencibatei, Dodophotis digitata, Gammaropsis nitida, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis* และ *Ceradocus adangensis*. ส่วนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่า ความเค็มเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณนี้มากที่สุดโดยพบแกมมาริดแอมฟิพอดบางชนิดมีความชุกชุมมากในบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำ เช่น *Amphilochus spencibatei, Grandidierella magnae, Sinoediceros homopalmulus* และ *Kamaka songkhlaensis* การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดตามระยะห่างจากฝั่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) แต่พบว่ามีแนวโน้มความหลากชนิดและความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น

Thesis Title	Distribution of Gammarid Amphipod in Pristine and Aquacultural Areas: A Case Study Outer Songkhla Lake
Author	Miss Kotchakorn Rattanama
Major Program	Marine and Coastal Resources Management
Academic Year	2015

ABSTRACT

The distribution of gammarid amphipods in pristine and aquacultural areas quantitative samplings were conducted monthly in Outer Songkhla Lake during November 2014 to October 2015 by using Ekman's grab. The study sites included 4 stations from pristine areas and other 4 from aquaculture areas. Sampling in each station started from 0, 100, 200 meter from the fish cage line. The study showed that the environmental factors in pristine and aquacultural areas were similar. The salinity ranged from 0-32 psu which the lowest was in December and highest was in July. The temperature ranged from 27-32 ^{o}C which were similar in both spatial and temporal. The soil and water pH were similar, ranged from 7.03 – 7.77. Most of the sediment was loamy sand and organic matter ranged from 1.53 – 1.57%.

The macrobenthic fauna found in this study were classified into 3 major groups: crustaceans, molluscs and polychaetes represented the proportion of 3:2:1. The density of crustaceans was highest in every month and station. Moreover, the gammarid amphipods which are a major composition of crustaceans were identified to species. A total of 19 species belonged to 10 families was encountered, of which 4 species namely *Amphilochus spencibatei, Hourstirius japonica, Hyale dollfusi* and *Dodophotis digitata* are new records for Thai Waters. From that, 16 species belonged to 10 families were found in pristine area and 17 species belonged to 10 families were found in aquacultural ares. The most representative species were *Grandidierella gilesi* (95 ± 69 individual/m^2), *Eriopisella* sp. (65 ± 44 individual/m^2) and *Melita latifagella* (61 ± 51 individual/m^2). The gammarid amphipods diversity and abundance in aquacultural areas were higher than pristine area. The average density of gammarid amphipod in pristine areas were 283 ± 274 individual/m^2 and in aquacultural areas were 338 ± 317 individual/m^2 but the average densities in both

areas were not significantly different (p>0.05). However, the Exploratory Factor Analysis (EFA) showed that salinity affected on both distribution and abundance of the gammarid amphipods. Temperature pH-water pH-sediment is a major component factors affecting gammarid amphipod diversity. The Canonnical correspondence analysis (CCA) showed that salinity affected on gammarid amphipods in pristine area. Some amphipods were increased in lower salinity and turbidity including *Amphilochus spencibatei, Dodophotis digitata, Gammaropsis nitida, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis* and *Ceradocus adangensis*. Furthermore, in aquacultural areas, the salinity affected on abundance of gammarid amphipods. Some amphipods were increase in lower salinity including *Amphilochus spencibatei, Grandidierella magnae, Sinoediceros homopalmulus* and *Kamaka songkhlaensis*. Gammarid amphipod diversity and density gradually increased with distance from fish cage but were not statistically different (p>0.05).

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ประวิทย์ โตวัฒนะ ผศ.ดร.ศิริพร ประดิษฐ์ ผศ.ดร.สุปิยนิตย์ ไม้แพ และดร.จารุวัฒน์ นภีตะภัฏที่ช่วยให้คำแนะนำ เพิ่มเติมและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.กรอร วงษ์กำแหง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยเป็นแรงผลักดัน ให้คำแนะนำ และคอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่งที่ช่วยให้คำแนะนำในเรื่องการทำเอกสารและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และภาควิชาเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เตาเผาอุณหภูมิสูงและเครื่องร่อนตะกอนในการวิเคราะห์คุณภาพตะกอนดิน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคอยสนับสนุน และขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างวิทยานิพนธ์ตลอดทั้งปีจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดจนผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามทุกท่าน

กชกร รัตนมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์	19
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	20
2.1 พื้นที่ศึกษา	20
2.2 การศึกษาชนิด ความหนาแน่นและการกระจายของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด	21
2.3 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ	21
2.4 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพของตะกอนดิน	21
2.5 การวิเคราะห์สถิติ	22
บทที่ 3 ผลการศึกษา	25
3.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	25
3.3 ความหลากชนิด ความหนาแน่นของและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอด	29
3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด	38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 บทวิจารณ์ผลการศึกษา	46
4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	46
4.2 สัตว์หน้าดิน	48
4.3 แกมมาริดแอมฟิพอด	48
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	52
5.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	52
5.2 องค์ประกอบสัตว์พื้นทะเล	52
5.3 ความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอด	53
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม	53
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	61
ประวัติผู้เขียน	97

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1	การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดเพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของสิ่งแวดล้อม	17
ตารางที่ 2	การศึกษาแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลา	18
ตารางที่ 3	ลักษณะเนื้อดินบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	28
ตารางที่ 4	ความหนาแน่นเฉลี่ยของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในบริเวณธรรมชาติ และบริเวณที่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี (ตัว/ตารางเมตร)	32
ตารางที่ 5	น้ำหนักองค์ประกอบจากการหมุนแกนขององค์ประกอบแบบมุมฉากวิธี Varimax	45
ตารางที่ 6	นิเวศวิทยาของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนนอก	51

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 1	พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	5
รูปที่ 2	การเลี้ยงปลากระชังในทะเลสาบสงขลาตอนนอก	7
รูปที่ 3	รูปแบบกระชังเพาะเลี้ยงปลาในทะเลสาบสงขลา	8
รูปที่ 4	ลักษณะทั่วไปของแกมมาริดแอมฟิพอด	13
รูปที่ 5	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	20
รูปที่ 6	การจัดกลุ่มอนุภาคของตะกอนดินโดยวิธี Wentworth	24
รูปที่ 7	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	26
รูปที่ 8	ร้อยละของปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	27
รูปที่ 9	สัดส่วนขององค์ประกอบของอนุภาคเม็ดดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	28
รูปที่ 10	สัดส่วนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	29
รูปที่ 11	องค์ประกอบชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	31
รูปที่ 12	แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	33
รูปที่ 13	ดัชนีความมากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี	35
รูปที่ 14	ดัชนีความหลากหลายของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี	35
รูปที่ 15	ดัชนีความสม่ำเสมอของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี	35
รูปที่ 16	การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	36

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 17	การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	37
รูปที่ 18	ผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี	39
รูปที่ 19	แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกลุ่มของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี	39
รูปที่ 20	ร้อยละความคล้ายคลึงของแกมมาริดแอมฟิพอดของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	41
รูปที่ 21	MDS แสดงการจัดกลุ่มของจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	41
รูปที่ 22	CCA แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	42
รูปที่ 23	CCA แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี	43
รูปที่ 24	ปริมาณฝนตกระหว่างเดือน พ.ย. 2557 ถึงเดือน ต.ค. 2558	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบนิเวศแบบลากูน (lagoon) ตอนนอกของทะเลสาบมีทางเปิดสู่ทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้น้ำในทะเลสาบมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มตามฤดูกาล (Angsupanich and Kuwabara, 1995) ทะเลสาบแห่งนี้มีความสำคัญในฐานะเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนนานาชนิด จึงมีการใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการประมงและการท่องเที่ยว ถือเป็นแหล่งน้ำสำคัญแห่งหนึ่งของภาคใต้ของประเทศไทย แต่การถูกคุกคามอย่างหนักจากการทำประมงที่เกินศักยภาพการผลิตของธรรมชาติ มลภาวะจากน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ส่งผลให้ระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาเสื่อมโทรมลงและสัตว์น้ำลดปริมาณลง จึงมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งเพื่อทดแทนการจับสัตว์น้ำตามธรรมชาติ โดยมีการเพาะเลี้ยงหนาแน่นในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก เริ่มจากบริเวณบ้านปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา จนถึงบริเวณปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลาเชื่อมต่อกับอ่าวไทย รวมพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตร (กรมประมง, 2553) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและคุณภาพตะกอนดิน จากของเสียที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากการกินของสัตว์น้ำและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ โดยของเสียบางส่วนมีการละลายน้ำหรือเป็นตะกอนแขวนลอยในน้ำ ขณะที่บางส่วนตกตะกอนสะสมในดินส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในดินซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ (Cairns and Pratt, 1993)

สัตว์หน้าดินคือสัตว์ที่พบอาศัยอยู่บนดินหรือฝังตัวอยู่ในดินในระดับใกล้พื้นผิว มีความสำคัญในฐานะเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำและมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินกลับสู่มวลน้ำ กิจกรรมการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินช่วยเพิ่มออกซิเจนในตะกอนดิน ลดการเน่าเสียของตะกอนดิน มีการศึกษาพบว่าความชุกชุมและความหลากชนิดของสัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาวะของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากประชาคมสัตว์ของหน้าดินจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ (Thomas, 1993)

แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นที่พบในระบบนิเวศชายฝั่ง มักพบเป็นสิ่งมีชีวิตเบิกนำ (pioneer species) ในระบบนิเวศที่เพิ่งเกิดใหม่ เช่น เลนงอกใหม่ในป่าชายเลน ซั้งล่อปลา กระชัง เพราะเป็นกลุ่มที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี มีวงจรชีวิตสั้น สืบพันธุ์ได้

รวดเร็ว นอกจากนี้แอมฟิพอดยังเป็นอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่กว่า (เสาวภา และเอกนรินทร์, 2555) แอมฟิพอดแบ่งย่อยได้เป็น 4 suborder (Martin and Davis, 2001) โดย Suborder Gammaridea หรือ แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดและมีการกระจายกว้างที่สุด ส่วนใหญ่อาศัยบริเวณพื้นท้องทะเล โดยมีทั้งกลุ่มที่อยู่บนผิวดิน ขุดรูอยู่ใต้ดิน สร้างท่อหรืออยู่กับสัตว์ชนิดอื่น (Barnard, 1970) แกมมาริดแอมฟิพอดมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบ แต่ไม่สามารถอพยพหนีไปอยู่ที่อื่นได้ไกลเพราะมีความจำเพาะต่อแหล่งอาศัย (Marsden et al., 2004) และเนื่องจากแกมมาริดแอมฟิพอดเป็นผู้บริโภคปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหาร จึงตอบสนองต่อการปนเปื้อนของมลพิษในตะกอนดินเร็วกว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น กลุ่มปลา กลุ่มกุ้ง หรือ ไส้เดือนทะเล ทั้งนี้ มีงานวิจัยที่ใช้แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นชีวดัชนี (bioindicator) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของระบบนิเวศหลายด้าน เช่น การปนเปื้อนโลหะหนัก ภาวะการมีสารอาหารสูงในแหล่งน้ำ (eutrophication) หรือใช้ติดตามการฟื้นฟูของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความหลากชนิด ความหนาแน่น และกลุ่มการกินอาหารของแกมมาริดแอมฟิพอดมีการเปลี่ยนแปลงตามความอุดมสมบูรณ์ที่พัฒนาขึ้นไปตามเวลา (Thomas, 1993)

การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่าง 2 บริเวณ คือ บริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่ออธิบายผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนตรวจสอบเฝ้าระวังมลภาวะในทะเลสาบสงขลาและการใช้ทรัพยากรได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

1.2 การตรวจเอกสาร

2.1 ทะเลสาบสงขลา

2.1.1 ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบธรรมชาติแบบลากูน (lagoon) เพียงแห่งเดียวของไทยและมีขนาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งอยู่บนชายฝั่งด้านตะวันออกของภาคใต้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นพื้นดินมีเนื้อที่ประมาณ 8,600 ตารางกิโลเมตร และส่วนที่เป็นพื้นน้ำมีพื้นที่ประมาณ 1,041 ตารางกิโลเมตร (เสาวภา และเอกนรินทร์, 2555) รวมครอบคลุม

พื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับอำเภอปากพนัง เชียรใหญ่ และร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศใต้	ติดกับจังหวัดปัตตานีและประเทศมาเลเซีย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอำเภอจะนะ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา และอ่าวไทย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับเทือกเขาบรรทัด

ลักษณะภูมิประเทศของทะเลสาบสงขลา ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาสูงบริเวณทิศตะวันตกและทิศใต้ของลุ่มน้ำ ด้านตะวันตกเป็นแนวเทือกเขาบรรทัดที่ทอดตัวในแนวเหนือใต้ตั้งแต่รอยต่อระหว่างจังหวัดพัทลุงกับจังหวัดตรังลงมาถึงรอยต่อระหว่างจังหวัดสงขลากับจังหวัดสตูล ส่วนทางด้านทิศใต้เป็นแนวเทือกเขาสันกาลาคีรีที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์จึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา สำหรับบริเวณด้านเหนือและด้านตะวันออกของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลจึงเกิดการทับถมของตะกอน (กรมประมง, 2553) ทะเลสาบสงขลาเป็นที่รับน้ำจากลำน้ำต่างๆ ก่อนไหลสู่ทะเลอ่าวไทย สภาพทางกายภาพของทะเลสาบซึ่งคลอบคลุมพื้นที่จำนวนมากและเชื่อมต่อกับทะเลนี้ ทำให้มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ โดยเฉพาะสภาพที่มีลักษณะเป็น “ทะเลสาบ” สามารถแบ่งทะเลสาบสงขลา (รูปที่ 1) แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

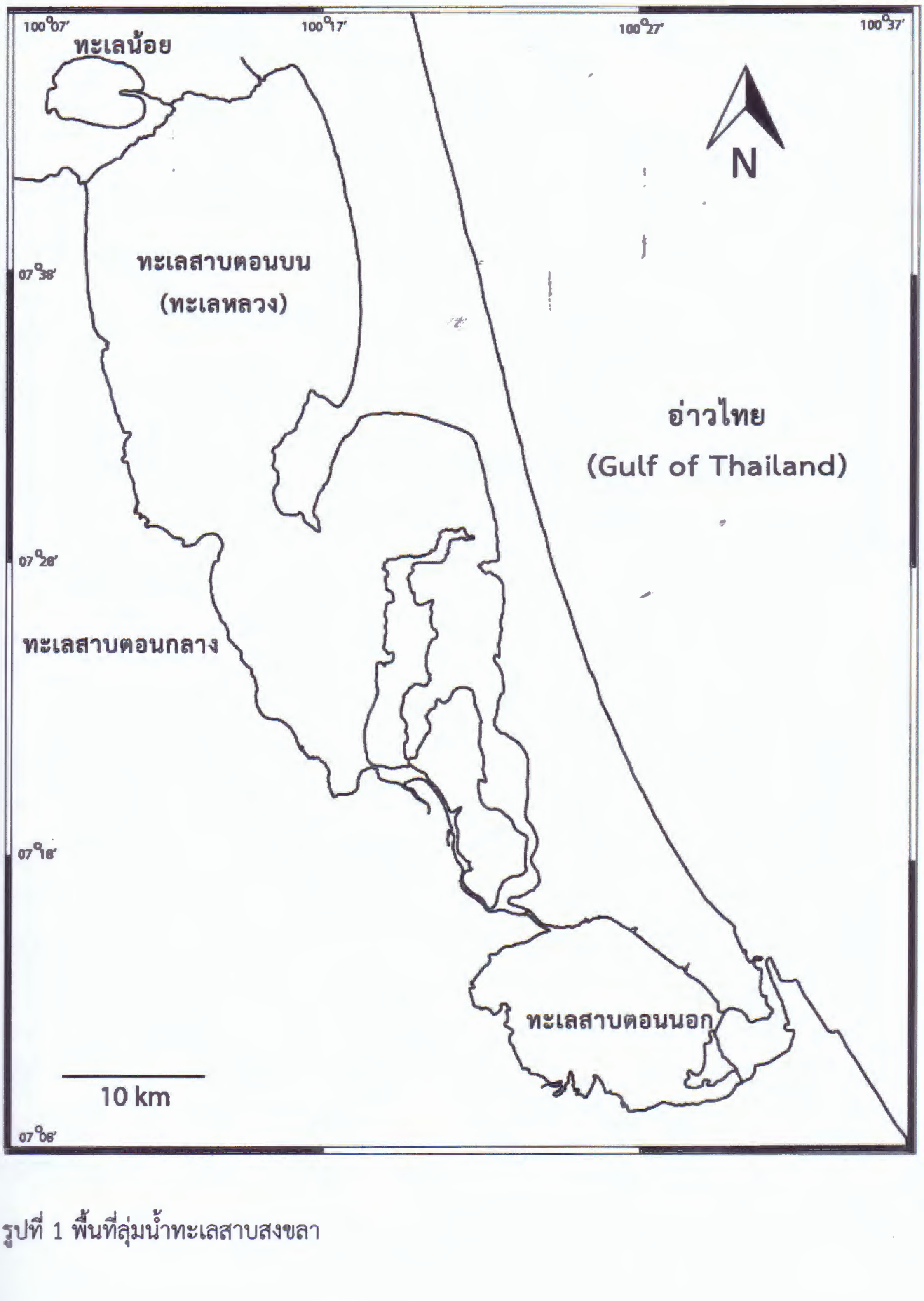
ทะเลน้อย ส่วนที่เล็กที่สุดของทะเลสาบ ตั้งอยู่ตอนบนสุดของทะเลสาบอยู่ในอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง มีพื้นที่ประมาณ 27 ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ยประมาณ 1 เมตร เป็นทะเลสาบน้ำจืดที่แยกส่วนค่อนข้างชัดเจนกับทะเลสาบส่วนอื่นๆ บางปีได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อยในทะเลสาบสงขลาตอนบน โดยผ่านทางคลองนางเรียมในหน้าแล้ง ภายในมีป่าพรุน้ำจืดที่มีน้ำท่วมขัง มีพรรณพืชน้ำจืดและพรรณปลาน้ำจืดอยู่หลากหลายชนิด และเป็นแหล่งของนกน้ำนานาชนิดทั้งที่อพยพมาจากแหล่งอื่นและนกน้ำประจำถิ่น

ทะเลสาบสงขลาตอนบน (ทะเลหลวง) ถัดจากทะเลน้อยลงมาจนถึงเกาะใหญ่ อำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา ทางฝั่งตะวันออกของทะเลสาบสงขลา และบ้านแหลมจองถนน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ทางฝั่งตะวันตกของทะเลสาบสงขลา ทะเลสาบส่วนนี้เป็นส่วนที่กว้างที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 459 ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร บริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นน้ำจืด ค่าเฉลี่ยของความเค็มต่ำมาก ประมาณ 0 ถึง 4 psu แต่ในบางปีที่มีการรุกตัวของน้ำเค็มค่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้งอาจทำให้มีค่าความเค็มสูงถึง 10 psu

ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ถัดจากทะเลหลวงลงมา ตั้งแต่บริเวณแนวเกาะใหญ่ทางใต้ไปบรรจบกับเขตอำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุงทางด้านตะวันตก และตั้งแต่อำเภอสทิงพระ จนถึง

บริเวณปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาทางด้านตะวันออก มีพื้นที่ 377.2 ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร เป็นส่วนของทะเลสาบที่มีเกาะอยู่หลายเกาะ เช่น เกาะสี่ เกาะห้า ฯลฯ พื้นที่ส่วนนี้มีการผสมผสานของน้ำเค็มและน้ำจืดและน้ำกร่อยผันแปรตามฤดูกาล ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ความเค็มเฉลี่ยของน้ำอยู่ในช่วง 0 ถึง 20 psu

ทะเลสาบสงขลาตอนล่างหรือตอนนอก เริ่มจากบริเวณบ้านปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาไปจนถึงจุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยที่ปากร่องน้ำทะเลสาบ มีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เกาะคือเกาะยอประมาณ 59 ตารางกิโลเมตร ความลึกประมาณ 1.5 เมตร ยกเว้นช่องแคบที่ติดต่อกับทะเลอ่าวไทยซึ่งเป็นช่องเดินเรือมีความลึกประมาณ 12 ถึง 14 เมตร ทะเลสาบส่วนนี้เป็นบริเวณที่มีน้ำเค็มสูงกว่าตอนอื่น ค่าความเค็มของน้ำในฤดูแล้งอยู่ในช่วง 23 ถึง 30 psu แต่บางส่วนในช่วงฤดูฝนจะเป็นน้ำกร่อยและความเค็มจะลดต่ำลงมากในช่วงที่มีฝนตกชุกจนบางพื้นที่กลายเป็นน้ำจืด และได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณและสภาพน้ำในทะเลสาบขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำจืดและปริมาณน้ำเค็มจากทะเลหนุน ซึ่งในฤดูน้ำหลากจะมีน้ำจืดไหลลงสู่ทะเลสาบเป็นปริมาณมากดันน้ำเค็มออกสู่ทะเลอ่าวไทยและน้ำเค็มจะไหลเข้ามาแทนที่ในช่วงฤดูแล้งทำให้น้ำในทะเลสาบเป็นน้ำกร่อย (อังสุนีย์ และชัชวาล, 2541 และ กรมประมง, 2553) ทะเลสาบส่วนนี้มีการวางเครื่องมือประมงประเภทไซนั่งและโพงพางเกือบทั่วทั้งทะเลสาบ (กรมประมง, 2553)



รูปที่ 1 พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

2.1.2 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (tropical moonsoon climate) จึงมีอากาศร้อนและฝนตกชุกส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากประเทศจีนมากกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย ปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่จะได้จากเดือนตุลาคมถึงธันวาคมถือเป็นฤดูฝนตกชุกและในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนเป็นฤดูก่อนฝนตกชุกจะมีฝนตกน้อย ฝนตกเพียงบางแห่ง และมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงแบ่งฤดูได้เป็น 3 ฤดู (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) คือ

ฤดูร้อน	อยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน
ฤดูฝนตกน้อย	อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน
ฤดูฝนตกชุก	อยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม

2.1.3 กิจกรรมของมนุษย์บริเวณทะเลสาบสงขลา

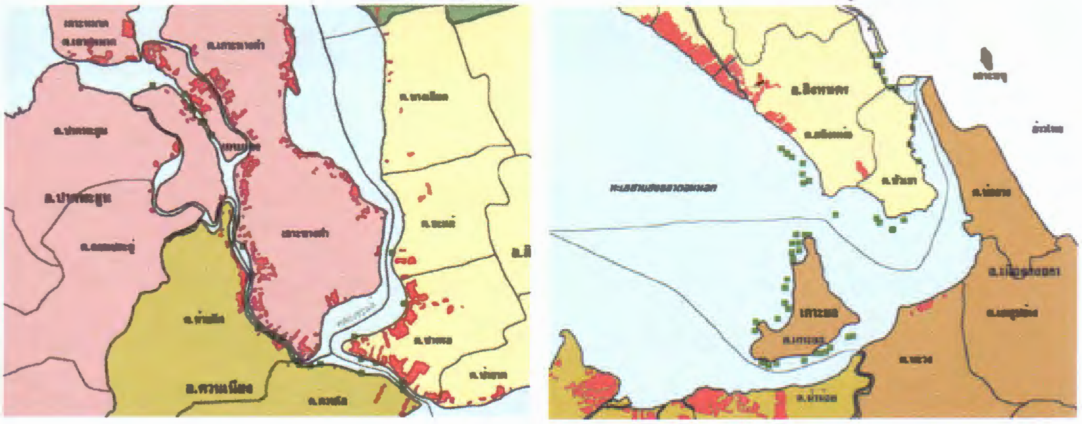
ทะเลสาบสงขลาเป็นบริเวณที่มีกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มากมาย ได้แก่ แหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง ท่าเทียบเรือ แพปลา ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และยังเป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญแห่งหนึ่ง จากข้อมูล กชช.2 ค. เมื่อปี พ.ศ. 2552 พบว่ามีประชาชน 256,343 คนจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่อยู่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประกอบอาชีพทางการเกษตร (ทำนา ทำไร่ และทำสวน) 61,719 ครัวเรือน เลี้ยงสัตว์ 9,466 ครัวเรือน ประมง 5,851 ครัวเรือน และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 1,889 ครัวเรือน (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดสงขลา, 2552)

การประมง ในทะเลสาบสงขลามีการประมงทั้ง ประมงขนาดเล็ก และประมงพาณิชย์ ในอดีตมีวัตถุประสงค์เพื่อการยังชีพแต่กิจกรรมการทำประมงมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นการทำประมงเชิงพาณิชย์ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลงแม้ว่าจะมีการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเป็นการทดแทนอย่างต่อเนื่องก็ตาม จึงต้องมีการเลี้ยงปลาในกระชังเป็นการทดแทน (กรมประมง, 2553)

2.1.4 กิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ในทะเลสาบสงขลาเริ่มมีการเลี้ยงปลาในกระชังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 เป็นการเลี้ยงปลากะพงขาวเพื่อการวิจัยโดยใช้พันธุ์ปลาที่ได้จากธรรมชาติ ต่อมาเริ่มมีการเลี้ยงปลาในกระชังเป็นอาชีพอย่างจริงจัง โดยเฉพาะบริเวณโดยรอบเกาะยอ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จนเป็นแหล่งเลี้ยง

ปลาในกระชังที่สำคัญของจังหวัดสงขลา (กรมประมง, 2553) ปัจจุบันจังหวัดสงขลาเป็นแหล่งเลี้ยงปลาในกระชังที่สำคัญของประเทศ มีพื้นที่เลี้ยงมากเป็นอันดับสองรองจากจังหวัดฉะเชิงเทรา (นิคมและคณะ, 2547) ชนิดพันธุ์ปลาที่นำมาเลี้ยงในระยะแรก ได้แก่ ปลากะพงขาวและปลากะรัง โดยปลากะพงขาวที่เลี้ยงในระยะเริ่มแรกนี้มักรวบรวมได้จากแหล่งธรรมชาติโดยเฉพาะบริเวณป่าแสม โกงกาง และบริเวณปากทะเลสาบ ต่อมาการสำรวจในปี พ.ศ. 2542 โดยกรมประมงพบการเลี้ยงปลาในกระชังอย่างหนาแน่นบริเวณโดยรอบเกาะยอ (ยกเว้นด้านทิศตะวันออก) และบริเวณบ้านหัวเขา อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา โดยเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลากะพงขาวเป็นส่วนมาก สำหรับบริเวณคลองปากรอ คลองหลวง และคลองชะแล้ เป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวและปลานิลแดงหนาแน่น (รูปที่ 2) ส่วนบริเวณใกล้เคียง เช่น หาดแก้วมีการเลี้ยงปลากะพงขาวและปลาเก๋าเท่านั้น เมื่อจำแนกตามแหล่งเลี้ยงพบว่าทะเลสาบสงขลามีจำนวนกระชังที่เลี้ยงปลาทั้งสิ้นประมาณ 4,400 กระชัง (กรมประมง, 2553)



รูปที่ 2 การเลี้ยงปลากระชังในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (กรมประมง, 2553)
หมายเหตุ : จุดสีเขียวคือพื้นที่ที่เลี้ยงปลาในกระชัง

โดยทั่วไปการเลี้ยงปลาในกระชังจำแนกได้เป็น 2 แบบ (กรมประมง, 2553) ตามสภาพการเลี้ยง คือ การเลี้ยงปลาในกระชังประจำที่และการเลี้ยงปลาในกระชังลอยน้ำ (รูปที่3)

การเลี้ยงปลาในกระชังประจำที่ คือ การเลี้ยงปลาในกระชังที่ผูกติดกับเสาหลักซึ่งปักไว้กับพื้นดินอย่างแข็งแรง โดยเลือกใช้วัสดุ ชนิด ขนาด และ ความแข็งแรง ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภัยธรรมชาติที่มักจะเกิดขึ้นประจำในพื้นที่ กระชังที่ใช้เลี้ยงในแบบดังกล่าวนี้จะไม่สามารถลอยขึ้นลงตามระดับน้ำได้ ดังนั้นบริเวณที่ใช้เลี้ยงปลาในลักษณะดังกล่าวมักมีความลึกเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดไม่เกิน 2.50 เมตร โดยมีระดับน้ำขึ้นสูงสุดต่ำสุดแตกต่างกันประมาณ 50 ถึง 60 เซนติเมตร

การเลี้ยงปลาในกระชังลอยน้ำ คือ การเลี้ยงปลาในกระชังที่ถูกผูกแขวนอยู่กับแพหรือทุ่นลอยให้เคลื่อนตัวได้ตามการขึ้นลงของระดับน้ำ โดยตัวกระชังอาจยึดติดกับไม้ไผ่ที่ผูกเป็นลูกบวบทำเป็นแพหรือใช้โฟมทำเป็นทุ่นพยุงแพและใช้ไม้หรือท่อพีวีซี (PVC) ทำเป็นโครงแพเพื่อเสริมความแข็งแรง การเลี้ยงปลาในลักษณะนี้เหมาะกับบริเวณที่มีความลึกของระดับน้ำเมื่อน้ำลงต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 2 เมตร และมีระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันมากกว่า 1 เมตรขึ้นไป

กระชังแบบลอยน้ำ

กระชังแบบอยู่กับที่

รูปที่ 3 รูปแบบกระชังเพาะเลี้ยงปลาในทะเลสาบสงขลา

ในทะเลสาบสงขลาพบมีการเลี้ยงปลาในกระชังทั้งสองแบบ โดยมีการเลี้ยงปลาในกระชังประจำที่เป็นส่วนใหญ่ (กรมประมง, 2553) การเลี้ยงปลาในกระชังอย่างหนาแน่นเกินไปในบางพื้นที่ของทะเลสาบ ทำให้มีการสะสมของเสียจากเศษอาหารที่ปลากินไม่หมด และของเสียจากการขับถ่ายของสัตว์ เมื่อของเสียเหล่านี้มีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อออกซิเจนละลายน้ำและออกซิเจนหน้าดิน และส่งผลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินทั้งหมด (Fernandez-Gonzalez et al., 2013)

2.1.5 ปัญหาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

การเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในจังหวัดสงขลาประสบกับปัญหาต่างๆหลายประการ โดยปัญหาหลักคือปัญหาปลาตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2550 โดยพบการรายงานปลาตายกว่า 30 ครั้ง พื้นที่ที่พบปัญหานี้อยู่เสมอ คือ พื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเป็นเวลานานและมีกระชังอยู่หนาแน่น ได้แก่ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกและคลองนาทับ การตายของปลาที่เพาะเลี้ยงในกระชังในจังหวัดสงขลาเกิดขึ้นจากสองลักษณะด้วยกัน คือ การตายอย่างฉับพลันของปลาเป็นจำนวนมากกับในลักษณะค่อยๆ ทยอยตาย การตายของปลาอย่างฉับพลันนั้นเกิดขึ้นแทบทุกปีโดยเฉพาะช่วงปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2548 (กรมประมง, 2553) พื้นที่ที่มีปลาตายบ่อยอยู่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกซึ่งการตายของปลาในลักษณะนี้ เกิดขึ้นมานานกว่า 30 ปี Tookvinas et al. (1988)

รายงานว่ามีปลากะพงขาวตายอย่างฉับพลันเป็นจำนวนมากถึง 72 ตันในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2529 เกษตรกรได้รับความเดือดร้อน 25 ราย นอกจากทะเลสาบสงขลาตอนนอกแล้วบริเวณอื่นที่พบการตายของปลาอย่างฉับพลันเป็นจำนวนมาก ได้แก่ คลองนาทับ คลองปากรอ การตายของปลากะพงขาวอีกลักษณะหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2550 คือ ปลาค่อยๆ ทยอยตายประมาณครั้งละ 3 ถึง 5 ตัว ในบางกรณีปลาจะตายในลักษณะนี้จนหมดกระชัง ทั้งนี้เหตุการณ์นี้มัก เกิดขึ้นกับปลาที่ปล่อยลง เลี้ยงได้ 1 ถึง 3 เดือนและเกิดขึ้นในฤดูร้อน (เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน) (นิคมและคณะ, 2547; นิคมและคณะ, 2549; Tookvinas et al., 1988) และในช่วงกลางคืนที่ลมสงบหรือช่วงน้ำตาย (neap tide) รายงานหลายฉบับสรุปตรงกันว่าการตายของปลาอย่างฉับพลันเป็น จำนวนมากนั้นเกิดจากการขาดออกซิเจน ส่วนการตายของปลาในลักษณะค่อยๆทยอยตายมีสาเหตุจากโรคและปรสิตภายนอก (นิคมและคณะ, 2547; นิคมและคณะ, 2549; ลักขณา, 2551; Tookvinas et al., 1988)

2.1.6 ปัญหาคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในทะเลสาบสงขลาตอนนอกได้เสื่อมโทรมลง นิคมและคณะ (2549) พบว่าบริเวณกระชังเลี้ยงปลาเกาะยอ มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 4.3 ถึง 5.8 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่บริเวณที่ไม่มีกระชังเลี้ยงปลามีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 6.0 ถึง 6.4 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนบริเวณคลองนาทับในบางบริเวณค่อนข้างวิกฤตโดยในบางครั้งมีออกซิเจนละลายในน้ำเพียง 2.5 ถึง 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าออกซิเจนละลายในน้ำดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำเพราะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของฟาร์มที่มีสิ่งแวดล้อมดี (health farm) ซึ่งต้องมีค่าออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า 5.7 มิลลิกรัม/ลิตร Nuntapong (2009) ได้ศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก พบว่า พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ บริเวณชายฝั่งของเกาะยอ อำเภอสิงหนคร และอำเภอเมืองสงขลา เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณรองรับของเสียจากชุมชน การไหลเวียนของกระแสน้ำน้อย จึงทำให้มีการสะสมของอินทรียวัตถุมาก ปัจจุบันพื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่โฮมสเตย์ ส่วนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ บริเวณทิศตะวันออกและทิศใต้ของเกาะยอ และพื้นที่ทิศเหนือพบว่ามีความเหมาะสมปานกลาง และการศึกษาของ Sompongchaikul (2004) ศึกษาผลกระทบจากยูโทรฟิเคชั่น (eutrophication) ในลุ่มน้ำทะเลสาบ พบการเกิดยูโทรฟิเคชั่นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม ในปีพ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2546 ครอบคลุมพื้นที่ 160 ตารางกิโลเมตร สาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในน้ำจากชุมชนหรือจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

2.2 สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดิน คือ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนหรือฝังตัวตามพื้นท้องน้ำหรือพื้นทะเล เรียกว่า เบนโทส (benthos; Ernst, 1834) จำแนกตามขนาดลำตัวเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrofauna) มีขนาดตัว 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป สัตว์หน้าดินขนาดกลาง (meiofauna) มีขนาดตัว 30 ไมครอน ถึง 0.5 มิลลิเมตร และสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (microfauna) มีขนาดตัวเล็กกว่า 30 ไมครอน ส่วนใหญ่เป็นสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไส้เดือนทะเล ครัสตาเชียน และมอลลัส (เสาวภาและคณะ, 2548)

สัตว์หน้าดินมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำโดยเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ จึงมีบทบาทในการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินกลับสู่มวลน้ำ การเคลื่อนที่ของสัตว์หน้าดินที่ดำรงชีพด้วยการฝังตัวอยู่ในตะกอนดิน ทำให้น้ำที่มีออกซิเจนสูงเคลื่อนลงสู่ตะกอนดิน และลดการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินตะกอน (Govindan, 2002)

ปัจจุบันนิยมใช้สัตว์หน้าดินบ่งชี้ถึงมลภาวะในแหล่งน้ำกันอย่างแพร่หลาย (ทวีวงศ์, 2538; ไพโรจน์, 2520; วันวิวาห์, 2544; รัชนี, 2552; Fernandez-Gonzalez et al., 2013) เพราะเป็นสัตว์ที่สามารถเคลื่อนที่ด้วยตัวเองอย่างอิสระ สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน จึงสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยพิจารณาชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน (ไพโรจน์ และคณะ, 2520; Thomas, 1993)

2.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่มีต่อสัตว์หน้าดิน

การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาสามารถส่งผลต่อประชากร สังคม และระบบนิเวศ ผลกระทบจากมนุษย์สามารถทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมพื้นทะเลได้แก่ ความเค็ม ความลึก สารอาหาร ความเร็วของกระแสน้ำ องค์ประกอบของตะกอนดิน (ปริมาณสารอินทรีย์ ขนาดของตะกอนดิน) อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

Boon et al. (2011) ศึกษาพื้นที่ชายฝั่งประเทศเนเธอร์แลนด์พบว่าผลกระทบจากมนุษย์ต่อสิ่งมีชีวิตหน้าดินเกิดจากสาเหตุ ดังนี้ ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (eutrophication) ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์และเกิดการขาดออกซิเจน มลพิษจากโลหะและสารอินทรีย์ การก่อสร้างบริเวณชายฝั่ง การขุดทะเลซึ่งส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยากระแสน้ำ องค์ประกอบของพื้นดิน การเพิ่มปริมาณตะกอนหยาบ การทำประมง การทิ้งของเสียและสารอาหาร การเปลี่ยนแปลง

ภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเล สารอินทรีย์และตะกอนปริมาณมากที่ปล่อยลงสู่ทะเลเกิดจากทั้งธรรมชาติและจากมนุษย์ ซึ่งสามารถส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นทะเลได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์เหล่านี้ได้

การประเมินผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินจากมลพิษชายฝั่ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากทั้งแหล่งอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว และการเกษตร พบว่าสัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดลดลงเมื่อมีสภาวะกดดันจากสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น โดยในที่ที่มีการรบกวนจะพบสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นเพียง 1 หรือ 2 ชนิดมีความหนาแน่นสูง ได้แก่ กลุ่มของไส้เดือนทะเล และหอยทะเล แต่จะพบความหนาแน่นของครัสเตเชียนและเอคไคโนเดิร์มต่ำ ซึ่งบ่งชี้ว่าเกิดความไม่สมดุล หรือ เกิดสภาวะกดดัน (stressed situation) ต่อสัตว์หน้าดินพื้นถิ่น สัตว์ชนิดเด่นที่พบคือ หอยสองฝาชนิด *Corbula gibba* และไส้เดือนทะเลชนิด *Pectinaria koreni* ซึ่งสัตว์หน้าดินสองชนิดนี้ทนสภาพที่ออกซิเจนต่ำได้ดี (Solis-Weiss et al., 2004) การศึกษาของ Kumar et al. (2004) พบว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของตะกอนดินในบริเวณชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงขนาดตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสูงอาจจะส่งผลต่อการลดจำนวนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้ง

2.4 อนุกรมวิธานและสัณฐานของแกมมาริดแอมฟิพอด

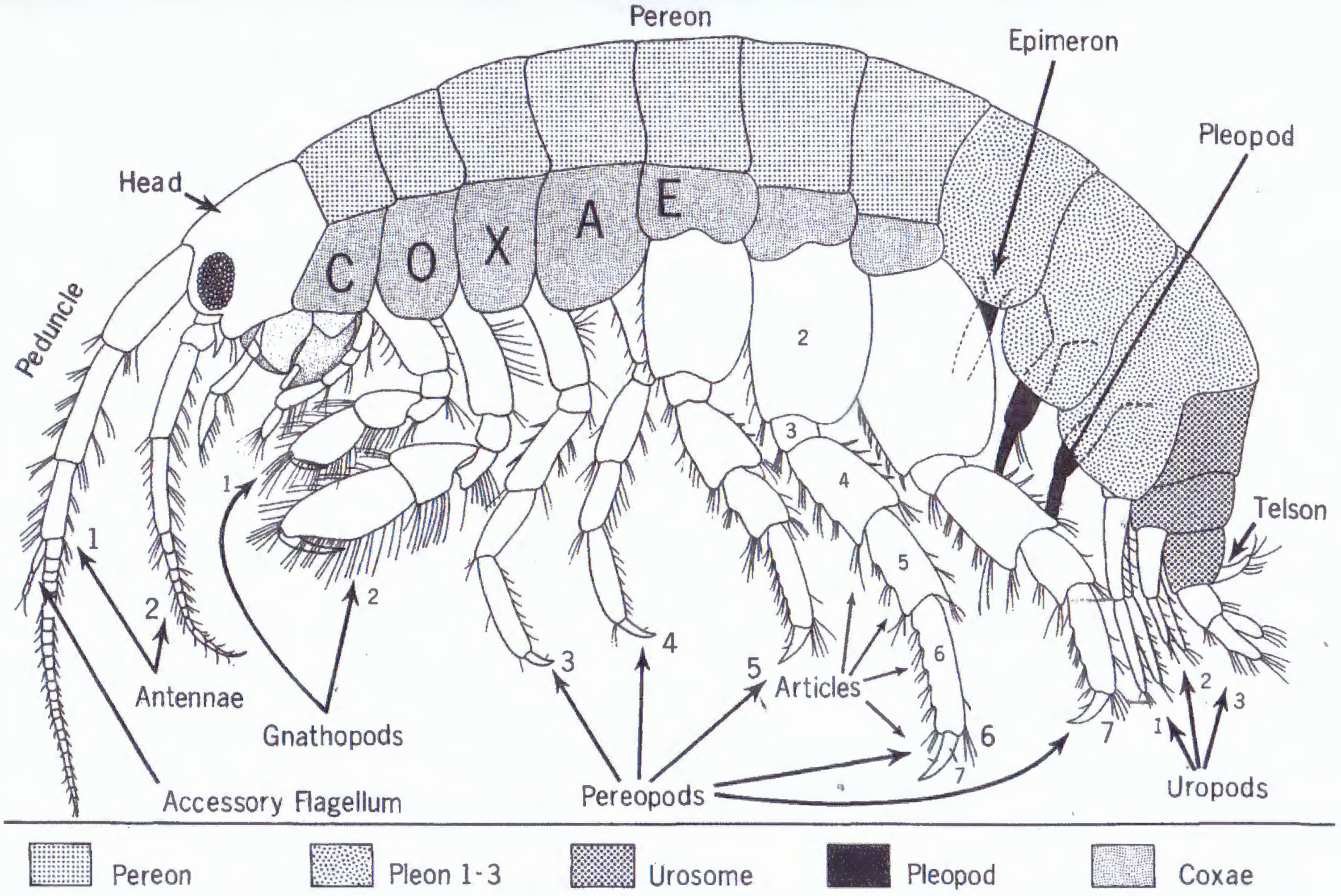
แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นครัสตาเชียนจำพวกหนึ่ง ซึ่งถูกจำแนกในลำดับอนุกรมวิธาน (Martin and Davis, 2001) ดังนี้

Phylum Arthropoda
Subphylum Crustacea
Class Malacostraca
Subclass Eumalacostraca
Order Amphipoda

แอมฟิพอดมี 4 Suborder ได้แก่ Gammaridea, Hyperiidea, Ingolfiellidea และ Senticaudata แอมฟิพอดมีความหลากชนิดสูง มีจำนวนสมาชิกมากกว่า 8,000 ชนิดจาก 100 วงศ์ ส่วนใหญ่มักพบอาศัยอยู่ในทะเลตั้งแต่ชายฝั่งถึงทะเลลึก

แอมฟิพอดใน Suborder Gammaridea หรือ แกมมาริดแอมฟิพอด เป็นกลุ่มที่มีความหลากชนิดมากที่สุด มักพบเป็นสัตว์เด่นในกลุ่มสัตว์หน้าดินในทะเล มีลำตัวแบนข้างคล้ายคลึงกับกุ้งแต่ไม่มีก้านตา ไม่มี carapace ปกคลุมบริเวณอก มีรยางค์อก 7 คู่ เรียกว่า pereopod รยางค์

แต่ละคู่ประกอบด้วย 7 ปล้อง (รูปที่ 4) แอมฟิพอดเพศผู้และเพศเมีย สามารถแยกได้จากปล้องอกปล้องที่ 7 โดยแอมฟิพอดเพศผู้มี penial organ 1 คู่ ขณะที่ตัวเมียจะมีเหงือกที่เปลี่ยนรูปไปเป็นกระเป๋าหน้าท้องเพื่อทำหน้าที่อุ้มไข่ นอกจากนี้แอมฟิพอดบางวงศ์ มีลักษณะภายนอกอื่นๆ ที่แตกต่างกันระหว่างตัวผู้และตัวเมีย เช่นตัวผู้ มี gnathopods (รยางค์อกคู่ที่ 1 และ 2) ขนาดใหญ่กว่าตัวเมีย หรือ มี antenna และ uropod ที่ยาวกว่าตัวเมีย เป็นต้น แอมฟิพอดมีขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ถึง 28 เซนติเมตร แอมฟิพอดขนาดใหญ่ที่สุดในโลกพบบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิคที่ความลึก 5,300 เมตร แอมฟิพอดมีทั้งชนิดที่ลำตัวค่อนข้างโปร่งแสง มีสีน้ำตาล สีเขียว สีเทา สีแดง และสีฟ้า (Barne, 1987)



ที่ 4 ลักษณะทั่วไปของแกมมาริดแอมฟิพอด (Barnard and Karaman, 1991)

2.5 การใช้แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและมลภาวะที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำที่มีผลกระทบโดยตรงต่อทั้งจำนวนชนิด (species) ปริมาณ (abundance) และรูปแบบการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมจึงสามารถใช้ได้ทั้งประชาคมสิ่งมีชีวิตโดยสามารถดูจากองค์ประกอบชนิด ความหลากชนิด หรือสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีความหนาแน่นเพียงพอ ทั่วไปมักเลือกสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นในบริเวณนั้น หรือบางงานวิจัยอาจจะติดตามจากสัดส่วนของสิ่งมีชีวิตกลุ่มเด่นในบริเวณนั้น เช่น สัดส่วนระหว่างไส้เดือนทะเลต่อแอมฟิพอด สัดส่วนระหว่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ เป็นต้น (รัชนี, 2552 และเอกนรินทร์, 2552) สิ่งมีชีวิตที่เลือกมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมต้องตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมซึ่งสิ่งมีชีวิตที่จะสามารถนำมาใช้ติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้นั้นต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- มีบทบาทในห่วงโซ่อาหารในบริเวณนั้น และมีบทบาทอื่นๆ ในระบบนิเวศนั้น
- มีความหนาแน่นมากพอเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ในระบบ
- มีลักษณะการกินอาหารที่เฉพาะเจาะจง (ไม่สามารถปรับตัวเปลี่ยนไปกินอาหารชนิดอื่นได้)
- ไม่อพยพหนี หรือเคลื่อนไหวได้ไม่ไกล เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบ

สิ่งมีชีวิตที่มักถูกใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมจึงมีตั้งแต่สาหร่าย ไส้เดือนทะเล แอมฟิพอด หอย ประชาคมสัตว์หน้าดินไปจนถึงปลาโดยใช้ในการตอบคำถามที่แตกต่างกัน

Thomas (1993) กล่าวถึงแอมฟิพอดว่าเป็นกลุ่มสัตว์ที่ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี มีวงจรชีวิตสั้น สืบพันธุ์ได้รวดเร็ว มีการกินอาหารหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มกินพืช กินสัตว์ กินทั้งพืชทั้งสัตว์ กินอินทรีย์สาร หลายชนิดสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมการกินอาหารได้ตามปริมาณอาหารที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล จึงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตเบิกนำในระบบนิเวศที่เพิ่งเกิดใหม่ เช่น ซั้ง กระชังเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ แกมมาริดแอมฟิพอดยังเป็นอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตนานาชนิดที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น กุ้ง ปู และปลา เป็นต้น จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลากดหัวอ่อน (*Osteogeneiosus militaris*) และปลากดหัวแข็ง (*Arius maculatus*) ในทะเลสาบสงขลา และ กุ้ง *Penaeus indicus* และ *P. merguiensis* จากอ่าวตำมะลัง พบแกมมาริดแอมฟิพอดเป็นองค์ประกอบหลัก (เสาวภา และคณะ 2546; Angsupanich et al., 1999) จากบทบาทของแกมมาริดแอมฟิพอดในระบบนิเวศ ความหนาแน่น ความหลากหลายของชนิด เมื่อมีการรบกวนเกิดขึ้นในระบบ แกมมาริดแอมฟิพอดจะมีความอ่อนไหวต่อการรบกวนเหล่านี้ได้ง่าย ไม่สามารถอพยพหนีไปอยู่ที่อื่นได้ไกล และมีความจำเพาะต่อระบบนิเวศที่อยู่อาศัย และเนื่องจากแกมมาริดแอมฟิพอดเป็น

ผู้บริโภคลำดับแรกของห่วงโซ่อาหาร จึงได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนในตะกอนดินได้เร็วกว่ากลุ่มอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่าและเป็นผู้บริโภคลำดับต่อมา

มีงานวิจัยที่ใช้แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นตัวติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของระบบนิเวศมากมาย โดยเฉพาะในเขตอบอุ่นที่ใช้ศึกษาผลกระทบจากคราบน้ำมัน ความเป็นพิษของตะกอนที่ปนเปื้อน สารตกค้างจากสีกันเพรียง โลหะหนัก รวมทั้งยังใช้แกมมาริดแอมฟิพอดในการทำ bioassay เพื่อทดสอบความเป็นพิษ (toxicant) หรือมลภาวะ (pollutant) เพราะแกมมาริดแอมฟิพอดจะอ่อนไหวกว่าสัตว์กลุ่มเด่นตัวอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นกุ้ง ปู หอย ไส้เดือนทะเล หรือดาวเปราะ อีกทั้งแกมมาริดแอมฟิพอดยังมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับอิทธิพลทางกายภาพอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น การรบกวนหน้าดินจากอวนรุน การเปลี่ยนแปลงความเค็ม ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (De-la-Ossa-Carretero et al., 2012; Cesar et al., 2004; Fernandez-Gonzalez et al., 2013 and 2014; Reish and Barnard, 1979; Nair et al., 1983)

De-la-Ossa-Carretero et al. (2012) ได้ศึกษาการตอบสนองของแกมมาริดแอมฟิพอดต่อมลภาวะน้ำเสียจากชุมชนบริเวณชายฝั่งในประเทศสเปน พบว่าความชุกชุมและความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดแปรผกผันกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดน้ำเสีย แกมมาริดแอมฟิพอดหลายชนิดมีการตอบสนองที่ว่องไวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง และมักจะนำมาใช้เพื่อทดสอบความเป็นพิษ (Ecotoxicity test) หรือ Cesar et al. (2004) ได้ทำการศึกษาโลหะหนักในตะกอนดินโดยใช้แกมมาริดแอมฟิพอดและเม่นทะเลมาทดสอบเพื่อดูขอบเขตของมลพิษจากโลหะหนัก การศึกษาของ Fernandez- Gonzalez et al. (2013) ที่ศึกษาผลกระทบของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งต่อเปลี่ยนแปลงของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด พบว่า ความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะที่ห่างไกลออกไปจากกระชังเพิ่มขึ้น Reish and Barnard (1979) และ Bellan-Saniti (1980) กล่าวว่าแกมมาริดแอมฟิพอดบางชนิดมีความทนต่อมลพิษในตะกอนดินและการเปลี่ยนแปลงของแกมมาริดแอมฟิพอดเกี่ยวข้องกับระดับของมลพิษในสิ่งแวดล้อม ชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดจึงเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีในการใช้เพื่อประเมินผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมและยังมีการใช้แกมมาริดแอมฟิพอดเพื่อบอกสถานะของระบบนิเวศจากการรบกวนในหลายรูปแบบทั้งจากธรรมชาติและจากมนุษย์ (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้แกมมาริดแอมฟิพอดถูกใช้เพื่อติดตามพัฒนาการของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น การสร้างแนวปะการังเทียม หญ้าทะเลเทียม โดยแกมมาริดแอมฟิพอดมักเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตบุกนำที่เข้ามายึดครองพื้นที่ในระบบ หรืออาจใช้ติดตามการฟื้นฟูของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม โดยพิจารณาจากความหลากหลายของชนิดและกลุ่มการกินอาหารของแกมมาริดแอมฟิพอดที่จะ

เปลี่ยนแปลงไปตามความอุดมสมบูรณ์และหรือตามความซับซ้อนของระบบนิเวศที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Moura et al., 2004)

2.6 การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลา เป็นทะเลสาบน้ำกร่อย มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มช่วงกว้างตั้งแต่ 0 ถึง 34 psu มีการทำการประมง ชุมชน เกษตรกรรม โรงงานและกิจกรรมต่างๆ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ได้ถ่ายเทของเสียสู่ทะเลสาบ ทำให้มีการปนเปื้อนสารอาหารในน้ำค่อนข้างสูง การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2468 โดย Chilton ซึ่งในขณะนั้นได้รายงานเอาไว้ 12 ชนิด จาก 10 วงศ์ ต่อมาก็ได้มีการศึกษาโดยนักวิจัยเรื่อยมา มีรายงานของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบน พบ 16 ชนิด (Bassarawich, 1985; เสาวภา และคณะ, 2548; Ruensirikul et al., 2007) ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง พบ 8 ชนิด (เสาวภา และคณะ, 2548) และทะเลสาบสงขลาตอนนอก 10 ชนิด (Bassarawich, 1985; Angsupanich and Kuwabara, 1995; Ariyama et al., 2010; Wongkamhaeng et al., 2014) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดเพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ศึกษา	ระบบนิเวศ	การรบกวน	การตอบสนองของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด	อ้างอิง
ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (สเปน)	ชายฝั่ง	น้ำทิ้งจากชุมชน	ความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดลดลงเมื่อระยะเข้าใกล้ฝั่ง	De-la-Ossa-Carretero et al., 2012
ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (สเปน)	น้ำกร่อย	เหมืองร้าง (โลหะหนัก)	แกมมาริดแอมฟิพอดลดลงเมื่อพบปริมาณโลหะหนักเพิ่มขึ้น	Cesar et al., 2004
ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (สเปน)	ชายฝั่ง	การเพาะเลี้ยง	ความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดลดลงเมื่อระยะเข้าใกล้กระชัง	Fernandez and Gonzalez et al., 2013
อเมริกา	น้ำกร่อย	การปนเปื้อนในตะกอนดิน	พบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดแต่ละชนิดมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนได้ต่างกัน	Reish and Barnard, 1979
อินเดีย	น้ำกร่อย	-	ความเค็มเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดลดลง	Nair et al., 1983

ตารางที่ 2 การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

วงศ์	สกุล/ชนิด	ทะเลสาบสงขลา			อ้างอิง
		ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนนอก	
AMPHILOCHIDAE	*Gitanopsis* sp.	✓	✓	-	Angsupanich et.al, 2006 and Ruensirikul et al., 2007
	Amphilochus sp.	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
AORIDAE	*Grandidierella gilesi*	✓	✓	-	Angsupanich et.al, 2006 and Ruensirikul et al., 2007
	Grandidierella megnae	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
	Grandidierella taihuensis	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
	Grandidierella sp.	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
CALLIOPIIDAE	*Paracalliope fluviatilis*	✓	-	-	Bassarawich, 1985 and Ruensirikul et al., 2007
	Paracalliope indica	-	-	✓	Bassarawich, 1985
COROPHIIDAE	*Monocorophium acherusicum*	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
ERIOPISIDAE	*Eriopisella sechellensis*	-	-	✓	Ruensirikul et al., 2007
	Victoriopisa chilkensis	✓	-	-	Angsupanich and Kuwabara, 1995
HYALIDAE	*Hyale brevipes*	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
ISCHYROCERIDAE	*Cerapus* sp.	✓	✓	-	Angsupanich et.al, 2006 and Ruensirikul et al., 2007
	Ericthonius brasiliensis	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
KAMAKIDAE	*Kamaka songkhlaensis*	✓	✓	-	Ariyama et al., 2010
	Kamaka appendiculata	-	✓	-	Ariyama et al., 2010

ตารางที่ 2 การศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

วงศ์	สกุล/ชนิด	ทะเลสาบสงขลา			อ้างอิง
		ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนนอก	
LILJEBORGIIDAE	*Idunella chilkensis*	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
MAERIDAE	*Maera* sp.	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
	Quadrivisio bengalensis	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
	Quadrivisio sp.	-	✓	-	Angsupanich et.al, 2006
MELITIDAE	*Melita setiflagella*	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
MELITIDAE	*Melita latiflagella*	-	-	✓	Wongkamhaeng et al., 2014
OEDICEROTIDAE	*Perioculodes cf. acuticoxa*	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007
PHOTIDAE	*Gammaropsis* sp.	✓	✓	-	Angsupanich et.al, 2006 and Ruensirikul et al., 2007
PHOTIDAE	*Photis longicaudata*	✓	✓	-	Angsupanich et.al, 2006 and Ruensirikul et al., 2007
	Photis sp.	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
	Unidentified	-	-	✓	Angsupanich and Kuwabara, 1995
TALITRIDAE	*Platochestia japonica*	✓	-	-	Ruensirikul et al., 2007

1.3 วัตถุประสงค์

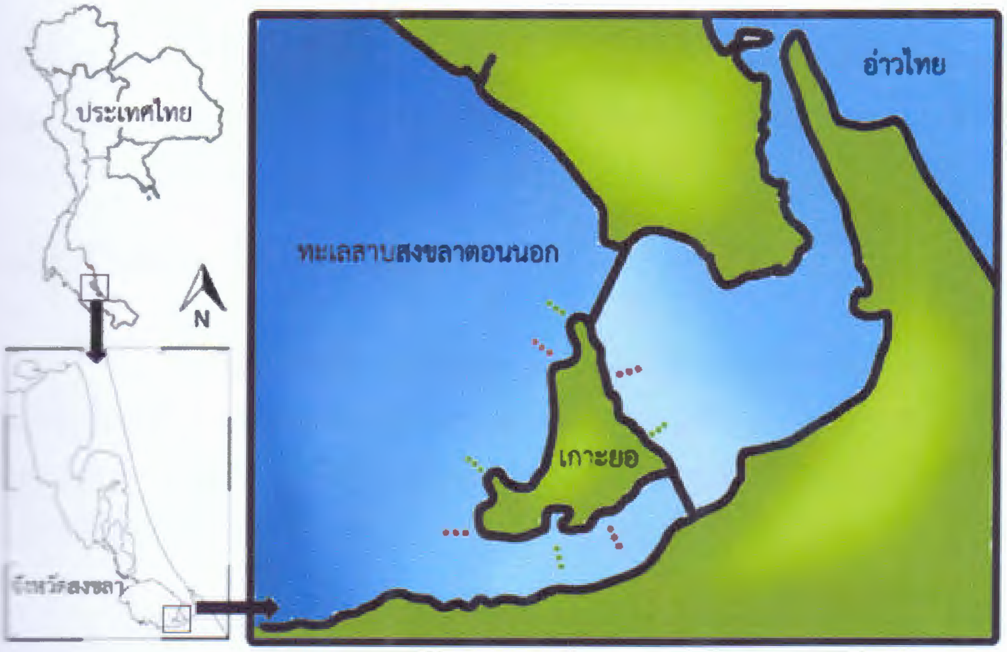
เปรียบเทียบชนิด ความหนาแน่น และการกระจายของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอก

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างแกมมาริดแอมฟิพอด บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก (เกาะยอ) อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา โดยกำหนดเป็นพื้นที่ธรรมชาติ หรือ บริเวณที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 12 สถานี และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 12 สถานี (รูปที่ 5) รวมจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 สถานี ครอบคลุมระยะจากแนวกระชัง 0, 100 และ 200 เมตร เก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System: GPS) โดยใช้เครื่องหาพิกัดบนพื้นโลกแบบมือถือ (GPS) ยี่ห้อ Garmin รุ่น GPSmap 62s Thai เพื่อช่วยในการค้นหาจุดตามที่กำหนดไว้



รูปที่ 5 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

หมายเหตุ : • จุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (จุดสีเขียว)

• จุดเก็บตัวอย่างบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (จุดสีแดง)

2.2 การศึกษาชนิด ความหนาแน่นและการกระจายของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด

เก็บตัวอย่างแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกทุกเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยใช้เครื่องตักตะกอนดิน Ekman's grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.04 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างดินตะกอนพื้นท้องทะเลสาบจำนวน 3 ซ้ำต่อสถานี ร่อนตัวอย่างด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 5, 1 และ 0.5 มิลลิเมตร และคงสภาพตัวอย่างทันทีด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 90 จากนั้นคัดแยกแกมมาริดแอมฟิพอดออกจากตะกอนดิน (sorting) ในห้องปฏิบัติการ และรักษาสภาพตัวอย่างในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 การระบุชนิดทำโดยศึกษาสัณฐานด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอเพื่อแยกชนิดจนถึงระดับชนิด และนับจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดในแต่ละสถานีของแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่างตาม Barnard and Karaman (1991) และ Ren and Andres (2012)

2.3 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ

วัดคุณภาพน้ำทุกสถานีที่เก็บตัวอย่างแกมมาริดแอมฟิพอด โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบพกพา ความเค็ม โดยอุปกรณ์วัดความเค็ม (refractometer) แบบพกพา ความเป็นกรด-ด่างโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) แบบพกพายี่ห้อ WTW รุ่น pHTestr20 และความขุ่นใสโดยใช้เซคิดิสก์ (secchi disk)

2.4 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพของตะกอนดิน

เก็บตัวอย่างตะกอนดินโดยใช้ Ekman grab ในบริเวณสถานีที่เก็บตัวอย่างแกมมาริดแอมฟิพอด โดยวัดความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) แบบพกพายี่ห้อ WTW รุ่น pHTestr 20 จากนั้นบรรจุตะกอนดินลงในถุงโพลีเอทิลีน (polyethylene) ก่อนจะนำไปศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ศึกษาขนาดอนุภาคของตะกอนดินด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง จัดกลุ่มอนุภาคของตะกอนดินโดยวิธีของ Wentworth (1922) (รูปที่ 6) จากนั้นคำนวณหาค่าร้อยละของอนุภาคดินชนิดต่างๆ ต่อน้ำหนักตะกอนดินทั้งหมด และวัดปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธีการเผา (loss on ignition) (Bale and Kenny, 2005) จากนั้นนำไปคำนวณหาร้อยละของปริมาณอินทรียวัตถุ (%Total Organic Matter: %TOM)

2.5 การวิเคราะห์สถิติ

2.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด ในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง

2.5.2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความมากชนิด (Margalef's index, D) (Margalef, 1951 อ้างใน Clarke and Warwick, 1994) ของแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$D = (S-1)/\log_2 N$$

กำหนดให้ D = Margalef's index
S = the number of species
N = the total number of individuals in the sample.

2.5.3 วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index, H) (Shannon and Weiner, 1949) ของแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง คำนวณโดยใช้สมการดังนี้

$$Hs = - \sum Pi \log Pi$$

กำหนดให้ Pi = จานวนตัวแต่ละชนิด/จานวนตัวทั้งหมดในสถานีเก็บตัวอย่าง
Log Pi = Natural log of Pi

2.5.4 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Eveness index, E_H) (Pielou, 1975) ของแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง คำนวณโดยใช้สมการดังนี้

$$E_H = Hs / \log_2 S$$

2.5.5 วิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดย t-test และวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเดือนโดย ANOVA โดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 16

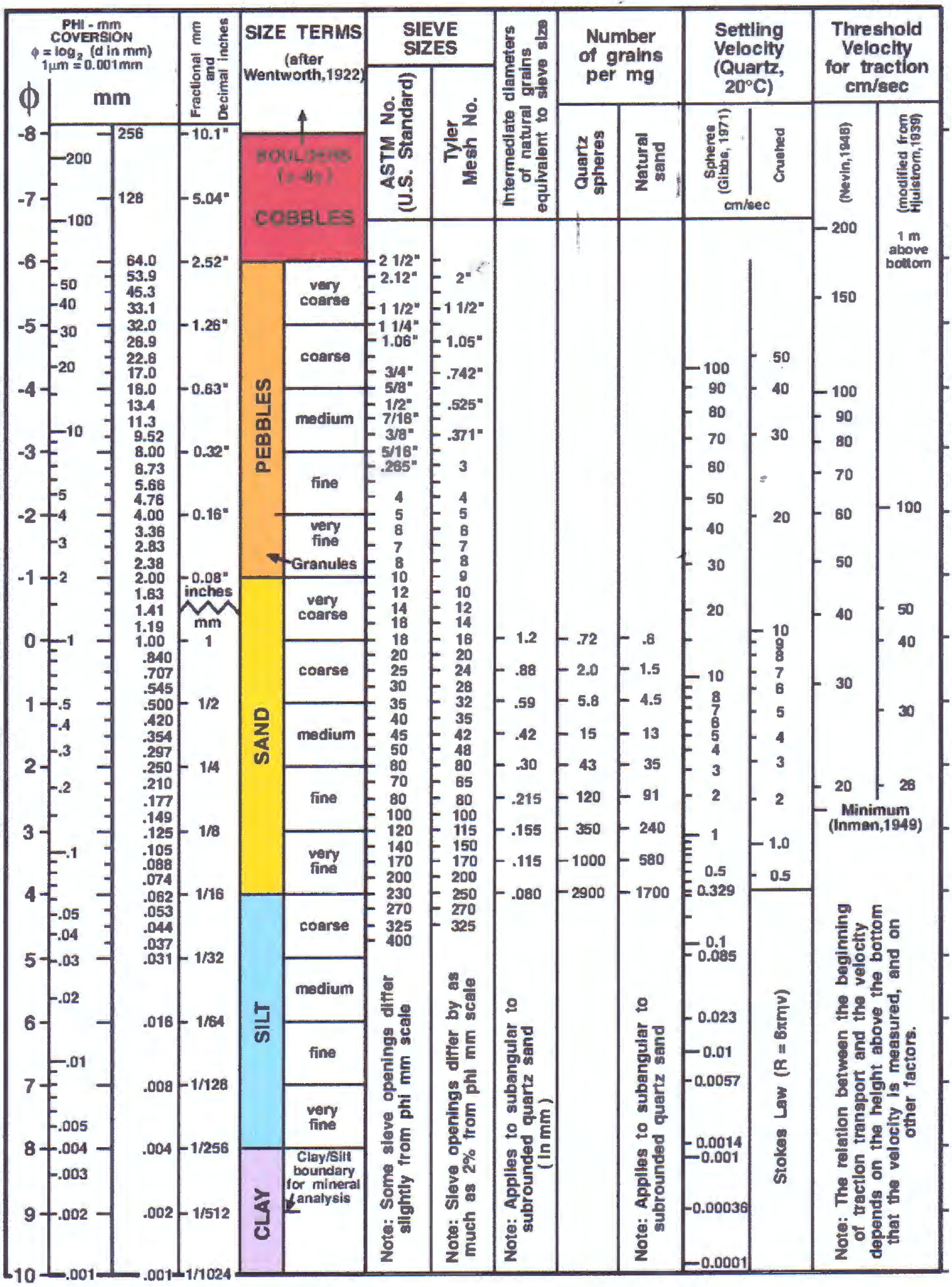
2.5.7 วิเคราะห์ความคล้ายคลึงของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด (ความหลากชนิดและความหนาแน่น) ปัจจัยทางกายภาพของดินตะกอน (ความเป็นกรด-ด่าง %sand %silt %clay และ%TOM) และปัจจัยทางกายภาพของน้ำ (อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง)

ระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยวิธีการจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) แบบ Group Average Linkage โดยแปลงค่าความชุกชุมด้วย log (X+1) ใช้การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงด้วยวิธี Bray-Curtis similarity index แสดงผลเป็นภาพ dendogram และกราฟสองมิติภายใต้การวิเคราะห์ Multi-Dimensional Scaling (MDS) โดยโปรแกรม PRIMER เวอร์ชั่น 5.0

2.5.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์แบบจัดอันดับด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) โดย Spearman (1904) อ้างในณัฐทิตา และประเสริฐ (2557) เพื่อหาความสัมพันธ์ของแกมมาริดแอมฟิพอดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อแกมมาริดแอมฟิพอด

2.5.9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonnical Correspondence Analysis: CCA) โดยใช้โปรแกรม MVSP เวอร์ชั่น 3.12d*

*หมายเหตุ โปรแกรม MVSP version 3.12d ดาวน์โหลดได้จาก http://www.kovcomp.com ซึ่งอนุญาตให้ใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย



รูปที่ 6 การจัดกลุ่มอนุภาคของตะกอนดินโดยวิธี Wentworth (1922)

บทที่ 3

ผลการศึกษา

3.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

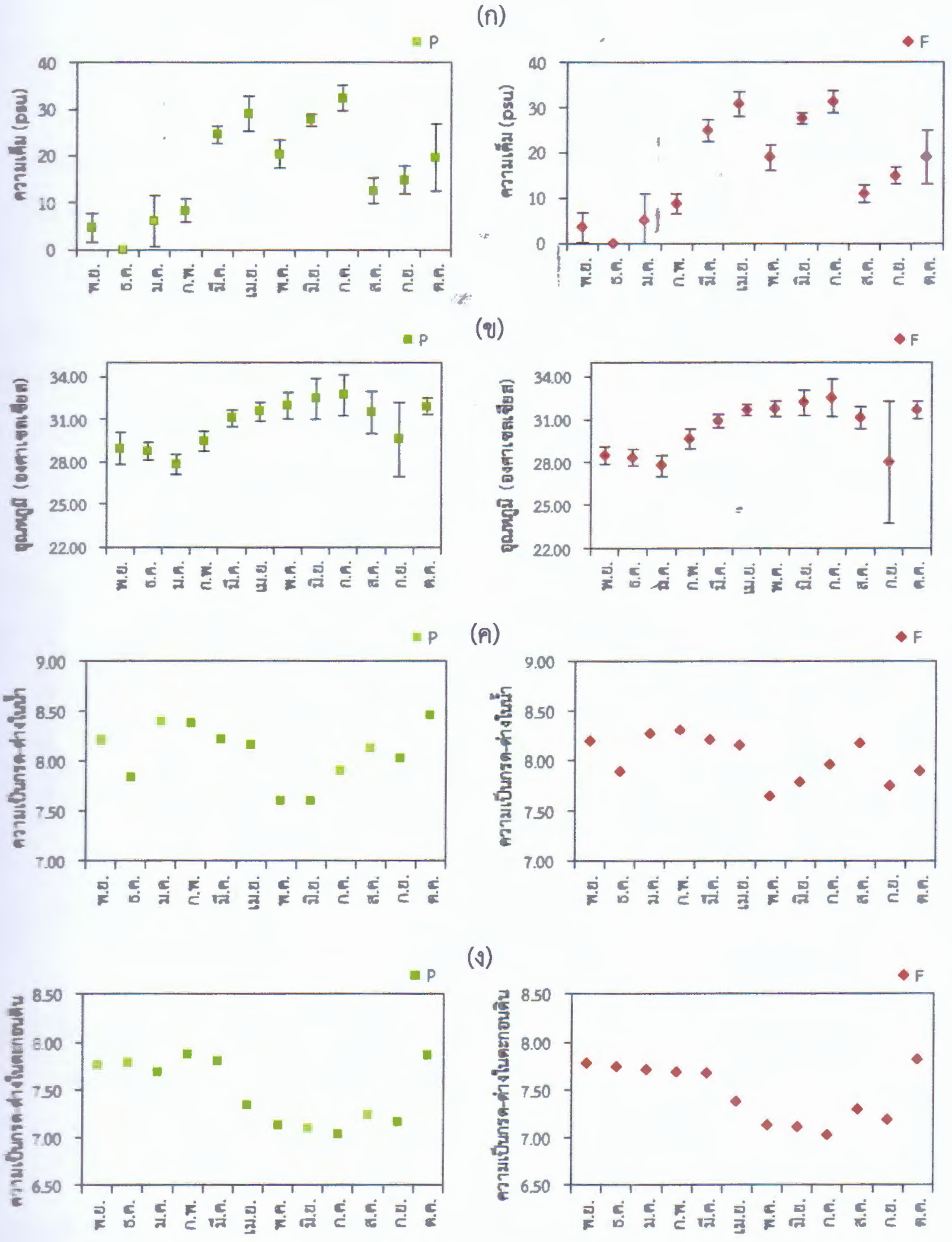
คุณภาพน้ำและตะกอนดิน บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างพารามิเตอร์ทั้ง 12 ครั้ง เป็นระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยได้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine areas) 12 สถานี ซึ่งประกอบด้วย ป่าชายเลน พื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquacultural areas) 12 สถานี สามารถแสดงข้อมูลของแต่ละเดือนสรุปได้ ดังนี้

3.1.1 คุณภาพน้ำ

ความเค็ม (salinity) ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันตามเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยมีค่าเฉลี่ยความเค็มต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 0 psu และมีค่าเฉลี่ยของความเค็มสูงสุดในเดือนกรกฎาคม เท่ากับ 32 ± 2.66 psu ทั้งนี้เดือนที่มีความผันแปรของความเค็มมากที่สุดคือเดือนตุลาคมและมีเพียงเดือนธันวาคมที่ความเค็มเท่ากันในทุกจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 7-ก)

อุณหภูมิ (temperature) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) 27.81 ± 0.70 ถึง 32.62 ± 1.39 องศาเซลเซียส โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมกราคม และค่าสูงสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคม (รูปที่ 7-ข)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 7.63 ถึง 8.34 (รูปที่ 7-ค)

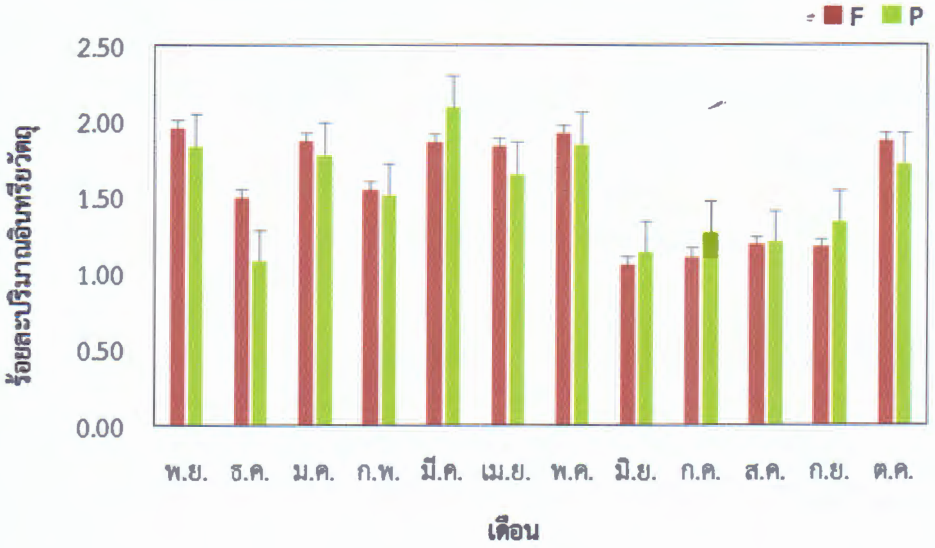


รูปที่ 7 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

3.1.2 คุณภาพตะกอนดิน

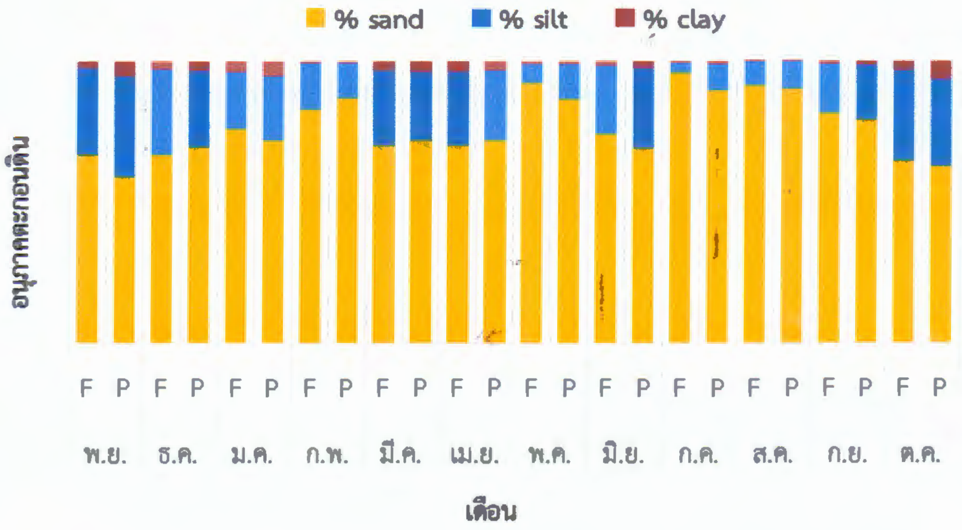
ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 7.03 ถึง 7.77 (รูปที่ 7-ง)

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (organic matter) ในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.53% ถึง 1.57% ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าสูงสุดอยู่ในเดือนมีนาคมของบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ โดยมีค่า 2.09% และมีค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายนบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีค่า 1.05% (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 ร้อยละของปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

การศึกษาองค์ประกอบของอนุภาคตะกอนทำให้พบว่าลักษณะเนื้อดินในแต่ละระยะมีความคล้ายคลึงกันในระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่าง องค์ประกอบหลักของตัวอย่างตะกอนทุกตัวอย่างเป็นอนุภาคดินทราย (%sand) (รูปที่ 9) ลักษณะเนื้อดินที่เก็บตัวอย่างได้ในแต่ละครั้ง มักเป็นดินทรายปนร่วน (Loamy Sand) (ตารางที่3)



รูปที่ 9 สัดส่วนขององค์ประกอบของอนุภาคเม็ดดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine areas: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage areas: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

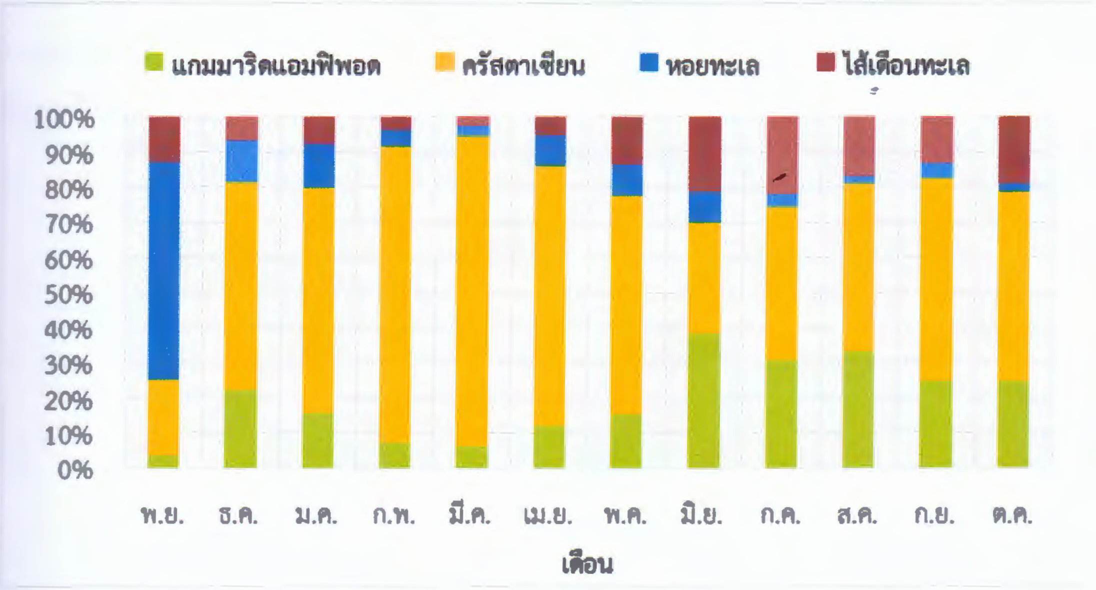
ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อดินบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine areas: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage areas: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

เดือน	พื้นที่ธรรมชาติ	บริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
พฤศจิกายน	sandy loam	sandy loam
ธันวาคม	loamy sand	sandy loam
มกราคม	loamy sand	loamy sand
กุมภาพันธ์	loamy sand	loamy sand
มีนาคม	loamy sand	sandy loam
เมษายน	sandy loam	sandy loam
พฤษภาคม	loamy sand	sand
มิถุนายน	loamy sand	loamy sand
กรกฎาคม	loamy sand, sand	sand
สิงหาคม	sand	sand
กันยายน	loamy sand	loamy sand
ตุลาคม	loamy sand	loamy sand

หมายเหตุ sandy loam=ดินทรายปนร่วน loamy sand=ดินร่วนปนทราย sand=ดินทราย

3.2 องค์ประกอบสัตว์พื้นทะเล

จากการศึกษาความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ พบว่า สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก แบ่งเป็นกลุ่มเด่น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มของครัสตาเซียน กลุ่มของหอยทะเล และกลุ่มของไส้เดือนทะเล โดยพบว่ากลุ่มของครัสตาเซียนมีค่าสัดส่วนสูงที่สุดในทุกฤดูกาล อยู่ระหว่างร้อยละ 21.68 ถึง 88.03 (5,066 ± 4,958 ตัว/ตารางเมตร) รองลงมา คือ กลุ่มของไส้เดือนทะเลร้อยละ 2.43 ถึง 21.82 (609 ± 176 ตัว/ตารางเมตร) และกลุ่มของหอยทะเลร้อยละ 2.08 ถึง 62.01 (869 ± 1,212 ตัว/ตารางเมตร) ยกเว้น ในเดือนพฤศจิกายนที่มีสัดส่วนของกลุ่มหอยทะเลสูงกว่ากลุ่มของครัสตาเซียน และมีแนวโน้มลดลงในเดือนอื่นๆ ส่วนไส้เดือนทะเลพบว่ามีสัดส่วนน้อยกว่าครัสเตเชียนทุกฤดูกาล (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 สัดส่วนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

3.3 ความหลากชนิด ความหนาแน่นของและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอด

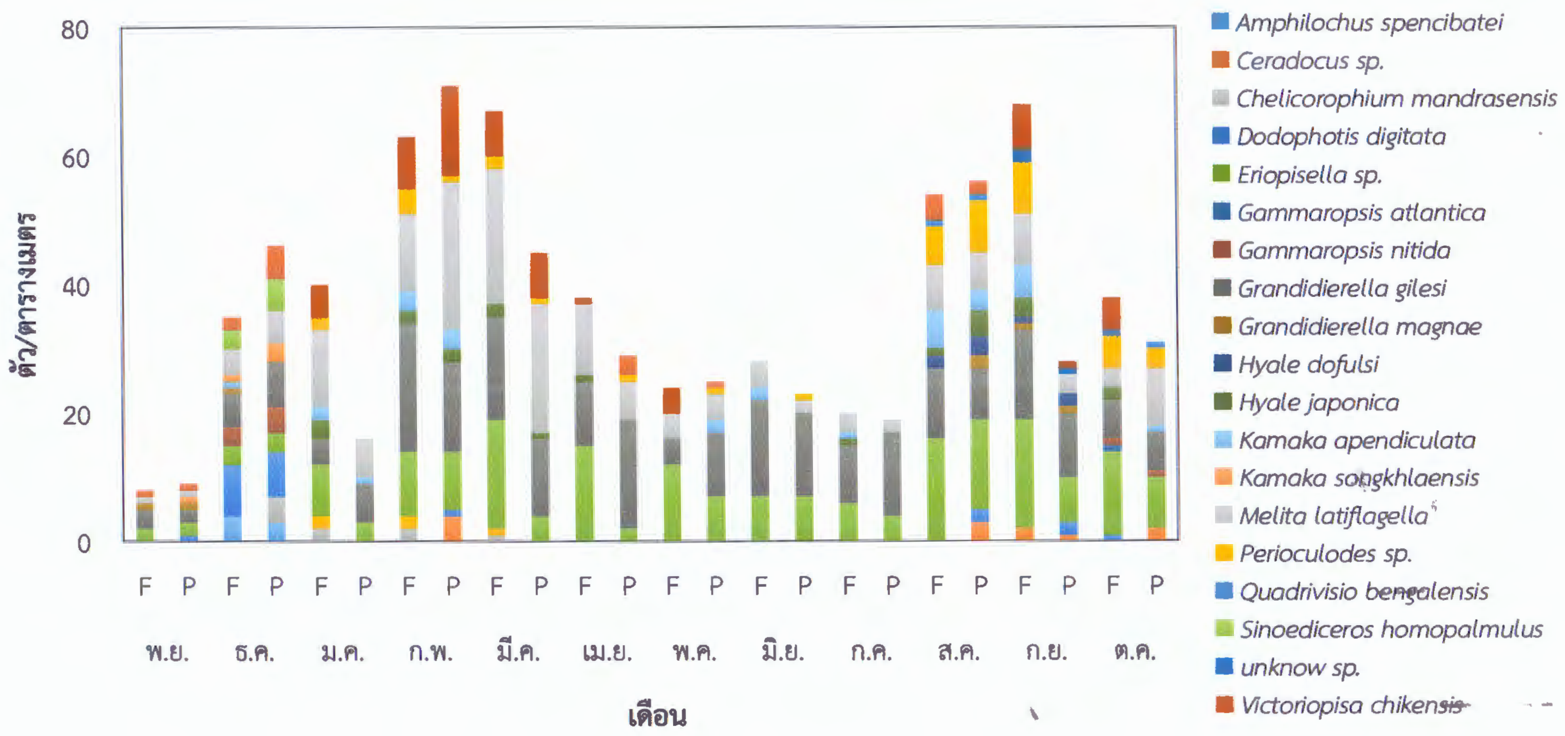
3.3.1 ความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอด

ความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 พบแกมมาริดแอมฟิพอดทั้งหมด 19 ชนิดจาก 10 วงศ์ (รูปที่ 11-12) เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนตุลาคมพบจำนวนชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดมากที่สุด (13 ชนิด) และเดือนกรกฎาคมพบจำนวนชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดน้อยที่สุด (6 ชนิด) (ตารางที่ 4)

แกมมาริดแอมฟิพอดชนิดเด่นที่ถูกเก็บตัวอย่างได้ทุกฤดูกาลและในทุกสถานี มี 3 ชนิด คือ *Grandidierella gilesi*, *Eriopisella* sp. และ *Melita latiflagella*

เมื่อวิเคราะห์ดัชนีความมากชนิด (Margalef's index) ของแกมมาริดแอมฟิพอด ในรอบปี พบว่า ดัชนีความมากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดสูงที่สุดบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงในเดือนธันวาคมมีค่าเท่ากับ 2.57 และมีความมากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดต่ำสุดบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับ 0.67 (รูปที่ 13)

ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) พบว่าสูงสุดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติในเดือนสิงหาคม (2.15) และต่ำสุดบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนพฤษภาคม (0.95) (รูปที่ 14) และจากการเปรียบเทียบค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Eveness index) พบว่าค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความใกล้เคียงกัน (รูปที่ 15)

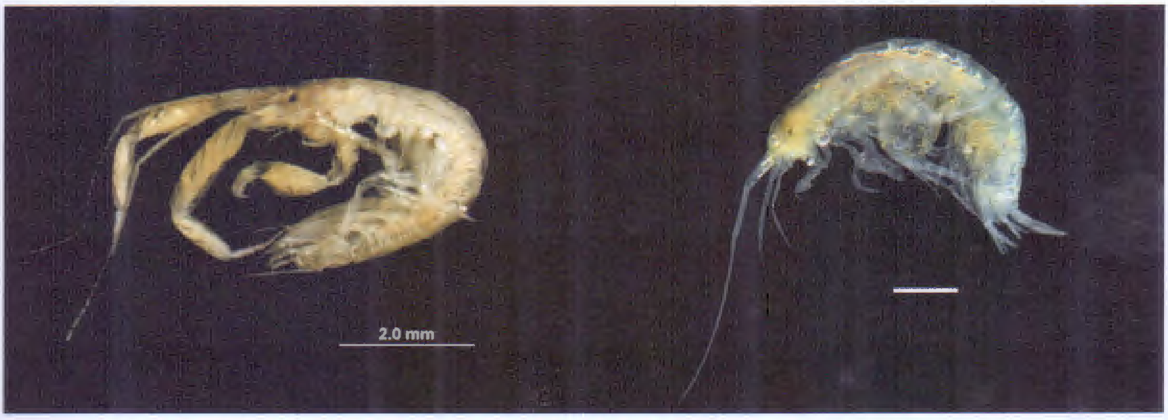


รูปที่ 11 องค์ประกอบชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

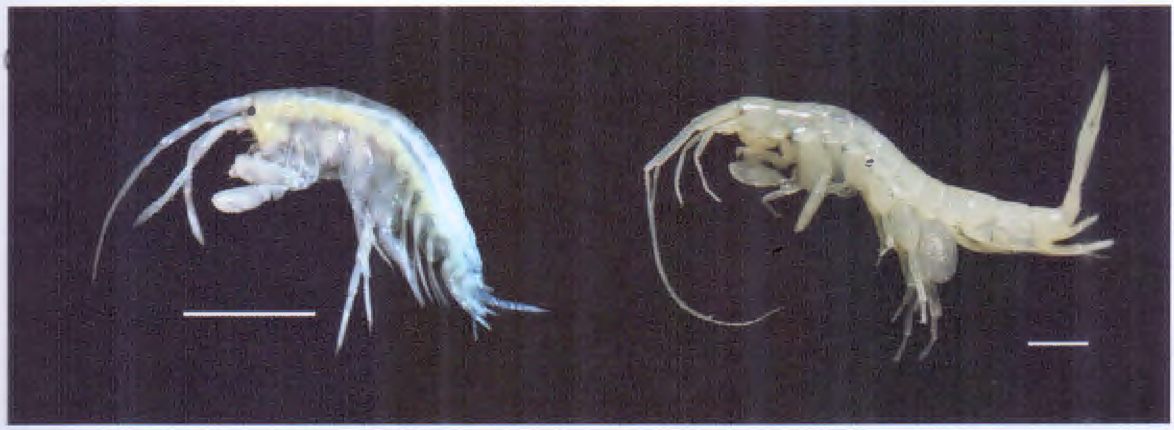
ตารางที่ 4 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยง-สัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี (ตัว/ตารางเมตร)

Family	Species	Months																							
		Nov		Dec		Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
AMPHILOCHIDAE	*Amphilochus spencibatei**	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	*Hourstirius japonica**	-	-	-	-	3	-	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	4	3	-	2	-
AORIDAE	*Grandidierella gilesi*	3	2	5	7	4	6	20	14	16	12	10	17	4	10	15	13	9	13	11	8	14	10	6	6
	Grandidierella megnae	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-
COROPHIIDAE	*Chelicorophium madrasensis*	-	-	-	4	2	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERIOPISIDAE	*Eriopisella sechellensis*	2	2	3	3	8	3	10	9	17	4	15	2	12	7	7	7	6	4	16	14	17	7	13	8
	Victoriopisa chilkensis	1	1	2	5	5	-	8	14	7	7	1	3	4	1	-	-	-	-	4	2	7	1	5	-
HYALIDAE	*Hyale dollfusi**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	1	2	-	-
KAMAKIDAE	*Kamaka appendiculata*	-	-	1	-	2	1	3	3	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	6	3	5	-	-	1
	Kamaka songkhlaensis	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAERIDAE	*Ceradocus adangensis*	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	-	2
	Quadrivisio bengalensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
MELITIDAE	*Melita latiflagella*	1	1	4	5	12	6	12	23	21	20	11	6	4	4	4	2	3	2	7	6	8	3	3	9
OEDICEROTIDAE	*Perioculodes* sp.	-	-	-	-	2	-	4	1	2	1	-	1	-	1	-	1	-	-	6	8	8	-	5	3
	Sinoediceros homopalmulus	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHOTIDAE	*Dodophotis digitata**	-	1	8	7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-
	Gammaropsis atlantica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	Gammaropsis nitida	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	unidentified	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	-	1

<u>หมายเหตุ</u> * แอมฟิพอดที่เป็นรายงานครั้งแรกของประเทศไทย



(ก) (ข)



(ข) (ค)

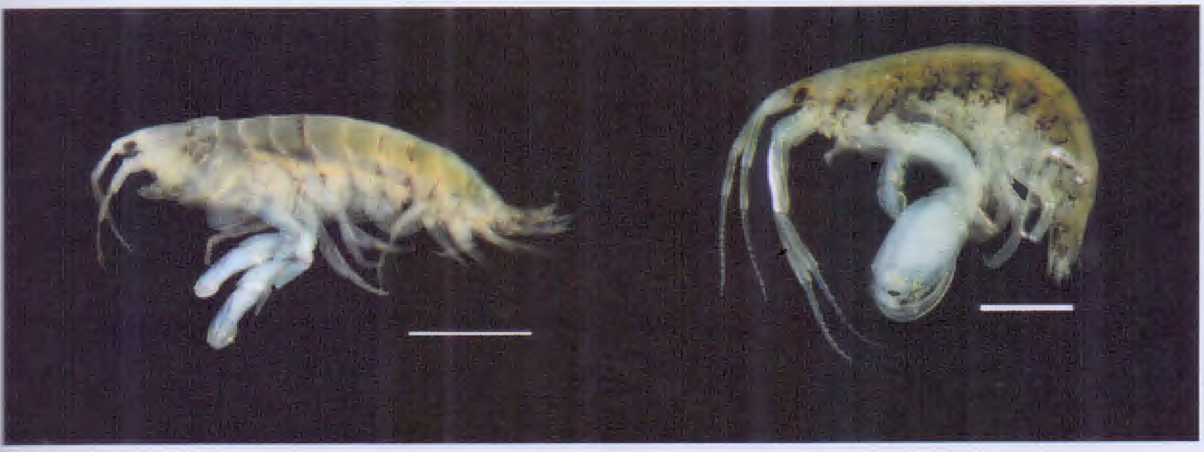
(ฅ) (ฆ)

รูปที่ 12 แกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

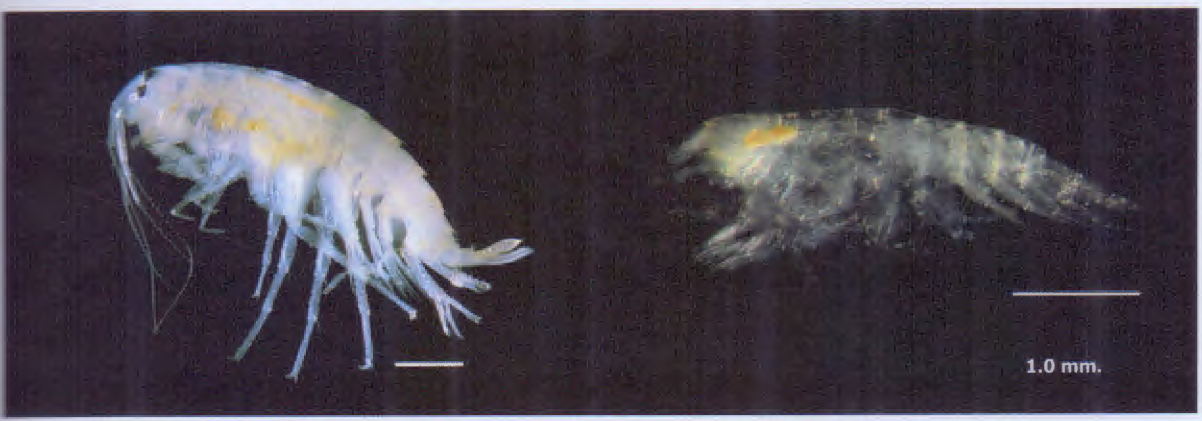
(ก) *Grandidierella gilesi* (ข) *Eriopisella* sp. (ค) *Melita latiflagella*

(ง) *Victoriopisa chikensis* (จ) *Hyale dollfusi* (ฉ) *Hourstirius japonica*

(ง) (จ)



(ฉ) (ช)



(ซ) (ฌ)

รูปที่ 12 แกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก (ต่อ)
(ง) *Kamaka appendiculata* (จ) *Kamaka songkhlaensis* (ฉ) *Dodophotis digitata*
(ช) *Gammaropsis atlantica* (ซ) *Quadrivisio bengalensis* (ฌ) *Sinoediceros homopalmulus*

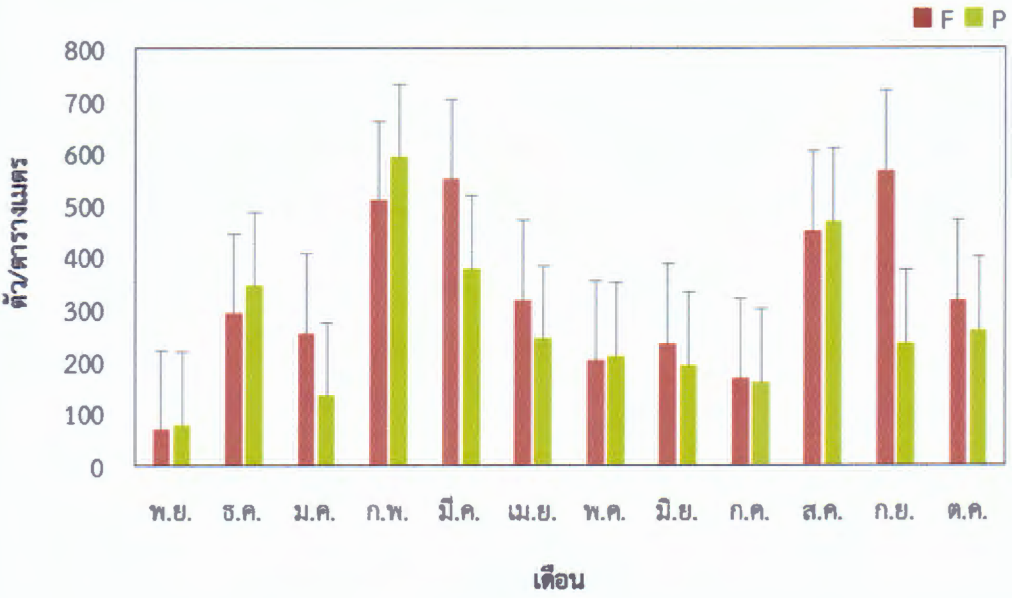
รูปที่ 13 ดัชนีความมากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี

รูปที่ 14 ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-wiener index) ของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี

รูปที่ 15 ดัชนีความสม่ำเสมอ (Eveness index) ของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี

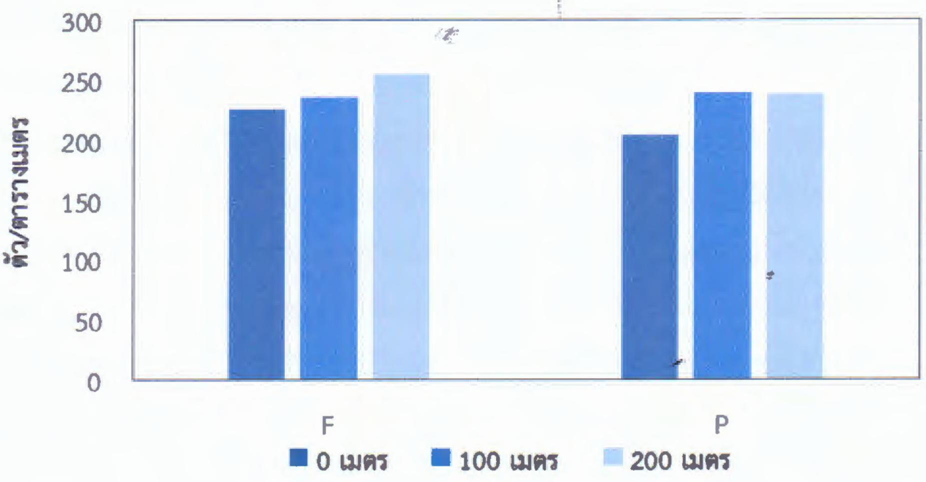
3.3.2 ความหนาแน่นและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอด

แกมมาริดแอมฟิพอดชนิดเด่นที่พบความหนาแน่นสูงสุดและมีการกระจายสูง คือ *Grandidierella gilesi* พบความหนาแน่น 95 ± 69 ตัว/ตารางเมตร รองลงมา คือ *Eriopisella* sp. พบความหนาแน่น 65 ± 44 ตัว/ตารางเมตร และ *Melita latiflagella* พบความหนาแน่น 61 ± 51 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้พบว่ามีความหนาแน่นมากในช่วงฤดูร้อน และมีความหนาแน่นลดลงในช่วงฤดูฝนตกชุก ส่วนชนิดที่พบความหนาแน่นน้อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้คือ *Gammaropsis atlantica, Quadrivisio bengalensis* และ *Sinoediceros homopalmulus* ซึ่งพบในบางเดือนและบางสถานีเท่านั้น เมื่อทำการเปรียบเทียบการกระจายระหว่างพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบปี พบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 283 ± 274 ตัว/ตารางเมตร ส่วนใน บริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่า 338 ± 317 ตัว/ตารางเมตร (รูปที่ 16) เมื่อทดสอบความแตกต่างของการกระจายของแกมมาริดแอมพิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



รูปที่ 16 การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

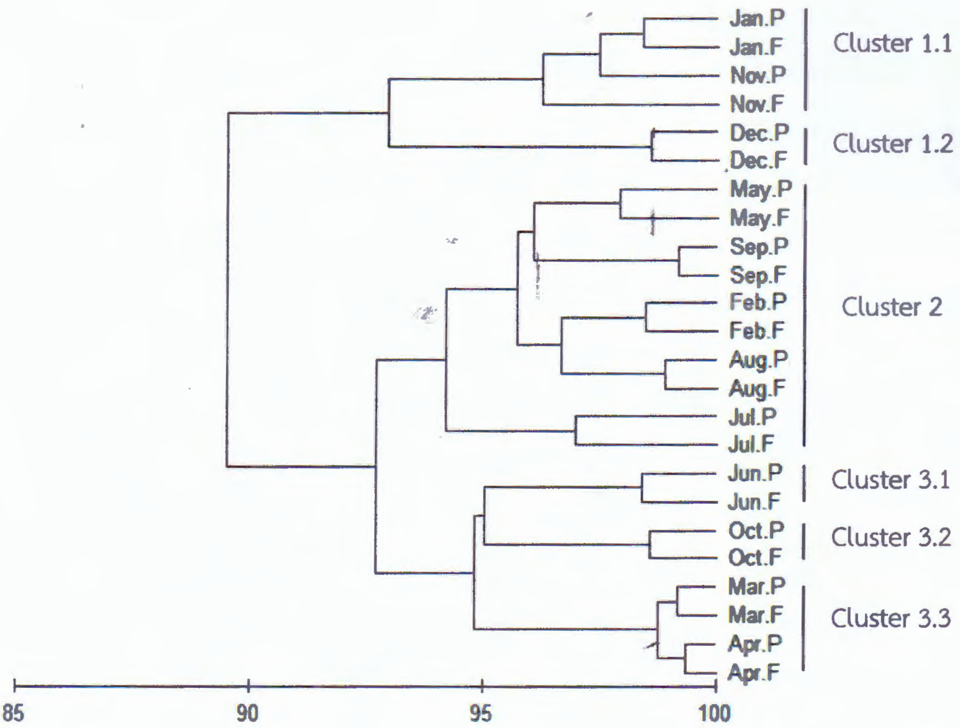
เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดตามระยะห่างจากกระชังที่ 0, 100 และ 200 เมตร พบว่าบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดมากขึ้นเมื่อห่างจากกระชัง 100 และ 200 เมตร ส่วนพื้นที่ธรรมชาติบริเวณพื้นที่ที่ห่างจากแนวกระชัง 0, 100 และ 200 เมตรมีการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดใกล้เคียงกัน (รูปที่ 17)



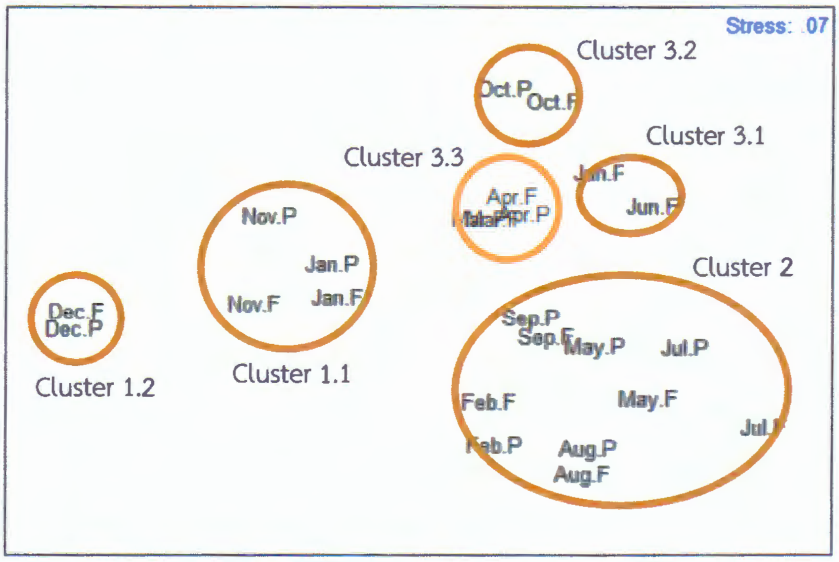
รูปที่ 17 การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยโปรแกรม MVSP เวอร์ชั่น 3.12d จากการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง พบว่า ความคล้ายคลึงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกันในระดับสูง (95.0%) (รูปที่ 18) ที่ระดับความคล้ายคลึงนี้สามารถแบ่งกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างได้ 3 กลุ่มหลัก โดยกลุ่มที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มที่ 1.1 (Cluster 1.1) พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนมกราคม และเดือนพฤศจิกายน (Jan.P, Jan.F, Nov.P และ Nov.F) และกลุ่มที่ 1.2 (Cluster 1.2) พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนธันวาคม (Dec.P, Dec.F) เป็นกลุ่มที่มีค่าความเค็มที่ 0 ถึง 6 พีพีที กลุ่มที่ 2 (Cluster 2) ได้แก่ พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนพฤษภาคม เดือนกันยายน เดือนกุมภาพันธ์ เดือนสิงหาคม และเดือนกรกฎาคม (May.P, May.F, Sep.P, Sep.F, Feb.P, Feb.F, Aug.P, Aug.F, Jul.P และJul.F) เป็นกลุ่มที่มีค่าความเค็มที่ 8 ถึง 32 พีพีที กลุ่ม 3 (Cluster 3) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มที่ 3.1 (Cluster 3.1) พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนมิถุนายน(Jun.P, Jun.F) กลุ่มที่ 3.2 (Cluster 3.2) พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนตุลาคม (Oct.P, Oct.F) เป็นกลุ่มที่มีค่า และกลุ่มที่ 3.3 (Cluster 3.3) พื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน (Mar.P, Apr.P, Mar.F และApr.F) เป็นกลุ่มที่มีค่าความเค็มที่ 19 ถึง 31 พีพีที และเมื่อเขียนออดิเนชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเป็นภาพ 2 มิติ (MDS) พบว่าในเชิงฤดูกาลมีความคล้ายคลึงกันสูง สามารถแบ่งได้ 6 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 95.0 % (รูปที่ 19)



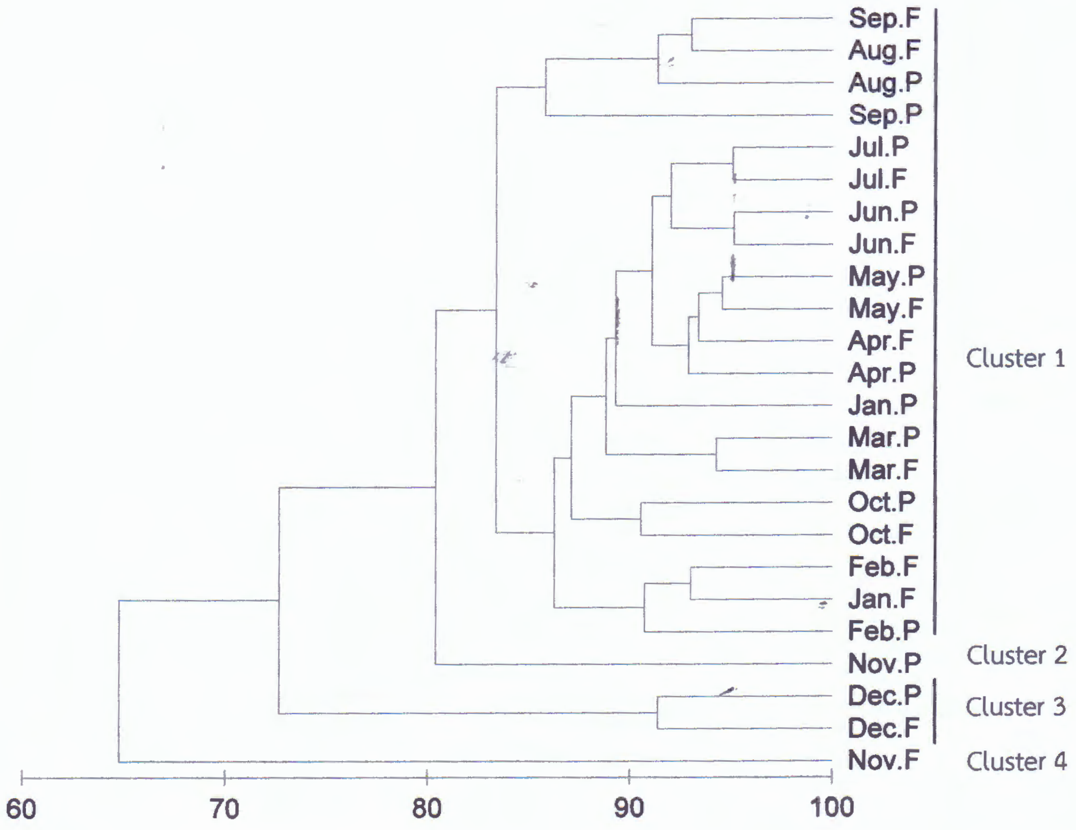
รูปที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี



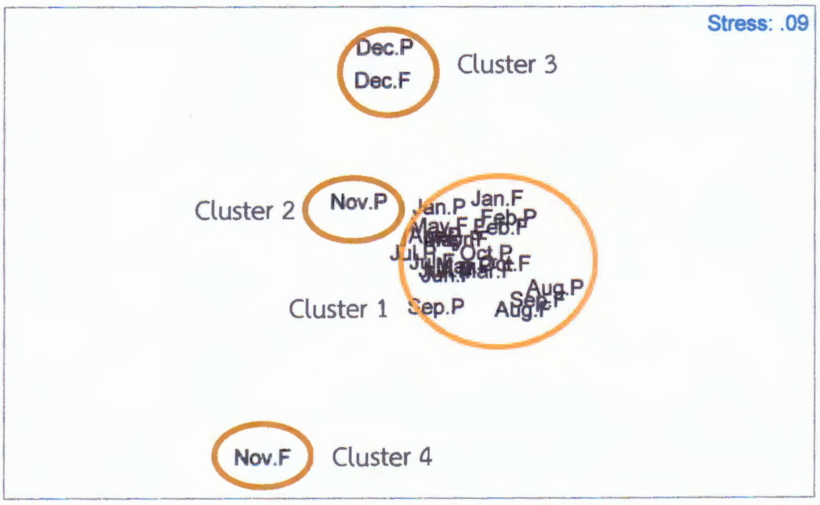
รูปที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกลุ่มของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ในรอบปี

วิเคราะห์ความคล้ายคลึงของแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างจุดเก็บตัวอย่างและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยโปรแกรม MVSP เวอร์ชั่น 3.2 จากการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของแกมมาริดแอมฟิพอดระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกันปานกลาง (80.0%) (รูปที่ 20) อย่างไรก็ตามที่ระดับความคล้ายคลึงนี้สามารถแบ่งกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างได้ 4 กลุ่มหลัก โดยกลุ่มที่ 1 (Cluster 1) ได้แก่ พื้นที่ธรรมชาติ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนกันยายน เดือนสิงหาคม เดือนกรกฎาคม เดือนมิถุนายน เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน เดือนมีนาคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมกราคม และเดือนตุลาคม (Jan.P, Jan.F, Feb.P, Feb.F. Mar.P, Mar.F, Apr.P, Apr.F, May.P May.F, Jun.P, Jun.F, Jul.P, Jul.F, Aug.P, Aug.F, Sep.P, Sep.F, Oct.P, Oct.F) เป็นกลุ่มที่พบแกมมาริดแอมฟิพอด 3 ถึง 12 ชนิด กลุ่มที่ 2 (Cluster 2) ได้แก่ พื้นที่ธรรมชาติเดือนพฤศจิกายน (Nov.P) เป็นกลุ่มที่พบแกมมาริดแอมฟิพอด 7 ชนิด กลุ่ม 3 (Cluster 3) ได้แก่ พื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนธันวาคม (Dec.P, Dec.F) เป็นกลุ่มที่พบแกมมาริดแอมฟิพอด 10 ถึง 11 ชนิด และกลุ่ม 4 (Cluster 4) ได้แก่ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเดือนพฤศจิกายน (Nov.F) เป็นกลุ่มที่พบแกมมาริดแอมฟิพอด 5 ชนิด และเมื่อเขียนออดิเนชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างเป็นภาพ 2 มิติ (MDS) พบว่าในเชิงฤดูกาลมีความคล้ายคลึงกันสูง สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 80.0 % (รูปที่ 21)

จากการวิเคราะห์ CCA พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดตามฤดูกาลบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ และบริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างในน้ำ ความเป็นกรด-ด่างในตะกอนดิน ความขุ่น อินทรียวัตถุ และอนุภาคตะกอนดิน โดยในพื้นที่ธรรมชาติแกนที่ 1 และแกนที่ 2 แสดงผลรวม 56.993% ค่า % Eigenvalues ของแกนที่ 1 เท่ากับ 0.361 มี ความเค็ม และความขุ่นเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติมากที่สุด โดยพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์น้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น *Amphilochus spencibatei, Dodophotis digitata, Gammaropsis nitida, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis* และ *Ceradocus adangensis* ที่พบว่ามีความชุกชุมมากในบริเวณที่มีค่าความเค็มและความขุ่นต่ำ (รูปที่ 22) ส่วนบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแกนที่ 1 และแกนที่ 2 แสดงผลรวม 57.382% ค่า % Eigenvalues ของแกนที่ 1 เท่ากับ 0.39 โดยมี ความเค็มเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด โดยพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์น้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น *Amphilochus spencibatei, Grandidierella magnae, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis* ที่พบว่ามีความชุกชุมมากในบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำ (รูปที่ 23)

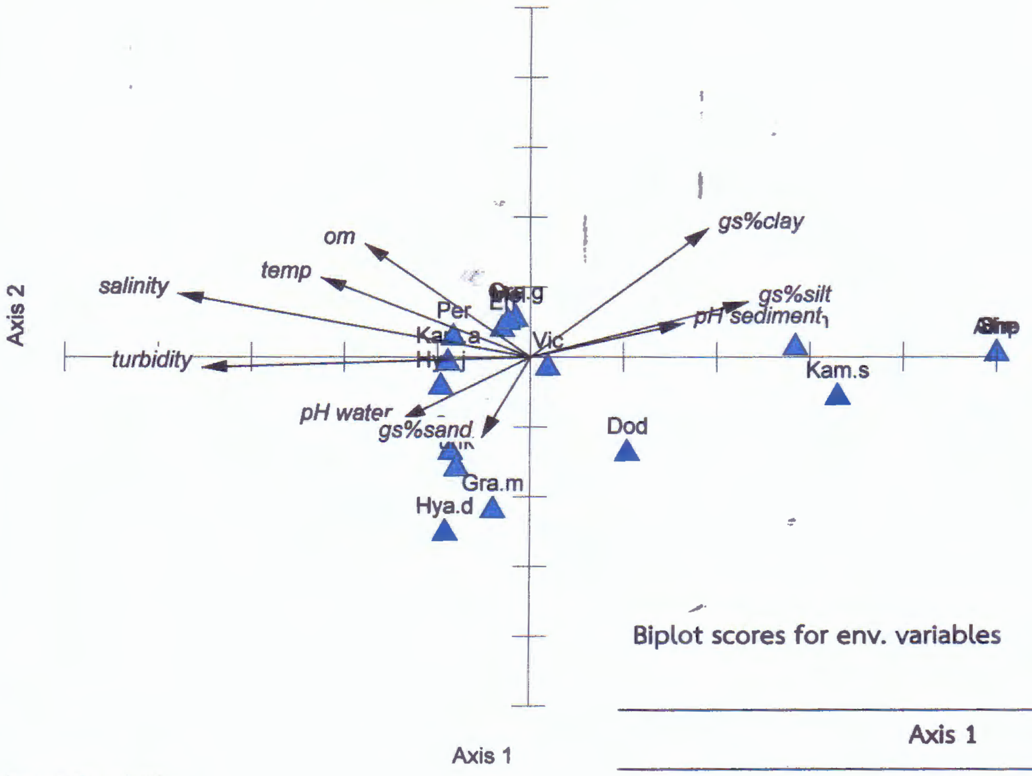


รูปที่ 20 ร้อยละความคล้ายคลึงของแกมมาริดแอมฟิพอดของสถานีที่เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี



รูปที่ 21 MDS แสดงการจัดกลุ่มของจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

CCA variable scores



Vector scaling: 2.16

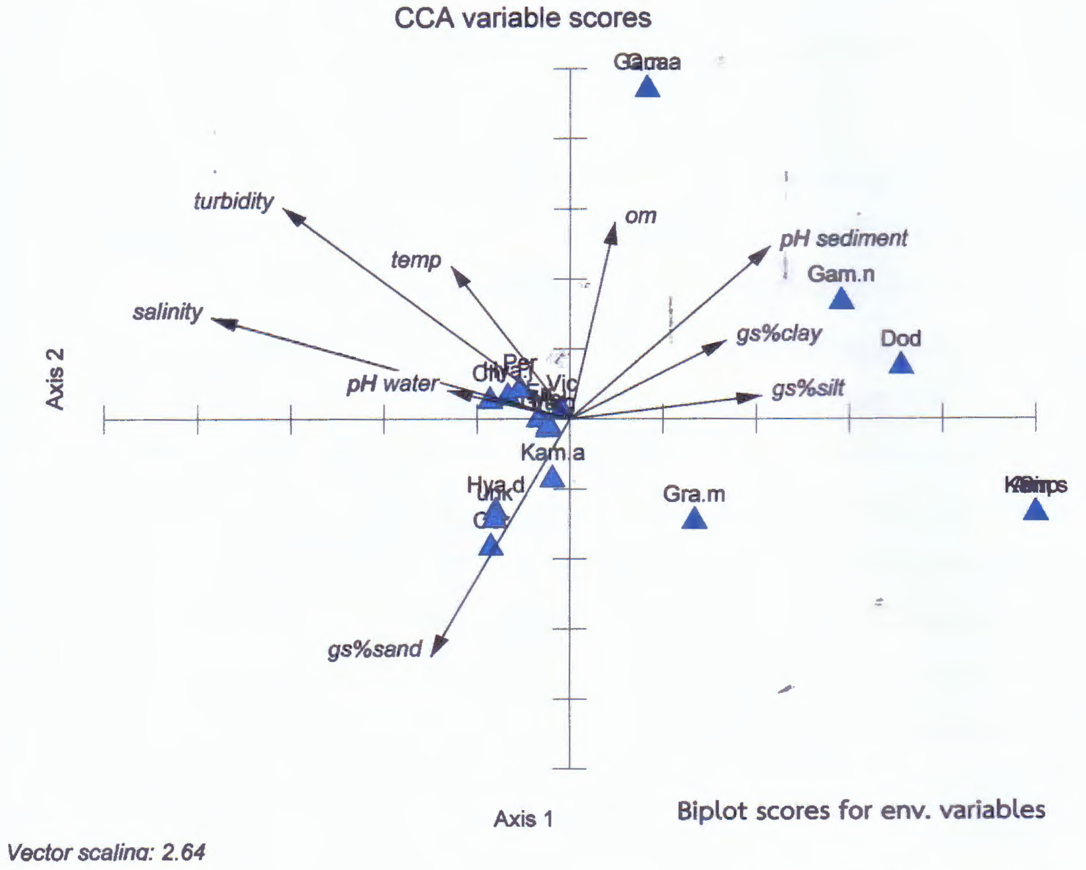
Eigenvalues

	Axis 1	Axis 2
Eigenvalues	0.361	0.051
Percentage	38.598	18.395
Cum. Percentage	38.598	56.993
Cum. Constr. Percentage	43.068	63.593
Spec. –env. correlations	0.997	0.919

Biplot scores for env. variables

	Axis 1	Axis 2
Salinity	-0.902	0.217
Temperature	-0.536	0.270
pH water	-0.331	-0.215
pH sediment	0.391	-0.034
Turbidity	-0.840	0.116
Organic matter	-0.424	0.386
%Sand	-0.123	-0.273
%Silt	0.555	0.188
%Clay	0.453	0.437

รูปที่ 22 CCA แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ (Pristine: P) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี



Biplot scores for env. variables

	Axis 1	Axis 2
Salinity	-0.803	0.301
Temperature	-0.267	0.455
pH water	-0.275	0.085
pH sediment	0.447	0.630
Turbidity	-0.644	0.514
Organic matter	0.100	0.585
%Sand	-0.311	-0.706
%Silt	0.429	0.069
%Clay	0.349	0.234

Eigenvalues

	Axis 1	Axis 2
Eigenvalues	0.390	0.203
Percentage	37.739	19.643
Cum. Percentage	37.739	57.382
Cum. Constr. Percentage	42.640	64.835
Spec. -env. correlations	0.994	0.998

รูปที่ 23 CCA แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish cage: F) ทะเลสาบสงขลาตอนนอกในรอบปี

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 16

จากปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมดจำนวน 9 ตัวแปร ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างในน้ำ ความเป็นกรด-ด่างในตะกอนดิน ความขุ่น อินทรีย์สารในดิน ขนาดตะกอนดิน (%sand, %silt, %clay) ซึ่งส่งผลต่อความหลากชนิดและความหนาแน่นของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอด มาหาความสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อหาปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ความหลากชนิดและความหนาแน่นของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดในแต่ละสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ภายใต้อิทิธิพลซึ่งกันและกัน นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis, EFA) โดยการสกัดองค์ประกอบหลักและหมุนแกนขององค์ประกอบแบบมุมฉากด้วยวิธี Vrimax ได้ค่า KMO (Kaiser Meyer Olkin) เท่ากับ 0.502 แสดงว่าทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากพอและมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์ EFA โดยการจัดองค์ประกอบ ได้กำหนดน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.4 พบว่า สามารถจัดได้จำนวน 4 องค์ประกอบ ซึ่งทั้ง 4 องค์ประกอบสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนสังเกตได้ร้อยละ 82.59 (ตารางที่ 5) จากการจัดองค์ประกอบได้กำหนดน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.40 พบว่าสามารถจัดได้จำนวน 4 องค์ประกอบซึ่งทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบมีตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความเค็ม อุณหภูมิ ความขุ่น %silt
องค์ประกอบที่ 2 อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างในน้ำ ความเป็นกรดด่างในตะกอนดิน
องค์ประกอบที่ 3 ขนาดตะกอนดิน (%sand, %silt, %clay)
องค์ประกอบที่ 4 อินทรีย์สารในดิน

เมื่อวิเคราะห์การถดถอยพหุ พบว่าองค์ประกอบส่งผลต่อความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดคือองค์ประกอบที่ 2 แสดงว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดมากที่สุดคือองค์ประกอบที่ 2 โดยมีค่าสมการดังนี้

“ความหลากชนิด = 7.083 - 0.636FAC1_1i **+ 1.430FAC2_1i** - 0.282FAC3_1i-0.432FAC4_1i”

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุ r = 0.655 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2 = 0.429) ค่า adjust R^2 = 0.308 แสดงว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 องค์ประกอบสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนของจำนวนชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดได้ร้อยละ 30.80 และเมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรพบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวที่สัมพันธ์กับความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด คือ ความเค็ม

ตารางที่ 5 น้ำหนักองค์ประกอบจากการหมุนแกนขององค์ประกอบแบบมุมฉากวิธี Varimax

	องค์ประกอบ	Factor loading	Eigenvalues	% Variance explained	Cumulative %
(1)	ความเค็ม	0.809	3.489	34.89	34.89
	อุณหภูมิ	0.811			
	ความขุ่น	0.874			
	%silt	-0.431			
(2)	อุณหภูมิ	-0.505	1.948	19.483	54.373
	กรด-ด่างในน้ำ	0.953			
	กรด-ด่างในตะกอนดิน	0.871			
(3)	%sand	-0.848	1.728	17.277	71.65
	%silt	0.821			
	%clay	0.808			
(4)	อินทรียวัตถุ	0.823	1.094	10.94	82.59

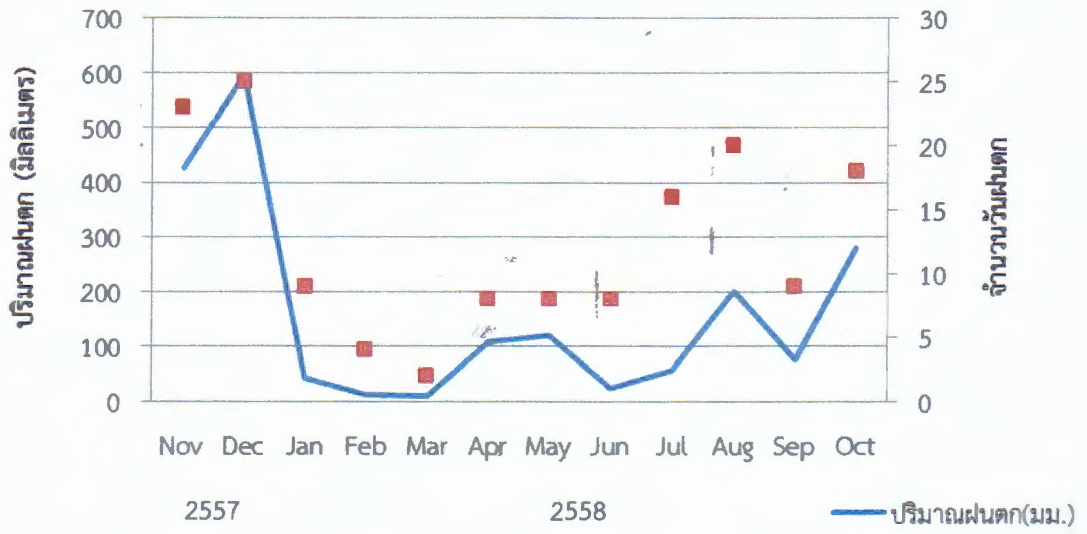
บทที่ 4

บทวิจารณ์ผลการศึกษา

4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ความเค็ม (salinity) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 0 psu และมีค่าสูงสุดที่ 32 psu ในเดือนกรกฎาคม ทั้งในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากในเดือนธันวาคมมีฝนตกหนาแน่นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีรายงานน้ำท่วมในหลายจังหวัดและน้ำป่าไหลหลากจากเทือกเขาบรรทัด (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2557) ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจัยที่ส่งผลหลักคือปริมาณน้ำท่า (surface runoff) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก จึงส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าจากทะเลหลวงและจากทะเลสาบตอนกลางมีมากไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก สอดคล้องกับการศึกษาของ สุนัน และปราโมทย์ (2548) ส่วนค่าเฉลี่ยของความเค็มสูงสุดในเดือนกรกฎาคมเนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้งมีการหนุนตัวของน้ำทะเลจากอ่าวไทย และจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงที่ไหลผ่านร่องน้ำทะเลสาบเข้ามา เกิดการไหลเวียนของกระเสน้ำทำให้มีการแพร่กระจายของน้ำเค็มทั่วทั้งทะเลสาบสงขลาตอนนอก ส่งผลให้สภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอกเค็มจัด (สุนันและปราโมทย์, 2548 และ สมบูรณ์, 2548) เมื่อเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ก็จะเห็นว่าในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน) มีค่าความเค็มที่สูงกว่าในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับปริมาณฝนตกในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งมีปริมาณสูงสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 และมีจำนวนวันฝนตกมากที่สุดคือ 23 วัน ในขณะที่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีปริมาณน้ำฝนน้อยคืออยู่ที่ 25.1 และ 55.9 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) (รูปที่ 24) และจากการศึกษาพบว่าในเดือนมกราคมกับเดือนตุลาคมค่าความเค็มมีการผันแปรสูงในรอบเดือน

อุณหภูมิ (temperature) บริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงและพื้นที่ธรรมชาติมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.00 ถึง 32.00 องศาเซลเซียส โดยพบอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทั้งบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ต่ำสุดในเดือนมกราคมผลมาจากอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบปริมาณฝนรวมทั้งเดือนสูงกว่าค่าปกติ 41 เปอร์เซ็นต์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) ส่วนค่าสูงสุดของอุณหภูมิอยู่ในเดือนกรกฎาคมทั้งบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่มีอากาศร้อน พื้นที่บางส่วนซึ่งพบว่ามีอุณหภูมิสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยวัดได้ในปีอื่นๆ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559)



รูปที่ 24 ปริมาณฝนตกระหว่างเดือน พ.ย. 2557 ถึงเดือน ต.ค. 2558 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำบริเวณพื้นที่พื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.63 ถึง 8.34 ส่วนค่าเฉลี่ยในตะกอนดินอยู่ในช่วง 7.03 ถึง 7.77 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละเดือน ซึ่งถือว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำและดินตะกอนในบริเวณทะเลสาบสงขลาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งค่าความเป็นกรด-ด่างควรมีค่าอยู่ในช่วง 7.5 ถึง 8.9 (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

องค์ประกอบของอนุภาคตะกอน (grain size) ในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความคล้ายคลึงกัน โดยมีสัดส่วนของดินทราย (%sand) มากกว่า 60% ในทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง สัดส่วน %sand : %silt : %clay อยู่ที่ 70 : 20 : 10 ลักษณะเนื้อดินทั้งสองพื้นที่ในรอบปีส่วนใหญ่เป็นดินทรายปนร่วน (Loamy Sand) และมีการเปลี่ยนแปลงในรอบปี คือ %clay มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฝนตกเพิ่มขึ้น ต่างจากการศึกษาของ จิระยุทธ์และคณะ (2550) ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบนหรือทะเลหลวง พบว่า %sand จะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฝนตกเพิ่มขึ้น

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (organic matter) ในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.07% ถึง 2.09% มีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม และสูงสุดในเดือนมีนาคม ส่วนในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.05% ถึง 1.95% มีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน และสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในรอบปีพบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าสูงสุดอยู่ในเดือนมีนาคมบริเวณพื้นที่ธรรมชาติ มีค่า 2.09% และมีค่าน้อยสุดในเดือนมิถุนายนบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่า 1.05% ซึ่งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนบอกถึงการสะสม

ของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Grall and Glemarec (1997) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Bay of Brest) กล่าวว่า อนุภาคตะกอนที่มีขนาดเล็กจะมีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากกว่าบริเวณที่มีอนุภาคตะกอนขนาดใหญ่

4.2 สัตว์หน้าดิน

ในการใช้สัตว์หน้าดินเป็นชีวดัชนีเพื่อชี้วัดคุณภาพของระบบนิเวศบริเวณปากแม่น้ำและระบบนิเวศชายฝั่ง วิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ทั่วไปคือสัดส่วนระหว่างจำนวนไส้เดือนทะเลกลุ่มที่ฉวยโอกาสที่มักพบเป็นกลุ่มเบิกนำ (opportunistic polychaete) และแกมมาริดแอมฟิพอด หรือใช้สัดส่วนของของครัสตาเชียน หอยทะเล และไส้เดือนทะเล (Dauvin and Ruellet, 2007) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ รัชนี (2552) เอกนรินทร์ (2552) ณิฏฐารัตน์ (2546) และวันวิวาห์ (2544) กล่าวไว้ว่า สัดส่วนสัตว์หน้าดินกลุ่มครัสตาเชียน : หอยทะเล : ไส้เดือนทะเล มีค่าประมาณ 2 : 1 : 3 เมื่อเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้พบว่า กลุ่มของครัสตาเชียนเป็นกลุ่มเด่น รองลงมาคือ กลุ่มหอยทะเล และกลุ่มของไส้เดือนทะเล ในสัดส่วน 3 : 1 : 2 เนื่องจากบริเวณที่ศึกษาเป็นบริเวณที่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำที่มีความผันแปรในรอบวันจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงของอ่าวไทย นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลจากน้ำท่าในช่วงฤดูฝนอีกด้วย (Pornpinatepong et al., 2006) และมีองค์ประกอบหลักของตะกอนดินเป็นทราย ทำให้มีการสะสมของอินทรียวัตถุในตะกอนดินน้อย จึงทำให้พบสัดส่วนของกลุ่มครัสตาเชียนมากกว่ากลุ่มอื่นๆ (Dauvin and Ruellet, 2007)

4.3 แกมมาริดแอมฟิพอด

พบแกมมาริดแอมฟิพอดทั้งสิ้น 19 ชนิดจาก 10 วงศ์ โดยพบในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากกว่าพื้นที่ธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 19 ชนิด 10 วงศ์ และ 17 ชนิด 10 วงศ์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากกว่าพื้นที่ธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 73.46 ± 6.8 ตัว/ตารางเมตร และ 68.69 ± 4.7 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของความหนาแน่นของแกมมาริดแอมพิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อศึกษาในรอบปีพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดบริเวณพื้นที่ธรรมชาติมีความหลากชนิดมากที่สุดในเดือนสิงหาคม ส่วนบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความหลากชนิดมากที่สุดในเดือนธันวาคม โดยพบน้อยตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคมทั้งสองพื้นที่ และเมื่อศึกษาที่ระยะ 0 เมตร 100 เมตร และ 200 เมตร พบว่าความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด เพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างออกไปจากกระชังเลี้ยงปลา แตกต่างกับพื้นที่ธรรมชาติที่พบความหลากชนิดน้อยในระยะ 0 เมตร และที่ระยะ 100 ถึง 200 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ

Fernandez-Gonzalez et al. (2013 และ2014) ที่ศึกษาบริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและพบว่าความหลากหลายและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลา จากการศึกษาครั้งนี้พบจำนวนของชนิดมากกว่าการศึกษาก่อนหน้าของ Angsupanich and Kuwabara (1995) Bussarawich (1985) จิระยุทธและคณะ (2550) และรัชนี (2552) และเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปากแม่น้ำ Cochin ประเทศอินเดียที่มีรายงานแกมมาริดแอมฟิพอดไว้เพียง 6 ชนิดจาก 5 วงศ์ (Nair et al., 1983) อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้มีการเก็บตัวอย่างจากทั้งพื้นที่ธรรมชาติและและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีแหล่งอาศัยย่อย (microhabitats) ที่แตกต่างกัน ในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบกระชังเครื่องมือประมงอื่นๆ เช่น ไซนั่ง โพงพางในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีสาหร่ายและสิ่งมีชีวิตเกาะติดมาเกาะจึงทำหน้าที่เสมือนปะการังเทียมที่เป็นแหล่งอาศัยและอาหารให้กับแกมมาริดแอมฟิพอด (Fernandez-Gonzalez et al. 2014) นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติยังประกอบด้วยป่าชายเลนบางจุดเก็บเป็นบริเวณร่องน้ำที่มีโคโลนีของหอยกะพงซึ่งมีความซับซ้อนของแหล่งอาศัยสูง และเอื้อให้พบความหลากชนิดของแอมฟิพอดได้มากกว่าบริเวณอื่น

แกมมาริดแอมฟิพอดกลุ่มเด่นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่พบความหนาแน่นสูงสุด คือ *Grandidierella gilesi* พบการแพร่กระจายหนาแน่นบริเวณะทะเลสาบสงขลาตอนนอกและตอนกลาง พบน้อยมากในทะเลสาบสงขลาตอนบน ลักษณะที่อยู่อาศัย พบในตะกอนแบบดินร่วนปนทราย ปนทรายแป้ง ปนกรวด หรือปนเปลือกหอย ก้อนหิน ผิวกระชัง หรือพืชน้ำ (เสาวภา และเอกนรินทร์, 2555) มีรายงานว่าแกมมาริดแอมฟิพอดสกุลนี้ สร้างท่อเป็นที่อยู่อาศัย ทนความเค็มในช่วงกว้างสามารถพบได้ทั้งบริเวณน้ำเค็มและน้ำกร่อย มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกรองกิน (Barnard et al., 1991) รองลงมาคือ *Eriopisella* sp., *Melita latiflagella* พบการแพร่กระจายหนาแน่นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก และตอนกลาง พบมากในตะกอนดินขนาดเล็ก ก้อนหิน ผิวกระชัง หรือพืชน้ำ (เสาวภา และเอกนรินทร์, 2555) ลักษณะที่อยู่อาศัย มีการฝังตัวอยู่ในตะกอนดินโดยตรง มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบครูดกิน

แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีอุปนิสัยแบ่งกลุ่มตามลักษณะการเลือกที่อยู่อาศัยตามการศึกษาของ Barnard (1970), Barnard (1976), De-la-Ossa-Carretero et al. (2012) และ Guerra et al. (2014) แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มคือ

1) Nestling คือ สร้างรังจากใบพืช สาหร่าย หรือเศษปะการังตาย ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่กินพืชหรือกินตะกอนแขวนลอยในน้ำ

2) Domicoly: อาศัยอยู่ในท่อโดยมีทั้งท่อที่สร้างเองจากเศษดิน ซากพืช และมูล หรือขุดท่อลงไปในตะกอน หรืออาศัยในท่อของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น ไส้เดือนทะเล หรือหอยสองฝา กลุ่มนี้บางชนิดจะมีการลดรูปขาเดินคู่ที่ 5-7 เพื่อให้สะดวกต่อการว่ายน้ำเข้าออกจากท่อ

3) Fossorail: เป็นกลุ่มที่ขุดรูโดยใช้ส่วนของ pereopod

4) Interstitial: กลุ่มที่อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอน

และเมื่อแบ่งกลุ่มแอมฟิพอดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ตามลักษณะการกินอาหาร พบว่า สามารถแบ่งได้ 5 กลุ่ม คือ Carnivorous, Deposit feeders, Filter feeders, Grazer และ Omnivorous แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่กินอินทรียสารเป็นหลัก รองลงมาเป็นกลุ่มกินพืชที่ครูดกินสาหร่ายบริเวณหน้าดิน (ตารางที่ 6)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าชนิด และความหนาแน่นของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกับบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากในบริเวณนี้มีการหมุนเวียนน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงตลอดเวลา ทำให้มีการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุน้อย อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของประชาคมแอมฟิพอดในรอบปีของทั้งสองพื้นที่ และค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener's index) และดัชนีความสม่ำเสมอ (Eveness index) ซึ่งมีค่าต่ำในช่วงเดือนพฤศจิกายนควรมีการเฝ้าระวังในช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากเมื่อมีน้ำจืดไหลลงมาในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมทำให้มีการเพิ่มปริมาณสารอาหารเข้ามาในระบบ ซึ่งเมื่อมีปริมาณสารอาหารสูงมากเกินไปอาจทำให้เกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นได้ เช่น ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2540 ที่เกิดการสะพรั่งของพืชน้ำทำให้ระบบขาดออกซิเจน และทำให้มีปลาตาย (Sompongchaikul, 2004) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ได้ทำแบบจำลองเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณรอบเกาะยอของ Nuntapong (2009) พบว่าบริเวณพื้นที่ชายฝั่งของเกาะยอ อำเภอสิงหนคร และอำเภอเมืองสงขลา เป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งในปัจจุบันพื้นที่นั้นกลายเป็นพื้นที่โฮมสเตย์ ซึ่งมีการสะสมของอินทรียสารจากกิจกรรมของมนุษย์ จึงยังควรมีการเฝ้าระวังโดยเฉพาะในช่วงฤดูน้ำหลากเช่นกัน

ตารางที่ 6 นิเวศวิทยาของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนนอก

วงศ์	สกุล/ชนิด	ทะเลสาบสงขลา			การกินอาหาร	พฤติกรรม
		ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนนอก		
AMPHILOCHIDAE	*Amphilochus spencibatei**	-	-	✓	D	Int.
	*Hourstirius japonica**	-	-	✓	D	Int.
AORIDAE	*Grandidierella gilesi*	✓	✓	✓	D,F	Dom.
	Grandidierella megnae	✓	-	✓	D,F	Dom.
COROPHIIDAE	*Chelicorophium madrasensis*	-	-	✓	D,F	Dom.
ERIOPISIDAE	*Eriopisella sechellensis*	-	-	✓	G	Nest.
	Victoriopisa chilkensis	✓	-	✓	G	Nest.
HYALIDAE	*Hyale dollfusi**	-	-	✓	G	Nest.
KAMAKIDAE	*Kamaka appendiculata*	-	✓	✓	F	Dom.
	Kamaka songkhlaensis	✓	✓	✓	F	Dom.
LILJEBORGIIDAE	*Idunella chilkensis*	-	-	✓	C	Nest.
MAERIDAE	*Quadrivisio bengalensis*	✓	-	✓	D	Nest.
MELITIDAE	*Melita latiflagella*	-	-	✓	O	Int.
OEDICEROTIDAE	*Perioculodes* sp.	-	-	✓	C,D	Nest.
	Sinoediceros homopalmulus	-	-	✓	C,D	Fos.
PHOTIDAE	*Dodophotis digitata**	-	-	✓	D	Dom.
	Gammaropsis atlantica	-	-	✓	D	Dom.
	Gammaropsis nitida	-	-	✓	D	Dom.
	Photis sp.	-	-	✓	D	Dom.
	Unidentified	-	-	✓	C,D	No data

<u>หมายเหตุ</u> Feeding: C: carnivorus, D: deposit feeders, F: filter feeders, G: grazer, O: omnivorous

Behaviour: Dom.: domicolous, Fos.: fossorail Int.: interstitial, Nest.: nestling

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2558 พบว่า ค่าคุณภาพน้ำทั้งสองพื้นที่ไม่แตกต่างกัน ค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลาอยู่ในช่วง 0 ถึง 32 psu โดยในฤดูฝนน้ำหลากในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 น้ำมีความเค็ม 0 psu ในขณะที่ช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 น้ำมีความเค็มสูงที่สุด 32 psu ซึ่งระดับความเค็มมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความแรงของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงจากอ่าวไทย ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูน้ำหลากมีค่า 27 องศาเซลเซียส ในขณะที่ฤดูร้อนมีค่า 32 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามบางบริเวณที่มีน้ำตื้นมากๆ อุณหภูมิของน้ำสูงถึง 35 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในแต่ละพื้นที่และแต่ละฤดูกาลมีความผันแปรอยู่ระหว่าง 7.63 ถึง 8.34

ผลการศึกษาคุณภาพตะกอนดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายปนร่วน (sandyloam) มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีเล็กน้อย ในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำลักษณะเนื้อดินมีดินทราย (%sand) เป็นองค์ประกอบหลัก และมีสัดส่วนของทรายแป้ง (%silt) เพิ่มขึ้นในฤดูฝน ค่าเฉลี่ยอินทรีย์คาร์บอนพบว่ามีค่าสูงที่ระยะใกล้กับฝั่ง (0 เมตร) และมีแนวโน้มลดต่ำลงตามระยะห่างจากฝั่ง 100 ถึง 200 เมตร โดยที่ค่าเฉลี่ยอินทรีย์คาร์บอนในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละพื้นที่และแต่ละระยะมีค่าที่ใกล้เคียงกันและเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยในแต่ละเดือน มีค่าอยู่ในช่วง 7.03 ถึง 7.77

5.2 องค์ประกอบสัตว์พื้นทะเล

สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นกลุ่มครัสตาเชียนสูงสุดในเกือบทุกเดือน รองลงมาเป็นกลุ่มของหอยทะเลและไส้เดือนทะเล ในสัดส่วน 3 : 2 : 1 ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายนที่พบกลุ่มของหอยทะเลเป็นกลุ่มเด่น

5.3 ความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอด

แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในพื้นที่ธรรมชาติพบ 17 ชนิด จาก 10 วงศ์ และบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีทั้งหมด 19 ชนิด จาก 10 วงศ์ ชนิดเด่นที่พบในทั้งสองพื้นที่ คือ *Grandidierella gilesi, Eriopisella* sp., *Melita latiflagella* ซึ่งพบว่าชนิดเด่นทั้งสองพื้นที่ไม่แตกต่างกัน และพบว่ามีบางชนิดที่พบเพียงในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือ *Gammaropsis atlantic* และ *Quadrivisio bengalensis* เมื่อทดสอบความแตกต่างของความหลากหลายและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดของสองพื้นที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis: EFA) พบว่าความเค็มเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์การถดถอยพหุพบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างในน้ำ และความเป็นกรด-ด่างในตะกอนดิน แต่เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรพบว่า ความเค็มเป็นปัจจัยเดียวที่สัมพันธ์กับความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอด และจากการวิเคราะห์ (Canonnical correspondence analysis: CCA) พบว่า ความเค็ม และความขุ่นเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติมากที่สุด โดยพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดส่วนใหญ่มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ดี มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีการกระจายสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น *Amphilochus spencibatei, Dodophotis digitata, Gammaropsis nitida, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis* และ *Ceradocus adangensis* ที่พบว่ามีความชุกชุมมากในบริเวณที่มีค่าความเค็มและความขุ่นต่ำ เช่นเดียวกันกับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบว่า ความเค็มเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณนี้มากที่สุด โดยพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์น้อยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น *Amphilochus spencibatei, Grandidierella magnae, Sinoediceros homopalmulus, Kamaka songkhlaensis*

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พอจะสรุปเป็นข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาและบริเวณอื่นๆที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้เกิดความเหมาะสม เพื่อให้แหล่งน้ำมีความสมบูรณ์ตามธรรมชาติและมีการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

1. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพน้ำและคุณภาพตะกอนดินบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ สัดส่วนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่พบว่ากลุ่มของครัสตาเชียนเป็นกลุ่มเด่นและควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดและบทบาทในระบบนิเวศ (function) เพื่อที่จะนำมาอธิบายผลกระทบแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ในการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา นอกจากการเก็บคุณภาพน้ำและตะกอนดินแล้ว พบว่าควรจะมีการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ โดยเฉพาะพลวัตรของสารอาหารในระบบ การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ของสารอาหารไม่ว่าจะเป็นแอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสเฟต ตามฤดูกาล เพื่อที่จะสามารถประเมินลักษณะของระบบนิเวศในบริเวณนี้และสามารถเฝ้าระวังการเกิดน้ำเน่าเสีย ปลาตายในช่วงฤดูน้ำหลากได้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมประมง. 2553. โครงการฟื้นฟูทรัพยากรประมงในทะเลสาบสงขลา. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.sklonline.com/ สืบค้นเมื่อ วันที่ 28 มีนาคม 2557.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. รายงานอุตุนิยมวิทยาปี 2557. กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. รายงานอุตุนิยมวิทยาปี 2558. กรุงเทพฯ.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล เสาวภา อังสุภานิช และอมรรัตน์ พงศ์ดารา. 2550. ความชุกชุมและความหลากหลายของแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาตอนบน (ทะเลหลวง) วารสารสงขลานครินทร์ วารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29: 1225–1249.

ณิฎฐารัตน์ ปภาวิทธิ์. 2546. การใช้ไส้เดือนทะเลเป็นดัชนีประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. การประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เรื่อง การจัดการมลภาวะชายฝั่งทะเลแบบบูรณาการ 5-6 สิงหาคม. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 124-133.

ณัฐทิตา โรจนประศาสน์ และประเสริฐ ทองหนูนุ้ย. 2557. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 538 หน้า.

ทวีวงศ์ ศรีบุรี. 2538. การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : บริษัท มายด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.

นิคม ละอองศิริวงศ์ ภาสกร ถมพลกรัง ลักขณา ละอองศิริวงศ์ และทองเพชร สันบูกา. 2547. ยูโทรฟิเคชัน : ผลกระทบต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 40 หน้า .

นิคม ละอองศิริวงศ์ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับตะกอนดินและสาเหตุการตายของปลากะพงขาวในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 36 หน้า.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ สุชาติ วิเชียรสรรค์ และสุจิตรา กระบวนรัตน์. 2520. การศึกษาชนิดและปริมาณเบนโทสในทะเลสาบสงขลา. รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการประจำปี 2520. สถานีประมง จังหวัดสงขลา กรมประมง. หน้า 312-330.

รัชนี พุทธปรีชา. 2552. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลักขณา ละอองศิริวงศ์. 2551. การแลกเปลี่ยนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และออกซิเจนระหว่างน้ำและตะกอนดินในรอบปี และผลกระทบต่อการเลี้ยงปลากะพงขาว (*Lates calicarifer*) ในกระชังบริเวณเกาะยอ ทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 104 หน้า.

วันวิวาห์ วิชิตวรคุณ. 2544. สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 173 หน้า.

สุนัน ผาสุก และ ปราโมทย์ โศจิศุภร. 2548. การประยุกต์แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับการไหลเวียนของน้ำและการแพร่กระจายความเค็มในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T). 2: 111-130.

สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดสงขลา. 2552. รายงานประจำปี 2552. กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 2557. ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.rsgis.psu.ac.th/ สืบค้นเมื่อ วันที่ 27 พฤษภาคม 2559.

เสาวภา อังสุภานิช สุทิน สมศักดิ์ และจุฑาทิพย์ พร้อมมูล. 2546. องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลากดหัวอ่อน *Osteogeneiosus militaris* (Linnaeus, 1978) และปลากดหัวแข็ง *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) ในทะเลสาบสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ วารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27 (ฉบับพิเศษ 1): 391-402.

เสาวภา อังสุภานิช อำนาจ ศิริเพชรและมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์. 2548. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารสงขลานครินทร์ วารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27 (ฉบับพิเศษ 1): 356-390.

เสาวภา อังสุภานิช และเอกนรินทร์ รอดเจริญ. 2555. พรรณสัตว์พื้นใต้น้ำกลุ่มครัสตาซียน: ออสตราคอด แอมฟิพอด ไอโซพอด และทาไนดาเซียนในทะเลสาบสงขลา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 160 หน้า.

อังสุนีย์ ชุณหปราณ และชัชวาล อินทรมนตรี. 2541. กุ้ง-สัตว์น้ำเศรษฐกิจของทะเลสาบสงขลา. วารสารการประมง. 51: 457-461.

เอกนรินทร์ รอดเจริญ. 2552. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณเกาะหนู จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Angsupanich, S. and Kuwabara, R. 1995. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkla, a brackish lake in southern Thailand. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 1: 115–125.

Angsupanich, S., Chiayvareesajja, S. and Chandumpai, A. 1999. Stomach contents of the banana prawns (*Penaeus indicus* and *P. merguiensis*) in Tammalang Bay, Southern Thailand, Asian Fisheries Science 12(3): 257-265.

Angsupanich, S., Siripech A. and Charoenpornthip, M. 2006. Macrobenthic fauna community in the Middle Songkhla Lake, Southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology 27 (Suppl. 1), 365-390.

Ariyama, H., Angsupanich, S. and Rodcharoen, E. 2010. Two new species of the genus Kamaka (Crustace: Amphipoda: Kamakidae) from the Songkla Lagoon, southern Thailand Zootaxa. 2404, 55–68.

Bale, A.J. and Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterization. In: Elefhtheriou, A. and McIntyre, A. (eds). Methods for the study of marine benthos. Blackwell Science, Oxford.

Barnard, J.L. 1970. Sublittoral Gammaridea (Amphipoda) of the Hawaiian Islands. Smithsonian Contributions to Zoology 13. 1-286, 180 figs.

Barnard, J.L. 1976. Amphipoda (Crustacea) from the Indo-Pacific tropics: a review. Micronesica 12: 169-181.

Barnard, J.L. and Karaman, G.S. 1991. The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda (Except marine Gammaroids). Record of the Australian Museum. Supplement 13 (Part 1). Australia: Love computer Typesetting Pty Ltd. 419 p.

Barnard, J.L., Sandved, K. and Thomas, J.D. 1991. Tube-building behavior in *Grandidierella,* and two species of *Cerapus.* Hydrobiologia. 223:239-254.

Barne, D.R. 1987. Invertebrate Zoology. Fifth Edition. Florida: Saunder College publishing.

Bellan-Santini, D. 1980. Relationship between populations of amphipods and pollution. Marine Pollution Bulletin 11, 224-227.

Boon, A.R., Gittenberger, A., and van Loon, W.M.G.M. (2011). Review of marine benthic indicators and metrics for the WFD and design of an optimized BEQI. Deltares. Water Framework Directive of Netherlands.

Bussarawich, S. 1985. Gammaridean Amphipoda from mangroves in southern Thailand. Fifth Seminar on Mangrove Ecosystems. Phuket, Thailand, 26-29 July, 1–17.

Cesar, A., Marin, A., Marin-Guirao, L. and Vita, R. 2004. Amphipod and sea urchin test to assess the toxicity of Mediterranean sediments: the case of Portman Bay. Scientia Marina. 68(Suppl.1): 205-213.

Chilton, C. 1925. Zoological results of a tour in the Far East. The Amphipoda of Talé Sap. Memoirs of the Asiatic Society of Bengal. 6:531–539.

Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities; an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory. 144 pp.

Dauvin, J.C. and Ruellet, T. 2007. Polychaete/amphipod ratio revisited. Marine Pollution Bulletin. 55:215-224.

De-la-Ossa-Carretero J.A., Del-Pilar-Ruso Y., Giménez- Casalduero F., Sánchez Lizaso J.L. and Dauvin J.C. 2012. Sensitivity of amphipods to sewage pollution. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 96: 129–138.

Fernandez-Gonzalez, V., Aguado-Giménez, F., Gairin, J. I. and Sanchez-Jerez P. 2013. Exploring patterns of variation in amphipod assemblages at multiple spatial scales: natural variability versus coastal aquaculture effect. Aquaculture Environment Interactions. 3:93-105.

Fernandez-Gonzalez, V., Fernandez-Jover, D., Toledo-Guedes, K., Valero-Rodriguez, J.M. and Sanchez-Jerez, P. 2014. Nocturnal planktonic assemblages of amphipods vary due to the presence of coastal aquaculture cages. Marine Enivoronmental Research. 101: 22-28.

Govindan, K. (2002). Marine benthos – a future perspective. In Proceeding of the national seminar on creeks, estuaries and mangroves – pollution and conservation 2002 (pp. 28-30). Thane, India: Bandodkav College of Science.

Guerra-Garcia, J.M., Tierno de Figueroa, J.M., Navarro-Barranco, C., Ros, M. and Sanchez-Moyano, J.E. 2014. Dietary analysis of the marine Amphipoda (Crustacea: Peracarida) from the Iberian Peninsula. Journal of Sea Research. 85: 508-517.

Grall, J. and Glemarec, M. 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 44: 43-53.

Kumar, B.M., Katti, R.J., Moorthy, K.S.V., and D'Souza, R.K. (2004). Macrobenthos in relation characteristics of nearshore waters of Chitrapur, West coast of India receiving industrial effluents. Asian Fisheries Science. 17: 21-28.

Marsden, I.D., Morton, J.J.P. and Soileau, S.D. 2004. Does the accumulation of trace metals in crustaceans affects their ecology- the amphipod example. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 300: 373-408.

Martin, J.W. and Davis, G.E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural history museum of Los Angeles County Contribution in Science. 39: 1-124.

Moura, A., Boaventura, D., Curdia, J, Carvalho, S., Pereira, P., Cancela da Fonseca, L., Meitao, F.M., Sanos, M.N. and Monteiro, C.C. 2004. Benthic succession on an artificial reef in the south of Portugal-Preliminary results. Revista de Biologia (Lisboa). 22:169-181.

Nair, K.K.C., Gopalakrisghnan, T.C., Venugopal, P., Peter, G.M., Jayalakshmi, K.V. and Rao, T.S.S. 1983. Population Dynamics of Estuarine Amphipods in Cochin Backwaters. Marine Ecology Progress Series. 10: 289-295.

Nuntapong, C. 2009. Geoinformatics for an assessment criterion of the fish cage culture zone around koh yor in the outer Songkhla Lake. Master Thesis. Faculty of Environment and Resource, Mahidol University. 91 p.

Pielou E.C. 1975. Ecological diversity. New York: Wiley Interscience. cited in Magurran, A. E., 2004, Measuring biological diversity, Blackwell Publishing: Oxford, UK.256 p.

Pornpinatepong, S., Tanaka, H. and Takasaki, M. 2006. Application of 2-D Vertically Averaged Boundary-Fitted Coordinate Model of Tidal Circulation in Thale Sap Songkhla, Thailand. Walailak Journal of Science and Technology. 3(1): 105-118.

Ren, X., Andres, G. 2012. Crustacea, Amphipoda, Gamaridea II. Fauna Sinica Invertebrata. Science Press, China 558 p.

Reish, D.R., Barnard, J.L., 1979. Amphipods (Arthropoda: Crustacea: Amphipoda). In: Hart, C.W., Fuller, S.L.H. (Eds.), Pollution Ecology of Estuarine Invertebrates. Academic Press, New York, pp. 1-406.

Ruensirikul, J., Angsupanich, S. and Phongdara, A. 2007. Abundance and diversity of amphipod crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 29: 1225-1249.

Shannon, C.E., Weaver, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana. 144 pp.

Sompongchaikul, P., Laongsiriwong and Sangkarnjanawanich, P. 2004. An occurrence of eutrophication in Songkhla Lake: A review. In Proceeding of the International Workshop on Integrated Lake Management, Hat Yai, Songkhla, 19-21 August 2004. 1-14.

Solis-Weiss, V., Aleffi, F., Bettoso, N., Rossin, P., Orel, G., and Fonda-Umani, S. (2004). Effects of industrial and urban pollution on the benthic macrofauna in the Bay of Muggia (industrial port of Trieste, Italy). Science of the Total Environment. 328: 247-263.

Thomas, J.D. 1993. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators. Journal of Natural History. 27:795-806.

Tookvinas, S., Danayadol, Y., Boontae, C. and Perngmark, P. 1988. Study on aquatic environment of sea bass cage culture at Songkhla Outer Lake: Investigation on the cause of sudden Fish mortality. In Report of Thailand and Japan Joint Coastal Aquaculture Research Project (February 1986-March 1987). National Institute of Coastal aquaculture, Department of Fisheries and Japan Internation Cooperation Agency.

Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. The Journal of Geology. 30: 377-392.

Wongkamhang, K., Coleman, C.O. and Pholpunthin, P. 2014. *Maeropsis paphavasitae* and *Rotomelita longipropoda*, two new species (Crustacea, Amphipoda) from Lower Gulf of Thailand. ZooKeys. 307: 15-33.

ภาคผนวก

ความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

กชกร รัตนมา[1] ประภาสิริ โกมะลานนท์[2] กรอร วงษ์กำแหง[3*]
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 ถนนกาญจนวณิชย์ อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
และ ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์[4]
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

ทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นแหล่งทำการประมงสำคัญของจังหวัดสงขลา ทั้งในรูปแบบของการจับสัตว์น้ำและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาในกระชัง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำช่วยลดการจับปลา แต่ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้มีการสะสมของของเสียจากการเพาะเลี้ยงในตะกอนดิน แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มหลักที่พบได้ทั่วไปในทะเลสาบและถูกใช้เป็นชีวดัชนีในการตรวจวัดมลพิษอย่างแพร่หลาย ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2557 พบแกมมาริดแอมฟิพอดทั้งหมด 12 ชนิดจาก 8 วงศ์ โดยชนิดเด่นที่พบได้ทุกบริเวณและทุกช่วงเวลาที่ศึกษา ได้แก่ *Grandidierella gilesi* Chilton, 1921 *Eriopisella* sp.1 *Victoriopisa chilkensis* Chilton, 1921 และ *Melita latiflagella* Ren & Andress, 2012 โดยความหนาแน่นของแอมฟิพอดอยู่ในช่วง 0-1,200 ตัวต่อตารางเมตร และในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติพบความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดมากกว่าในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการกระจายของแอมฟิพอดและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

คำสำคัญ : แกมมาริดแอมฟิพอด / การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ / ทะเลสาบสงขลา

* *Corresponding Author : koraon.w@psu.ac.th*
1 *นักศึกษาปริญญาโท สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง*
2 *นักศึกษาปริญญาโท สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง*
3 *อาจารย์ สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*
4 *อาจารย์ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*

Species Diversity and Distribution of Gammarid Amphipod in Pristine and Aquacultural Areas of Outer Songkhla Lake

Kotchakorn Rattanama[1], Prapasiri Gomalanon[2], Koraon Wongkamhaeng[3*]
Prince of Songkla University, 15 Kanchanavanich Road, Hat Yai, Songkhla 90110
and Chaichat Boonyanusith[4]
Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 340, Suranaree Road, Amphoe Muang, Nakhon Ratchasima 30000

Abstract

Outer Songkhla Lake is an important fishing ground of Songkhla Province. The area is of importance both for fisheries and aquaculture (especially fish cage farming); the latter helps relieve the pressure on fisheries but nevertheless causes nutrient pollution. Since gammarid amphipod is a major benthos in Songkhla Lake and is commonly used as a bioindicator for detecting marine pollution, the amphipod diversity and distribution in both pristine and aquacutural areas of the Outer Songkhla Lake were investigated during November-December, 2014. A total of 12 species from 8 families was found. The dominant species, occurring in both areas and both months were *Grandidierella gilesi* Chilton, 1921, *Eriopisella* sp.1, *Victoriopisa chilkensis* (Chilton, 1921) and *Melita latiflagella* Ren & Andress, 2012. The amphipod densities ranged between 0-1,200 individuals/m^2. Amphipod species diversity and density in pristine areas were higher than those in the aquacultural area. However, the amphipods distribution and other environmental factors of both areas were not significantly different (p>0.05).

Keywords : Gammarid Amphipod / Aquaculture / Songkhla Lake

* *Corresponding Author : koraon.w@psu.ac.th*
1 *Master Student, Marine and Coastal Resources Institute.*
2 *Master Student, Marine and Coastal Resources Institute.*
3 *Lecturer, Marine and Coastal Resources Institute, Prince of Songkla University.*
4 *Lecturer, Biology Program, Faculty of Science and Technology.*

1. บทนำ

ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบนิเวศแบบลากูน (lagoon) ตอนนอกของทะเลสาบติดต่อกับทะเลจึงมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มตามฤดูกาล รวมพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตรมีการใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการประมงและการท่องเที่ยว โดยมีการทำประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง [1] การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เนื่องจากมีการสะสมของอินทรียสารจากการขับถ่ายและอาหารที่เหลือจากการกินของปลา ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ pH ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อจำนวนของชนิด (species richness) ความชุกชุม (abundance) ของสิ่งมีชีวิตบริเวณหน้าดินโดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่พบอาศัยอยู่บนดินหรือฝังตัวอยู่ในดินในระดับใกล้พื้นผิว จึงมีการใช้ความชุกชุมและความหลากชนิดของสัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาวะของระบบนิเวศ [2]

แอมฟิพอดเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นที่พบในระบบนิเวศชายฝั่งรวมทั้งในบริเวณทะเลสาบสงขลาด้วย โดยทั่วไปมักพบแกมมาริดแอมฟิพอดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตเบิกนำ (pioneer species) แอมฟิพอดแบ่งย่อยได้เป็น 4 suborder โดย Suborder Gammaridea หรือแกมมาริดแอมฟิพอดเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดและมีการกระจายกว้างที่สุด อาศัยบริเวณพื้นท้องทะเล มีทั้งกลุ่มที่อยู่บนผิวดิน ขุดรูอยู่ใต้ดิน สร้างท่อ หรืออยู่กับสัตว์ชนิดอื่น [3] เมื่อมีการรบกวนเกิดขึ้นในระบบ แกมมาริดแอมฟิพอดจะมีความอ่อนแอต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้ง่าย ไม่สามารถอพยพหนีไปอยู่ที่อื่นได้ไกลเพราะมีความจำเพาะต่อแหล่งอาศัย [4] และเนื่องจากเป็นผู้บริโภคปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหารที่มีขนาดเล็ก จึงได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของมลพิษในตะกอนดินเร็วกว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า ในบางประเทศเช่น อเมริกา นอร์เวย์ และออสเตรเลียใช้แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นชีวดัชนีเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของระบบนิเวศหลายด้าน เช่น การปนเปื้อนโลหะหนัก ภาวะการมีสารอาหารสูงในแหล่งน้ำ (eutrophication) หรือใช้ติดตามการฟื้นฟูของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความหลากชนิดและกลุ่มการกินอาหารของแกมมาริดแอมฟิพอดมีการเปลี่ยนแปลงตามความอุดมสมบูรณ์ที่พัฒนาขึ้นไปตามเวลา [2]

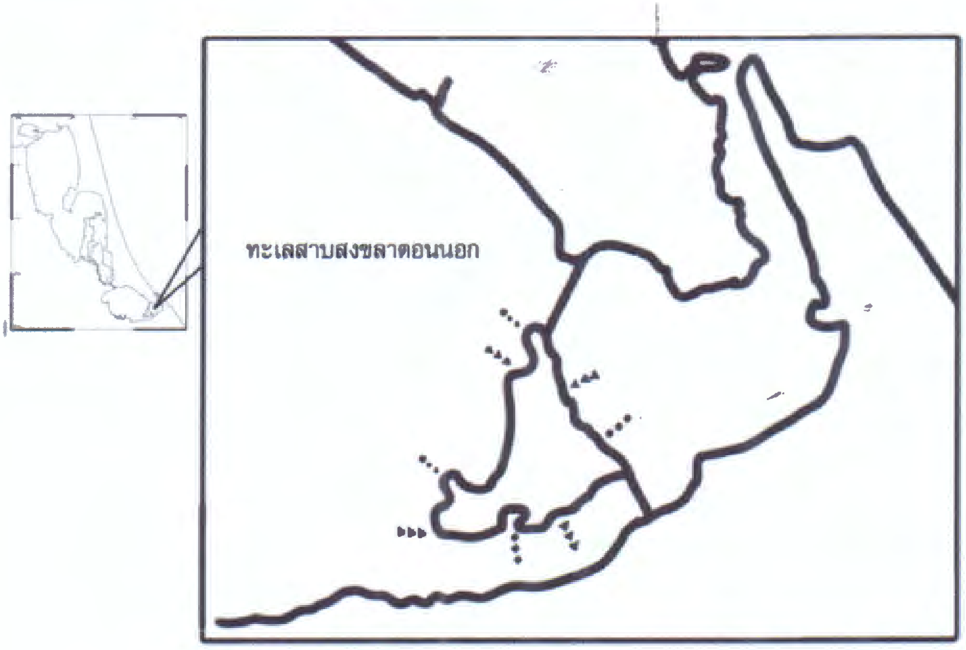
ในทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นบริเวณโดยรอบเกาะยอ (ยกเว้นด้านทิศตะวันออก) และบริเวณบ้านหัวเขา อ.สิงหนคร จ.สงขลา โดยเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลากะพงขาวเป็นส่วนมาก สำหรับบริเวณคลองปากรอ คลองหลวง และคลองชะแล้ เป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวและปลานิลแดงหนาแน่น กระชังส่วนใหญ่เป็นกระชังแบบประจำที่ ทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นบริเวณที่คุณภาพน้ำดี เนื่องจากอยู่ใกล้ปากทะเลสาบสงขลา มวลน้ำภายในสามารถเข้าออกจากทะเลสาบได้ง่าย ความเค็มของน้ำในบริเวณนี้ 20-32 ppt แต่ออกซิเจนที่ละลายในน้ำค่อนข้างต่ำมาก โดยเฉพาะบริเวณรอบๆ เกาะยอ เนื่องจากระดับน้ำค่อนข้างตื้น (1-1.5 เมตร) กระแสน้ำค่อนข้างอ่อน มีรายงานการตายของปลากะพงขาวในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นฤดูน้ำหลากเนื่องจากการขาดออกซิเจนได้บ่อยครั้ง [5] การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งมีข้อดีคือได้สัตว์น้ำมาบริโภคโดยทดแทนการจับในธรรมชาติ แต่ในอีกด้านหนึ่ง ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทั้งในแง่พื้นที่และเวลา [6]

การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบชนิด ความหนาแน่น และการกระจายของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณที่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและในบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของทะเลสาบสงขลาตอนนอก เพื่ออธิบายผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนตรวจสอบเฝ้าระวังมลภาวะในทะเลสาบสงขลา และการใช้ทรัพยากรได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

2. วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกแบ่งเป็นบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 12 สถานี บริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 12 สถานี แต่ละสถานีห่างกัน 500 เมตร ถึง 1 กิโลเมตร (รูปที่ 1) แต่ละสถานีทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุดที่ระยะ 0 100 และ 200 เมตรจากฝั่งโดยเก็บซ้ำจุดละ 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2557 วัดปริมาณออกซิเจน

บริเวณหน้าดิน วัด pH และค่าการนำไฟฟ้าของดิน วัดอุณหภูมิ pH ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า (Eh) ค่าความขุ่นใสของน้ำและค่าออกซิเจนละลาย (DO) ทุกสถานีและเก็บตัวอย่างโดยใช้ Ekman grab ขนาด 20x20 ตารางเซนติเมตร ร่อนตัวอย่างด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร และดองตัวอย่างทันทีด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 จากนั้นทำการคัดแยกแอมฟิพอดออกจากตะกอนดินในห้องปฏิบัติการ และย้ายตัวอย่างมารักษาสภาพในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 หลังจากที่ดองตัวอย่างเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และทำการระบุชนิดโดยศึกษาสัณฐานด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอเพื่อจำแนกจนถึงระดับสกุล/ชนิด



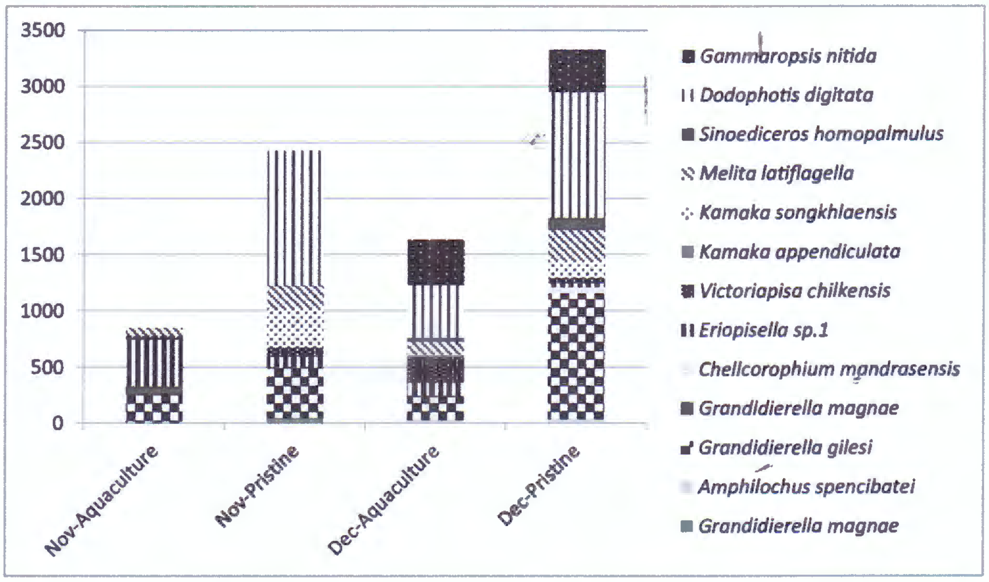
รูปที่ 1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก
▲ แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงปลากระชังหนาแน่น
● คือพื้นที่ธรรมชาติ

วิเคราะห์ความคล้ายคลึงของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ชนิดและความหนาแน่น) ปัจจัยทางกายภาพของดินและปัจจัยทางกายภาพของน้ำ (ความลึก อุณหภูมิ ค่าความขุ่นใสของน้ำ ความเค็ม pH และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ) ระหว่างสถานี วิเคราะห์ด้วยวิธีจัดกลุ่ม (cluster analysis) ของสถานีที่เก็บตัวอย่าง คำนวณความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอด ค่าดัชนีความหลากหลายด้วย Shannon-Wiener diversity index และ evenness index วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์ตัวแปรเชิงซ้อน (multivariate analysis) ได้แก่การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม โดยแปลงค่าข้อมูลความชุกชุมด้วยรากที่ 4 (fourth root) ใช้การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงด้วย Bray-Curtis index แสดงผลเป็นภาพ dendrogram และกราฟสองมิติภายใต้การวิเคราะห์ Multidimensional Scaling (MDS) โดยโปรแกรม PRIMER 5 version 5.2.9

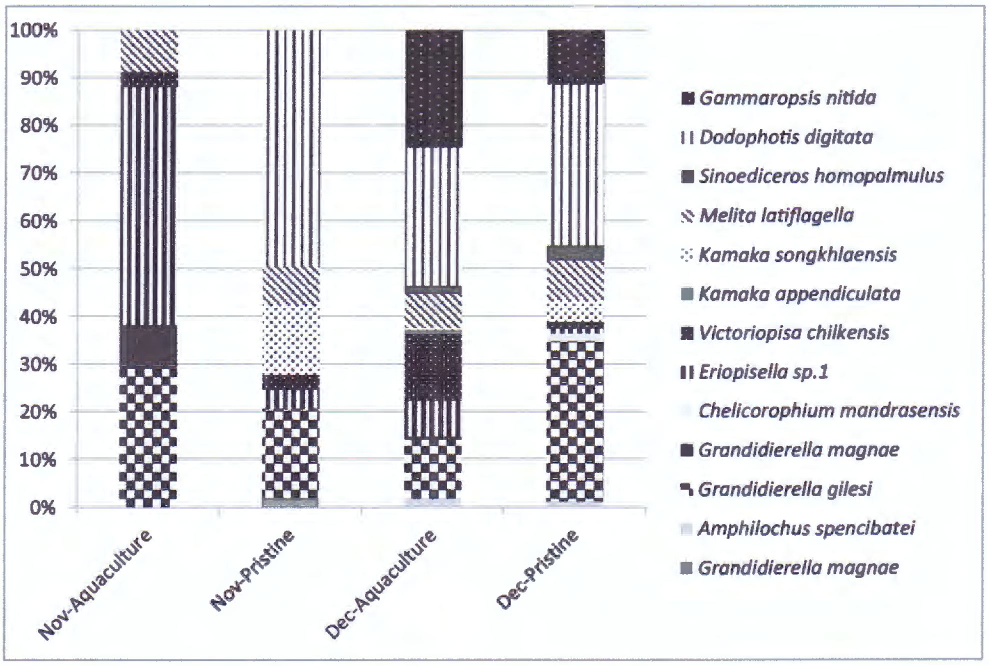
3. ผลการศึกษา

พบแกมมาริดแอมฟิพอดทั้งหมด 12 ชนิดจาก 10 วงศ์ โดยชนิดเด่นที่พบได้ทุกบริเวณและทุกช่วงเวลาที่เก็บคือ *Grandidierella gilesi* Chilton, 1921 *Eriopisella* sp.1 *Victoriopisa chilkensis* (Chilton, 1921) และ *Melita latiflagella* Ren & Andress, 2012 เมื่อพิจารณาถึงแอมฟิพอดชนิดเด่น ในเดือนพฤศจิกายนบริเวณพื้นที่

ธรรมชาติ พบ *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935) เป็นชนิดเด่นโดยพบความหนาแน่น 1,200 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนบริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบแอมฟิพอดชนิดเด่นคือ *Eriopisella* sp.1 พบความหนาแน่น 425 ตัวต่อตารางเมตร ในเดือนธันวาคม พบ *D. digitata* (K.H. Barnard, 1935) เป็นชนิดเด่นทั้งในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีความหนาแน่น 1,125 และ 475 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 2 และ 3)



รูปที่ 2 ความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ตัวต่อตารางเมตร)



รูปที่ 3 สัดส่วนของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบบริเวณพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

พื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เก็บตัวอย่างทั้งในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม มีค่าปัจจัยทางกายภาพของดิน และปัจจัยทางกายภาพของน้ำ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าความเค็มน้ำเฉลี่ยน้อยกว่าในช่วงเดือนธันวาคม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ทำการศึกษา

เดือน	พื้นที่	pH ดิน	pH น้ำ	Eh ดิน (mV)	Eh น้ำ (mV)	อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความขุ่น (cm)	DO (mg/L)
พฤศจิกายน	ธรรมชาติ	7.61±0.15	7.87±0.62	514±590	715±583	28.08±1.80	1.96±3.12	24.43±12.93	3.58±0.75
	เพาะเลี้ยง	7.61±0.20	7.86±0.52	514±403	715±706	28.08±0.65	1.95±3.45	24.43±10.67	3.58±0.65
ธันวาคม	ธรรมชาติ	7.62±0.2	7.86±0.21	547±454	760±310	28.02±0.74	1.76±0.00	24.50±6.51	3.45±0.32
	เพาะเลี้ยง	7.76±0.22	8.03±0.31	516±435	723±302	28.64±0.58	2±0.00	24.79±6.74	3.66±0.35

การกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติพบความหนาแน่นและความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดมากกว่าในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งในช่วงเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งจำนวนชนิด องค์ประกอบชนิด และความชุกชุม โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยในพื้นที่ธรรมชาติมากกว่าพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ตารางที่ 2) และเมื่อพิจารณาเฉพาะบริเวณ 0 เมตรจากฝั่ง พบแนวโน้มการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในรูปแบบเดียวกันคือพบความหนาแน่นและความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดมากกว่าในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ไม่พบความแตกต่างของความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดตามระยะห่างจากฝั่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 3)

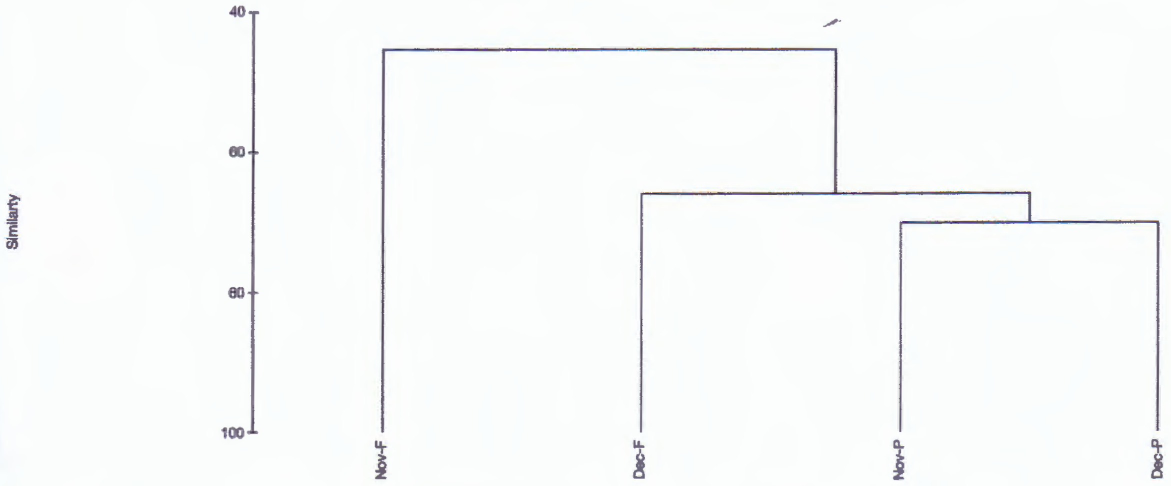
ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงและพื้นที่ธรรมชาติ (ตัวต่อตารางเมตร)

ชนิด	พฤศจิกายน		ธันวาคม	
	เพาะเลี้ยง	ธรรมชาติ	เพาะเลี้ยง	ธรรมชาติ
Amphilochidae				
Amphilochus spencebatei (Stebbing, 1876)	-	-	33	42
Aoridae				
Grandidierella gilesi Chilton, 1921	250	450	200	1,117
Grandidierella megnae (Giles, 1888)	75	50	8	-
Corophiidae				
Chelicorophium madrasensis (Nayar, 1950)	-	-	-	58
Eriopisidae				
Eriopisella sp.1	425	100	125	33
Victoriopisa chilkensis (Chilton, 1921)	25	75	225	42
Kamakidae				
Kamaka appendiculata Ariyama, Angsupanich & Rodcharoen, 2010	-	-	17	-
Kamaka songkhlaensis Ariyama, Angsupanich & Rodcharoen, 2010		350	8	150
Melitidae				
Melita latiagella Ren & Andress, 2012	75	200	117	283
Oedicerotidae				
Sinoediceros homopalmatus Shen,1955	-	-	25	100
Photidae				
Dodophotis digitata (K.H. Barnard, 1935)	-	1,200	475	1,125
Gammaropsis nitida (Stimpson, 1853)			400	375
รวม	850	2,425	1,633	3,325

ตารางที่ 3 ดัชนีความหลากหลายและความสม่ำเสมอของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม พ.ศ.2557

	ดัชนีความหลากหลาย เดือนพฤศจิกายน	ดัชนีความหลากหลาย เดือนพฤศจิกายน	ดัชนีความหลากหลาย เดือนธันวาคม	ดัชนีความสม่ำเสมอ เดือนธันวาคม
พื้นที่ธรรมชาติ	0.68	0.22	0.51	0.35
พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	0.77	0.27	0.65	0.43

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของประชาคมแกมมาริดแอมฟิพอดโดยแสดงลักษณะประชาคมในรูปของ dendrogram และกราฟสองมิติ พบว่าประชาคมของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติของเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนธันวาคมมีลักษณะคล้ายคลึงกันมากกว่าประชาคมของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนธันวาคม (รูปที่ 4 และ 5)



รูปที่ 4 Dendrogram ลักษณะประชาคมของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ด้วย Bray-Curtis similarity index และแปลงค่าข้อมูลด้วยรากที่ 4 (Nov-P คือพื้นที่ธรรมชาติในเดือนพฤศจิกายน Nov-F คือพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนพฤศจิกายน Dec-P คือพื้นที่ธรรมชาติในเดือนธันวาคม และ Dec-F คือพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนธันวาคม)

รูปที่ 5 กราฟสองมิติ MDS ลักษณะประชาคมของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ด้วย Bray-Curtis similarity index และแปลงค่าข้อมูลด้วยรากที่ 4 (Nov-P คือพื้นที่ธรรมชาติในเดือนพฤศจิกายน Nov-F คือพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนพฤศจิกายน Dec-P คือพื้นที่ธรรมชาติในเดือนธันวาคม และ Dec-F คือพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเดือนธันวาคม)

4. วิจารณ์ผล

พบความหลากชนิดและความหนาแน่นของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติมากกว่าพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Fernandez-Gonzalez และคณะในปี 2013 และปี 2014 [7, 8] บริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียนซึ่งมีความหลากชนิดและความหนาแน่นของแอมฟิพอดเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลา โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดจะแตกต่างกัน โดยในพื้นที่เพาะเลี้ยงที่เป็นพื้นทรายและพื้นโคลนจะเป็น free sulfide และ $\delta^{15}N$ ตามลำดับ ในการศึกษาดังกล่าวได้กล่าวถึงแกมมาริดแอมฟิพอดสกุล *Ampelisca* เป็นกลุ่มแอมฟิพอดที่กินอาหารแบบกรองกินและมีการใช้เป็นชีวดัชนีอย่างแพร่หลาย และมีความหนาแน่นลดลงในบริเวณที่ใกล้กับกระชัง แต่จากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบแอมฟิพอดชนิดที่แสดงการกระจายที่ตอบสนองในเชิงลบต่อระยะห่างจากกระชัง แม้จะเป็นการเก็บตัวอย่างในช่วงที่น้ำเสียและมีปลาตายในกระชัง แต่ขณะเดียวกันในฤดูกาลที่ทำการศึกษา ยังอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำมีความแรง [9] อาจช่วยลดการสะสมของสารอินทรีย์ในดินจนไม่ถึงระดับที่เกิดความเป็นพิษต่อประชาคมแอมฟิพอด จึงควรมีการศึกษาให้ครอบคลุมในฤดูกาลอื่นและเห็นผลของกระชังที่มีต่อรูปแบบการกระจายของประชาคมแอมฟิพอดชัดเจนขึ้น

จำนวนชนิดพันธุ์ของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในการศึกษาครั้งนี้มากกว่าการศึกษาที่ผ่านมาเมื่อเทียบกับการศึกษาในบริเวณเดียวกันของ Angsupanich and Kuwabara ในปี 1999 [10] และ Bussarawich ในปี 1985 [11] ที่มีรายงานของแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในทะเลสาบสงขลา 8 ชนิดจาก 8 วงศ์ หรือการศึกษาจากบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางของจิระยุทธ รื่นศิริกุลและคณะในปี 2550 [12] ที่ได้รายงานถึงแกมมาริดแอมฟิพอด

ไว้ 8 ชนิดจาก 7 วงศ์ หรือเมื่อเปรียบเทียบในพื้นที่ปากแม่น้ำ Cochin ประเทศอินเดีย ที่มีรายงานแกมมาริดแอมฟิพอดไว้ 6 ชนิดจาก 5 วงศ์ [13] อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างจากทั้งพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งทั้งสองพื้นที่ มีแหล่งอาศัยย่อย (microhabitats) ที่แตกต่างกัน ในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบกระชังเครื่องมือประมงอื่นๆ เช่น ไซนั่ง โพงพางในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก มีสาหร่ายและสิ่งมีชีวิตเกาะติดมาเกาะจึงทำหน้าที่เสมือนแนวปะการังเทียมที่เป็นแหล่งอาศัยและอาหารให้กับแกมมาริดแอมฟิพอดนอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ธรรมชาติยังประกอบด้วยป่าชายเลน บางจุดเก็บเป็นบริเวณร่องน้ำที่มีโคโลนีของหอยกะพงซึ่งมีความซับซ้อนของแหล่งอาศัยสูง และเอื้อให้พบความหลากชนิดของแอมฟิพอดได้มากกว่าบริเวณอื่น

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติ และพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของทะเลสาบสงขลาตอนนอก พบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในพื้นที่ธรรมชาติมีความหลากชนิดและการกระจายที่มากกว่าในพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพบว่าแกมมาริดแอมฟิพอดมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อระยะที่ห่างจากพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยง

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณสถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่งที่สนับสนุนเครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

1. Chesoh, S. and Lim A., 2008, "Forecasting fish catches in Songkhla Lake Basin," *Science Asia*, 34, pp. 335-340.

2. Thomas, J.D., 1993, "Biological Monitoring and Tropical Biodiversity in Marine Environments: a Critique with Recommendations and Comments on the Use of Amphipods as Bioindicators," *Journal of Natural History*, 27, pp. 795-806.

3. Barnard, J.L., 1970, "Sublittoral Gammaridea (Amphipoda) of the Hawaiian Islands," *Smithsonian Contributions to Zoology*, 13, 180 p.

4. Marsden, I.D., Wong, C.H.T and Al-Mudaffar, N., 2000, "Assessment of an Estuarine Amphipod (Paracorophium excavatum) as a Bioindicator of Contaminated Sediment," *Australian Journal of Ecotoxicology*, 6, pp. 21-30.

5. Predalumpaburt, Y., La-Ongsiriwong, N. and Phiromphan., 2002, Relationship between Water and Sediment Quality and Cause of Mortility of Seabass (*Latesealcarifes*, Bloch) in Outer Songkhla Lake, *Technical Paper of Department of Fisheries.* (In Thai)

6. Karakassis I., Pitta, P. and Krom, D.M., 2005, Contribution of Fish Farming to the Nutrient Loading of the Mediterranean, *Scientia Marina*, 69, pp. 313–321.

7. Fernandez-Gonzalez, V., Aguado-Giménez, F., Gairin, J.I. and Sanchez-Jerez, P., 2013, Exploring Patterns of Variation in Amphipod Assemblages at Multiple Spatial Scales: Natural Variability Versus Coastal Aquaculture Effect, *Aquaculture Environment Interactions*, 3, pp. 93-105.

8. Fernandez-Gonzalez, V., Fernandez-Jover, D., Toledo-Guedes, K., Valero-Rodriguez, J.M. and Sanchez-Jerez, P., 2014, Nocturnal Planktonic Assemblages of Amphipods Vary due to the Presence of Coastal Aquaculture Cages, *Marine Environmental Research*, 101, pp. 22-28.

9. Phasook, S. and Sojisuporn, P., 2005, "Numerical Model Application on Water Circulation and Salt Dispersion in the Songkhla Lake Basin," *Journal of Scientific Research Chulalongkorn University* (Section T), 2, pp. 111-130. (In Thai).

10. Angsupanich, S., Chiayvareesajja, S. and Chandumpai, A., 1999. Stomach Contents of the

Banana Prawns (*Penaeus indicus and P. merguiensis*) in Tammalang Bay, Southern Thailand, *Asian Fisheries Science*, 12, pp. 257-265.

11. Bussarawich, S., 1985, "Gammaridean Amphipoda from Mangroves in Southern Thailand," *Fifth Seminar on Mangrove Ecosystems*, Phuket, Thailand, pp. 1–17.

12. Reunsirikul, J., Angsupanich, S. and Phongdara, A., 2007, "Abundance and Diversity of Amphipod Crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon," *Songklanakarin Journal Science and Technology*, 29, 5, pp. 1225 -1249. (In Thai)

13. Nair, K.K.C., Gopalakrisghnan, T.C., Venugopal, P., Peter, G.M., Jayalakshmi, K.V. and Rao, T.S.S., 1983, "Population Dynamics of Estuarine Amphipods in Cochin Backwaters, *Marine Ecology Progress Series*," 10, pp. 289-295.

ความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาและรายงานครั้งแรกของ *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935)

Species diversity of gammarid amphipod in Songkhla Lake and the first record of *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935)

กชกร รัตนมา[1] ประภาสิริ โกมะลานนท์[1] ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์[2] และกรอร วงษ์กำแหง[1]*
Kotchakorn Rattanama[1], Prapasiri Gomalanon[1], Chaichat Boonyanusith[2] and Koraon Wongkamhaeng[1]*
[1] *สถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110*
[2] *โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000*
**Corresponding author: koraon.w@psu.ac.th*

บทคัดย่อ

แกมมาริดแอมฟิพอด เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มครัสเตเชียนที่พบอาศัยบริเวณหน้าดินในหลายๆ ระบบนิเวศชายฝั่ง ในประเทศไทยมีการศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดทั้งในฝั่งอ่าวไทยและในฝั่งทะเลอันดามัน โดยในฝั่งอ่าวไทย บริเวณทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ที่มีการศึกษาความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดมาเป็นเวลายาวนานตั้งแต่ในปี 1925 โดย Chilton และหลังจากนั้นมีรายงานของแกมมาริดแอมฟิพอดเรื่อยมาทั้งในการศึกษาความหลากชนิดหรือนิเวศวิทยา ในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลเพื่อให้รู้ถึงสถานภาพการศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาในปัจจุบันและได้รายงานถึง *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935) ซึ่งเป็นรายงานครั้งแรกของแกมมาริดแอมฟิพอดชนิดนี้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการบรรยายถึงความผันแปรของสัณฐานและวาดรูปเพื่อแสดงลักษณะ ได้ทำการลงทะเบียนตัวอย่างของแอมฟิพอดและเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา 50 พรรษา สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คำสำคัญ: แกมมาริดแอมฟิพอด ครัสเตเชียน ความหลากชนิด ทะเลสาบสงขลา รายงานครั้งแรก

Abstract

Gammarid amphipod is a member of crustacean, commonly occur in sediment of many coastal ecosystems. In Thailand, the studies of gammarid amphipod has been carried out in both the Gulf of Thailand and the Andaman Sea. In the Gulf of Thailand, Songkhla Lake is known as an area where the gammarid amphipod has been intensive studied since 1925 by Chilton. After that, there have been various studies including an examination that relates to amphipod species diversity and ecology. This work aims to investigate the status of gammarid amphipod in Songkhla Lake and the new record in southeast Asia, *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935) was described and illustrated. All specimens are deposited into the Princess Maha Chakri Sirindhorn Natural History Museum, Prince of Songkla University, Thailand.

Keywords: gammarid amphipod, crustacean, species diversity, Songkhla Lake, new record

1. บทนำ

ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบนิเวศแบบลากูน ตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มตามฤดูกาลทำให้ทะเลสาบสงขลามีสภาพน้ำที่เป็น น้ำจืด น้ำทะเล และน้ำกร่อย โดยรอบทะเลสาบสงขลามีระบบนิเวศที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น ป่าพรุ ป่าชายเลน ปากแม่น้ำ และหญ้าทะเล ทำให้พบความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตสูงตามไปด้วย ทะเลสาบสงขลามีพื้นที่กว่า 1,042 ตารางกิโลเมตรครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ทะเลสาบสงขลาตอนบน หรือ ทะเลหลวง มีพื้นที่ 479.7 ตารางกิโลเมตร ซึ่งทะเลสาบส่วนนี้มีพื้นที่มากที่สุด ความลึกเฉลี่ย 1.8 เมตร มีความเค็มต่ำ ในฤดูฝนพื้นที่บริเวณนี้จะเป็นน้ำจืด ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง เป็นพื้นที่อนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าคูขุด หรือ อุทยานนกน้ำ มีพื้นที่ 351.4 ตารางกิโลเมตร ความเค็มต่ำ ในฤดูฝนพื้นที่บริเวณนี้จะเป็นน้ำจืด และทะเลสาบตอนนอก เป็นทะเลสาบน้ำกร่อยจนถึงน้ำเค็มขึ้นอยู่กับฤดูกาล ความลึกเฉลี่ย 1.5 เมตร พื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ป่าชายเลนเล็กน้อย กิจกรรมของมนุษย์ที่พบในปัจจุบัน มีการทำประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การทำโฮมสเตย์ เป็นต้น

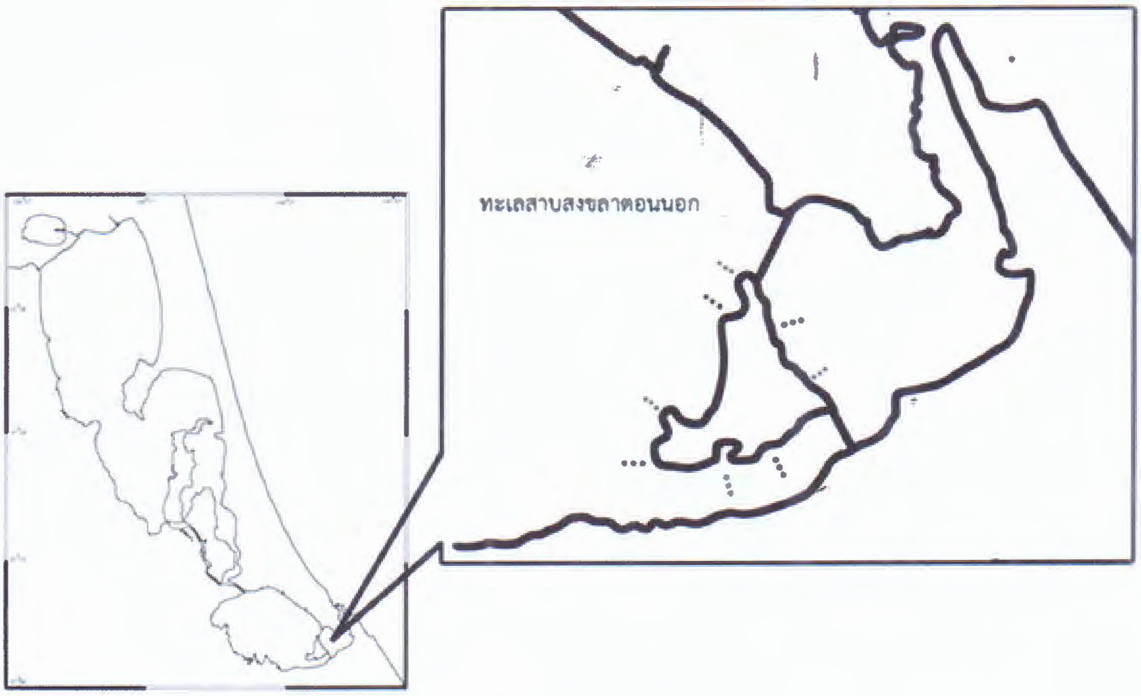
แกมมาริดแอมฟิพอดเป็นสัตว์ใน Phylum Arthropoda, Subphylum Crustacea, Class Malacostraca, Subclass Eumalacostraca, Superorder Peracarida, Order Amphipoda (Martin & Davis, 2001) มีความหลากชนิดสูงโดยในปัจจุบันมีรายงานถึง 9,100 species (Väinölä *et al*..., 2008) มีรายงานการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดได้ทั้งในน้ำจืด น้ำทะเล และน้ำกร่อย แกมมาริดแอมฟิพอดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นอาหารของสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลากหลายชนิด และยังมีบทบาทที่เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศอีกด้วย

การศึกษาแอมฟิพอดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีประวัติความเป็นมาถึง 90 ปี โดยรายงานครั้งแรกของ Chilton ในปี 1925 ได้รายงานถึงแกมมาริดแอมฟิพอดไว้ 12 ชนิด ในปัจจุบันในทะเลสาบสงขลามีรายงานถึงแกมมาริดแอมฟิพอดจำนวน 32 ชนิด จาก 15 วงศ์ โดยแบ่งเป็นในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนบน (ทะเลหลวง) พบ 18 ชนิด (Angsupanich et. al., 2006; Ruensirikul et. al., 2007; Bassarawich, 1985) ทะเลสาบตอนกลาง พบ 8 ชนิด (Angsupanich et. al., 2006) และทะเลสาบตอนล่าง 12 ชนิด (Angsupanich & Kuwabara, 1999; Bassarawich, 1985; Ariyama et. al., 2010; Wongkamhaeng et. al., 2013) การศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงสถานภาพการศึกษาของแกมมาริดแอมฟิพอดในบริเวณทะเลสาบสงขลา

2. วิธีการทดลอง

เก็บตัวอย่างแอมฟิพอดในพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ สาหร่าย, ตะกอนดิน และท่อนไม้ ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (ภาพที่ 1) โดยตัวอย่างที่เก็บได้จะนำมาเก็บในถุงพลาสติก จากนั้นร่อนด้วยตะแกรงขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างแอมฟิพอดในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 นำมาจำแนกชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ หลังจากนั้นนำแอมฟิพอดมาตัดรยางค์ออกเป็นส่วนๆ วาดรยางค์แต่ละส่วนใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบรุ่น Olympus CH30 โดยมีแขนวาดรูป Camera lucida ทำการวาดรูปตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม illustrator ตามวิธีการของ Coleman (2003) ตัวอย่างของแอมฟิพอดได้เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา 50 พรรษา สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตัวย่อของรยางค์ของแอมฟิพอดที่นำเสนอในรายงานครั้งนี้: A, antenna; ABD, abdomen; EPIM, epimeron; G, gnathopod; LL, lower lip; MD, mandible; MX, maxilla; MP, maxilliped; P, pereopod; PL, pleopod; PLN, pleonite; T, telson; U, uropod; UR, urosome; UL, upper lip; L, left; R, right; ♂, male; ♀, female.



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

3.. ผลและอภิปรายการศึกษา

ปัจจุบันมีรายงานแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาทั้งหมด 31 ชนิดจาก 14 วงศ์ โดยมีรายงานในทะเลสาบตอนบน 18 ชนิด ตอนกลาง 8 ชนิดและตอนนอก 12 ชนิด แอมฟิพอดที่พบมีการกระจายอยู่ในทะเลจีนใต้ น่านน้ำอินโดนีเซีย ทะเลคาริบเบียน มีเพียงสามชนิดที่มีการรายงานเฉพาะในทะเลสาบสงขลาคือ *Grandidierella gravipes*, *Kamaka appendiculata* และ *Kamaka songkhlaensis* และพบแกมมาริดแอมฟิพอดที่เป็นรายงานครั้งแรกของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ *Dodophotis digitata*

ตารางที่ 1 แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในทะเลสาบสงขลา Angsupanich & Kuwabara 1999; Angsupanich *et al*.. 2006; Ariyama *et al*.. 2010; Bassarawich 1985; Barnard, 1935; Chilton 1925; Rattanama *et al*.. 2014; Ruensirikul *et al*.. 2007; Wongkamhaeng *et al*.. 2014

Taxa	ทะเลสาบสงขลา			การกระจายในโลก
	ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนนอก	
AMPHILOCHIDAE				
Gitanopsis sp.	*	*		น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997)
Hourstonius japonica	*			ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
mphilochus sp.	*			ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006), น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997)
AORIDAE				
Grandidierella gilesi	*	*		อ่าวนาตรัง ประเทศเวียดนาม (Imbach, 1967); น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997)
Grandidierella gravipes	*			ทะเลสาบสงขลา (Barnard, 1935)
Grandidierella megnae	*			ทะเลจีนใต้ (Huang, 1994 และ Ren, 2006)
Grandidierella taihuensis	*			ทะเลจีนใต้ (Huang, 1994 และ Ren, 2006)
andidierella sp.			*	
CALLIOPIIDAE				
aracalliope fluviatilis	*			ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
acalliope indica			*	ทะเลอันดามัน (Bussarawich, 1985)
COROPHIIDAE				
ophium acherusicum			*	ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
ERIOPISIDAE				
iopisella sechellensis			*	น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997); ทะเลอันดามัน (Bussarawich, 1984); น่านน้ำเวียดนาม (Dang & Le, 2011); ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
oriopisa chilkensis	*			น่านน้ำเวียดนาม (Dang & Le, 2011); ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
YALIDAE				
rhyale hawaiensis	*			ทะเลคาริเบียน (Miloslavich *et al*.., 2010)
ale dollfusi	*			น่านน้ำเวียดนาม (Huang, 1994)
SCHYROCERIDAE				
rapus sp.	*	*		ทะเลอันดามัน (Lowry & Berents, 2002)
cthonius brasiliensis			*	น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997); ทะเลจีนใต้ (Huang, 1994 และ Ren, 2006)
AMAKIDAE				
maka appendiculata			*	ทะเลสาบสงขลา (Ariyama *et al*... 2010)
aka songkhlaensis			*	ทะเลสาบสงขลา (Ariyama *et al*... 2010)
LJEBORGIIDAE				
ella chilkensis			*	น่านน้ำเวียดนาม (Dang & Le, 2011); ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
AERIDAE				
bera sp.			*	ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)

ตารางที่ 1 แกมมาริดแอมฟิพอดที่พบในทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

Taxa	Songkla lake basin			การกระจายในโลก
	inner	middle	outer	
Quadrivisio bengalensis	*			ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
Quadrivisio sp.		*		
MELITIDAE				
Melita latiflagella		*	*	ทะเลจีนใต้ (Ren & Andres, 2006)
Melita setiflagella	*			ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
OEDICEROTIDAE				
Perioculodes cf. acuticoxa	*			มาดากัสก้า (Ledoyer, 1973)
PHOTIDAE				
Dodophotis digitata		*	*	มหาสมุทรอินเดีย (Barnard, 1935; Barnard, 1962; Chilton 1921; Chilton 1925; Karaman 1985; Nayar, 1959; Rabindranath 1971; Sivaprakasam 1969
Gammaropsis sp.	*	*		ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
Photis longicaudata	*	*		น่านน้ำอินโดนีเซีย (Ortiz & Lalana, 1997); ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
Photis sp.			*	ทะเลจีนใต้ (Ren, 2006)
TALITRIDAE				
Platochestia japonica	*			น่านน้ำเวียดนาม (Dang & Le, 2011)
รวม	18	8	12	

วงศ์ Photidae

สกุล *Dodophotis* G. Karaman, 1985

Dodophotis digitata (K.H. Barnard, 1935) (ภาพที่ 2-4)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา: ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (7°9'55"N 100°32'14"E) 21 July 2014 ผู้เก็บ กรอร วงษ์กำแหง; PSUZC-CR-0180. (20♂; 40♀)

Type locality: เขต Chochin ประเทศอินเดีย

Photis digitata	Barnard 1935: 302, fig. 15; Nayar 1959:35, pt 12, fig. 8-24; J. L. Barnard 1962:27 (key); Sivaprakasam 1969:566; Rabindranath 1971:74, fig. 5.
Photis longicaudata	(nec Bate & Westwood) Chilton 1921:554, fig. 12.
Photis longicaudata	Chilton 1925:537.
Dodophotis digitata	Karaman 1985, 17-26, fig 1-4

ลักษณะทั่วไป

ลำตัวแบนข้าง หนวดคู่ที่ 1 ยาวกว่าคู่ที่ 2 หนวด คู่ที่สองมีขนยาว หนวดคู่แรกมี accessory flagellum ยาว 3-4 ข้อ ก้ามคู่ที่ 1 และ 2 เป็นแบบ subchelate ตัวผู้ก้ามคู่ที่ 2 มีลักษณะยาว หางส่วน uropod 3 มีแฉกเดียว ยาวมาก ยาวกว่าคู่ที่ 1 มีสองแฉก ส่วนแฉกด้านนอกยาว เป็นรูปใบไม้มี 2 ข้อ แฉกด้านในเป็นเกล็ดเล็ก ๆ telson เป็นสองแฉก

หมายเหตุ: ตัวอย่างที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างต้นแบบของ Barnard ~~(1935) ที่ประเทศอินเดีย คือก้ามคู่ที่ 2 ของตัวผู้มีลักษณะแบบตัดตรง (transverse) และมีฟันบริเวณฝ่ามือ~~

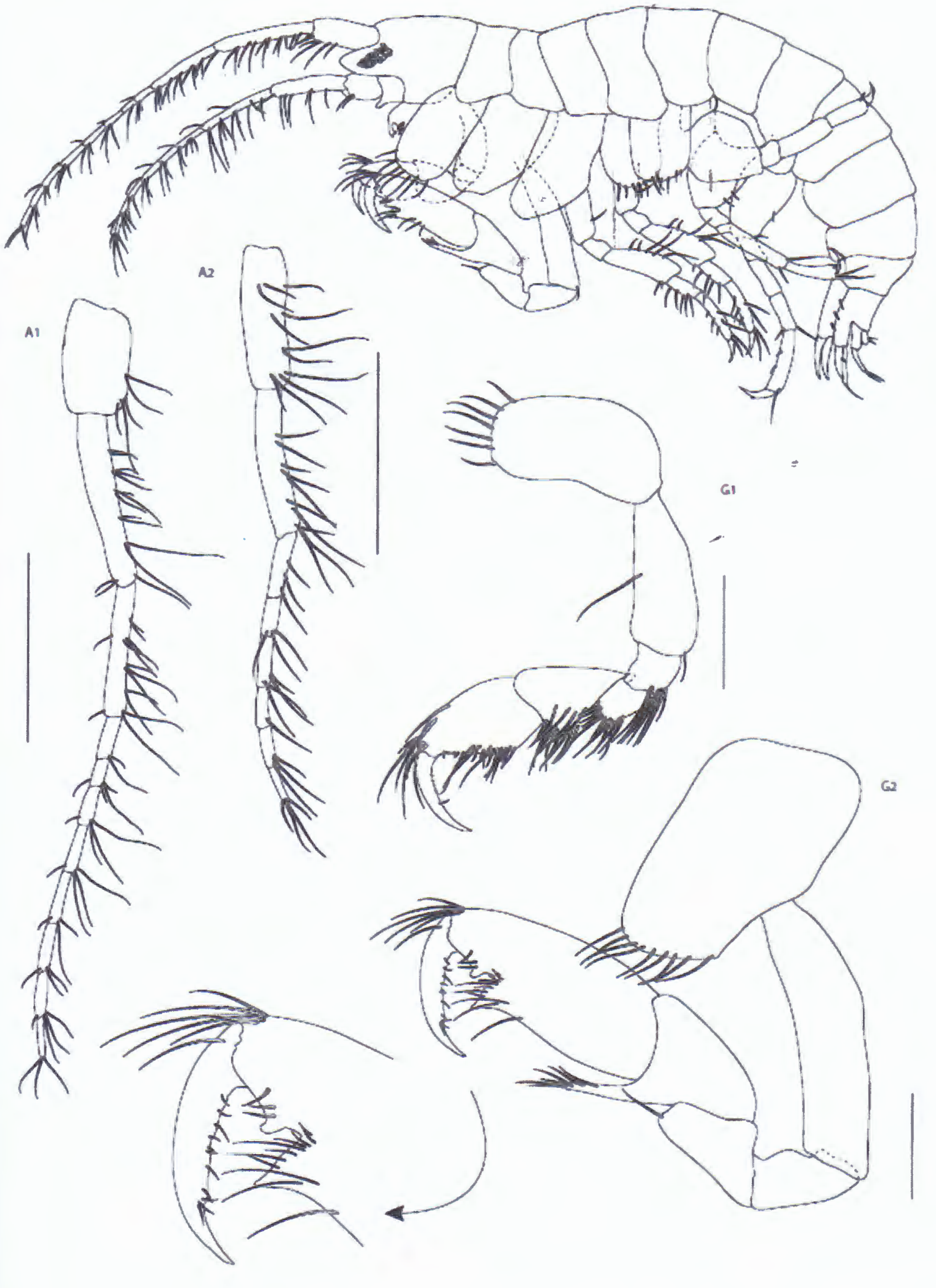
2 ซี่ และข้อที่ 5 (carpus) ของก้ามคู่ที่ 2 ยื่นออกมาแนบกับตลอดความยาวข้อที่ 6 (propodus) ซึ่งต่างจากชนิดที่เคยมีรายงานในทะเลสาบสงขลาคือ *Photis longicaudata* ซึ่งมีลักษณะของก้ามคู่ที่ 2 สั้นกว่า และข้อที่ 5 ยาวครึ่งหนึ่งของความยาวของข้อที 6 อย่างไรก็ดี การบรรยายลักษณะของ *Photis longicaudata* โดย Chilton ในปี 1925 ไม่ได้มีรายงานภาพที่ชัดเจนไว้ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าแอมฟิพอดที่พบในรายงานดังกล่าวเป็นชนิดเดียวกับที่พบในการศึกษาครั้งนี้หรือไม่

4. สรุปผลการวิจัย

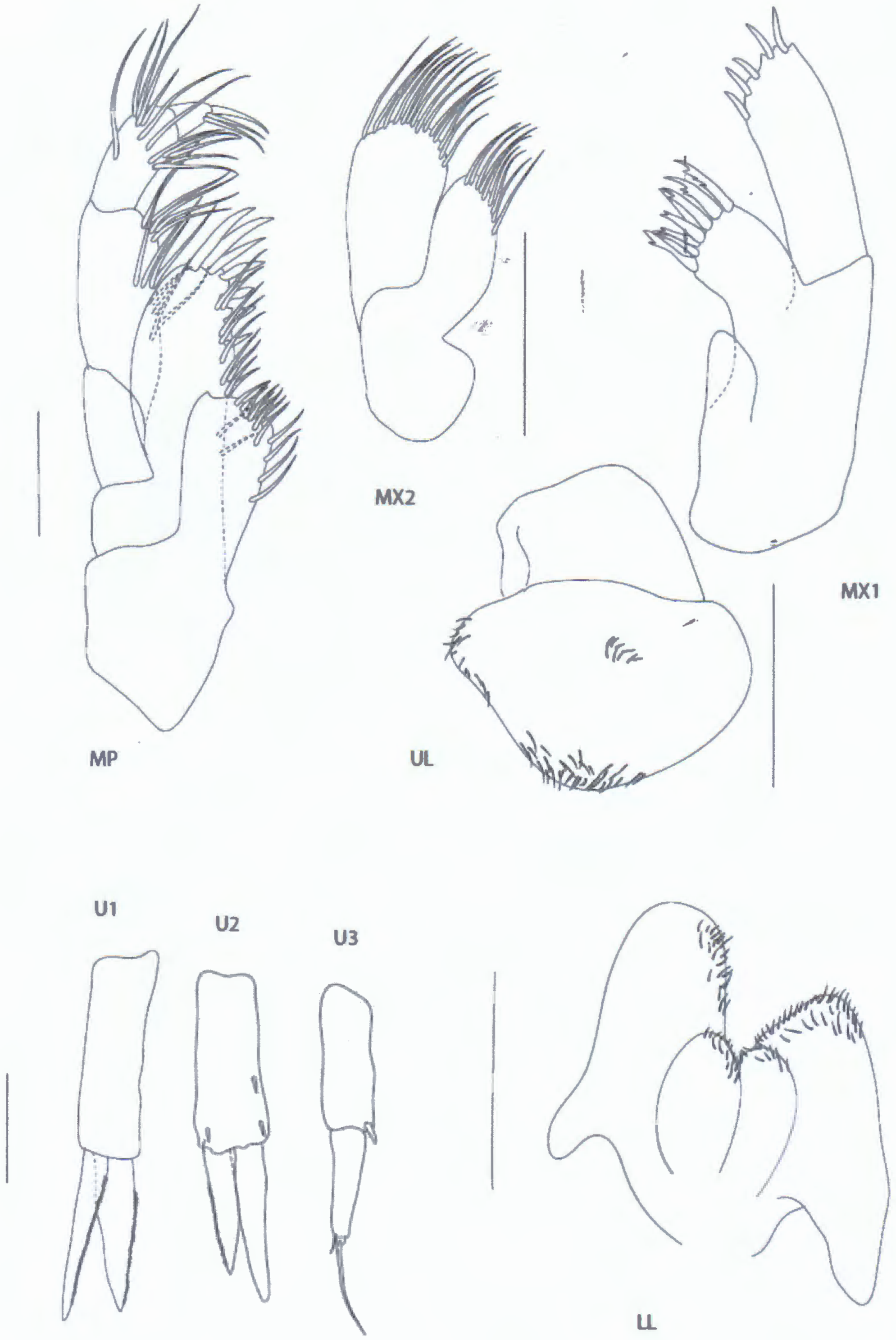
แม้การศึกษาความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาจะดำเนินมาเป็นเวลา 90 ปี แต่ยังพบแอมฟิพอดชนิดใหม่เช่นการศึกษาของ Ariyama (2010) หรือแอมฟิพอดที่เป็นรายงานครั้งแรก (Rattanama *et al*.. 2014 และ Wongkamhaeng *et al*., 2014) นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมา จะเน้นการศึกษาแกมมาริดแอมฟิพอดที่อาศัยอยู่ในตะกอนดิน ทำให้ได้ภาพความหลากหลายไม่ครบถ้วน เนื่องจากความหลากชนิดของแหล่งอาศัยเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการกระจายของแอมฟิพอดและสัมพันธ์กับผลต่อจำนวนชนิดของแอมฟิพอดที่พบ จึงควรมีการศึกษาแอมฟิพอดในแหล่งอาศัยอื่นๆ ในทะเลสาบไม่ว่าจะเป็นแหล่งอาศัยตามธรรมชาติเช่น สาหร่าย ขอนไม้ แพหอย หรือแหล่งอาศัยที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่นบริเวณเครื่องมือประมง ท่าเรือ หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเช่นเพรียงหัวหอม จะทำให้ได้ภาพความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาที่ชัดเจนขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

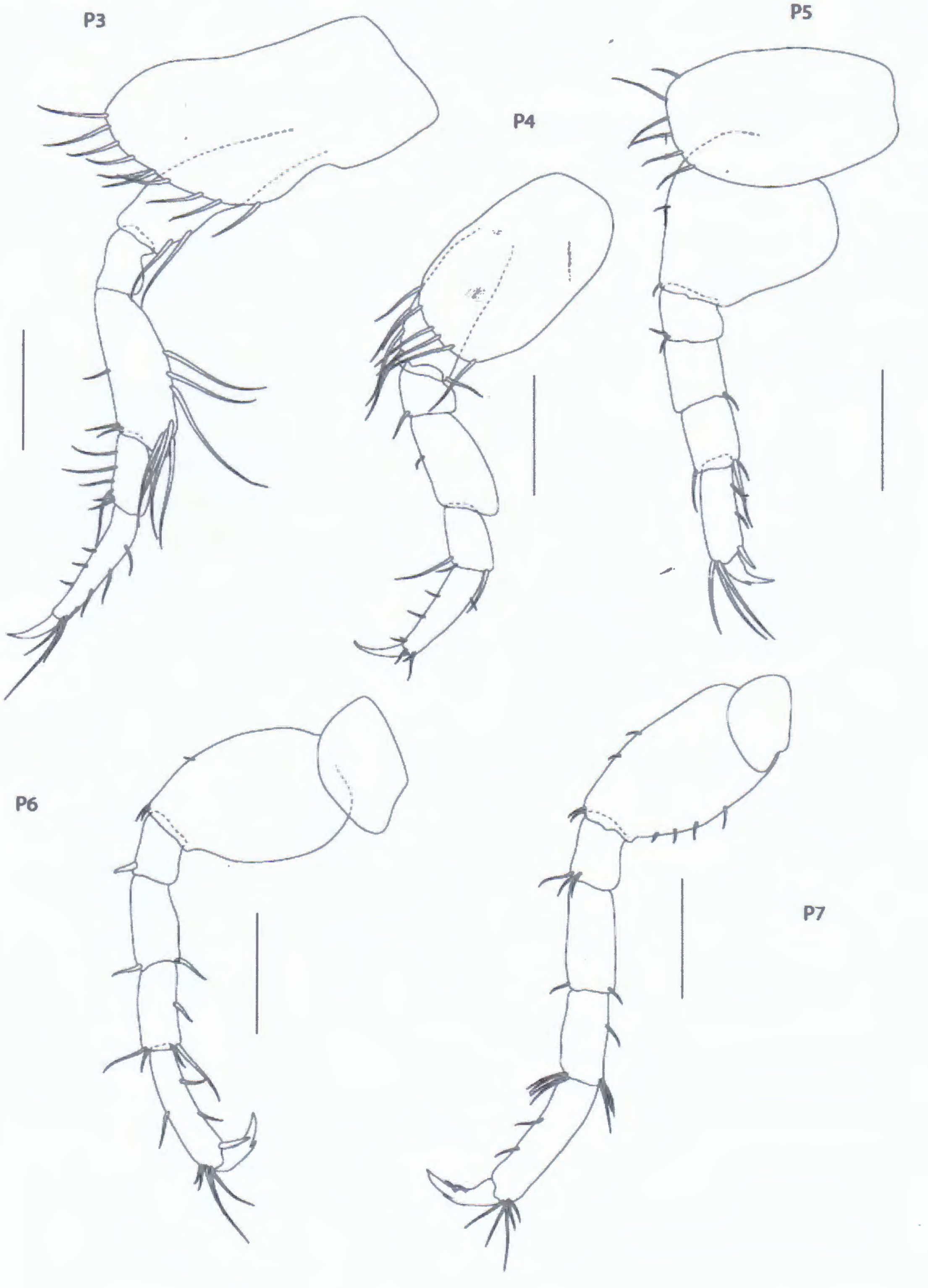
ขอขอบคุณสถาบันทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณ ดร. Charles Oliver Coleman และ ดร. สมชัย บุศราวิช ที่อนุเคราะห์เอกสารที่จำเป็นสำหรับการจำแนกชนิดแกมมาริดแอมฟิพอด



ภาพที่ 2 *Dodophotis digitata* ตัวผู้ ขนาด 2.2 มม. สเกลบาร์ 0.2 มม.



ภาพที่ 3 *Dodophotis digitata* ตัวผู้ ขนาด 2.2 มม. สเกลบาร์ 0.1 มม.



ภาพที่ 4 *Dodophotis digitata* ตัวผู้ ขนาด 2.2 มม. สเกลบาร์ 0.2 มม.

6. เอกสารอ้างอิง

Angsupanich, S. Chiayvareesajja, S. and Chandumpai, A. (1999). Stomach contents of the banana prawns (Penaeus indicus and P. merguiensis) in Tammalang Bay, Southern Thailand, Asian Fisheries Science 12(3), 257-265.

Angsupanich, S, Siripech A and Charoenpornthip, M. (2006). Macrobenthic fauna community in the Middle Songkhla Lake, Southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology 27(Suppl. 1), 365-390. (in Thai)

Ariyama, H, Angsupanich S and Rodcharoen, E. (2010). Two new species of the genus Kamaka (Crustace: Amphipoda:Kamakidae) from the Songkla Lagoon, southern Thailand Zootaxa. 2404, 55–68.

Bamard, K. H. (1935) Report on some Amphipoda, Isopoda, and Tanaidacea in the collections of the Indian Museum.Records of the Indian Museum. 37, 279-319, 21 figs.

Bussarawich, S, Nateewathana, A and Hylleberg, J. (1984). Distribution of Marine Benthic Amphipods Off Phuket Island, with Emphasis on Tin Mining and a Model of Species-Individual Relationships. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 32(1),1—21.

Bussarawich, S. (1985). Gammaridean Amphipoda from mangrovesb in southern Thailand. Fifth Seminar on Mangrove Ecosystems. Phuket, Thailand, 26-29 July, 1–17.

Chilton, C. (1925) Zoological results of a tour in the Far East. The Amphipoda of Talé Sap. Memoirs of the Asiatic Society of Bengal, 6, 531–539.

Coleman C.O. (2003) "Digital inking": how to make perfect line drawings on computers. Organisms, Diversity and Evolution. 3, 303–304.

Dang N.T., Le H.A. (2011) Crustaceans family melitidae (Amphipoda: Gammaridea) from Vietnam Sea, Tap Chi Sinh Hoc. 33(2), 1-18

Huang, Z. (1994) Marine species and their distribution in China's seas. China Ocean Press, Beijing.

Imbach, M. C. (1967). Gammaridean Amphipoda from the South China Sea. Naga Report, 4, 39-167.

Karaman, G. (1985). Contribution to the knowledge of the amphipoda two new taxa of Suborder Gammaridea from Asia, with remarks to some Sri Lanka's species. Poljoprivreda I Sumarstvo, Titograd 31,15-40.

Ledoyer, M. (1973) Presence de Perioculodes aequimanus (Kossmann) dans les eaux Mediterraneennes (region de Marseille) et comparison avec P. longimanus (Bate et Westwood) (Crustacea, Amphipoda). Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, series 3e(63), Zoologie 49, 775-781, 3 figs.

Lowry, J. K., Berents P. B. (2002) The genus Cerapus in the Andaman Sea (Crustacea, Amphipoda, Ischyroceridae). Phuket Marine Biological Center Special Publication 23, 189-196.

Martin, Joel W., and George E. Davis. (2001) An. Updated Classification of the Recent Crusta- cea. Natural History Museum of Los Angeles. County Contributions.

Miloslavich, P.; Díaz, J. M.; Klein, E.; Alvarado, J. J.; Díaz, C.; Gobin, J.; Escobar-briones, E.; Cruz-motta, J. J.; Weil, E.; Cortés, J.; Bastidas, A. C.; Robertson, R.; Zapata, F.; Martín, A.; Castillo, J.; Kazandjian, A.; Ortiz, M. (2010). Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and Distribution Patterns. PLoS ONE. 5(8)

Nayar, K. N. (1959) The Ainphipoda of the Madras Coast.Bulletin of the Madras Government Museum, Natural History Section 6(3), 59 pp., 16 pls.

Ortiz, M. and Lalana, R. (1997) Amphipoda. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle Grigore Antipa. 38, 29-113.

Rabindranath, P. (1971) On a collection of Isaeidae (Crustacea, Amphipoda) from the Southern Indian Region. - Bijdragen tot de' dierkunde,41(2), 67-93.

Rattanama, K., Pattaratumrong, S.M. and Wongkamhaeng, K. (2014) 90 years of gammarid amphipod study in Songkhla Lake with 3 new records for Thai Waters. The 9th Regional IMT-GT UNINET Conference 2014. 3-5 November 2014: University Sains Malaysia.

Ren, X. and Andres, H. (2006) Crustacea, Amphipoda, Gamaridea I. Fauna Sinica Invertebrata, 41: i–x, 1–558.

Ren, X. and Andres, H. (2006). Crustacea, Amphipoda, Gamaridea II. Fauna Sinica Invertebrata, 41: i–x, 1–651.

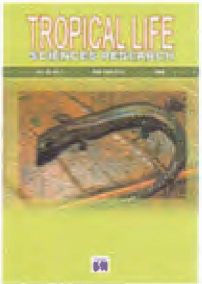
Reunsirikul, J , Angsupanich, S. and Phongdara, A. (2007) Abundance and diversity of amphipod crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon. Songklanakarin Journal Science and Technology 29 (5), 1225—1249.(in Thai)

Sivaprakasam, T.E. (1969) Amphipoda from the East Coast of India-2, Gammaridea and Caprellidea. Journal Bombay Natural History Society. 66(3), 560-576.

Väinölä R., J. D. S. Witt, M. Grabowski, J. H. Bradbury, K. Jazdzewski and B. Sket. (2008) Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. Hydrobiologia. 595,241—255.

Wongkamhaeng, K, Pattaratumrong, S. M. and Puttaprecha R. (2014). Melitid amphipods from the Gulf of Thailand, with a description of Dulichiella pattaniensis, a new species Zookeys 408(1), 1—18.

Tropical Life Sciences Research



90 YEARS OF GAMMARID AMPHIPOD STUDY IN SONGKHLA LAKE WITH 3 NEW RECORDS FOR THAI WATERS

Journal:	*Tropical Life Sciences Research*
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Keywords:	amphipod, Songkhla Lake, new records

SCHOLARONE™
Manuscripts

For Review

Universiti Sains Malaysia Press, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia

90 YEARS OF GAMMARID AMPHIPOD STUDY IN SONGKHLA LAKE WITH 3 NEW RECORDS FOR THAI WATERS

Songkhla Lake is known as an area where the gammarid amphipod has been studied the most inthe Gulf of Thailand. The first gammarid amphipod study was investigated in 1925 by Chilton. After that, there have been various studies including an examination that relates to their diversity, ecology and biology. In this particular study, gammarid amphipods in Songkhla Lake were collected from 2010-2014. Over that period of time, 3 amphipods, namely *Hyale dollfusi* Chevreux, 1911, *Grandidierella megnae* (Giles, 1888) and *Hourstonius japonica* (Hirayama, 1983) were not been previously reported in Thai Waters. The gammarid amphipods were also catalogued and their characters are described and illustrated. All specimens are deposited into the Princess Maha Chakri Sirindhorn Natural History Museum, Prince of Songkla University, Thailand.

Keywords: amphipod, Songkhla Lake, new records

For Peer Review

INTRODUCTION

Songkhla Lake is the largest natural lagoon located in Southern Thailand. The lake contains brackish water and the salinity varies by season from 0-30 psu. Songkhla Lake covers an area of 1,042 km^2 and is divided into three parts: the upper, middle and lower Songkhla Lakes. There are a wide variety of ecosystems located in this region including mangrove forest, estuary, mud flat and wetlands. This environment is not only important in terms of being able to host numerous habitats for aquatic organisms, but also for human interests including: fishery, aquaculture and recreational uses.

The gammarid amphipod is a major benthic fauna group that serves an important role in trophodynamics (De Broyer *et al.* 1999). In Songkhla Lake, gammarid amphipods were reported as a major food for spotted catfish (*Arius maculatus*), a common commercially caught fish in this area (Angsupanich *et al.*, 1999). An amphipod diversity study has been carried out since 1925 by Chilton. In that time, 12 species from 11 genera were reported. After that, amphipod diversity studies were investigated in separate areas of

Songkhla Lake. Currently, the total number of amphipods in Songkhla Lake number 27 species from 19 genera. From that, 13 species from 13 genera were reported from upper Songkhla Lake, 9 species from 8 genera and 8 species from 8 genera were reported from middle and lower Songkhla Lake respectively (Table 1) (Chilton, 1925; Ruensirikulet. Al., 2007; Bassarawich, 1985; Angsupanich & Kuwabara, 1995; Ariyama et. al., 2010; Wongkamhaeng et. al., 2014). This study seeks to better understand the extent of amphipod diversity in Songkhla Lake with the addition of 3 amphipods, which have not been previously recorded in this area. Figures and descriptions are provided.

MATERIALS AND METHODS

Amphipods were collected from different substrates namely algae, mud, debris, wood and algae in Lower and Middle Songkhla Lake from 2010-2014 (Figure 1). The samples were collected in plastic bags, washed and sieved through a 0.5 mm mesh screen. The remaining amphipod specimens were sorted, fixed in formalin for 1 week, and then stored in 70% alcohol. In the laboratory, the animals were examined using a compound microscope and later selected for dissection. The appendages were examined and figures were produced using an Olympus CH30 light microscope with a camera lucida.

RESULTS AND DISCUSSION

Family Amphilochidae

Hourstonius japonica (Hirayama, 1983)
(Fig. 1)

Gitanopsis japonica Hirayama, 1983: 125, figs 29-30.

Material examined: Lower Gulf of Thailand, Songkhla Lake (7°9'55"N 100°32'14"E) 21 July 2014. Wongkamhaeng, K. PSUZC-CR-0184. (1♂; 12♀)
Type locality: West Kyushu, Japan.

Distribution. Northwest Pacific and Songkhla Lake, Thailand (current study).

For Peer Review

Remarks: The material in this study is similar to the original description by Hirayama (1983) except the dactylus of gnathopod 1 is curved and smooth while those of Hirayama's is serrated on the grasping margin.

Family Aoridae

Grandidierella megnae (Giles, 1888)

(Fig. 2)

Microdeutopus megnae Giles, 1888:231, pl.7, fig 14.

Grandidierella megnae Tattersall, 1922: 455, pl. 19, fig. 1-12;; Asari&Myers, 1982: 243, figs 3-4. [non *Grandidierella megnae* Chilton, 1925: 535, fig. 2].

Material examined: Lower Gulf of Thailand, Songkhla Lake (7°9'55"N 100°32'14"E), 22 September 2010, Puttapreecha, R. PSUZC-CR-0185. (1♂; 5♀)

Type locality: Indian Coast.

Distribution: India and Songkhla Lake, Thailand (current study)

Remarks: The original description by Gilles (1888) was brief and hard to compare with the present material. However, it resembles the description and figure produced by Asari & Myers (1982) in India except the shape of the carpus male gnathopod 1 is slightly posteriodistally produced while Indian specimens are strongly produced.

Family Hyalidae

Hyale dollfusi Chevreux, 1911

(Figs. 3-4)

Hyale dollfusi Chevreux, 1911: 238, pl. 16, figs. 13-19. -Chevreux & Fage, 1925: 287, fig. 298. - Iwasa, 1939: 280, fig. 18, pl. 18. Ren *et. al.* 2012, pl. 27, fig. 10.

Material examined: Lower Gulf of Thailand, Songkhla Lake (7°9'55"N 100°32'14"E), 22 October 2012, Buatip, S. PSUZC-CR-0186 . (5♂; 15♀)

For Peer Review

Type locality: Tunisia.

Distribution: Mediterranean Sea, Northwest Pacific, China Sea and Songkhla Lake, Thailand (current study).

Remarks: Our specimens are similar to the original description of Chevreux (1911) in the Mediterranean Sea except the uropods 3 rami are subequal to the peduncle while the original description is shorter than the peduncle of the telson of Songkhla Lake. This amphipod is subglobular while the telson lobes of the original description are pointed.

The amphipod diversity in Thailand coast recorded 77 species (Angsupanich & Kuwabara, 1995, Angsupanich et al, 2005, Azman *et al.* 2014; Bussarawich et al, 1984; Bussarawich, 1985; Jansen & Dinesen, 2003; Lowry & Barrent, 2002; Lowry & Myers, 2003; Lowry & Stoddart, 2002; Lowry & Watson, 2002; Myers, 2002; Peart, 2002; Wongkamhaeng *et al.*, 2012a, Wongkamhaeng *et al.*, 2012b; Wongkamhaeng *et al.*, 2013a; Wongkamhaeng *et al.*, 2013b; Wongkamaheng *et al.* 2013b and Wongkamhaeng *et al.*, 2014). Of these, 30 species came from Songkhla Lake. Most of them are soft bottom benthic group which the aorids dominate the amphipod component. According to this report, there are also other amphipod groups that have not been investigated, i.e. algal-dwellers, demersal scavengers, commentsals and epiparasites, all of which require more study in order to obtain a more holistic understanding of diversity in this area.

CONCLUSION

While the diversity of the gammarid amphipod population in Songkhla Lake has been carried out for at least 90 years, its biodiversity is still largely unknown. The discovery of these 3 new records represents the only source of what we know of amphipod in Songkhla Lake. Most studies have focused on the soft bottom benthos group, which other amphipod groups are need to study.

Acknowledgements

We are grateful to the Marine and Coastal Resources Institute for the use of their laboratory facilities. The senior author would like to thank Dr. Jaruwat Nabhitabhata and Professor Dr. Saowapa Angsupanich as they have been a tremendous source of inspiration for this work. This work was supported by a grant from the Thai Government Annual Budget, Prince of Songkla University year 2015 Grant No COR5805635.

REFERENCES

Angsupanich, S, Chiayvareesajja, S and Chandumpai, A. (1999). Stomach contents of the banana prawns (*Penaeus indicus* and *P. merguiensis*) in Tammalang Bay, Southern Thailand, *Asian Fisheries Science* 12(3) : 257-265.

Angsupanich, S and Kuwabara, R. (1995). Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkla, a brackish lake in southern Thailand. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 1(2): 115–125.

Angsupanich, S, Siripech A and Charoenpornthip, M. (2005). Macrobenthic fauna community in the Middle Songkhla Lake, Southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 27(Suppl. 1) : 365-390.(in Thai)

Ariyama, H, Angsupanich S and Rodcharoen, E. (2010). Two new species of the genus *Kamaka* (Crustace: Amphipoda:Kamakidae) from the Songkla Lagoon, southern Thailand *Zootaxa*. 2404: 55–68.

Asari, K P and Myers A A. (1982). Taxonomic studies on the genus Grandidierella Coutière (Crustacea, Amphipoda) IV. Indian species. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris*, 4(A): 237–256.

Azman B A R, Wongkamhaeng, K and Dumrongrojwattana, P. (2014). Description of *Floresorchestia samroiyodensis*, a new species of landhopper (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) from Thailand. *Zoosystematics and Evolution* 90 (1):7—19.

Bussarawich, S, Nateewathana, A and Hylleberg, J. (1984). Distribution of Marine Benthic Amphipods Off Phuket Island, with Emphasis on

Tin Mining and a Model of Species- Individual Relationships. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin* 32(1):1—21.

Bussarawich, S. (1985). Gammaridean Amphipoda from mangrovesb in southern Thailand. *Fifth Seminar on Mangrove Ecosystems.* Phuket, Thailand, 26-29 July, 1–17.

Chevreux, E. (1911). Campagne de la "Melita". Les Amphipodes d'Algerie et de Tunisie. *Memoire de la Société Zoologique de France* 23(1): 145-285,

Chevreux, E and Fage, L. (1925). *Faune de France Amphipodes.* Paris Lechevalier, 1-488.

Chilton, C. (1925). The Amphipoda of Talé Sap. Zoological results of a tour in the Far East. *Memoirs of the Asiatic Society of Bengal* 6(1): 531–539.

De Broyer C, Rauschert M, Scailteur Y (1999) Structural and ecofunctional biodiversity of the benthic amphipod taxocoeńoses In: Arntz W, Gutt J (eds) The expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II) of 'Polarstern' in 1998. *Ber Polarforsch* 301(1):163–174.

Giles, G M. (1888). Natural history notes from H.M.'s Indian marine survey steamer 'Investigator', commander Alfred Carpenter, R.N. commanding. No. 1. On the structure and habits of Cyrtophium calamicola, a new tubicolous amphipod from the Bay of Bengal. *Journal of the Asiatic Society of Bengal* 54(1): 54-59.

Iwasa, M. (1939). Japanese Talitridae. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University* 6(6): 255–296.

Hirayama, A. (1983). Taxonomic studies on the shallow water Gammaridean Amphipoda of the west Kyushu, Japan. 1. Acanthonotozomatidae, Ampeliscidae, Ampithoidae, Amphilochidae, Anamixidae, Argissidae, Atylidae and Colomastigidae. *Publication of Seto Marine Biological Laboratory* 28(1): 75-150.

Jansen, T and Dinesen. G. (2002). Anamixidae (Amphipoda: Crustacea) from the Andaman Sea, North-Eastern Indian Ocean. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 23(1): 265–271.

For Peer Review

Lowry, J K and Berents, P. (2002). The genus *Cerapus* in the Andaman Sea (Crustacea, Amphipoda, Ischyroceridae). *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 23(1):189-196.

Lowry, J K and Myers, A A. (2003). New amphipod crustaceans from the Indo-West Pacific (Amathillopsidae: Eusiridae: Iphimediidae). *The Raffles Bulletin of Zoology* 51(2): 219-256.

Lowry, J K and Stoddart, H. (2002). First records of lysianassoid amphipods (Crustacea) from the Andaman Sea. *Phuket Marine Biological Center, Special Publication* 23(1):165-183.

Lowry, J K and Watson, M. (2002). Revision of the gammarellid group, with a new species from the Andaman Sea (Crustacea, Amphipoda, Melitidae) . *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 23(1): 197-212.

Myer, A A. (2002). Marine amphipods of the family Aoridae and Neogamphopidae from Phuket, Thailand. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 23(1):213-228.

Peart, R A. (2002) New species of Ampithoidae (Crustacea, Amphipoda, Corophioidea) from the Andaman Sea. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 23(1): 229-252.

Ren, X and Andres, G. (2012). Crustacea, Amphipoda, Gamaridea II. *Fauna Sinica Invertebrata.* Science Press, China 558 pp.

Reunsirikul, J , Angsupanich, S. and Phongdara, A. 2007. Abundance and diversity of amphipod crustaceans in the Upper Songkhla Lagoon. *Songklanakarin Journal Science and Technology* 29 (5): 1225—1249.(in Thai)

Tattersall, W.M. 1922. Amphipoda, with note on an additional species of Isopoda. In: Annandale, N., *Zoological results of tour in Far East. Asiatic Society of Bengal* 6(8): 435-459, fig. 18-21.

Wongkamhaeng, K. Azman B AR and Pholphanthin, P. (2012)a. *Grandidierella Halophilus* a new species of the family Aoridae (Crustacea: Amphipoda) from the saltpans of The Inner Gulf of Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology* 60(2):433-447.

Wongkamhaeng, K. Azman B AR and Puttaprecha, R. (2012)b. *Cheiriphotis trifurcata*, new species (Crustacea, Amphipoda, Corophiidae,

Protomedeiinae) from the Seagrass Bed of the Lower Gulf of Thailand. *ZooKeys* 187(1): 71–89

Wongkamhang, K, Coleman, C O and Pholpunthin, P. (2013)a. *Maeropsis paphavasitae* and *Rotomelita longipropoda*, two new species (Crustacea, Amphipoda) from Lower Gulf of Thailand. *ZooKeys* 307(1): 15-33.

Wongkamhang, K, Coleman, C O and Pholpunthin, P. (2013)b. Three new species from the Aoridae and Maeridae (Crustacea, Amphipoda) from Thai waters *Zootaxa* 3693(4): 503-533.

Wongkamhaeng, K, Pattaratumrong, S M and Puttaprecha R. (2014). Melitid amphipods from the Gulf of Thailand, with a description of *Dulichiella pattaniensis*, a new species *Zookeys* 408(1): 1—18.

For Peer Review

Table 1 List of gammarid amphipod species in Songkhla Lake

Family	Species	Songkla lake basin			references
		inner	middle	outer	
Amphilochidae	*Amphilochus* sp.	✓	✓		Ruensirikul et al 2007
	Gitanopsis sp.	✓			Ruensirikul et al 2007
	Hourstonius japonica	✓			Current study
Aoridae	*Grandidierella gilesi*	✓	✓		Ruensirikul et al 2007
	Grandidierella grevipes	✓			Chilton, 1925
	Grandidierella magnae	✓			Current study
	Grandidierella taihuensis	✓			Ruensirikul et al 2007
	Grandidierella sp.			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
Callopidae	*Paracalliope fluviatilis*	✓			Bassarawich 1985,Ruensirikul et al 2007
	Paracalliope indica			✓	Bassarawich 1985
Corophiidae	*Corophium acherusicum*			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
Eriopisedae	*Eriopisella sechellensis*			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
	Victoriopisa chilkensis	✓			Ruensirikul et al 2007
Hyalidae	*Hyale brevipes*	✓			Ruensirikul et al 2007
	Hyale dollfusi	✓			Current study
Ischyroceridae	*Cerapus* sp.	✓	✓		Ruensirikul et al 2007
	Ericthonius brasiliensis			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
Kamakidae	*Kamaka songkhlaensis*	✓	✓		Ariyama, 2010
	Kamaka appendiculata		✓		Ariyama, 2010
Liljeborgiidae	*Idunella chilkensis*			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
Maeridae	*Maera* sp.			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
	Quadrivisio bengalensis	✓			Ruensirikul et al 2007
	Quadrivisio sp.		✓		Angsupanich et al 2005
Melitidae	*Melita setiflagella*	✓			Ruensirikul et al 2007
	Melita latiflagella		✓		Wongkamhaeng, 2014
Oedicerotidae	*Perioculodes* cf. *acuticoxa*	✓			Ruensirikul et al 2007
Photidae	*Gammaropsis* sp.	✓	✓		Ruensirikul et al 2007
	Photis longicaudata	✓	✓		Ruensirikul et al 2007
	Photis sp.			✓	Angsupanich & Kuwabara 1999
Talitridae	*Platochestia japonica*	✓			Ruensirikul et al 2007

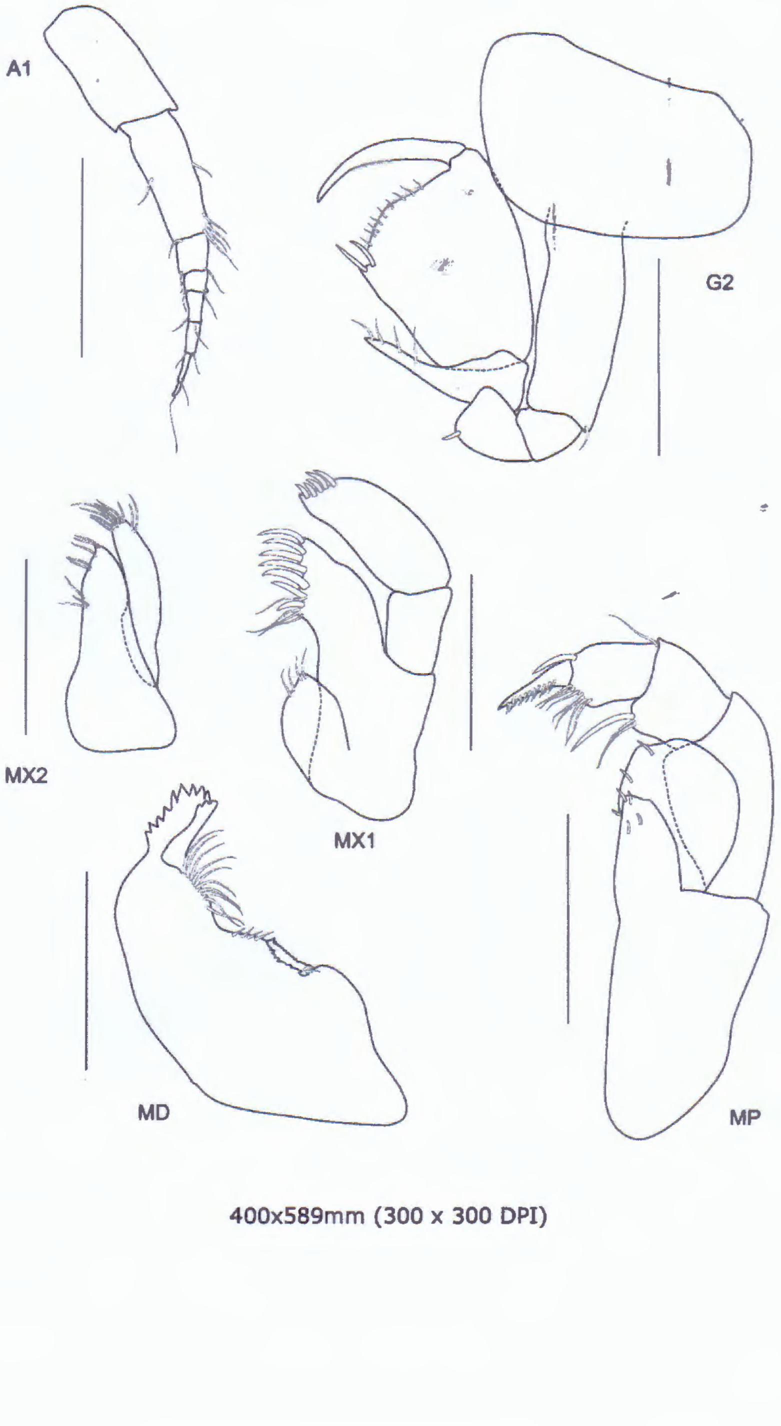
Figure 1 *Hourstonius japonica* (Hirayama, 1983) Scale bars for A1 and G2 represent 0.5 mm; MX1,2, MD and MP 0.1 mm

Figure 2 *Grandidierella megnae* (Giles, 1888) Scale bars for ♂♀G1,2 represent 0.5 mm; U1-3 represent 0.1 mm

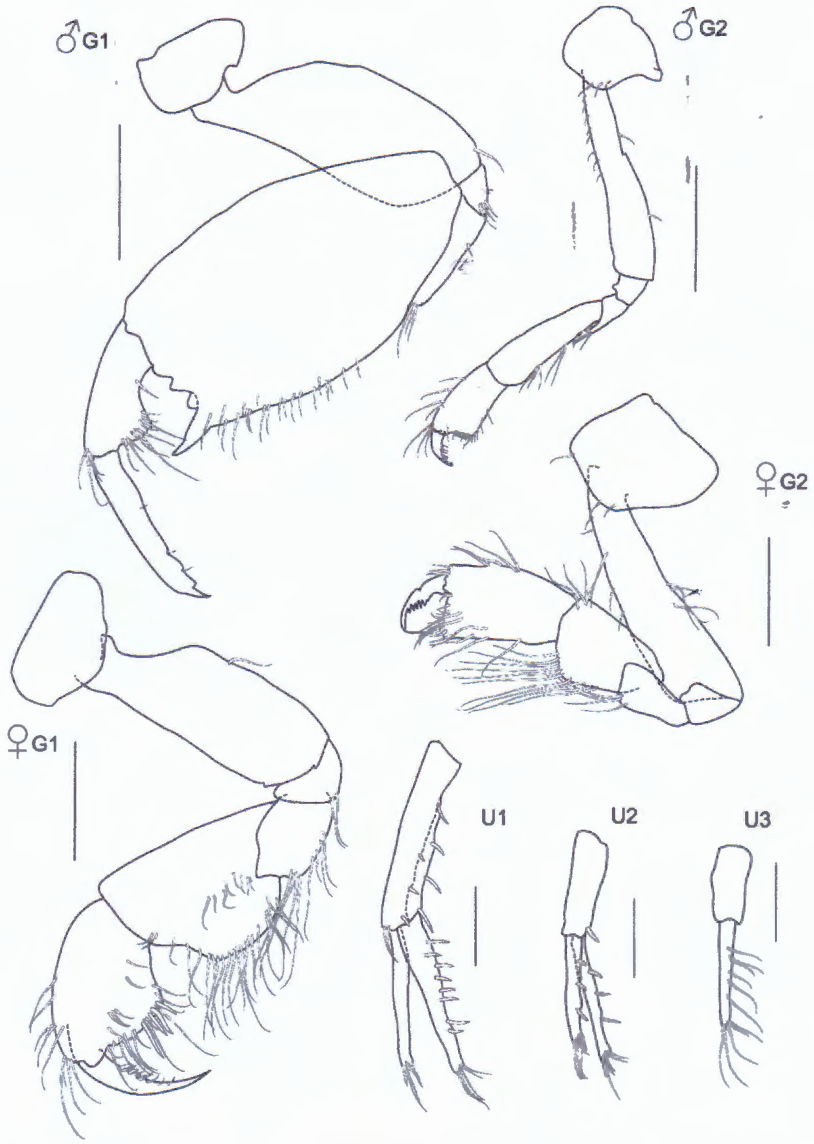
Figure 3 *Hyale dollfusi* Chevreux, 1911 (Giles, 1888) Scale bars for A1,2 ,G1-2 represent 0.5 mm; U1-3 represent 0.1 mm

Figure 4 *Hyale dollfusi* Chevreux, 1911 All Scale bars represent 0.5 mm

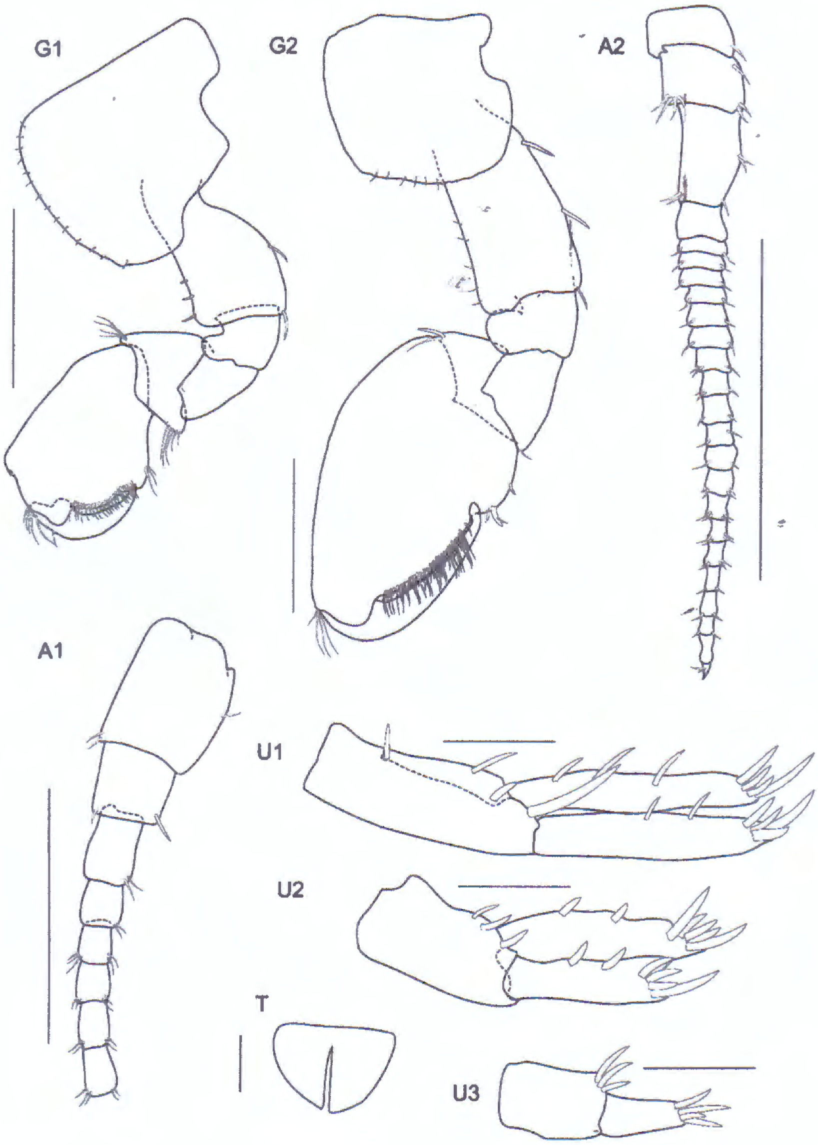
For Peer Review



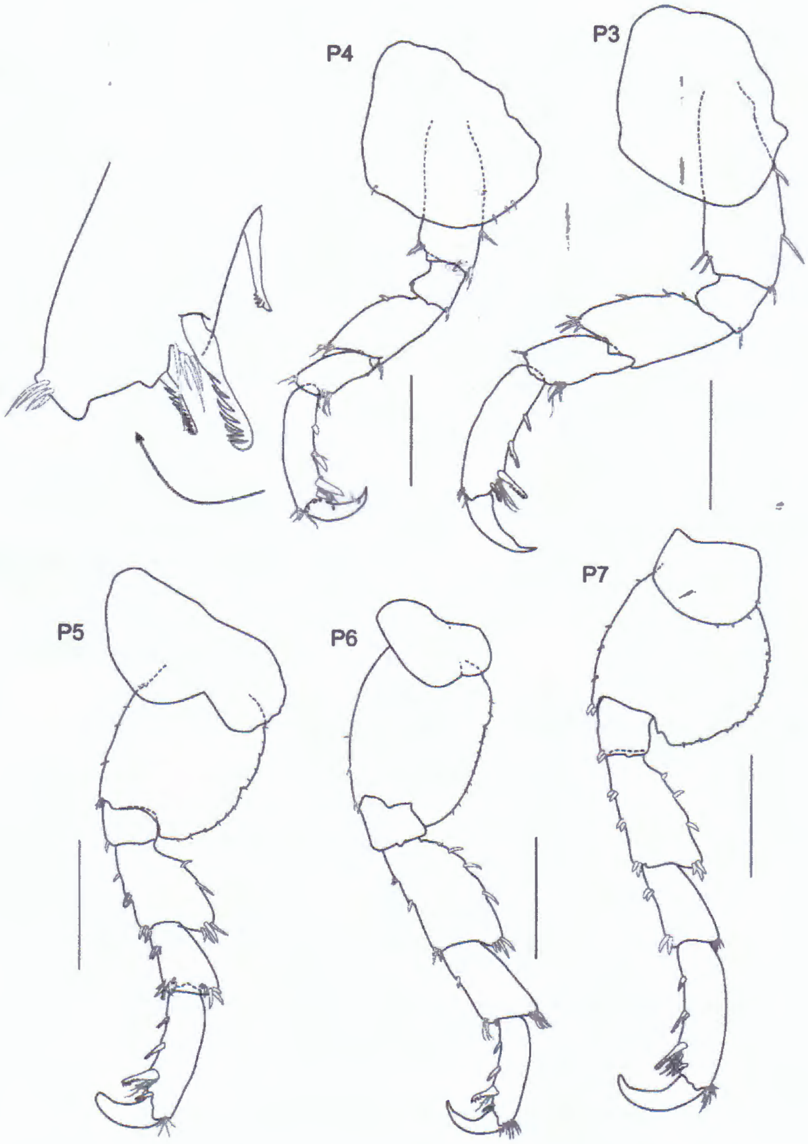
400x589mm (300 x 300 DPI)



394x556mm (300 x 300 DPI)



386x538mm (300 x 300 DPI)



379x538mm (300 x 300 DPI)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวกชกร รัตนมา
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5610023001

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2556

ทุนการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

กชกร รัตนมา ประภาสิริ โกมะลานนท์ กรอร วงษ์กำแหง และชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์. 2558. ความหลากชนิดและการกระจายของแกมมาริดแอมฟิพอดในพื้นที่ธรรมชาติและบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 38(4) : 383-392.

กชกร รัตนมา ประภาสิริ โกมะลานนท์ ชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์ และกรอร วงษ์กำแหง. 2558. ความหลากชนิดของแกมมาริดแอมฟิพอดในทะเลสาบสงขลาและรายงานครั้งแรกของ *Dodophotis digitata* (K.H. Barnard, 1935). ในเรื่องเต็มการประชุมครั้งที่ 5 อนุกรมวิธานและซิเทมาติคส์ในประเทศไทย 25-27 พฤษภาคม 2558 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 155-165.

Rattanama, K. Pattaratumrong, S.M., Towatana, P and Wongkamhaeng, K. Three new records of gammarid amphipod in Songkhla Lake, Thailand. Journal of Tropical and Life Sciences Research. (in press)