รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง
ชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สัญญาเลขที่ NAT520159S

พฤศจิกายน 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง
ชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สัญญาเลขที่ NAT520159S

พฤศจิกายน 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย ชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

ผู้วิจัย **สังกัด**

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ.ดร. จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

ศึกษาชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824) ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793) และปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) โดยรวบรวมตัวอย่างปลาบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ผลการศึกษาพบว่าปลาเพศเมียทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งปลาเห็ดโคนเพศผู้มีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) ในขณะที่ปลาทรายแดงและปลาจวดเพศผู้มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก(allometric growth) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy คือ L_∞, K และ t_0 ของปลาทรายแดงมีค่าเท่ากับ 30.23 เซนติเมตร, 3.41 ต่อปี และ -0.005 ปี ตามลำดับ ของปลาจวดมีค่าเท่ากับ 31.00 เซนติเมตร, 1.81 ต่อปี และ 0.022 ปี ตามลำดับ และของปลาเห็ดโคนมีค่าเท่ากับ 29.87 เซนติเมตร, 2.34 ต่อปี และ -0.045 ปี ตามลำดับ ปลาทรายแดงมีค่าพารามิเตอร์การตายรวม (Z) = 12.41 ต่อปี การตายโดยธรรมชาติ (M) = 3.23 ต่อปี และการตายโดยการประมง (F) = 9.18 ต่อปี สำหรับปลาจวด Z = 6.43 ต่อปี M = 2.12 ต่อปี และ F = 4.30 ต่อปี และสำหรับปลาเห็ดโคน Z = 10.00 ต่อปี M = 2.54 ต่อปี และ F = 7.46 ต่อปี ค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์(E) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน เท่ากับ 0.74, 0.67 และ 0.75 ต่อปี ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาวปลายหาง (L)ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน คือ $R_L = -0.007L^2 + 0.237L - 1.386$, $R_L = -0.008L^2 + 0.292L - 1.990$ และ $R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$ ตามลำดับ โดยขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) แบบ Logistic equation ของปลาทรายแดงเพศเมียเท่ากับ 15.27 เซนติเมตร และเพศผู้เท่ากับ 15.31 เซนติเมตร ของปลาจวดเพศเมียเท่ากับ 15.73 เซนติเมตร และเพศผู้เท่ากับ 15.75 เซนติเมตร และของปลาเห็ดโคนเพศเมียเท่ากับ 14.56 เซนติเมตร และเพศผู้เท่ากับ 14.55 เซนติเมตร และขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์แบบ Johnson-Schumacher function ของปลาทรายแดงเพศเมียเท่ากับ 12.70 เซนติเมตร และเพศผู้เท่ากับ 11.89 เซนติเมตร ของปลาจวดเพศเมียเท่ากับ 12.57 เซนติเมตร และเพศผู้เท่ากับ 12.73 เซนติเมตร และปลาเห็ดโคนเพศเมียเท่ากับ 12.31 เซนติเมตร และเพศผู้ เท่ากับ 12.29 เซนติเมตร ความดกไข่ของปลาทรายแดงอยู่ในช่วง 7,233 - 62,420 ฟอง ของปลาจวดอยู่ในช่วง 4,493 – 63,146 ฟอง และของปลาเห็ดโคนอยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) และความยาวปลายหาง (L) ของปลาทรายแดงคือ $Fc = 63.56L^{1.996}$ ของปลาจวด คือ $Fc = 78.05L^{1.896}$ และของปลาเห็ดโคน คือ $Fc = 55.20L^{2.052}$ ปลาทั้ง 3 ชนิดมีการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดปีโดยมีฤดูการวางไข่สูงสุดของปลาทรายแดงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนพฤษภาคม ปลาจวดในช่วงเดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม และปลาเห็ดโคนในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน

Abstract

The study on population biology of ornate threadfin bream *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824), bigeye croaker *Pennahia anea* (Bloch, 1793) and sand whiting *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) was conducted during July 2009 – June 2010. The fish samples were collected from Mu Koh Bulon , Satun Province. All females of the three species and male *S. sihama* had isometric growth, but for male *N. hexodon* and *P. anea* had allometric growth. The von Bertalanffy growth parameters: L_∞, K and t_0 of *N. hexodon* were estimated as 30.23 cm, 3.41 $year^{-1}$ and -0.005 year respectively. The corresponding parameters for *P. anea* were 31.00 cm, 1.81 $year^{-1}$ and 0.022 year, and for *S. sihama* were 29.87 cm, 2.34 $year^{-1}$ and -0.045 year. For *N. hexodon*, the rates of mortality were: Z = 12.41, M = 3.23 and F = 9.18. For *P. anea*, the rates of mortality were: Z = 6.43, M = 2.12 and F = 4.30 and for *S. sihama*: Z = 10.00, M = 2.54 and F = 7.46. The exploitation rate (E) were 0.74, 0.67 and 0.75 for *N. hexodon, P. anea* and *S. sihama*, respectively.

The relationship between female proportion (R_L) and the total length (L) for *N. hexodon, P. anea* and *S. sihama* were $R_L = -0.007L^2 + 0.237L - 1.386$, $R_L = -0.008L^2 + 0.292L - 1.990$ and $R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$, respectively. The size at first maturity according to logistic equation for female and male were 15.27 and 15.31 cm respectively in *N. hexodon*, 15.73 and 15.75 cm in *P. anea* and 14.56 and 14.55 cm in *S. sihama*. The size at first maturity according to Johnson-Schumacher function for female and male were 12.70 and 11.89 cm respectively in *N. hexodon*, 12.57 and 12.73 cm in *P. anea*, and 12.31 and 12.29 cm in *S. sihama*. The fecundity of *N. hexodon, P. anea* and *S. sihama* varied from 7,233 - 62,420, 4,493 – 63,146 and 6,073 - 67,953 eggs per fish, respectively, while the relationship between fecundity (Fc) and the total length (L) were $Fc = 63.56L^{1.996}$, $Fc = 78.05L^{1.896}$ and $Fc = 55.20\ L^{2.052}$. Spawning was found all year round with the peak during February – May for *N. hexodon*, May – August for *P. anea* and July – November for *S. sihama*.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อให้งานวิจัยสามารถดำเนินการไปจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณอำรา หวังสบู และครอบครัว ชาวประมงพื้นบ้านบ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักอาศัยและอำนวยความสะดวกในระหว่างทำการวิจัย ตลอดจนการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำประมงบริเวณที่วิจัยแก่นักวิจัย ทำให้การทำงานราบรื่นขึ้น

ผู้วิจัย

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	ก
สารบาญตาราง	ค
สารบาญภาพ	ช
บทที่ 1 : บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 2 : ระเบียบวิธีวิจัย	16
2.1 วิธีการวิจัย	16
บทที่ 3 : ผลการวิจัย	27
3.1 ปลาทรายแดง	27
3.2 ปลาจวด	48
3.3 ปลาเห็ดโคน	69
3.4 คุณภาพน้ำ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	90
บทที่ 4 : วิจารณ์ผลการวิจัย	93
4.1 ชีววิทยาการเติบโตของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	93
4.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	99
4.3 คุณภาพน้ำ	104

สารบาญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 : สรุปและข้อเสนอแนะ	106
บรรณานุกรม	110
ภาคผนวก	115

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ของปลา	19
2	ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 8	30
3	ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 2	30
4	อายุ (เดือน) และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 10 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาทรายแดง เมื่อ L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร	32
5	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 4	32
6	ผลรวมจำนวนของปลาทรายแดงเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	36
7	อัตราส่วนเพศของปลาทรายแดงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	37
8	จำนวนปลาทรายแดงเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	39
9	จำนวนปลาทรายแดงเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	40
10	จำนวนปลาทรายแดงเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	43

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	จำนวนปลาทรายแดงเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	44
12	ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 27	51
13	ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 12	51
14	อายุ (เดือน) และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 29 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาจวด เมื่อ L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร ตามลำดับ	53
15	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 14	53
16	ผลรวมจำนวนของปลาจวดเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	57
17	อัตราส่วนเพศของปลาจวดบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	58
18	จำนวนปลาจวดเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	60
19	จำนวนปลาจวดในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	61
20	จำนวนปลาจวดเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	64

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	จำนวนปลาจวดเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	65
22	ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 46	72
23	ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด ($L\infty$) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 22	72
24	อายุ (เดือน) และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 48 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาเห็ดโคน เมื่อ $L\infty$ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ตามลำดับ	74
25	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 24	74
26	ผลรวมจำนวนของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	78
27	อัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	79
28	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	81
29	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	82

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
30	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	85
31	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	86
32	คุณภาพน้ำบริเวณเก็บตัวอย่างปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	90
33	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	94
34	ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	97
35	ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	98
36	อัตราส่วนเพศของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	100
37	ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	102
38	ความดกไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	103
39	ฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	104
40	ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของ ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	106
41	ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	107
42	ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (เซนติเมตร) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	107

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824)	3
2	ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793)	4
3	ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)	5
4	แผนที่แสดงตำแหน่งของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	14
5	ชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล	15
6	ขั้นตอนการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน	18
7	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาทรายแดงรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	28
8	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาทรายแดง ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาทรายแดงกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม A)	30
9	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาทรายแดง จากข้อมูลตารางที่ 2 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	31
10	อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 2 และแนวเส้นการเติบโตของปลาทรายแดง ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.28 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0	31
11	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาทรายแดง จากข้อมูลตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ จากข้อมูลตารางที่ 4 โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	32
12	อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาทรายแดง ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy	33

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า $L\infty$ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 3.41 ต่อปี ตามลำดับ ค่า t_0 เท่ากับ -0.005 ปี	33
14	จำนวนผลจับปลาทรายแดง จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	34
15	ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาทรายแดง ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)	35
16	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาทรายแดงในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	37
17	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	38
18	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของ ปลาทรายแดงเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	41
19	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาทรายแดงเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	41
20	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	42
21	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของ ปลาทรายแดงเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	45

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาทรายแดงเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	45
23	ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	46
24	เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	47
25	ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาทรายแดง เพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลนจังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	47
26	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาจวดรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	49
27	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาจวด ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาจวดกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)	51
28	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาจวด จากข้อมูลตารางที่ 12 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	52
29	อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 12 และแนวเส้นการเติบโตของปลาจวดตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.18 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0	52

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาจวด จากข้อมูลตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ จากข้อมูลตารางที่ 14 โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	53
31	อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาจวด ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy	54
32	การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 1.81 ต่อปี ค่า t_o เท่ากับ 0.02 ปี	54
33	จำนวนผลจับปลาจวด จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	55
34	ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาจวด ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)	56
35	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาจวด ในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	58
36	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	59
37	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาจวดเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	62
38	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาจวดเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	62

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
39	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	63
40	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของ ปลาจวดเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	66
41	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาจวดเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	66
42	ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	67
43	เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	68
44	ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลนจังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	68
45	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนรวมทั้งหมด เพศเมีย และ เพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	70
46	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาเห็ดโคน ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)	72
47	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาเห็ดโคน จากข้อมูลตารางที่ 22 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	73

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
48	อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 22 และแนวเส้นการเติบโตของปลาเห็ดโคน ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0	73
49	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาเห็ดโคน จากข้อมูลตารางที่ 22 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ จากข้อมูลตารางที่ 22 โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	74
50	อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy	75
51	การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 2.34 ต่อปี ค่า t_o เท่ากับ -0.045 ปี	75
52	จำนวนผลจับปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	76
53	ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)	77
54	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน ในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	79
55	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	80

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
56	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	83
57	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	83
58	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	84
59	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของ ปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	87
60	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	87
61	ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	88
62	เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์เพศเมียและเพศผู้ ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	89
63	ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลนจังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	89

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
64	อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	90
65	ความลึกเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	91
66	ความโปร่งแสงเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	91
67	ความเค็มเฉลี่ย (ในพันส่วน) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	91
68	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	92
69	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	92

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ทรัพยากรปลาทะเลเป็นทรัพยากรประมงที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย ปัจจุบันทรัพยากรปลาทะเลถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคของคนไทย ในปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณการจับสัตว์น้ำทะเลทั้งจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันรวม 2,079,351 ตัน (กรมประมง, 2552) ประกอบด้วยกลุ่มปลาหน้าดิน 431,036 ตัน หรือร้อยละ 16.48 ของปริมาณสัตว์น้ำทะเลที่จับได้ ปลาหน้าดินจึงจัดเป็นกลุ่มปลาที่มีความสำคัญและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทย ปลาหน้าดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีหลายชนิด ได้แก่ ปลาทรายแดง ปลาจวด ปลาเห็ดโคน ปลากระเบน และปลาตาหวาน เป็นต้น กรมประมง (2544; 2550) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2542 ปริมาณการจับปลาทรายแดง, ปลาจวด และปลาเห็ดโคนจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันรวม 93,037 ตัน, 36,591 ตัน และ 7,986 ตัน ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2548 ปริมาณการจับปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 104,636 ตัน, 49,717 ตัน และ 16,937 ตัน ตามลำดับ โดยในปี พ.ศ. 2548 พบว่าปริมาณปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ที่จับได้จากฝั่งทะเลอันดามันรวมกันมีปริมาณมากถึง 48,564 ตัน จากสถิติการประมงแสดงให้เห็นว่ามีการนำทรัพยากรประมงปลาหน้าดินขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มการจับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หากไม่มีการจัดการการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรประมงปลาหน้าดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คาดว่าในอนาคตปริมาณทรัพยากรปลาหน้าดินจะมีให้จับลดลงจนอาจเกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรปลาหน้าดินบางชนิดได้

ปัจจุบันแม้จะมีการศึกษาชีววิทยาประชากรของปลาหน้าดินอยู่บ้างแต่ไม่ต่อเนื่อง และการศึกษาที่ผ่านมายังไม่มีการนำข้อมูลมาสังเคราะห์ให้เห็นสภาวะอย่างชัดเจน ทำให้มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการประเมินสภาวะทรัพยากรปลาหน้าดินเพื่อใช้ในการจัดการให้การใช้ประโยชน์อยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาประชากรของปลาหน้าดิน เพื่อนำข้อมูลจากผลการศึกษามาใช้ประเมินสภาวะทรัพยากรและเป็นแนวทางในการจัดการทรัพยากรปลาหน้าดินให้ผลผลิตตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน ข้อมูลการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาหน้าดิน ประกอบด้วย การศึกษาทางด้านชีววิทยาการเติบโตและการศึกษาทางด้านชีววิทยาการสืบพันธุ์ เช่น การศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ เพื่อประเมินว่าปลาหน้าดินสามารถจะเริ่มสืบพันธุ์วางไข่ได้เมื่อมีขนาดความยาวเท่าใด การศึกษาความดกไข่ตามขนาดความยาวเพื่อประเมินแม่พันธุ์แต่ละขนาดความยาวสามารถผลิตลูกรุ่นถัดไปปริมาณเท่าใด การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาหน้าดินเพื่อให้ทราบว่าสัตว์น้ำมีการวางไข่ในช่วงใด สามารถนำผลข้อมูลที่ได้มาใช้วางแผนการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรปลาหน้าดินอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น การกำหนดเขตอนุรักษ์ การกำหนดห้ามทำการประมงในบางพื้นที่และบางช่วงเวลา เป็นต้น

แหล่งทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลนของจังหวัดสตูลเป็นแหล่งทำการประมงปลาหน้าดินที่สำคัญทางเศรษฐกิจแหล่งหนึ่งของชายฝั่งอันดามัน เช่น ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน หมู่เกาะบุโหลนประกอบด้วย เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก (เกาะบุโหลนขี้นก) สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะทำการศึกษาชีววิทยาประชากร ได้แก่ การศึกษาชีววิทยาการเติบโต ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนัก การหาอายุปลา การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตและการตาย การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ ประกอบด้วย สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ ความดกไข่ และฤดูวางไข่ ของปลาหน้าดินที่สำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณหมู่เกาะบุโหลน 3 ชนิด คือ ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824), ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793) และปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาชีววิทยาประชากรของปลาหน้าดินที่สำคัญทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824) ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793) และปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) ดังนี้

1. ศึกษาชีววิทยาการเติบโตของปลาหน้าดิน
   1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนัก
   1.2 การหาอายุของปลา
   1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต
   1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย
2. ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาหน้าดิน
   2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย
   2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์
   2.3 ความดกไข่
   2.4 ฤดูวางไข่

1.3 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.1 ทรัพยากรประมงปลาหน้าดินที่สำคัญทางเศรษฐกิจ

1.) ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824)

เป็นปลาหน้าดินที่จัดอยู่ในครอบครัว Nemipteridae มีลักษณะลำตัวแบนยาว (ภาพที่ 1) ไม่มีหนามที่หัว ส่วนหน้าของหัวไม่มีเกล็ด นัยน์ตาโตโปน ความยาวจะงอยปากใกล้เคียงขนาดของนัยน์ตา ปากกว้างและเฉียงขึ้นเล็กน้อย มีฟันเขี้ยว 3 หรือ 4 คู่ บนขากรรไกรบน ครีบหลังมีฐานยาว ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 10 ก้าน และก้านครีบอ่อน 9 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 3 ก้าน และก้านครีบอ่อน 7 ก้าน ปลายครีบหลังและครีบก้นยื่นเป็นมุมแหลม ครีบอกและครีบท้องมีปลายเรียวแหลม ครีบหางเป็นแฉกลึก ปลายแฉกบนจะมีลักษณะ

แหลมเมื่อปลาอายุน้อย และมีลักษณะมนเมื่ออายุมากขึ้น บริเวณหลังสีชมพู สีข้างสีชมพูจางๆ ท้องสีขาวเงิน ครีบหลังมีแถบสีเหลืองยาวขนานกับฐานครีบ มีแถบสีเหลือง 6-8 แถบ พาดยาวตามลำตัว ที่เหนือช่องเหงือกมีแต้มสีแดงอมเหลือง 1 แต้ม ที่ปลายแฉกบนของครีบหางมีแถบสีเหลือง ครีบก้นมีแถบสีเหลือง 1 แถบ (สุมณฑา, 2520; Russell, 2001)

ภาพที่ 1 ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824)

การแพร่กระจาย

ปลาทรายแดง *N. hexodon* เป็นปลาหน้าดินที่อยู่รวมกันเป็นฝูงและหากินตามพื้นท้องทะเลที่เป็นดินโคลน หรือดินทรายปนโคลน พบแพร่กระจายทั่วไปในทะเลแถบอินโดแปซิฟิก ตั้งแต่ชายฝั่งจนถึงระดับความลึก 300 เมตร ในน่านน้ำไทยพบทั้งฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ในระดับความลึกสุดประมาณ 60 – 70 เมตร (อุดม และวีระ, 2522)

นิสัยการกินอาหาร

ปลาทรายแดง *N. hexodon* เป็นปลาที่หากินตามพื้นทะเล จัดเป็นพวกสัตว์กินเนื้อ (carnivorous animal) อาหารที่กิน ได้แก่ กุ้ง หมึก หอย ลูกปลา และสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (สมโภชน์, 2547) ปลาทรายแดงขนาดเล็กจะหากินอยู่ตามบริเวณที่ตื้นกว่าปลาขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่จะกินอาหารพวกกุ้ง Copepods Ostracods ปลาเล็กๆ หมึก เป็นต้น (เกศินี, 2520; สุมนฑา, 2520)

2.) ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793)

เป็นปลาหน้าดินที่จัดอยู่ในครอบครัว Sciaenidae มีรูปร่างยาวรีและแบน (ภาพที่ 2) ด้านนอกของจะงอยปากมีรู 4 รู ใต้คางมี 5 รู ครีบหลังมี 2 ตอน ตอนหน้าประกอบด้วยก้านครีบแข็ง ตอนหลังประกอบด้วยก้านครีบอ่อน ฐานของครีบตอนหน้ามีความยาวเกือบ 1 ใน 2 เท่าของครีบตอนหลัง ครีบก้นยาว 1 ใน 4 ของครีบตอนหลังบนหลังปลา ครีบส่วนแรกของครีบก้นสั้น ส่วนที่สองยาว ครีบอกค่อนข้างกลม ครีบหาง

ส่วนบนเว้าเล็กน้อย ส่วนล่างค่อนข้างแหลม ด้านบนของลำตัวมีสีน้ำตาลหรือเทา ส่วนด้านล่างและด้านข้างของลำตัวเป็นสีเงิน (นิตยา, 2511; Carpenter and Niem, 2001)

การแพร่กระจาย

ปลาจวดมีการแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งทะเล ตั้งแต่เขตมหาสมุทรอินเดียจนถึงฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (Indo-West Pacific) สำหรับประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งชายฝั่งทะเลอันดามันและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (Sasaki, 2001)

นิสัยการกินอาหาร

ปลาจวด *P. anea* จะกินอาหารบริเวณพื้นท้องน้ำ ได้แก่ ปลาขนาดเล็ก และครัสตาเซียน เช่น กุ้ง ปู ขนาดเล็ก เป็นต้น (นิตยา, 2511)

ภาพที่ 2 ปลาจวด *Pennahia anea* (Bloch, 1793)

3.) ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)

ปลาเห็ดโคนมีรูปร่างลำตัวเรียวยาว (ภาพที่ 3) หัวเป็นรูปทรงกรวย ความยาวหัวเฉลี่ยร้อยละ 28.8-28.9 ของความยาวมาตรฐาน ความยาวของตาปลาเฉลี่ยร้อยละ 23.7-24.1 ของความยาวส่วนหัว ครีบอกอยู่หลังช่องปิดเหงือก ครีบท้องอยู่ใต้ครีบอก เกล็ดเป็นชนิด cycloid มีขนาดเล็กปกคลุมตลอดทั้งลำตัว ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อนจางๆ หรือเหลืองปนน้ำตาล ท้องสีขาว มีแถบสีเงินจางๆ พาดผ่านกลางลำตัว ครีบหลังครีบแรกใส มีจุดสีดำเล็กๆ ประอยู่บริเวณส่วนหน้าของตัวครีบ ครีบท้องและครีบก้นสีขาว ครีบหางสีคล้ำ บางตัวมีแถบสีดำชัดเจนที่ขอบบนและล่างของครีบหาง กระเพาะลม (swimbladder) อยู่ในส่วนของช่องว่างลำตัว มีลักษณะเป็นรูปตอร์ปิโด มีท่อหนึ่งคู่แยกออกจากกระเพาะลมปลายชี้ไปทางส่วนหัว ที่โคนท่อนี้มีท่อแยกลงมาที่ส่วนท้ายของลำตัวขนานกับกระเพาะลมจรดส่วนท้ายของกระเพาะลม ลักษณะเป็นท่อเล็กๆ ขดไปมาตลอดความยาวของส่วนท้ายกระเพาะลม และฝังตัวอยู่ที่ผนังเนื้อเยื่อบุช่องท้องทางด้านบนบริเวณส่วนท้ายลำตัว (ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2539; McKay, 1992)

ลักษณะเด่นครีบหางเป็นแบบปลายเกือบตัดตรงมีส่วนโค้งเว้าตอนกลางเล็กน้อย (emarginated tail) ครีบหลังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกมีก้านครีบแข็ง 11 ก้าน ส่วนที่สองมีก้านครีบอ่อน 20-22 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบอ่อน 20-22 ก้าน ซี่กรองเหงือก (gill raker) จำนวน 5-7 ซี่ บนกระดูกเหงือกส่วนล่างบางซี่ลดรูปเหลือเพียงปุ่มกระดูก (ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2539)

ภาพที่ 3 ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)

การแพร่กระจาย

ปลาเห็ดโคนมีการแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งทะเล ตั้งแต่เขตมหาสมุทรอินเดียจนถึงฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (Indo-West Pacific) สำหรับประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งชายฝั่งทะเลอันดามันและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ปลาเห็ดโคนอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องทะเลบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะแนวน้ำขึ้นน้ำลงในเขตเอสทูรี (estuaries) สันดอนทราย และคลองเล็กๆ บริเวณป่าชายเลน ที่มีสภาพพื้นเป็นดินทราย หรือดินทรายปนโคลน ส่วนใหญ่พบที่ระดับความลึก 0-20 เมตร และพบบ้างที่ความลึก 60 เมตร (McKay, 1992)

นิสัยการกินอาหาร

ปลาเห็ดโคนมีปากอยู่ตรงส่วนหน้าสุดของส่วนหัว (terminal mouth) ปากสามารถยืดหดได้เล็กน้อย ฟันที่ตรงตำแหน่งกระดูกชิ้นแรกของขากรรไกรบน กระดูกขากรรไกรล่าง และบนเพดานปาก เป็นชนิด villiform สำหรับฟันที่ตำแหน่งช่องคอเป็นแบบฟันกราม (molariform teeth) กระเพาะอาหารของปลาเห็ดโคนมีลักษณะยาวเล็กสีขาว มี pyloric caeca ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร 4 อัน ในกระเพาะอาหารพบเศษเนื้อปลาและสัตว์ขนาดเล็ก จึงจัดอยู่ในกลุ่มปลากินเนื้อ หากินบริเวณหน้าดินตามพื้นทรายหรือพื้นทรายปนโคลน กินปลาและสัตว์ขนาดเล็ก เช่น กลุ่ม polychaetes กลุ่ม calanoid copepods และกลุ่มกุ้ง เป็นต้น (เสาวภา และวรเทพ, 2534; Hajisamae *et al.*, 2004; Hajisamae *et al.*, 2006) ลำไส้ของปลาเห็ดโคนมีความยาวตั้งแต่ปลายกระเพาะติดกับ pyloric caeca จนถึงช่องเปิด (vent) ยาวประมาณ 0.5-0.8 เท่าของความยาวตัว

1.3.2 การศึกษาด้านชีววิทยาประชากร

1.) การศึกษาชีววิทยาการเติบโต

การเติบโต (growth) หมายถึง การเพิ่มขนาดหรือความยาวและน้ำหนัก เมื่อสัตว์น้ำมีอายุเพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยซึ่งจะเข้าไปรวมกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนักของสต็อค (stock biomass หรือ stock weight) ที่มีอยู่เดิม เพื่อเป็นการทดแทนส่วนที่สูญเสียไป เนื่องจากการตายโดยธรรมชาติและการตายเนื่องจากการทำประมง

1.1) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนัก

โดยทั่วไปแล้วน้ำหนักของปลาจะเป็นสัดส่วนกับความยาวตามสมการความสัมพันธ์ของ Ricker (1971)

$$W = aL^b$$

โดยที่ W = น้ำหนักของสัตว์น้ำ (กรัม)

L = ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)

a และ b = ค่าคงที่หาได้โดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย (linear regression analysis)

ถ้าสัตว์มีการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก (isometric) คือ ทุกส่วนของร่างกายมีการเติบโตอย่างเป็นสัดส่วนกันโดยตรง น้ำหนัก (W) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม ถ้าสัตว์มีการเจริญเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก (allometric) คือ การเติบโตในทุกส่วนของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง น้ำหนัก (W) จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม โดยทั่วไปค่า b จะอยู่ระหว่าง 2-4 วิธีการทดสอบรูปแบบการเติบโต ทำได้โดยการทดสอบทางสถิติว่า b เท่ากับ 3 หรือไม่ ถ้า b เท่ากับ 3 แสดงว่าการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก แต่ถ้า b ไม่เท่ากับ 3 แสดงว่าการเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก (King, 1995)

ทัศพล และคณะ (2543) ศึกษาชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *N. hexodon*, *N. delagoae* และ *N. tolu* ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักของ *N. hexodon* (TL เท่ากับ 11.00 - 29.00 เซนติเมตร) *N. delagoae* (TL เท่ากับ 11.00 - 33.00 เซนติเมตร) และ *N. tolu* (TL เท่ากับ 13.10-27.20 เซนติเมตร) อยู่ในรูปสมการ $W = 0.0166L^{2.9185}$, $W = 0.0141L^{2.9379}$ และ $W = 0.0142L^{2.9326}$ ตามลำดับ มีการเจริญเติบโตแบบอัลโลเมตริกใน *N. hexodon* และ *N. delagoae* ส่วน *N. tolu* มีการเจริญเติบโตแบบไอโซเมตริก ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักระหว่างเพศของปลาทรายแดงทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ธเนศ และคณะ (2550) ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดงโม่ง *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาไม่แยกเพศ เพศผู้ และเพศเมีย เท่ากับ $W = 0.0135TL^{3.0112}$, $W = 0.0148TL^{2.9810}$ และ $W = 0.0125TL^{3.0353}$ ตามลำดับ

Wang *et al.* (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักตัวของปลาบริเวณทะเลจีนใต้ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาจวด *P. anea* และปลาทรายแดง *N. hexodon* เท่ากับ $W = 0.0279SL^{2.92}$ และ $W = 0.0354SL^{2.88}$ ตามลำดับ

ทรงชัย (2515) ศึกษาชีวประวัติของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวไทยตอนนอก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน คือ Log W = 2.9742 Log L - 2.0488

อังสุนีย์ (2541) ศึกษาการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาเห็ดโคน *S. sihama* เพศผู้และเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักเป็นไปตามกฎกำลังสาม คือ การเจริญเติบโตของปลาเห็ดโคนมีความสม่ำเสมอทุกช่วงความยาว (ไอโซเมตริก) คือ $W = 0.0093TL^{2.96}$ โดยค่าความยาวของปลาเห็ดโคนเมื่อสิ้นปีแรกมีความยาวเฉลี่ย 16.54 เซนติเมตร สิ้นปีที่ 2 มีความยาวเฉลี่ย 24.23 เซนติเมตร Udupa *et al.* (2003) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ประชากรของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย รายงานว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักเป็นแบบอัลโลเมตริก คือ $W = 0.02471TL^{2.56}$ ความยาวเฉลี่ยของปลาเห็ดโคนเมื่ออายุ 1 ปี, 2 ปี, 3 ปี และ 4 ปี เท่ากับ 17.10, 25.20, 29.20 และ 31.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.2) การหาอายุของปลา

การหาอายุของปลาเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต มี 2 วิธีคือ

1.2.1) การหาอายุแท้จริงของปลา จะให้ผลชัดเจนในปลาเขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะในเขตดังกล่าว อุณหภูมิในรอบปีมีความแตกต่างกันมาก ทำให้ปลาต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศ โดยเฉพาะในฤดูหนาวจะขาดแคลนอาหาร การเติบโตของปลาจะหยุดชะงัก ทำให้เกิดเป็นร่องรอยที่เรียกว่า “วงปี (annual ring)” บนส่วนแข็งของร่างกาย เช่น กระดูกหู เกล็ด เป็นต้น ในขณะที่ปลาเขตร้อนนั้น อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก จึงไม่มีการหยุดชะงักการเติบโตให้เห็นชัดเจนเหมือนปลาในเขตอบอุ่น (ธนิษฐา, 2543)

1.2.2) การหาอายุปลาเมื่อไม่ทราบอายุแท้จริง ในประเทศเขตร้อน รวมถึงประเทศไทย การศึกษาการเติบโต โดยใช้อายุของสัตว์น้ำโดยตรง อาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง จึงมีการหาค่าของอายุ โดยวิธี Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ซึ่งเป็นการศึกษาหาค่าความยาวเฉลี่ยของปลาแต่ละกลุ่มอายุจากข้อมูลองค์ประกอบความยาวของปลา โดยใช้สมมุติฐานว่า การกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำกลุ่มที่มีอายุเดียวกันเป็นการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ค่าความยาวเฉลี่ยดังกล่าวสามารถคำนวณได้ โดยการแปลงข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำแต่ละกลุ่มอายุที่อยู่ในรูปการกระจายปกติ ให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์เส้นตรง จะได้ข้อมูลความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุ จากนั้นนำความยาวเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มอายุนี้ ไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตต่อไป

1.3) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

von Bertalanffy (1938, อ้างโดย ธนิษฐา, 2543) ได้สร้างแบบจำลองการเติบโตทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ศึกษาการเติบโตของสัตว์น้ำ เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันมากในทางชีววิทยาประชากร เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งการเติบโตของปลาหลายชนิด มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างง่าย มีจำนวนพารามิเตอร์น้อยตัวทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ทำได้ไม่ยากนัก

แบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy มีแนวคิดหลัก คือ “การเติบโตเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการ anabolism และ catabolism” ซึ่งมีข้อกำหนดของแบบจำลองนี้ ดังนี้

1. อัตรา anabolism เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวในการดูดซับอาหาร (resorbing surface)
2. อัตรา catabolism เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลสาร หรือน้ำหนักตัวของสิ่งมีชีวิต
3. การเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก

แบบจำลองของ von Bertalanffy ในรูปความยาว คือ

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

เมื่อ L_t = ความยาวของสัตว์น้ำเมื่ออายุ t (เซนติเมตร)

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

t = อายุของสัตว์น้ำ

t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

และในรูปของน้ำหนัก คือ

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})^3$$

เมื่อ W_t = น้ำหนักของสัตว์น้ำเมื่อมีอายุ t

W_∞ = น้ำหนักสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

อย่างไรก็ตามสำหรับสัตว์น้ำที่มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก ต้องอาศัยค่าพารามิเตอร์การเติบโตของสัตว์น้ำจากแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy เนื่องจากยังไม่มีแบบจำลองการเติบโตใดที่สามารถอธิบายการเติบโตของสัตว์น้ำที่มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริกได้ดี

ทวีป (2523) ศึกษาองค์ประกอบความยาว การเจริญเติบโต และอัตราส่วนเพศของปลาทรายแดง *N. mesoprion* ในอ่าวไทยช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2521- เดือนมีนาคม พ.ศ. 2522 พบว่าปลาทรายแดงเพศผู้และเพศเมียมีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 0.18 และ 0.22 ต่อเดือน ตามลำดับ มีค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 19.51 และ 15.52 เซนติเมตร ตามลำดับ

Silvestre and Garces (2004) ศึกษาค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาในบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน พบว่าปลาทรายแดง *N. hexodon* และปลาจวด *P. anea* มีค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 28.00 และ29.00 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 0.75 และ 0.80 ต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้ Jayasankar (1997) ศึกษาค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาจวด *P. anea* ในบริเวณอ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่ามีค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 23.30 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 1.26 ต่อปี และค่าอายุของปลาเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.08 ปี และ Cheung and Pitcher (2008) ศึกษาค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาจวด *P. anea* ในบริเวณทะเลตะวันออกเฉียงเหนือของจีนพบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 30.00 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 1.27 ต่อปี

อังสุนีย์ (2541) ศึกษาการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาเห็ดโคน *S. sihama* เพศผู้และเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา ได้ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 0.76 ต่อปี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในปลาเห็ดโคนชนิดอื่น เช่น Hyndes and Potter (1997) ศึกษาการเติบโตของปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* บริเวณชายฝั่งของออสเตรเลีย พบว่าปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* เพศเมียและเพศผู้มีความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 35.00 เซนติเมตร และ 34.80 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) เท่ากับ 0.53 ต่อปี และ 0.49 ต่อปี ตามลำดับ

1.4) การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

การตาย (mortality) เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลง ทั้งในแง่ของน้ำหนักและจำนวน ในทางการประมงนั้น จะแบ่งสาเหตุการตายของทรัพยากรประมงเป็น 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ การตายเนื่องมาจากการประมง (fishing mortality) และการตายโดยธรรมชาติ (natural mortality) การตายเนื่องจากการทำประมง จะเป็นผลอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ที่นำเอาทรัพยากรประมงนั้นๆ มาใช้ประโยชน์ ดังนั้น ขอบเขตหรือปริมาณ ของการตายที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุนี้จึงขึ้นอยู่กับกิจกรรม หรือปริมาณการประมง ส่วนการตายเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ จะถือว่าเป็นการตายโดยธรรมชาติทั้งสิ้น โดยถือว่าการตายโดยธรรมชาตินั้นไม่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมประมง จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการประมง ดังนั้น ค่าพารามิเตอร์การตายทางชีววิทยาประชากร จึงมี 3 ค่า คือค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (Natural mortality coefficient ; M) ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (Fishing mortality coefficient ; F) และค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Total mortality coefficient ; Z)

Udupa *et al.* (2003) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ประชากรของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ ประเทศอินเดีย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 3.79 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.41 ต่อปี และค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (F) เท่ากับ 2.38 ต่อปี

Silvestre and Garces (2004) ศึกษาค่าพารามิเตอร์การตายของปลาในบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน พบว่าปลาทรายแดง *N. hexodon* และปลาจวด *P. anea* มีค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 1.77 และ 1.92 ต่อปี ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.51 และ 1.56 ต่อปี ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (F) เท่ากับ 0.25 และ 0.36 ต่อปี ตามลำดับ และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.14 และ 0.19 ตามลำดับ นอกจากนี้ Jayasankar (1997) ศึกษาค่าพารามิเตอร์การตายของปลาจวด *P. anea* ในบริเวณอ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 4.24 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.24 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (F) เท่ากับ 2.00 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.47

2.) การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์

2.1) สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลาและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลาและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสามารถนำมาใช้ในการประเมินว่าปลาในแต่ละช่วงความยาวมีสัดส่วนเพศผู้และเพศเมียเป็นอย่างไร เพื่อนำไปใช้เป็นค่ามาตรฐานในการคาดคะเนปริมาณพ่อแม่พันธุ์ที่มีอยู่ในแหล่งทำประมง (ทวีป, 2536)

ธเนศ และคณะ (2550) ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดงโม่ง *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง พบว่ามีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียโดยรวม เท่ากับ 1 : 1.46 ส่วนการศึกษาปลาชนิดเดียวกันบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนในจังหวัดชลบุรี พบว่ามีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียโดยรวม เท่ากับ 1 : 0.92 (สุมนฑา, 2520)

ทรงชัย (2515) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวไทยตอนนอก มีค่าเท่ากับ 1:1.2 เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละเดือนอัตราส่วนเพศไม่แน่นอน ในบางเดือนมีเพศผู้มากกว่าแต่บางเดือนจะมีเพศเมียมากกว่า เดือนที่พบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย คือ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน ส่วนเดือนอื่นๆ นอกนั้น พบเพศเมียมากกว่าเพศผู้ ส่วนการศึกษาของอังสุนีย์ (2541) พบว่าอัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลาเท่ากับ 1:1.2 เช่นกัน ในขณะที่ Gowda *et al*. (1988) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคนบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำ Mangalore เมือง Karnatana ประเทศอินเดีย มีค่าเท่ากับ 1:1.45

2.2) ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (size at first maturity)

ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ หมายถึง ขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่เจริญเติบโตจนถึงขั้นที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ (gonad) พัฒนาสู่ระยะสมบูรณ์เพศพร้อมที่จะสืบพันธุ์ โดย Bakhayokho (1983) กล่าวถึงขนาดแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ คือขนาดเล็กที่สุดของเพศเมียที่รังไข่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

King (1995) ให้ความหมายของขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์คือ ขนาดความยาวที่ร้อยละ 50 ของสัตว์น้ำในช่วงความยาวนั้นที่มีอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ จากการศึกษาขนาดความยาว

แรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวเพ จังหวัดระยอง และบริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่ พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 50 มีขนาดความยาวอยู่ในช่วง 13.75 - 14.85 เซนติเมตร (เสาวนีย์, 2540; บุญศรี, 2545)

Jayasankar (1991) ศึกษาชนิดของปลาในตระกูล Sillaginid บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* เพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 17.90 และ 15.90 เซนติเมตร ตามลำดับ

กะวิ (2533) ศึกษาชีววิทยาเบื้องต้นบางประการของปลาทรายแดง *N. delagoae* และ *N. tambuloides* ทางฝั่งทะเลอันดามัน พบว่าขนาดความยาวต่ำสุดที่แม่ปลาเริ่มจะวางไข่ครั้งแรก (Biological minimum size) ของปลาทรายแดง *N. delagoae* และปลาทรายแดง *N. tambuloides* คือ 16.40 และ 15.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ทัศพล และคณะ (2543) ศึกษาชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *N.hexodon* , *N. delagoae* และ *N. tolu* ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยพบว่าปลาทรายแดงชนิด *N. hexodon*, *N. delagoae* และ *N. tolu* มีขนาดความยาวตัวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 15.14, 19.23 และ 20.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนธเนศ และคณะ (2550) ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดงโม่ง *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยตอนล่างพบว่าขนาดความยาวปลายหางเฉลี่ยที่เริ่มสืบพันธุ์ได้เท่ากับ 18.77 เซนติเมตร

Tuuli *et al*. (2011) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาจวด *P. anea* บริเวณทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้ พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาจวด (L_{50}) เท่ากับ 14.3 เซนติเมตร

2.3) ความดกไข่ (fecundity)

ความดกไข่ หมายถึง จำนวนไข่แก่หรือไข่ที่กำลังสุก (ripening egg) ในรังไข่ก่อนที่สัตว์น้ำจะวางไข่ครั้งต่อไป (ธนิษฐา, 2543) การศึกษาความดกไข่ เพื่อประเมินว่าแม่พันธุ์ปลาสามารถผลิตลูกรุ่นถัดไปได้ปริมาณเท่าใด และเป็นการคาดคะเนปริมาณปลาที่จะเข้ามาแทนที่ (recruitment) รุ่นที่ถูกจับไปหรือตายโดยธรรมชาติ

ทรงชัย (2515) ศึกษาความดกไข่จากตัวอย่างปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวไทยตอนนอก คัดเลือกเอาเฉพาะแม่ปลาที่มีไข่แก่ ซึ่งมีสีใสค่อนข้างกลม มีจุดน้ำมัน (oil globule) ไข่แก่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 600-780 ไมครอน ความดกไข่อยู่ในช่วง 30,000 - 200,000 ฟอง ในขณะที่ Jayasankar (1991) ศึกษาชนิดของปลาในตระกูล Sillaginid บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่าความดกไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* อยู่ในช่วง 6,956 - 48,373 ฟอง

ทัศพล และคณะ (2543) ศึกษาชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *N. hexodon*, *N. delagoae* และ *N. tolu* ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย พบว่ามีความดกไข่เฉลี่ย 156,271, 184,607 และ 138,866 ฟอง ตามลำดับ ส่วนความดกไข่เฉลี่ยของปลาทรายแดง *N. hexodon* ที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เท่ากับ 72,173 ฟอง (เสาวนีย์, 2539)

2.4) ฤดูวางไข่ (spawning season)

การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาหน้าดิน เป็นการศึกษาว่าช่วงเวลาใดที่ปลาหน้าดินจะมีการขยายพันธุ์และเพิ่มปริมาณลูกรุ่นถัดไป การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาหน้าดินโดยการหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index; G.S.I) ของปลา คือนำน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ของปลาหารด้วยน้ำหนักตัวของปลา แล้วนำค่า G.S.I. ของปลาแต่ละตัวมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (mean gonadosomatic index) ในแต่ละเดือน ซึ่งค่าที่ได้มีค่าสูงในช่วงเวลาใดแสดงว่าช่วงเวลานั้นเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลา

ทรงชัย (2515) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวไทยตอนนอก พบว่าฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน จากการศึกษาของเสาวนีย์ (2540) พบว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* ในอ่าวไทย บริเวณอ่าวเพ จังหวัดระยอง มีการวางไข่เกือบตลอดปี โดยช่วงการวางไข่สูงสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับ อังสุนีย์ (2541) ที่ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา พบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่เกือบตลอดปี แม้ว่าแต่ละบริเวณจะมีช่วงสูงสุดในการวางไข่ที่แตกต่างกันบ้าง โดยช่วงที่วางไข่สูงสุดคือในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม

เจต และเจริญ (2520) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน ทางฝั่งมหาสมุทรอินเดียในช่วง พ.ศ. 2519 - พ.ศ. 2520 พบว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* มีค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) สูงสุดในเดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม โดยรายงานว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ปีละอย่างน้อย 2 ครั้ง แต่จะวางไข่มากที่สุดในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมหนึ่งครั้ง และระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมอีกหนึ่งครั้ง ในขณะที่ บุญศรี (2545) รายงานว่า ปลาเห็ดโคน *S. sihama* ทางฝั่งอันดามัน บริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่ มีการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดปี โดยช่วงที่มีการวางไข่สูงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม หรือในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วน Tongnunui *et al*. (2006) รายงานว่าปลาเห็ดโคน 2 ชนิด คือ *S. sihama* และ *S. aeolus* บริเวณชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จะมีการวางไข่ตลอดทั้งปี แต่พบว่าช่วงที่มีการวางไข่มากของปลาเห็ดโคน *S. sihama* อยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนปลาเห็ดโคน *S. aeolus* มีการวางไข่มากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม นอกจากนี้ Jayasankar (1991) พบว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย มีฤดูวางไข่ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่ช่วงที่มีการวางไข่สูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

ธเนศ และคณะ (2550) ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดงโม่ง *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยตอนล่างพบว่าปลาทรายโม่งแดงสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี โดยมีช่วงวางไข่มาก 2 ช่วง คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน สอดคล้องกับ ทัศพล และคณะ (2543) ซึ่งศึกษาชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *N. hexodon*, *N. delagoae* และ *N. tolu* ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย พบว่าปลาทรายแดงทั้ง 3 ชนิดมีการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดทั้งปี โดยวางไข่มาก 2 ช่วง คือ ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน

Tuuli *et al*. (2011) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาจวด *P. anea* บริเวณทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้ พบว่ามีฤดูวางไข่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน โดยวางไข่สูงสุดในเดือนพฤษภาคม

1.3.3 สภาพแวดล้อมของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

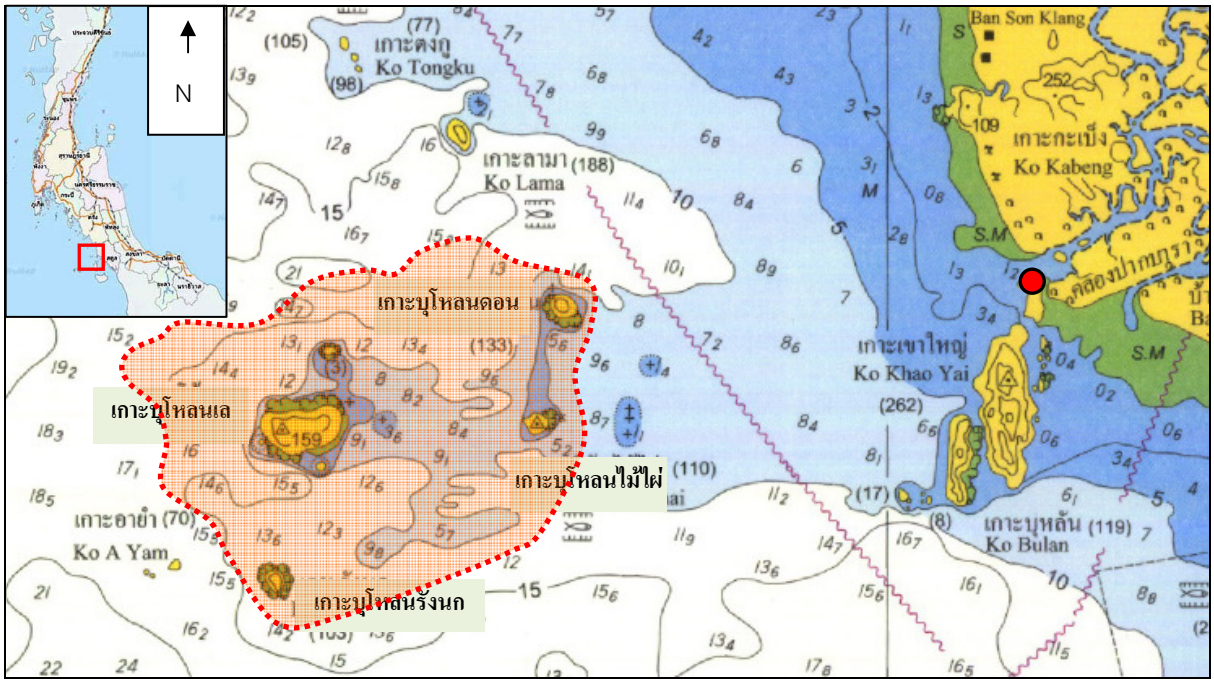
จังหวัดสตูลเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเลอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 145 กิโลเมตร นับตั้งแต่ตำบลทุ่งบุหลัง อำเภอทุ่งหว้า ลงไปจนถึง ตำบลปูยู อำเภอเมือง จังหวัดสตูล มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 434 ตารางกิโลเมตร แหล่งทำการประมงปลาหน้าดินที่สำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดสตูล คือ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน (ภาพที่ 4) ซึ่งประกอบด้วย เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก โดยสภาพแวดล้อมของแต่ละเกาะ มีลักษณะดังนี้

เกาะบุโหลนเล ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 22 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดในหมู่เกาะบุโหลนทั้งหมด มีชาวประมงอาศัยอยู่ประมาณ 50 ครัวเรือน รอบๆ เกาะ ระดับความลึกของน้ำประมาณ 9-15 เมตร ลักษณะพื้นท้องน้ำมีแนวปะการังอยู่บริเวณรอบๆ เกาะ ถัดจากแนวปะการังออกไปมีลักษณะเป็นดินทรายปนโคลน ซึ่งกระจายอยู่รอบๆ เกาะ บริเวณนี้เป็นแหล่งทำประมงปลาหน้าดิน

เกาะบุโหลนดอน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 19 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ใหญ่อันดับ 2 รองจากเกาะบุโหลนเล มีชาวประมงอาศัยอยู่ประมาณ 70 ครัวเรือน ส่วนมากนับถือศาสนาอิสลาม รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 6-14 เมตร พื้นท้องน้ำทางด้านทิศตะวันออกของเกาะมีลักษณะเป็นดินทราย ทางด้านใต้และทิศตะวันตกของเกาะมีลักษณะเป็นแนวปะการัง ส่วนทางด้านทิศเหนือลักษณะเป็นดินทรายปนโคลน ห่างฝั่งของเกาะออกไป น้ำจะมีความลึกประมาณ 15-20 เมตร สามารถทำการประมงปลาหน้าดินได้บริเวณทิศตะวันออกและทิศเหนือของเกาะ

เกาะบุโหลนไม้ไผ่ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 20 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ไม่มีคนอยู่อาศัย รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 5-10 เมตร พื้นท้องน้ำมีแนวปะการังสลับกับดินทรายปนโคลนและดินทราย อยู่บริเวณทิศตะวันออกของเกาะ ส่วนทิศอื่นๆ มีลักษณะเป็นดินทรายและดินทรายปนโคลน สามารถทำการประมงปลาหน้าดินได้บริเวณที่เป็นดินทรายและดินทรายปนโคลนรอบเกาะ

เกาะบุโหลนรังนก (เกาะบุโหลนขี้นก) เป็นเกาะที่มีขนาดเล็กมาก อยู่ทางด้านใต้ของเกาะบุโหลนเล รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 12-16 เมตร พื้นท้องน้ำมีลักษณะเป็นแนวปะการังอยู่รอบๆ เกาะ ถัดออกไปเป็นดินทรายและดินทรายปนโคลน ซึ่งสามารถทำการประมงปลาหน้าดินได้รอบเกาะ



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงตำแหน่งของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

ที่มา: กรมอุทกศาสตร์, 2521

1.3.4 การทำประมงปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

1.) ข้อมูลชาวประมงในพื้นที่ทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การทำประมงปลาทั้ง 3 ชนิด เป็นการทำประมงพื้นบ้าน ซึ่งมีการทำอย่างแพร่หลายในหลายพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน ชาวประมงที่ทำการประมงปลาทั้ง 3 ชนิด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอละงู โดยเฉพาะพื้นที่บ้านบ่อเจ็ดลูก หมู่ที่ 1 ตำบลปากน้ำ อำเภอละงู จังหวัดสตูล ซึ่งยึดการทำประมงปลาเห็ดโคนเป็นหลัก และปลาหน้าดินอื่นๆ เช่น ปลาทรายแดง และปลาจวดรองลงมา (ภาพที่ 5) โดยจำนวนครัวเรือนบ้านบ่อเจ็ดลูกมีทั้งหมด 219 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนที่ประกอบอาชีพทำการประมงพื้นบ้าน 133 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 60.73 ของจำนวนครัวเรือนของบ้านบ่อเจ็ดลูกทั้งหมด มีจำนวนเครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนประมาณร้อยละ 70 ของเครื่องมือประมงที่ออกทำการประมงบริเวณชายฝั่งของพื้นที่บ้านบ่อเจ็ดลูก นอกจากนั้นจะเป็นเครื่องมือประมงอื่นๆ เช่น อวนปลาทู อวนถ่วงปลา ลอบปู ลอบกุ้ง เป็นต้น

2.) แหล่งทำการประมงปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณเกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

แหล่งทำการประมงปลาทั้ง 3 ชนิด บริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดสตูลส่วนใหญ่อยู่บริเวณรอบๆ หมู่เกาะบุโหลน ได้แก่ เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก ซึ่งเป็นแหล่งทำการประมงปลาหน้าดินที่มีความสำคัญ เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณนี้เป็นแหล่งที่อยู่ของปลาทั้ง 3 ชนิด โดยสภาพพื้นท้องทะเลบริเวณเหล่านี้มีลักษณะเป็นดินทราย และดินทรายปนโคลน เหมาะสมกับลักษณะนิเวศของปลาหน้าดินที่มีนิสัยฝังตัวอยู่ในดินทรายและหากินบริเวณพื้นท้องทะเล

ภาพที่ 5 ชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล

บทที่ 2

ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วิธีการวิจัย

2.1.1 การรวบรวมข้อมูลปลาหน้าดิน 3 ชนิด

เนื่องจากขนาดความยาวของปลาเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การสืบพันธุ์และการเติบโตของปลาทั้ง 3 ชนิด คือ ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงของประชากรปลาหน้าดินในพื้นที่ที่ศึกษามากที่สุด การรวบรวมตัวอย่างปลาต้องครอบคลุมปลาทุกขนาดเท่าที่จะสามารถทำได้ จึงมีการรวบรวมตัวอย่างปลาจาก 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เก็บตัวอย่างปลาโดยการสุ่มจากแพปลา

สุ่มตัวอย่างปลาทั้ง 3 ชนิด จากแพปลาทุกแพบริเวณบ้านบ่อเจ็ดลูกที่เรือประมงออกทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน (ใช้เครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนมีขนาดตาอวน 3 เซนติเมตร) นำมาขึ้นท่าจำนวนทั้งหมด 4 แพ คือ แพปลาบังบ่าว แพปลาบังโชติ แพปลาบังจำปา และแพปลาบังตออาด การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการแบบสุ่มตลอด (Random Sampling) โดยสุ่มตัวอย่างปลาชนิดละ 50 ตัวต่อแพ ทุกเดือนๆ ละ 1 ครั้ง กำหนดช่วงเก็บตัวอย่างประมาณกลางเดือนของแต่ละเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

จำนวนตัวอย่างปลา 50 ตัวต่อแพ ได้จากการประมาณค่าขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสม (N) สำหรับค่าวัด (ตัวแปร) ที่ทำการศึกษาจากการทำ preliminary study โดยใช้วิธีการทางสถิติ ดังสมการ

$$N = \left(\frac{Z^2 \times SD^2}{e^2} \right)$$

โดย Z = ค่า Z จากตารางการแจกแจงแบบปกติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 1.96

e = ค่าความผิดพลาดในการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง กำหนดให้ = 0.50

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวปลาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากร ซึ่งค่าที่คำนวณได้จากตัวอย่างปลาที่สุ่มมาจำนวน 19 ตัวได้ค่า SD = 1.63

คำนวณหาค่า N:

$$N = \left(\frac{1.96^2 \times 1.63^2}{0.5^2} \right) = 40.71 \text{ ตัว}$$

ค่าขนาดตัวอย่างปลาที่เหมาะสมจากการคำนวณ = 40.71 ตัว จึงปัดค่า N เป็น 50 ตัว เพื่อสะดวกในการเก็บตัวอย่างจากแพปลาแต่ละครั้ง

ส่วนที่ 2 เก็บตัวอย่างปลาโดยเรือสำรวจ

การเก็บตัวอย่างปลา 3 ชนิดโดยเรือสำรวจจะใช้อวนจมปลาเห็ดโคน เพื่อสามารถจับปลา 3 ชนิดให้ครอบคลุมได้ทุกขนาดที่สามารถจับได้ โดยการวางอวนจมปลาเห็ดโคนใช้อวนเอ็นที่มีขนาดตาอวน 4 ขนาด คือ 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร อวนแต่ละขนาดตามีความยาว 2 หัว (1 หัว เท่ากับ 120 เมตร) นำอวนจมปลาเห็ดโคนทั้ง 4 ขนาดตาอวน มาต่อเป็นแนวเส้นตรงโดยการจัดลำดับขนาดตาอวนแบบสุ่มตลอด (random) จากการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลเครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนที่ใช้ทำประมงอยู่ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลนของชาวประมงพื้นบ้านบ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล จะใช้อวนจมปลาเห็ดโคนที่มีขนาดตาอวน 3.0 เซนติเมตร เพียงขนาดเดียว ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้อวนขนาดตา 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เพื่อให้ครอบคลุมการจับปลาทุกขนาดที่สามารถจับได้ ทำการวางอวนเป็นบริเวณ 4 จุด ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างโดยการวางอวนจะใช้วิธีการสุ่มแบบสุ่มตลอดในบริเวณรอบๆ หมู่เกาะบุโหลน (ภาพที่ 4) เนื่องจากอวนที่สุ่มเก็บตัวอย่างจะผูกติดไปกับอวนของชาวประมง ซึ่งมีการทำประมงแบบไม่ประจำที่

รวบรวมตัวอย่างปลา 3 ชนิด บันทึกจำนวนปลาที่ได้จากเรือสำรวจ และปลาที่สุ่มเก็บจากแพปลาทั้ง 4 แพ นำปลาที่รวบรวมได้เก็บรักษาโดยการแช่น้ำแข็ง เพื่อนำไปศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ (ภาพที่ 6)

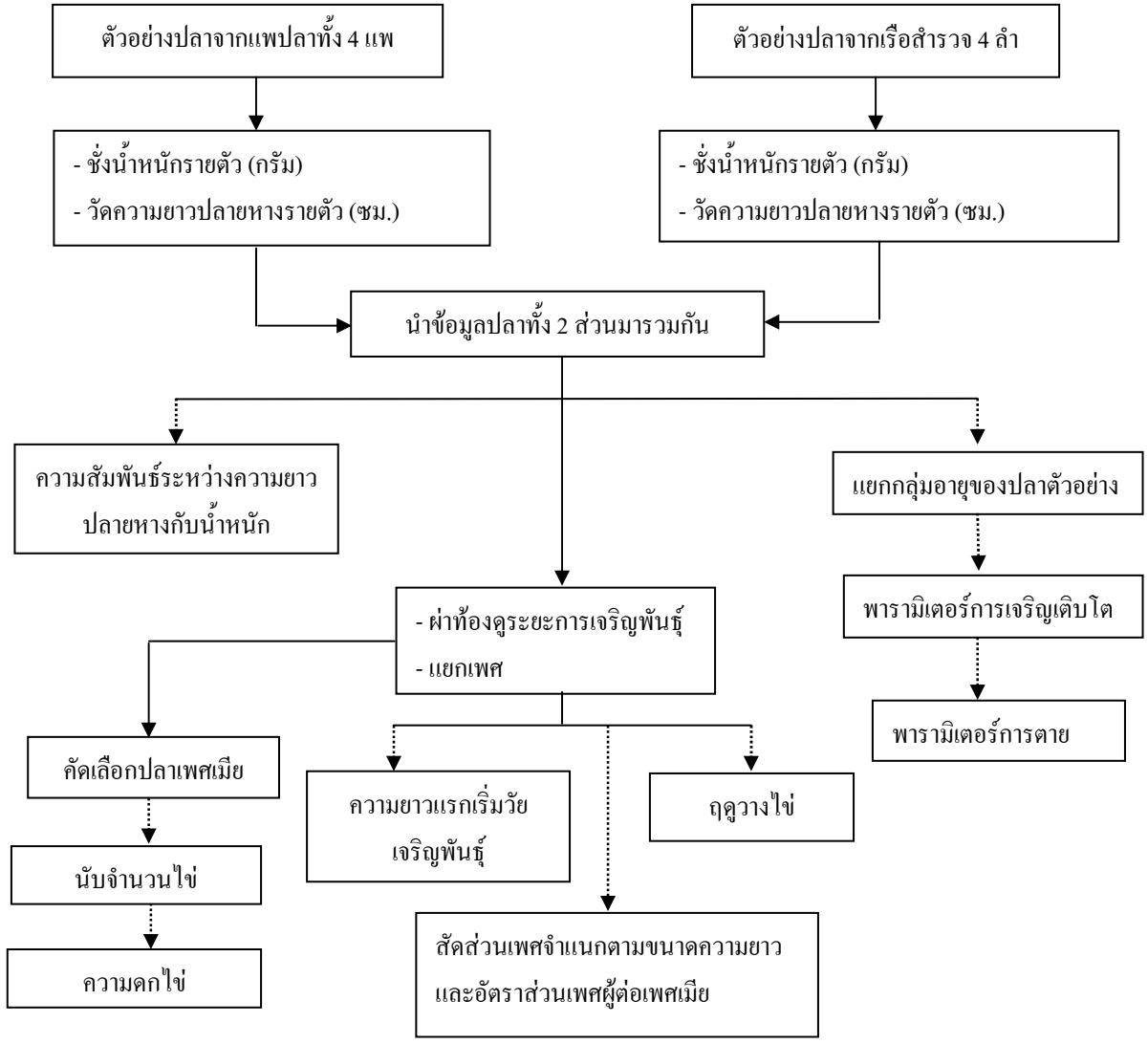
1. วัดความยาวปลายหาง (total length) โดยใช้กระดานวัดความยาวที่มีความละเอียด 0.1 เซนติเมตร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม เป็นรายตัว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักของปลา 3 ชนิด

2. ผ่าตัดจำแนกเพศของปลาแต่ละตัว นับจำนวนเพศผู้และเพศเมีย และทำการแยกระยะการพัฒนารังไข่และอัณฑะในปลาเพศเมียและเพศผู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระยะ (ตารางที่1) โดยกลุ่มปลาที่ยังไม่ถึงวัยเจริญพันธุ์ (immature) คือปลาที่มีการพัฒนารังไข่และอัณฑะอยู่ในระยะที่ 1-2 ส่วนกลุ่มปลาที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ (mature) คือปลาที่มีการพัฒนารังไข่และอัณฑะอยู่ในระยะที่ 3-5 เพื่อศึกษาสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ และฤดูวางไข่

3. เก็บตัวอย่างรังไข่ของปลาเพศเมียที่ระยะการเจริญพันธุ์ที่ 3-4 (ระยะ mature) มาชั่งน้ำหนักและนับจำนวนไข่ปลา โดยเก็บรักษาตัวอย่างรังไข่ในน้ำยากิลสัน (Gilson's fluid) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไข่เน่าสลาย และทำให้ไข่แข็งตัว สะดวกในการแยกไข่ออกจากกัน และนับจำนวนไข่ได้ง่ายขึ้น เพื่อศึกษาความดกไข่ (fecundity) โดยการนำรังไข่มาละลายน้ำ แล้วทำการนับจำนวนไข่และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาจำนวนไข่ทั้งหมดในรังไข่ (ความดกไข่) ตามวิธีการตวงปริมาตร (ธนิษฐา, 2543)

4. นำข้อมูลความยาวปลายหางมาแยกหากลุ่มอายุของปลาโดยวิธี Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และหาค่าพารามิเตอร์การเติบโตและค่าพารามิเตอร์การตายของปลา 3 ชนิด

5. วัดคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี นำข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำมาใช้ประกอบการประมาณค่าพารามิเตอร์การตายของปลา 3 ชนิด



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำบางประการกับชีววิทยาประชากรปลาทั้ง 3 ชนิดบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณที่ทำการวางอวนเก็บตัวอย่างปลา ทั้ง 4 จุดๆ ละ 3 ซ้ำ หาค่าคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี (ยกเว้น การหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่ต้องนำมาทำในห้องปฏิบัติการ) ก่อนวางอวนจมปลาเห็ดโคนทุกครั้ง

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1. อุณหภูมิน้ำ โดยใช้ Mercury filled thermometer
2. ความลึก วัดโดยใช้ลูกดิ่งวัดความลึก
3. ความโปร่งแสง วัดโดยใช้ secchi disc

คุณภาพน้ำทางเคมี

1. ความเค็มของน้ำ วัดด้วย Refracto Salinometer
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง วัดด้วย pH meter
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยวิธี azide modification (Boyd and Tucker, 1992)

ตารางที่ 1 ระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ของปลา

ระยะที่	ลักษณะของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์	
	รังไข่ (ovary)	อัณฑะ (sperm sac)
1 Virgin	ยังไม่มีการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ มีขนาดเล็ก ใส อยู่ใกล้หรือแนบติดกับกระดูกสันหลัง	ยังไม่มีการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ มีขนาดเล็ก ใส อยู่ใกล้หรือแนบติดกับกระดูกสันหลัง
2 Developing	มีสีแดงค่อนข้างใส มีความยาวครึ่งหนึ่ง หรือสองในสามของช่องท้อง	มีสีขาวปนแดง มีความยาวครึ่งหนึ่ง หรือสองในสามของช่องท้อง
3. Gravid	มีการขยายเต็มช่องท้อง ไข่มีลักษณะกลม มีเยื่อใยติดกัน เมื่อรีดส่วนท้องดู ไม่มีไข่ไหลออกมา	มีการขยายเต็มช่องท้อง มีสีขาว
4. Spawning (Ripe)	มีการขยายเต็มช่องท้อง ไข่สามารถแยกเป็นเม็ดได้ มีสีเหลืองหรือสีส้ม ผนังรังไข่ค่อนข้างบาง เมื่อรีดส่วนท้องดูจะมีไข่ไหลออกมา	มีการขยายเต็มช่องท้อง มีสีขาวครีม เมื่อรีดส่วนท้องดูจะมีน้ำเชื้อไหลออกมา
5 Spent	เป็นระยะที่ปลาวางไข่ไปแล้ว รังไข่จะเหี่ยวแฟบ มีสีแดง อาจมีไข่สีเหลืองปนแดงเหลืออยู่ในรังไข่	ถุงน้ำเชื้อมีลักษณะเหี่ยวแฟบ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ไพเราะ และทัศพล (2544)

2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.) การศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโต

1.1) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนัก

นำข้อมูลความยาวปลายหางและน้ำหนักของปลา 3 ชนิด มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวทั้งเพศผู้และเพศเมียในรูปสมการยกกำลังตามสมการของ Ricker (1971)

$$W = aL^b$$

โดยที่ W = น้ำหนักของปลา (กรัม)

L = ความยาวของปลา (เซนติเมตร)

a และ b = ค่าคงที่

ทำการหาค่าคงที่ *a* และ *b* จากการวิเคราะห์เส้นถดถอยโดยการเปลี่ยนรูปสมการยกกำลังให้อยู่ในรูปของ Natural logarithm ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง

$$\ln W = \ln a + b \ln L$$

แล้วทดสอบค่า *b* = 3 และความแตกต่างของค่า *b* ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย โดยใช้ t-test

1.2) การแยกกลุ่มอายุของสัตว์น้ำ

หาอายุของปลาหน้าดินทั้ง 3 ชนิดโดยนำข้อมูลการกระจายความถี่ตามขนาดความยาวปลาในแต่ละเดือน มาจำแนกกลุ่มรุ่นต่างๆ แล้วคำนวณหาค่าความยาวเฉลี่ยของปลาแต่ละรุ่นที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในชุดโปรแกรม FiSAT II (Gayanilo *et al*., 2005)

1.3) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของ ปลาหน้าดินทั้ง 3 ชนิด ตามสมการของ von Bertalanffy (1934 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) เพื่ออธิบายการเติบโตของปลา เป็นสมการการเติบโตในรูปความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักและอายุ คือ

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)$$

เมื่อ L_t = ความยาวของปลาเมื่ออายุ t

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่ปลานั้นสามารถเติบโตได้

t = อายุของปลา

t_0 = อายุของปลาเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

และ $W_t = W_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)^3$

เมื่อ W_t = น้ำหนักของปลาเมื่อมีอายุ t

W_∞ = น้ำหนักสูงสุดที่ปลานั้นสามารถเติบโตได้

โดยนำข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวของปลาที่แจกแจงความถี่ในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การเติบโต คือ ขนาดความยาวสูงสุด (L_∞) สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และวิเคราะห์หาค่า t_0 โดยใช้สมการที่ได้จากการปรับเปลี่ยนรูปสมการการเติบโตของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)

1.4) การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

1.4.1) สัมประสิทธิ์การตายรวม (Z)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมต่อปีของปลาหน้าดินทั้ง 3 ชนิด โดยอาศัยความสัมพันธ์ในรูป Logarithm ของจำนวนผลจับปลาในแต่ละช่วงความยาวต่ออายุที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงความยาวนั้นกับอายุเฉลี่ยของช่วงความยาวนั้น โดยใช้สมการการเติบโตของ von Bertalanffy เปลี่ยนความยาวของปลาที่จับได้ให้อยู่ในรูปอายุ (length converted catch curve) (Sparre and Venema, 1992) ดังสมการ

$$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right) = c - Z \times t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)}$$

$$t_{L_1} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1-\frac{L_1}{L_\infty}\right)$$

$$t_{L_1} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1-\frac{L_2}{L_\infty}\right)$$

เมื่อ $\Delta t_{(L_1,L_2)} = t_{L_2} - t_{L_1}$

$$= \frac{1}{K}\ln\left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2}\right)$$

$$t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1-\frac{L_1+L_2}{2L_\infty}\right)$$

โดยที่ $C_{(L_1, L_2)}$ = จำนวนผลจับรวม (รวมทั้งปี) ของปลาที่มีขนาดอยู่ในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

$\Delta t_{(L_1, L_2)}$ = ผลต่างระหว่างอายุของปลาในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

Z = สัมประสิทธิ์การตายรวม ในที่นี้เท่ากับ slope (b)

c = ค่าคงที่ ในที่นี้เท่ากับ Y-intercept (a)

t = อายุแต่ละความยาว

t_{L_1} = อายุที่ความยาว L_1

t_{L_2} = อายุที่ความยาว L_2

$t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)}$ = อายุเฉลี่ยของปลาในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

L_∞, K และ t_0 = ค่าการเจริญเติบโต (อธิบายในหัวข้อ 1.3)

จะได้ สัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ ค่าความชัน (slope, - b)

1.4.2) สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (*M*)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ คำนวณโดยใช้สมการของ Pauly (1984) ซึ่งต้องมีค่าพารามิเตอร์สำคัญที่มีผลต่อการตายโดยธรรมชาติ ที่สามารถวิเคราะห์หาได้ คือ ขนาดความยาวสูงสุด (L_∞) สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอุณหภูมิผิวน้ำ (T) โดยเฉลี่ยในแหล่งน้ำนั้น ดังสมการ

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T)}$$

โดยที่ M = ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

T = อุณหภูมิเฉลี่ยของแหล่งน้ำ (องศาเซลเซียส)

1.4.3) สัมประสิทธิ์การตายจากการทำประมง (F)

การประมาณค่าการตายเนื่องจากการทำประมงของปลาทั้ง 3 ชนิด ที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ในรอบปี จะประมาณค่าได้จากผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) กับสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) คือ

$$F = Z - M$$

1.4.4) สัดส่วนการใช้ประโยชน์ (E)

Gulland (1971) กล่าวว่าสามารถนำค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มาประเมินสถานภาพของสต๊อคสัตว์น้ำได้อย่างคร่าวๆ โดยสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับสต็อคของสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้มีการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสม หากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าการใช้ประโยชน์สต๊อคสัตว์น้ำต่ำกว่าศักย์การผลิต ในทำนองเดียวกันหากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์เกินศักย์การผลิต โดยคำนวณสัดส่วนการใช้ประโยชน์ได้จากสมการ (Pauly, 1984)

$$E = \left(\frac{F}{F + M} \right)$$

เมื่อ E = สัดส่วนการใช้ประโยชน์

F = สัมประสิทธิ์การตายจากการทำประมง (ต่อปี)

M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

2.) การศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์

2.1) สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน โดยคำนวณค่าสัดส่วนของปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาว หาได้จากสมการ

$$P_L = \frac{F_L}{T_L}$$

โดยที่ P_L = สัดส่วนของปลาเพศเมียที่ความยาว L

F_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L

T_L = จำนวนของปลาทั้งหมดที่ความยาว L

อัตราส่วนเพศ (sex ratio) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน โดยคำนวณอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย และนำมาทดสอบสมมุติฐานที่ว่า “อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียเป็น 1 : 1” โดยใช้ Chi-Square test (Zar,1984)

$$\chi^2 = \sum \frac{(Observed - Expected)^2}{Expected}$$

เมื่อ $Observed$ = จำนวนตัวของปลาแต่ละเพศที่เก็บตัวอย่างได้จริง

$Expected$ = จำนวนปลาที่ควรเป็นไปตามทฤษฎี (อัตราส่วนเพศผู้ : เพศเมีย = 1 : 1)

2.2) ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (size at first maturity)

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทั้ง 3 ชนิด แต่ละเพศตามขนาดความยาวปลายหาง ได้จากการนำตัวอย่างปลาทั้ง 3 ชนิด มาแจงนับการกระจายความถี่ตามความยาวปลายหาง (L) และหาขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาที่แรกเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ของปลาแต่ละเพศ โดยนำข้อมูลสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละเพศที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์มาวิเคราะห์ตามสมการดังนี้

Logistic equation กรณีความสัมพันธ์ในรูปตัว S แบบสมมาตร (symmetry sigmoid curve)

$$P = \frac{1}{1 + e^{(a + bL)}}$$

$$\ln\left(\frac{1}{P} - 1\right) = a + bL$$

จะได้ $$L_{50} = -\frac{a}{b}$$

Johnson-Schumacher function กรณีความสัมพันธ์ในรูปตัว S แบบไม่สมมาตร (asymmetry sigmoid curve)

$$P = a\, e^{(\frac{b}{L-L_x})}$$

$$\ln P = \ln a + b(\frac{1}{L-L_x})$$

จะได้ $$L_{50} = (\frac{b}{\ln(\frac{0.5}{a})}) + L_x$$

โดยที่ P = สัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละช่วงความยาว L

L = ค่าความยาวกึ่งกลางในแต่ละอันตรภาคชั้น (เซนติเมตร)

L_x = ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่า P เริ่มมีค่ามากกว่าศูนย์

a และ b = ค่าคงที่หาได้โดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย

ทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดย t-test

โดยค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละเพศที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์หาได้จากสมการ

$$PF_L = \frac{FM_L}{FI_L + FM_L}$$

$$PM_L = \frac{MM_L}{MI_L + MM_L}$$

โดยที่ PF_L = สัดส่วนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

FI_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่ยังไม่เจริญพันธุ์

FM_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

PM_L = สัดส่วนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

MI_L = จำนวนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่ยังไม่เจริญพันธุ์

MM_L = จำนวนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

2.3) ความดกไข่

นำตัวอย่างรังไข่ปลาทั้ง 3 ชนิด ที่ดองในน้ำยากิลสัน มาหาค่าความดกไข่ ด้วยวิธีการตวงปริมาตร (ธนิษฐา, 2543) โดยนำรังไข่ของปลาทั้ง 3 ชนิด ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว มาผสมในน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร และทำการสุ่มตวงปริมาตรตัวอย่างไข่ปลา 5 มิลลิลิตร มานับจำนวน โดยนับ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณของไข่ทั้งหมดตามสมการ

$$E = e\left(\frac{V}{v}\right)$$

เมื่อ E = จำนวนไข่ทั้งหมดที่คำนวณได้

e = จำนวนไข่ในตัวอย่าง

V = ปริมาตรของไข่ทั้งหมด

v = ปริมาตรของตัวอย่างไข่

จากนั้นนำข้อมูลความดกไข่มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับขนาดความยาวปลายหาง (เซนติเมตร) ตามสมการของ Bagenal (1978) และทำการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดย t-test

$$\ln Fc = \ln a + b \ln L$$

จะได้ $Fc = aL^b$

เมื่อ Fc = ความดกไข่

L = ความยาวปลายหาง

2.4) ฤดูวางไข่

ศึกษาฤดูวางไข่จาก 2 วิธี คือ

2.4.1) วิธีหาเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

การหาฤดูวางไข่ของปลาทั้ง 3 ชนิด เพื่อต้องการทราบว่าช่วงเดือนไหนเป็นช่วงที่ปลามีความพร้อมที่จะวางไข่ โดยใช้วิธีการศึกษาของเสาวนีย์ (2539) ที่ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง *N. hexodon* และ *N. peronii* โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน โดย

$$P = \left(\frac{N_M}{N}\right) \times 100$$

โดยที่ P = เปอร์เซ็นต์ปลาเพศเมียหรือเพศผู้ที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N_M = จำนวนปลาเพศเมียหรือเพศผู้ที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N = จำนวนปลาเพศเมียหรือเพศผู้ทั้งหมด

ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีค่าสูงในช่วงเดือนใด แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลาชนิดนั้น

2.4.2) วิธีหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.)

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.) (ธนิษฐา, 2543) ของปลาเพศเมียและเพศผู้โดยนำข้อมูลน้ำหนักของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์และน้ำหนักของตัวปลาที่มีอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์รวมอยู่ด้วย มาคำนวณหา

$$G.S.I. = \left(\frac{GW}{BW}\right) \times 100$$

เมื่อ $G.S.I.$ = ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

GW = น้ำหนักของรังไข่ (กรัม)

BW = น้ำหนักตัวของปลาที่มีรังไข่รวมอยู่ด้วย (กรัม)

เมื่อได้ค่า G.S.I. ของปลาแต่ละตัวแล้ว คำนวณหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (mean gonadosomatic index) ของปลาแต่ละเดือน ซึ่งค่าที่ได้มีค่าสูงในเดือนใด แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลาชนิดนั้น

บทที่ 3
ผลการวิจัย

จากข้อมูลตัวอย่างปลาบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2553 โดยการเก็บตัวอย่างปลา 2 แบบ คือ เก็บตัวอย่างปลาจากแพปลาทุกเดือนและเก็บตัวอย่างปลาโดยเรือสำรวจทุก 2 เดือน ได้ตัวอย่างปลาทั้งหมดจำนวน 11,492 ตัว ประกอบด้วย ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน จำนวน 3,378 ตัว, 3,011 ตัว และ 5,103 ตัว ตามลำดับ ได้ผลการศึกษาของปลาทั้ง 3 ชนิด ดังนี้

3.1 ปลาทรายแดง

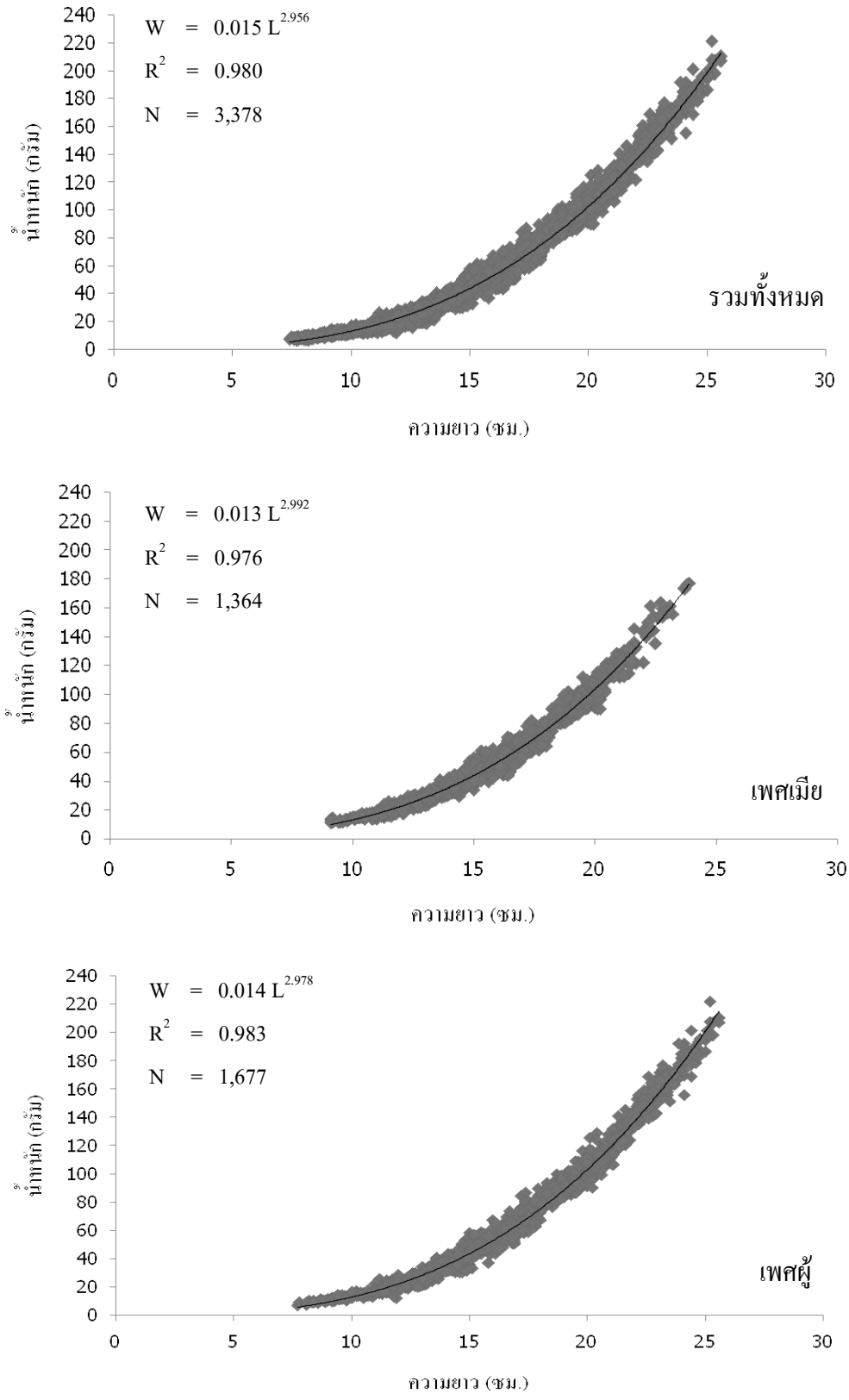
3.1.1 ชีววิทยาการเติบโตของปลาทรายแดง

1.) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักตัว

จากข้อมูลความยาวปลายหางและน้ำหนักตัวของตัวอย่างปลาทรายแดงที่สุ่มจากแพปลาและที่ได้จากเรือสำรวจรวมจำนวน 3,378 ตัว เป็นเพศเมียจำนวน 1,364 ตัว เพศผู้จำนวน 1,677 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้จำนวน 337 ตัว มีความยาวตั้งแต่ 7.40 – 25.60 เซนติเมตร, 9.10 - 23.90 เซนติเมตร และ 7.70 - 25.60 เซนติเมตร ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาทรายแดง (ภาพที่ 7) ได้สมการดังต่อไปนี้

รวมทั้งหมด	$\ln W$	=	$-4.226 + 2.956 \ln L$
	W	=	$0.015\ L^{2.956}$
เพศเมีย	$\ln W$	=	$-4.320 + 2.992 \ln L$
	W	=	$0.013\ L^{2.992}$
เพศผู้	$\ln W$	=	$-4.285 + 2.978 \ln L$
	W	=	$0.014\ L^{2.978}$

เมื่อทำการศึกษารูปแบบการเติบโตโดยการทดสอบความแตกต่างของค่า b กับ 3 โดยใช้ t-test พบว่าปลาทรายแดงเพศเมียมีการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) ในขณะที่ปลาเพศผู้มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (allometric growth)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาทรายแดงรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

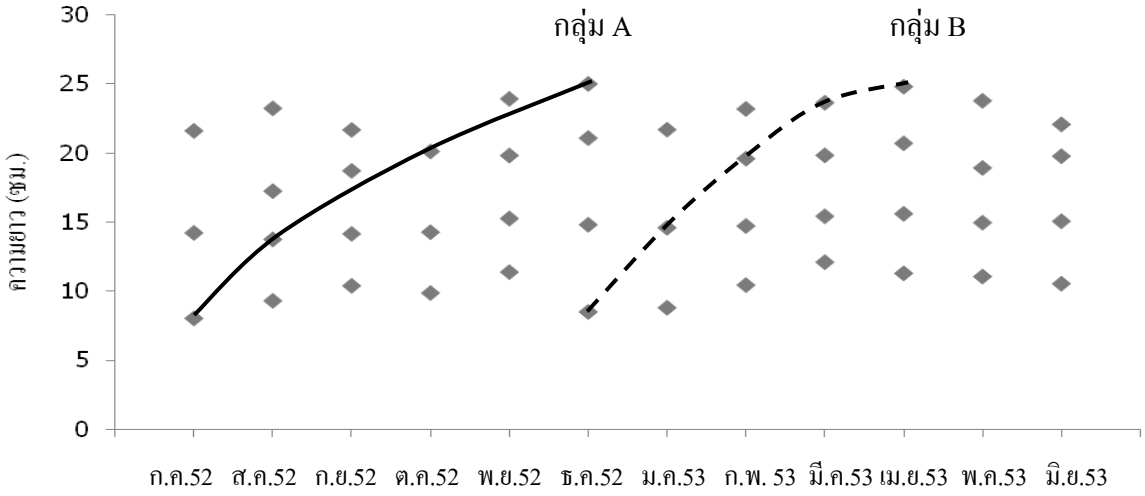
2.) การหาอายุของปลา

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยความยาวปลายหางของปลาทรายแดงรุ่นต่างๆ (ภาพที่ 8) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ปลาทรายแดง มีความยาวอยู่ในช่วง 7.40 – 25.60 เซนติเมตร ผลการจำแนกกลุ่มของปลาทรายแดง พบว่าเดือนที่จำแนกได้ 3 กลุ่ม มี 3 เดือน ส่วนเดือนที่จำแนกได้ 4 กลุ่ม มี 9 เดือน (ตารางภาคผนวกที่ 20) กลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สุดมีความยาวเฉลี่ย 8.03 เซนติเมตร พบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 และกลุ่มที่มีขนาดใหญ่สุดมีความยาวเฉลี่ย 25.00 เซนติเมตร พบในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552

3.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

จากการสร้างแผนภูมิของค่าความยาวเฉลี่ยของปลาทรายแดง (ตารางภาคผนวกที่ 17) และติดตามการเพิ่มขึ้นของความยาวจากกลุ่มปลาที่มีขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุดเป็นแนวโน้มการเติบโตของปลาทรายแดงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ขนาดความยาว 8.03 เซนติเมตร ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ขนาดความยาว 25.00 เซนติเมตร (กลุ่ม A) ทำให้สามารถกำหนดผลต่างของอายุที่เพิ่มขึ้นเมื่อความยาวเพิ่มขึ้นได้ (ตารางที่ 2) เมื่อนำข้อมูลผลต่างของอายุและความยาวนี้มาวิเคราะห์ตามวิธีการของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) (ภาพที่ 9) ได้ค่าความยาวสูงสุด(L_∞) ของปลาทรายแดงเท่ากับ 30.23 เซนติเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.28 ต่อเดือน หรือ 3.38 ต่อปี (ตารางที่ 3) และจะมีแนวเส้นโค้งการเติบโต ตามสมการของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) โดยสมมุติอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์มีค่าเท่ากับ 0 (ภาพที่ 10) จะพบว่าอายุของกลุ่มปลาทรายแดงที่มีความยาวเฉลี่ย 8.03 เซนติเมตร ที่เข้ามาทดแทนและเริ่มถูกจับในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 จะมาจากปลาทรายแดงที่วางไข่ประมาณเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ดังนั้นปลาที่มีความยาว 8.03 เซนติเมตร ที่พบในเดือนกรกฎาคมจะมีอายุประมาณ 1 เดือน

นำค่าความยาวสูงสุดและค่าความยาวตามแนวเส้นโค้งการเติบโตที่เชื่อมโยงได้ต่อเนื่องกันในตารางที่ 2 นี้ โดยที่กลุ่มความยาวแรก 8.03 เซนติเมตร ให้มีค่าอายุเท่ากับ 1 เดือน (ตารางที่ 4) มาวิเคราะห์หาค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.060 เดือน หรือ -0.005 ปี (ภาพที่ 11) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.28 ต่อเดือน หรือ 3.41 ต่อปี (ตารางที่ 5) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความยาวของปลาทรายแดงจากการศึกษานี้ดังภาพที่ 12 แสดงเส้นโค้งการเติบโตตามความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) กับขนาดความยาว (L) และภาพที่ 13 แสดงแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาทรายแดงรุ่นที่วางไข่ในเดือนมิถุนายน



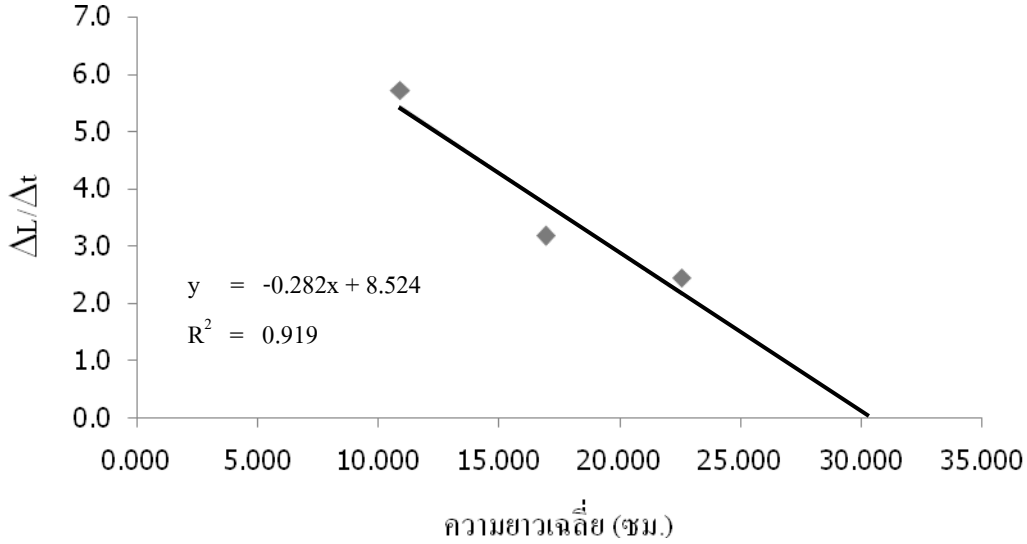
ภาพที่ 8 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาทรายแดง ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาทรายแดงกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม A)

ตารางที่ 2 ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 8

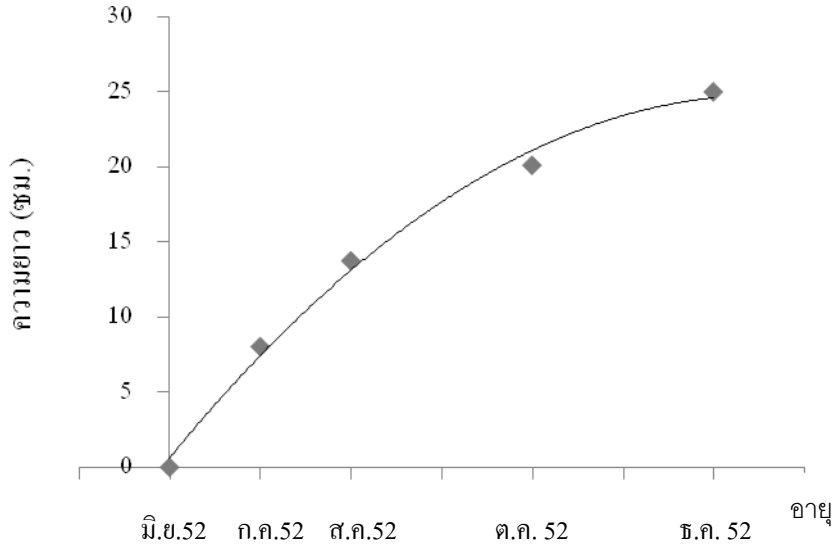
เดือน	ความยาว	Δt	ΔL	ความยาวเฉลี่ย	$\Delta L/\Delta t$
t	L			X	Y
ก.ค 52	8.03	1	5.72	10.890	5.720
ส.ค. 52	13.75	2	6.36	16.930	3.180
ต.ค 52	20.11	2	4.89	22.555	2.445
ธ.ค. 52	25.00				

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 2

n	b	a	L∞ (ซม.)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	-0.282	8.524	30.23	0.28	3.38	0.9586



ภาพที่ 9 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาทรายแดง จากข้อมูลตารางที่ 2 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



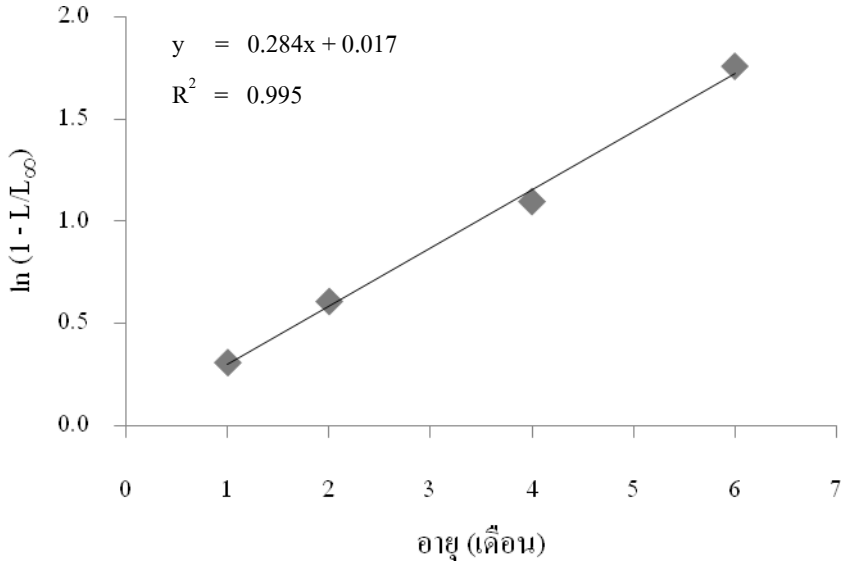
ภาพที่ 10 อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 2 และแนวเส้นการเติบโตของปลาทรายแดง ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.28 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0

ตารางที่ 4 อายุ และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 10 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาทรายแดง เมื่อ L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร

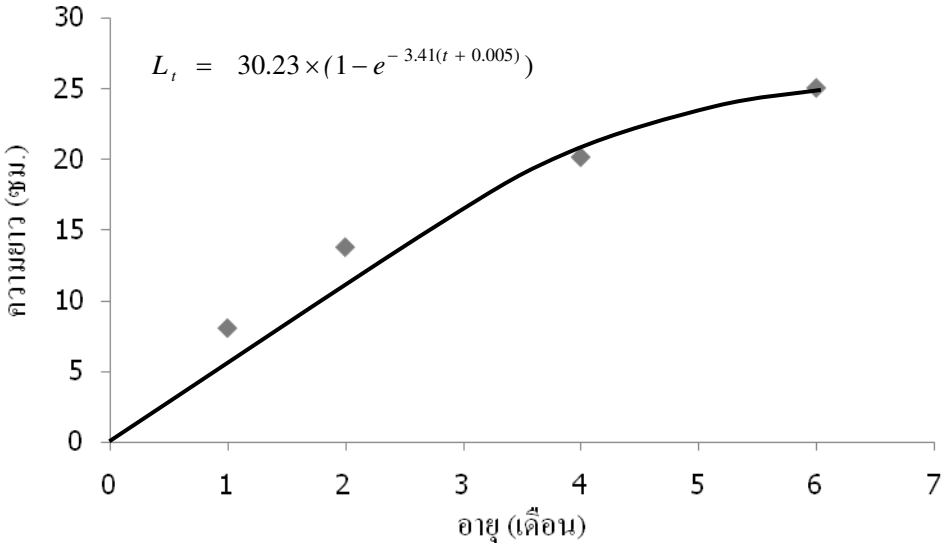
อายุ (เดือน)	ความยาว	$\ln(1-L/L_\infty)$
X	L	Y
1	8.03	0.309
2	13.75	0.607
4	20.11	1.095
6	25	1.755

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 4

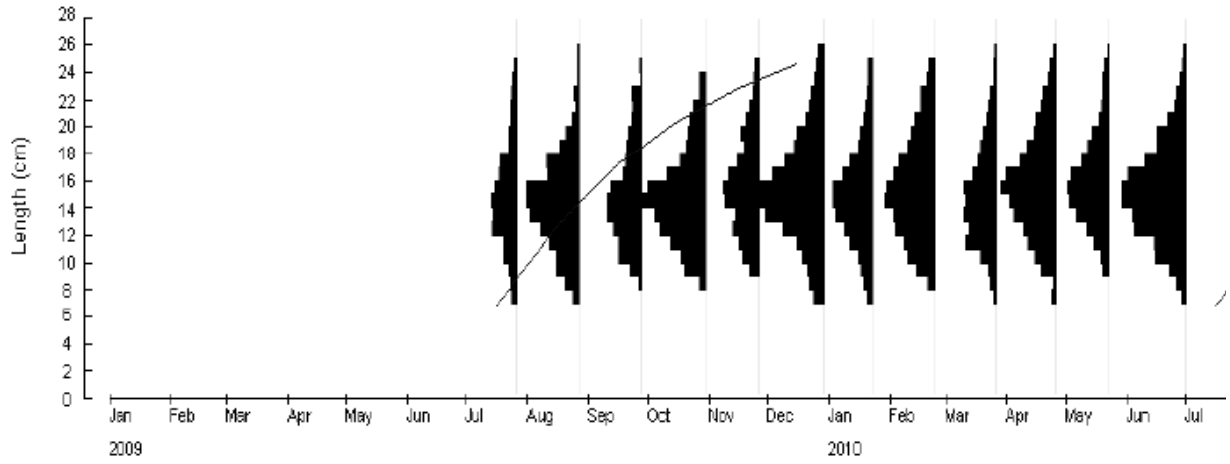
n	b	a	L_∞ (ซม.)	t_0 (เดือน)	t_0 (ปี)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	0.284	0.017	30.23	-0.060	-0.005	0.28	3.41	0.9974



ภาพที่ 11 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาทรายแดง จากข้อมูลตารางที่ 4 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



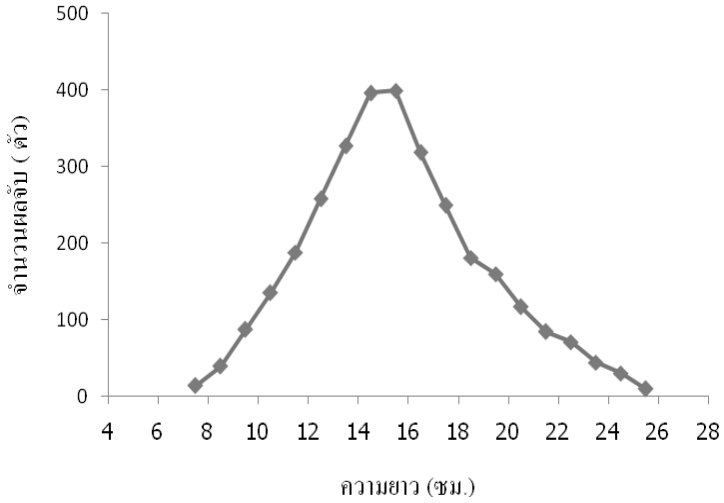
ภาพที่ 12 อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาทรายแดง ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy



ภาพที่ 13 การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 3.41 ต่อปี และค่า t_0 เท่ากับ -0.005 ปี

4.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

รวบรวมผลจับของปลาทรายแดง จากแพปลาและเรือสำรวจซึ่งรวบรวมจากอวนขนาดตา 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดของปลา ที่ชาวประมงจับขึ้นใช้ประโยชน์บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะใช้อวนขนาดตา 3.0 เซนติเมตร ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาหาค่าพารามิเตอร์การตายโดยการประมง (F) ตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา ทำการรวบรวมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 14) พบว่าขนาดความยาวปลาทรายแดงที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์มีขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร



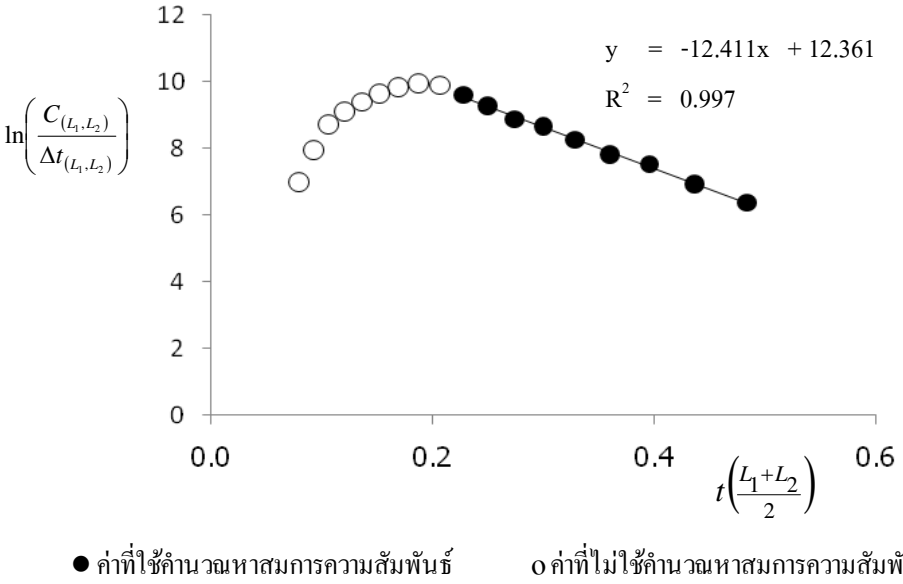
ภาพที่ 14 จำนวนผลจับปลาทรายแดง จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลจำนวนผลจับในแต่ละช่วงความยาวของปลาโดยรวมในรอบปี มาวิเคราะห์ โดยวิธีการ length converted catch curve (Sparre และ Venema, 1992) โดยปลาทรายแดงใช้ค่า L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 3.41 ต่อปี และค่า t_0 เท่ากับ -0.005 ปี จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลจับปลาทรายแดงจำนวน 3,107 ตัว ขนาดความยาวที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากที่สุดมีขนาดความยาว 15-16 เซนติเมตร ซึ่งปลาทรายแดงที่มีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร จะมีอายุ 0.196 ปี (ประมาณ 2 เดือน) นำค่าความยาวและจำนวนผลจับของแต่ละช่วงความยาวตั้งแต่ความยาว 16 - 17 เซนติเมตร ขึ้นไป มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (ภาพที่ 15) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 12.41 ต่อปี (ตารางภาคผนวกที่ 21)

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยใช้ค่า L_∞, ค่า K และค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (T) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เท่ากับ 29.10 องศาเซลเซียส แทนค่าลงในสมการที่ได้จากการศึกษาของ Pauly (1984)

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln(29.10))}$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ของปลาทรายแดงเท่ากับ 3.23 ต่อปี ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 9.18 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.74



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาทรายแดง ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)

3.1.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง

1.) สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลตัวอย่างปลาทรายแดงจากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จำนวน 3,378 ตัว มีขนาดความยาวปลายหาง 7.40 – 25.60 เซนติเมตร เป็นปลาทรายแดงเพศเมีย 1,364 ตัว เป็นปลาทรายแดงเพศผู้ 1,677 ตัว มีสัดส่วนเพศเมีย 0.133 - 0.551 ที่ความยาว 9.50 - 23.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 6) เมื่อทดสอบอัตราส่วนระหว่างปลาทรายแดงเพศผู้ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนว่ามีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 หรือไม่ พบว่าในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จำนวนเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน พ.ศ. 2553 จำนวนเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับอัตราส่วนระหว่างปลาทรายแดงเพศผู้ต่อเพศเมียทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเท่ากับ 1 : 1.10 (ตารางที่ 7)

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลา (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปความสัมพันธ์พาราโบลา (ภาพที่ 16) ได้สมการ

$$R_L = -0.007L^2 + 0.237L - 1.386$$

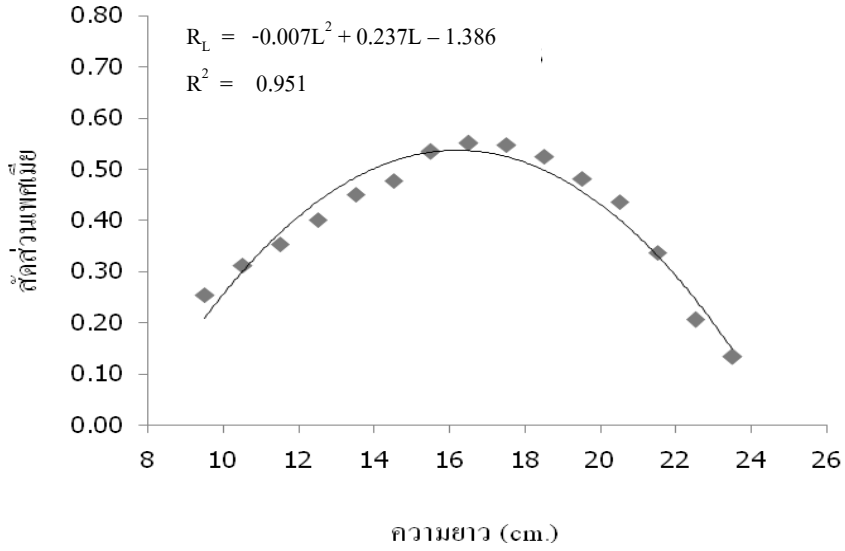
ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปลาทรายแดง เท่ากับ 0.975 แสดงว่าค่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลาทรายแดงมีความสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา

ตารางที่ 6 ผลรวมจำนวนของปลาทรายแดงเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (ซม.)	ความยาวกึ่งกลาง	เพศเมีย F	เพศผู้ M	รวม T	สัดส่วนเพศเมีย $R_L = F/T$
7-8	7.5	0	2	2	
8-9	8.5	0	20	20	
9-10	9.5	16	47	63	0.254
10-11	10.5	34	75	109	0.312
11-12	11.5	59	108	167	0.353
12-13	12.5	101	151	252	0.401
13-14	13.5	149	182	331	0.450
14-15	14.5	198	217	415	0.477
15-16	15.5	220	192	412	0.534
16-17	16.5	178	145	323	0.551
17-18	17.5	137	113	250	0.548
18-19	18.5	95	86	181	0.525
19-20	19.5	77	83	160	0.481
20-21	20.5	51	66	117	0.436
21-22	21.5	29	57	86	0.337
22-23	22.5	14	54	68	0.206
23-24	23.5	6	39	45	0.133
24-25	24.5	0	31	31	0.000
25-26	25.5	0	9	9	0.000
	รวม	1,364	1,677	3,041	

ตารางที่ 7 อัตราส่วนเพศของปลาทรายแดงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

เดือน	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	รวม (ตัว)	Sex Ratio เพศผู้ : เพศเมีย	χ^2
กรกฎาคม 2552	46	81	127	1 : 1.16	9.65*
สิงหาคม 2552	104	149	253	1 : 1.15	8.00*
กันยายน 2552	79	115	194	1 : 1.02	6.68*
ตุลาคม 2552	125	178	303	1 : 1.09	9.27*
พฤศจิกายน 2552	83	115	198	1 : 1.04	5.17*
ธันวาคม 2552	154	202	356	1 : 1.07	6.47*
มกราคม 2553	88	119	207	1 : 1.06	4.64*
กุมภาพันธ์ 2553	153	168	321	1 : 1.01	0.70
มีนาคม 2553	111	147	258	1 : 1.59	0.04
เมษายน 2553	203	253	456	1 : 0.96	0.01
พฤษภาคม 2553	90	120	210	1 : 1.06	0.11
มิถุนายน 2553	269	312	581	1 : 1.18	2.20
รวม	2,330	2,564	4,894	1 : 1.10	32.22*

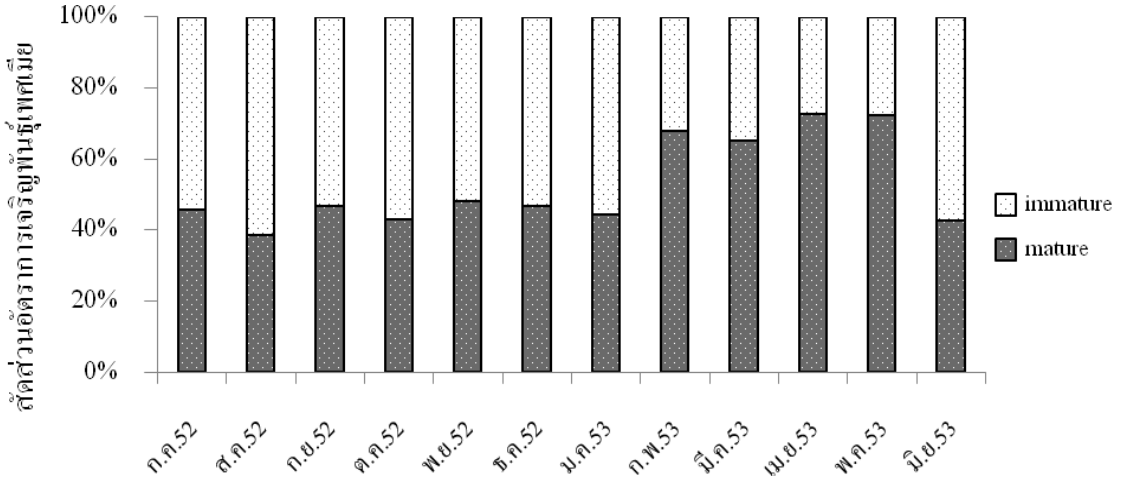


ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาทรายแดง ในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

2.1) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศเมีย

จากข้อมูลตัวอย่างปลาทรายแดงเพศเมียจำนวน 1,364 ตัว แยกเป็นปลาทรายแดงเพศเมียที่รังไข่ไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 628 ตัว (46.0%) และรังไข่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 736 ตัว (54.0%) พบว่าปลาทรายแดงเพศเมียเริ่มมีรังไข่ขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.169 (16.9%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 (50%) ที่ความยาว 15.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 20.50 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศเมียแยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาทรายแดง เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.1.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาทรายแดงวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 8) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 18 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 15.27 เซนติเมตร

2.1.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

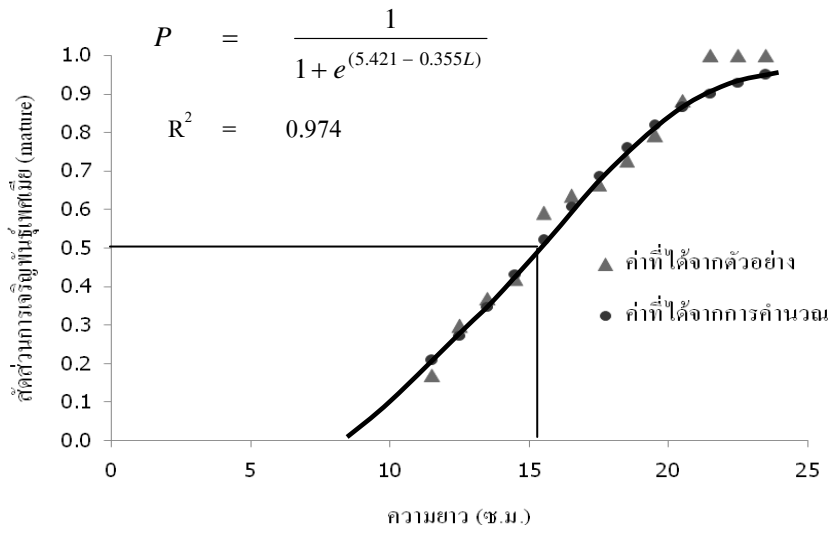
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาทรายแดงวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 9) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 19 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 12.70 เซนติเมตร

ตารางที่ 8 จำนวนปลาทรายแดงเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

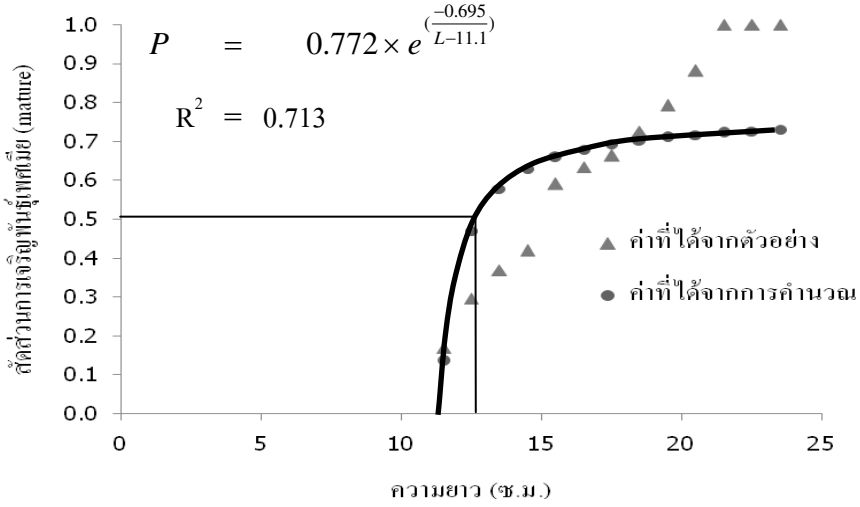
				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	FI	FM	FT	P= FM/FT	L	$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$		
9.5	16	0	16					
10.5	34	0	34	0.000	10.5		n	10
11.5	49	10	59	0.169	11.5	1.59	mean X	16.00
12.5	71	30	101	0.297	12.5	0.86	mean Y	-0.262
13.5	94	55	149	0.369	13.5	0.54	r	0.987
14.5	115	83	198	0.419	14.5	0.33	slope (b)	-0.355
15.5	90	130	220	0.591	15.5	-0.4	Intercept(a)	5.421
16.5	65	113	178	0.635	16.5	-0.6	t-test r	16.394
17.5	46	91	137	0.664	17.5	-0.7	L_{50}	15.27
18.5	26	69	95	0.726	18.5	-1		
19.5	16	61	77	0.792	19.5	-1.3		
20.5	6	45	51	0.882	20.5	-2		
21.5	0	29	29	1.000	21.5			
22.5	0	14	14	1.000	22.5			
23.5	0	6	6	1.000	23.5			
24.5	0	0	0		24.5			
25.5	0	0	0		25.5			
รวม	628	736	1,364					

ตารางที่ 9 จำนวนปลาทรายแดงเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	FI	FM	FT	P= FM/FT	$\frac{1}{(L-L_x)}$	ln(P)		
9.5	16	0	16					
10.5	34	0	34				n	13
11.5	49	10	59	0.169	2.5	-1.77	Lx	11.1
12.5	71	30	101	0.297	0.714	-1.21	mean X	0.394
13.5	94	55	149	0.369	0.417	-1	mean Y	-0.532
14.5	115	83	198	0.419	0.294	-0.87	r	0.844
15.5	90	130	220	0.591	0.227	-0.53	slope (b)	-0.695
16.5	65	113	178	0.635	0.185	-0.45	Intercept,ln(a)	-0.259
17.5	46	91	137	0.664	0.156	-0.41	a	0.772
18.5	26	69	95	0.726	0.135	-0.32	t-test r	5.209
19.5	16	61	77	0.792	0.119	-0.23	L_{50}	12.70
20.5	6	45	51	0.882	0.106	-0.13		
21.5	0	29	29	1.000	0.096	0		
22.5	0	14	14	1.000	0.088	0		
23.5	0	6	6	1.000	0.081	0		
24.5	0	0	0					
25.5	0	0	0					
รวม	628	736	1,364					



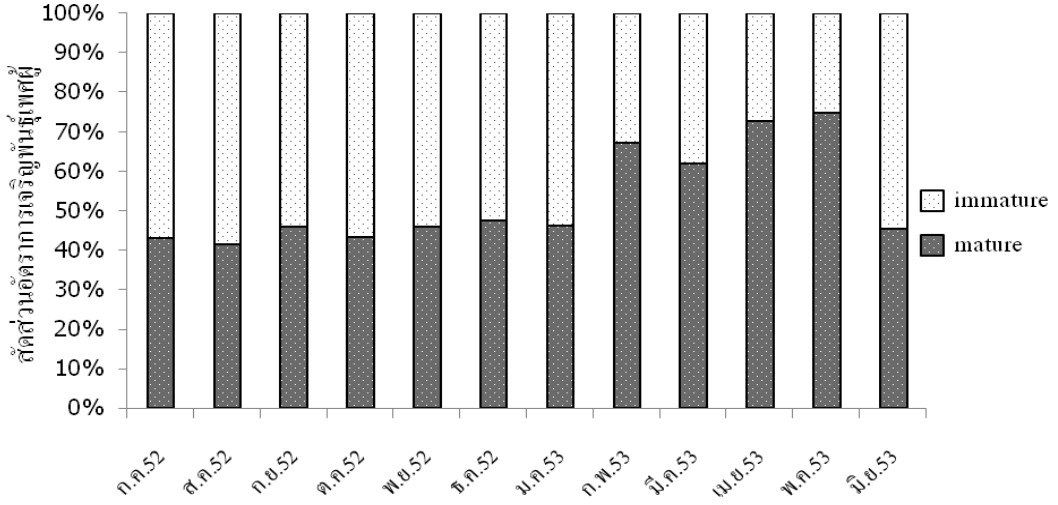
ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาทรายแดงเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาทรายแดงเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.2) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้

จากข้อมูลตัวอย่างปลาทรายแดงเพศผู้จำนวน 1,677 ตัว แยกเป็นปลาทรายแดงเพศผู้ที่อัณฑะไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 794 ตัว (47.3%) และอัณฑะถึงขั้นเจริญพันธุ์ 883 ตัว (52.7%) พบว่าปลาทรายแดงเพศผู้เริ่มมีอัณฑะขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 10.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.107 (10.7%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.50 (50%) ที่ความยาว 15.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 20.50 เซนติเมตร ขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศผู้แยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้ต่อจำนวนปลาเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาทรายแดง เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.2.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาทรายแดงวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 10) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 21 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 15.31 เซนติเมตร

2.2.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

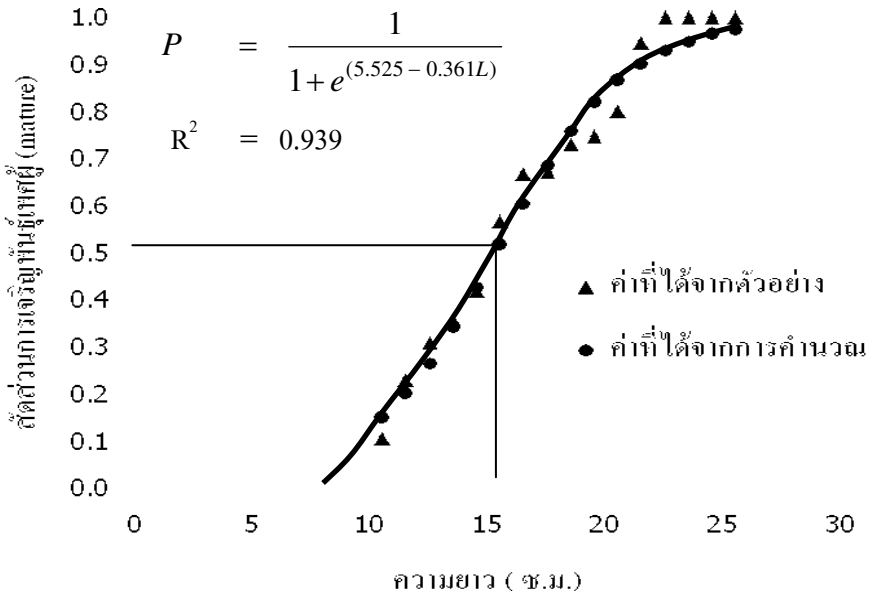
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาทรายแดงวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 11) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 22 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 11.89 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 จำนวนปลาทรายแดงเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

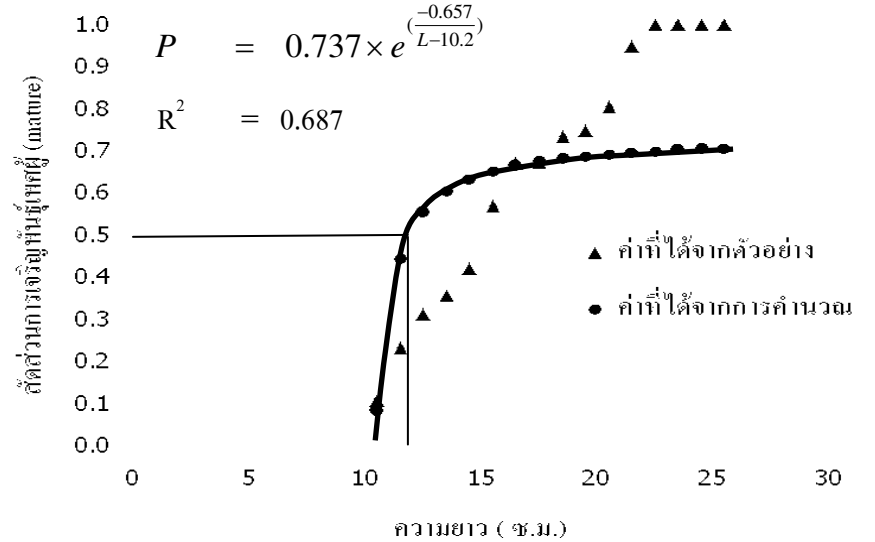
				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	MI	MM	MT	P= MM/MT	L	$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$		
7.5	2	0	2		7.5			
8.5	20	0	20		8.5			
9.5	47	0	47	0.000	9.5			
10.5	67	8	75	0.107	10.5	2.13	n	12
11.5	83	25	108	0.231	11.5	1.2	mean X	16
12.5	104	47	151	0.311	12.5	0.79	mean Y	-0.254
13.5	117	65	182	0.357	13.5	0.59	r	0.969
14.5	126	91	217	0.419	14.5	0.33	slope (b)	-0.361
15.5	83	109	192	0.568	15.5	-0.3	Intercept(a)	5.525
16.5	48	97	145	0.669	16.5	-0.7	t-test r	12.297
17.5	37	76	113	0.673	17.5	-0.7	L_{50}	15.31
18.5	23	63	86	0.733	18.5	-1		
19.5	21	62	83	0.747	19.5	-1.1		
20.5	13	53	66	0.803	20.5	-1.4		
21.5	3	54	57	0.947	21.5	-2.9		
22.5	0	54	54	1.000	22.5			
23.5	0	39	39	1.000	23.5			
24.5	0	31	31	1.000	24.5			
25.5	0	9	9	1.000	25.5			
รวม	794	883	1,677					

ตารางที่ 11 จำนวนปลาทรายแดงเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (L)	immature MI	mature MM	รวม MT	สัดส่วน mature P= MM/MT	X $\frac{1}{(L-L_X)}$	Y ln(P)	Regression analysis	
9.5	47	0	47	0.000				
10.5	67	8	75	0.107	3.333	-2.24	n	16
11.5	83	25	108	0.231	0.769	-1.46	Lx	10.2
12.5	104	47	151	0.311	0.435	-1.17	mean X	0.391
13.5	117	65	182	0.357	0.303	-1.03	mean Y	-0.563
14.5	126	91	217	0.419	0.233	-0.87	r	0.829
15.5	83	109	192	0.568	0.189	-0.57	slope (b)	-0.658
16.5	48	97	145	0.669	0.159	-0.4	Intercept,ln(a)	-0.305
17.5	37	76	113	0.673	0.137	-0.4	a	0.737
18.5	23	63	86	0.733	0.120	-0.31	t-test r	5.547
19.5	21	62	83	0.747	0.108	-0.29	L_{50}	11.89
20.5	13	53	66	0.803	0.097	-0.22		
21.5	3	54	57	0.947	0.088	-0.05		
22.5	0	54	54	1.000	0.081	0		
23.5	0	39	39	1.000	0.075	0		
24.5	0	31	31	1.000	0.070	0		
25.5	0	9	9	1.000	0.065	0		
รวม	794	883	1,677					



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาทรายแดงเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



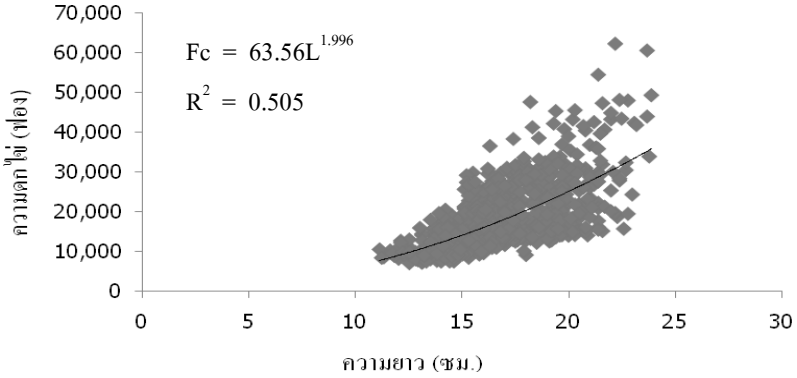
ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาทรายแดงเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.) ความดกไข่

จากการศึกษาความดกไข่ของตัวอย่างปลาทรายแดงเพศเมีย จำนวน 735 ตัว ที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.10 - 23.90 เซนติเมตร มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 16.86 เซนติเมตร พบว่าปลาทรายแดงมีความดกไข่อยู่ในช่วง 7,233 - 62,420 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19,131 ± 8,594 ฟอง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวปลายหาง โดยวิเคราะห์เส้นถดถอยได้สมการ (ภาพที่ 23)

$$\ln Fc = 4.152 + 1.996 \ln L$$

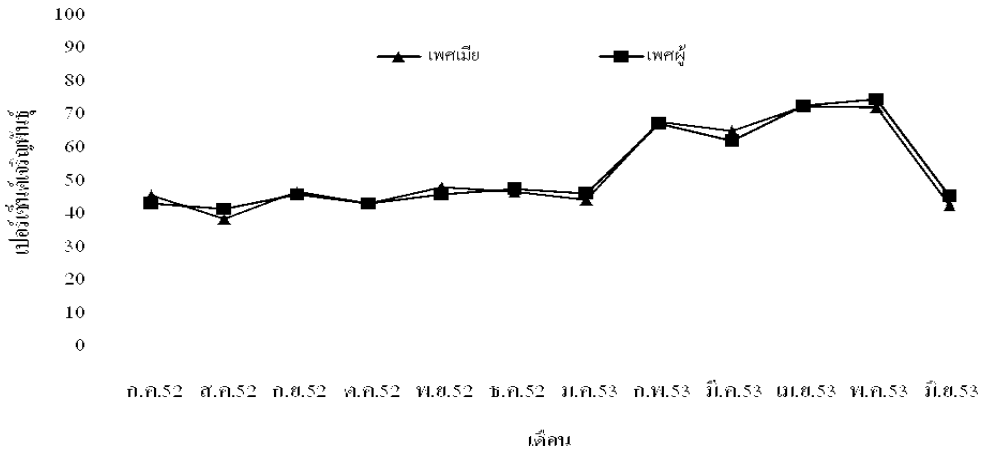
จะได้ $$Fc = 63.56L^{1.996}$$



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

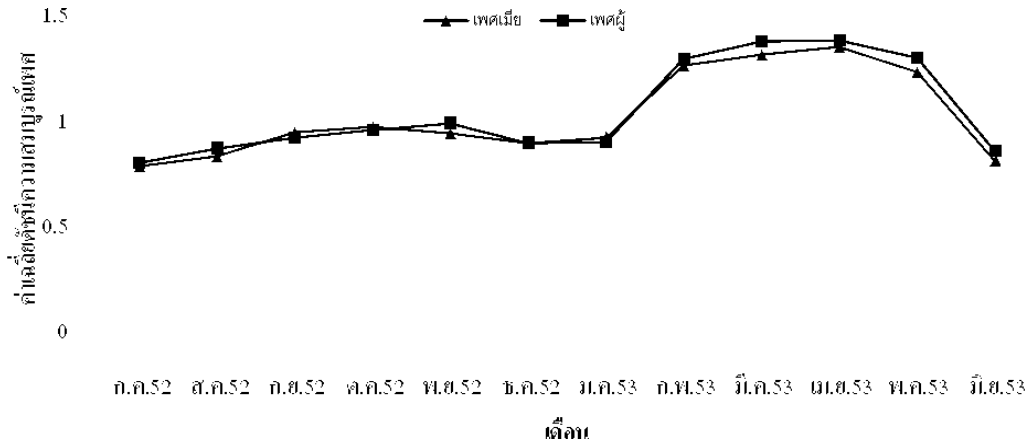
4.) ฤดูวางไข่

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของปลาทรายแดงเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 24) พบปลาอยู่ในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือนทั้งเพศผู้และเพศเมีย เดือนที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์มากกว่า 50 ของปลาทรายแดงเพศเมียและเพศผู้ คือ เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2553 เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงตามระยะเวลารายเดือน พบว่าปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 (65.05 – 72.37 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนเมษายน (72.37 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 (67.26 – 74.77 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤษภาคม (74.77 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 24 เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

เมื่อนำข้อมูลปลาทรายแดงวัยเจริญพันธุ์ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่า G.S.I. มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน เดือนกรกฎาคมและเดือนพฤศจิกายน ตามลำดับ (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาทรายแดง เพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลนจังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.2 ปลาจวด

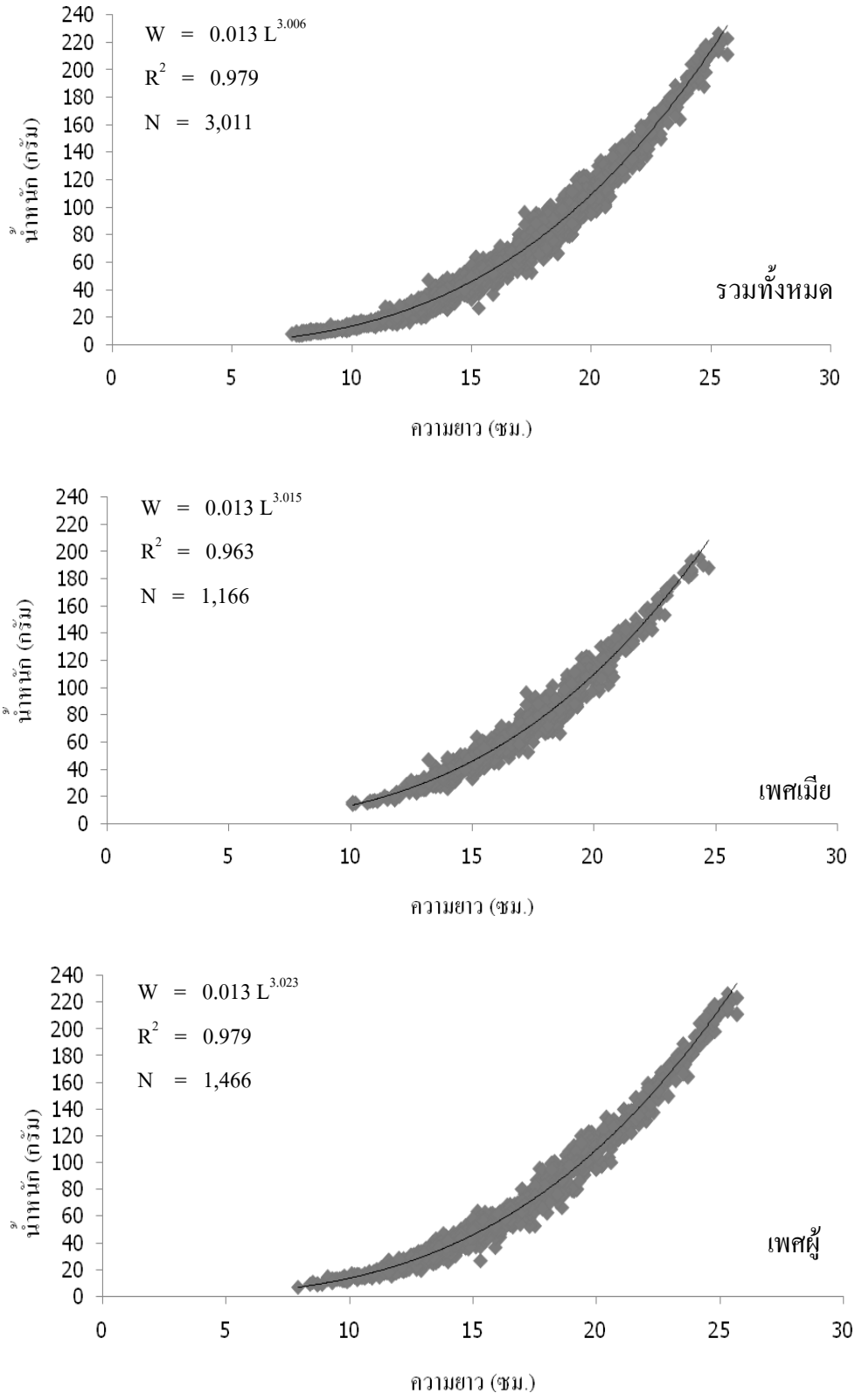
3.2.1 ชีววิทยาการเติบโตของปลาจวด

1.) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักตัว

จากข้อมูลความยาวปลายหางและน้ำหนักตัวของตัวอย่างปลาจวดที่สุ่มจากแพปลาและที่ได้จากเรือสำรวจรวมจำนวน 3,011 ตัว เป็นเพศเมียจำนวน 1,166 ตัว เป็นเพศผู้จำนวน 1,466 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้จำนวน 379 ตัว มีความยาวตั้งแต่ 7.50 - 25.70 เซนติเมตร, 10.10 - 24.70 เซนติเมตร และ 7.90 - 25.70 เซนติเมตร ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาจวด (ภาพที่ 26) ได้สมการดังต่อไปนี้

รวมทั้งหมด	$\ln W$	=	$-4.312 + 3.006 \ln L$
	W	=	$0.013\ L^{3.006}$
เพศเมีย	$\ln W$	=	$-4.329 + 3.015 \ln L$
	W	=	$0.013\ L^{3.015}$
เพศผู้	$\ln W$	=	$-4.358 + 3.023 \ln L$
	W	=	$0.013\ L^{3.023}$

เมื่อทำการศึกษารูปแบบการเติบโตโดยการทดสอบความแตกต่างของค่า b กับ 3 โดยใช้ t-test พบว่าปลาจวดเพศเมียมีการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) ในขณะที่เพศผู้มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (allometric growth)



ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาจวดรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

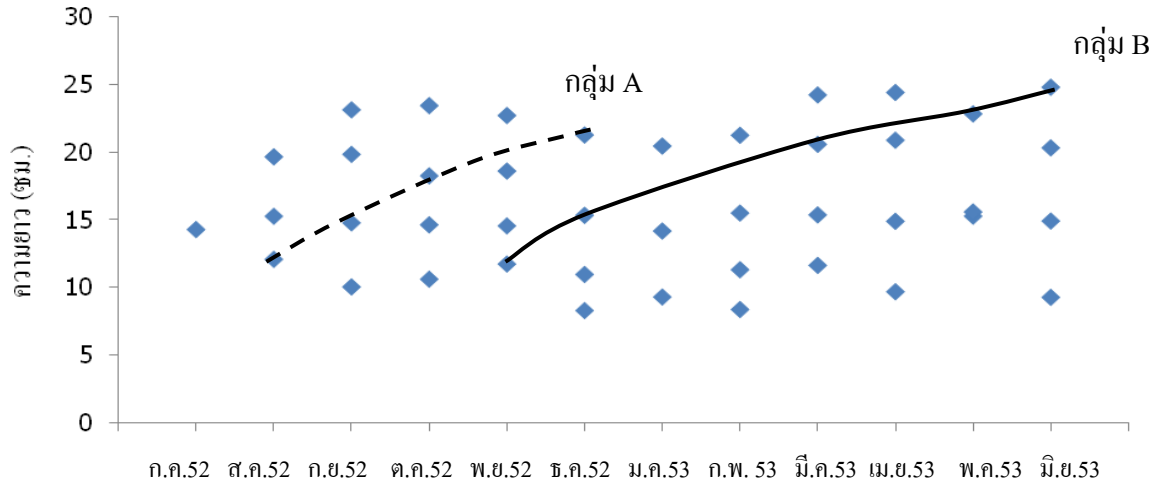
2.) การหาอายุของปลา

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยความยาวปลายหางของปลาจวด รุ่นต่างๆ (ภาพที่ 27) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ปลาจวด มีความยาวอยู่ในช่วง 7.50 – 25.70 เซนติเมตร ผลการจำแนกกลุ่มของปลาจวด พบว่าเดือนที่จำแนกได้เพียงกลุ่มเดียวคือเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 เดือนที่จำแนกได้ 3 กลุ่มมี 3 เดือน และเดือนที่จำแนกได้ 4 กลุ่มมี 8 เดือน (ตารางภาคผนวกที่ 20) กลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สุดมีความยาวเฉลี่ย 8.33 เซนติเมตร พบในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 และกลุ่มที่มีขนาดใหญ่สุดมีความยาวเฉลี่ย 24.84 เซนติเมตร พบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

จากการติดตามการเพิ่มขึ้นของความยาวจากกลุ่มปลาที่มีขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุดเป็นแนวโน้มการเติบโตของปลาจวดตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ขนาดความยาว 11.77 เซนติเมตร ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ขนาดความยาว 24.84 เซนติเมตร (กลุ่ม B) ทำให้สามารถกำหนดผลต่างของอายุที่เพิ่มขึ้น เมื่อความยาวเพิ่มขึ้นได้ (ตารางที่ 12) เมื่อนำข้อมูลผลต่างของอายุและความยาวนี้มาวิเคราะห์ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) (ภาพที่ 28) ได้ค่าความยาวสูงสุดของปลาจวด (L_∞) เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.18 ต่อเดือน หรือ 2.17 ต่อปี (ตารางที่ 13) และจะมีแนวเส้นโค้งการเติบโต ตามสมการ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre และ Venema, 1992) โดยสมมุติอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์มีค่าเท่ากับ 0 (ภาพที่ 29) จะพบว่าอายุของกลุ่มปลาจวดที่มีความยาวเฉลี่ย 11.77 เซนติเมตร ที่เข้ามาทดแทนและเริ่มถูกจับในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 จะมาจากปลาจวดที่วางไข่ประมาณเดือนสิงหาคม ดังนั้นปลาที่มีความยาว 11.77 เซนติเมตร ที่พบในเดือนพฤศจิกายนจะมีอายุประมาณ 3 เดือน

นำค่าความยาวสูงสุดและค่าความยาวตามแนวเส้นโค้งการเติบโตที่เชื่อมโยงได้ต่อเนื่องกันในตารางที่ 12 นี้ โดยที่กลุ่มความยาวแรก 11.77 เซนติเมตร ให้มีค่าอายุเท่ากับ 3 เดือน (ตารางที่ 14) มาวิเคราะห์หาค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ 0.26 เดือน หรือ 0.02 ปี (ภาพที่ 30) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.15 ต่อเดือน หรือ 1.81 ต่อปี (ตารางที่ 15) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความยาวของปลาจวดจากการศึกษานี้ดังภาพที่ 31 แสดงเส้นโค้งการเติบโตตามความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) กับขนาดความยาว (L) และภาพที่ 32 แสดงแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาจวดรุ่นที่วางไข่ในเดือนสิงหาคม



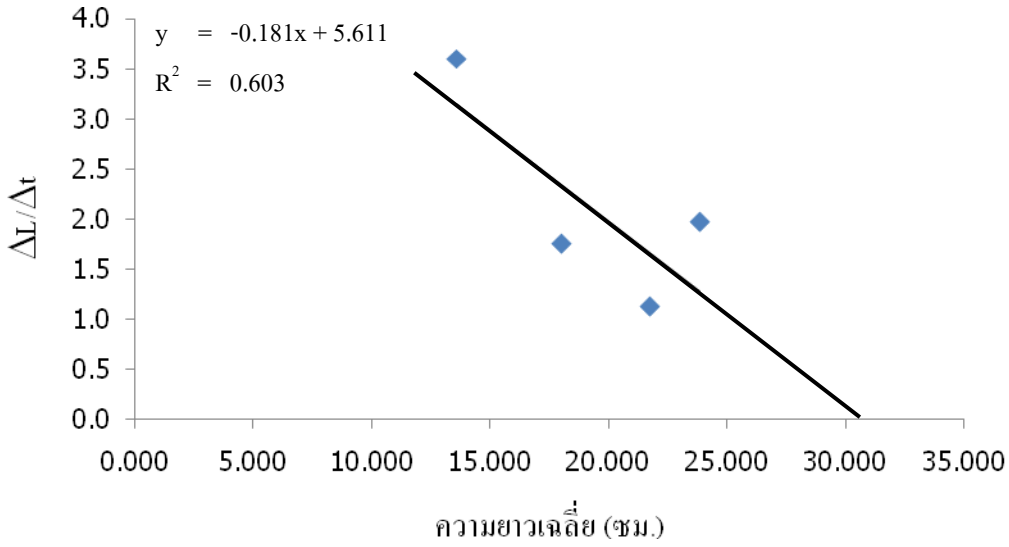
ภาพที่ 27 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาจวด ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาจวดกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)

ตารางที่ 12 ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 27

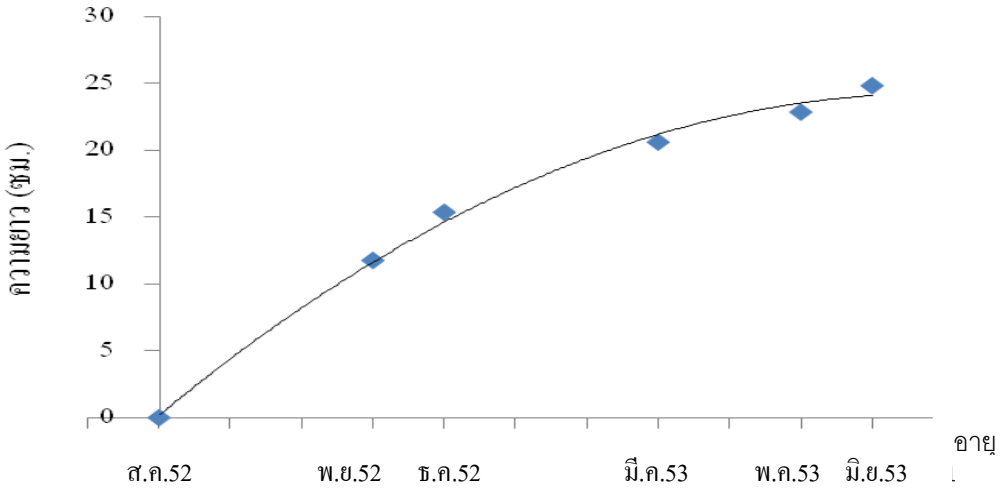
เดือน	ความยาว	Δt	ΔL	ความยาวเฉลี่ย	$\Delta L/\Delta t$
t	L			X	Y
พ.ย. 52	11.77	1	3.6	13.570	3.600
ธ.ค. 52	15.37	3	5.25	17.995	1.750
มี.ค 53	20.62	2	2.25	21.745	1.125
พ.ค. 53	22.87	1	1.97	23.855	1.970
มิ.ย. 53	24.84				

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 12

n	b	a	L_∞ (ซม.)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	-0.181	5.611	31.00	0.18	2.17	0.7765



ภาพที่ 28 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาจวด จากข้อมูลตารางที่ 12 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



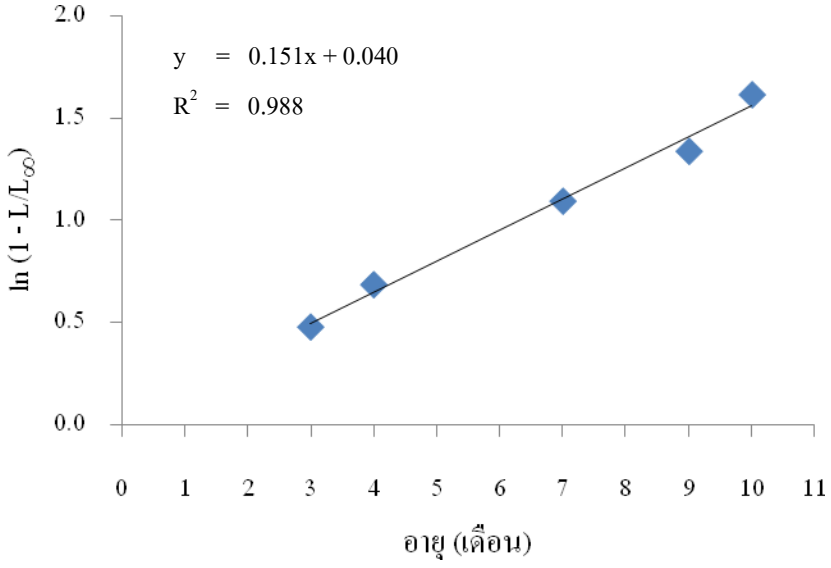
ภาพที่ 29 อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 12 และแนวเส้นการเติบโตของปลาจวด ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.18 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0

ตารางที่ 14 อายุ และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 29 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาจวด เมื่อ L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร

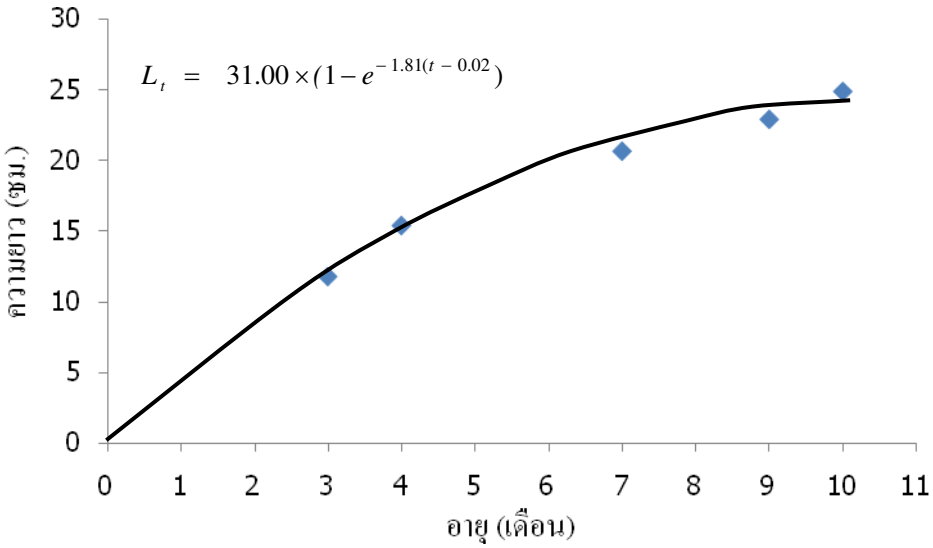
อายุ (เดือน)	ความยาว	$\ln(1-L/L\infty)$
X	L	Y
3	11.77	0.478
4	15.37	0.685
7	20.62	1.094
9	22.87	1.338
10	24.84	1.616

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 14

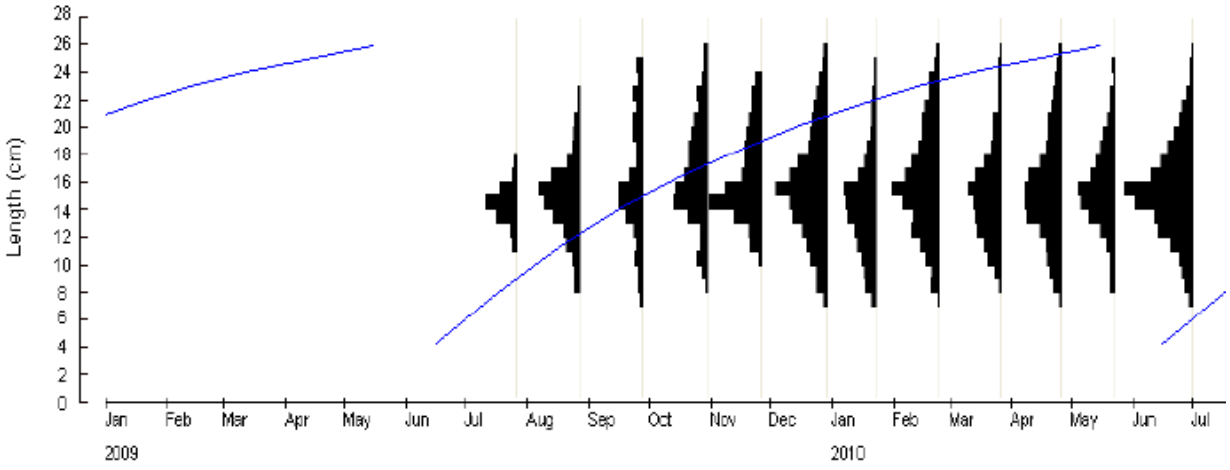
n	b	a	L_∞ (ซม.)	t_0 (เดือน)	t_0 (ปี)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	0.151	-0.04	31.00	0.26	0.02	0.15	1.81	0.9939



ภาพที่ 30 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาจวด จากข้อมูลตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



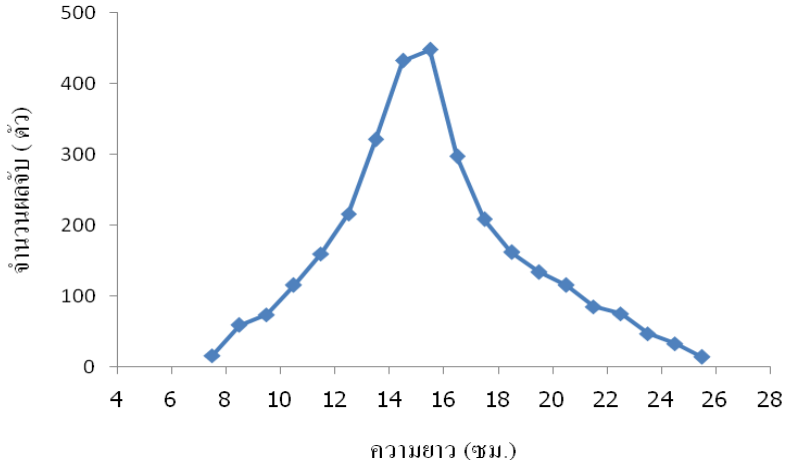
ภาพที่ 31 อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาจวด ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy



ภาพที่ 32 การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 1.81 ต่อปี ค่า t_0 เท่ากับ 0.02 ปี

4.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

รวบรวมผลจับของปลาจวด จากแพปลาและเรือสำรวจซึ่งรวบรวมจากอวนขนาดตา 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดของปลา ที่ชาวประมงจับขึ้นใช้ประโยชน์บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะใช้อวนขนาดตา 3.0 เซนติเมตร ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาหาค่าพารามิเตอร์การตายโดยการประมง (F) ตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา ทำการรวบรวมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 33) พบว่าขนาดความยาวปลาจวดที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์มีขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร



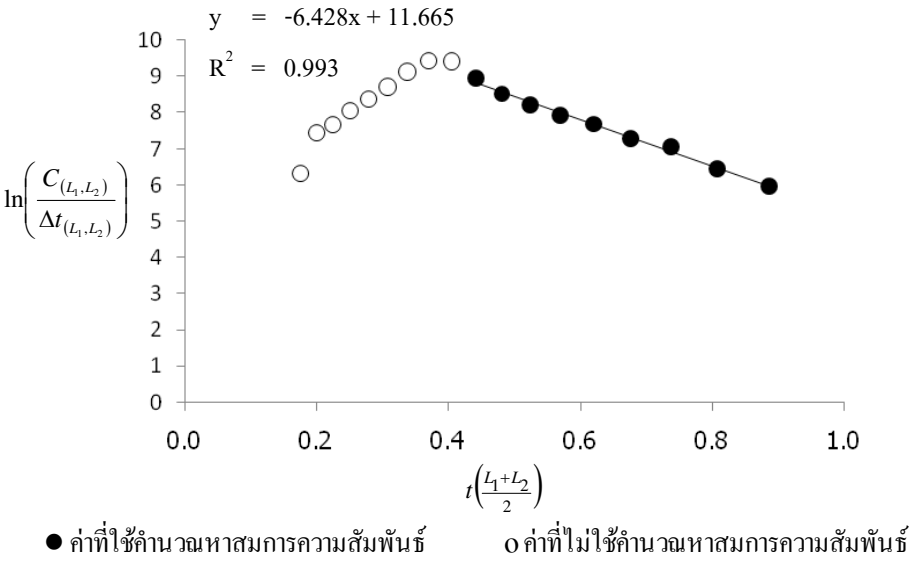
ภาพที่ 33 จำนวนผลจับปลาจวด จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลจำนวนผลจับในแต่ละช่วงความยาวของปลาโดยรวมในรอบปี มาวิเคราะห์ โดยวิธีการ length converted catch curve (Sparre และ Venema, 1992) โดยปลาจวดใช้ค่า L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 1.81 ต่อปี และค่า t_0 เท่ากับ 0.02 ปี จากตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลจับปลาจวดจำนวน 2,813 ตัว ขนาดความยาวที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากที่สุดมีขนาดความยาว 15-16 เซนติเมตร ซึ่งปลาจวดที่มีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร จะมีอายุ 0.387 ปี (ประมาณ 5 เดือน) นำค่าความยาวและจำนวนผลจับของแต่ละช่วงความยาวตั้งแต่ความยาว 16 - 17 เซนติเมตรขึ้นไป มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (ภาพที่ 34) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 6.43 ต่อปี (ตารางภาคผนวกที่ 22)

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยใช้ค่า L_∞, ค่า K และค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (T) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เท่ากับ 29.1 องศาเซลเซียส แทนค่าลงในสมการที่ได้จากการศึกษาของ Pauly (1984)

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln(29.10))}$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.12 ต่อปี ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 4.30 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.67



ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาจวด ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)

3.2.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาจวด

1.) สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลตัวอย่างปลาจวดจากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552- เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จำนวน 3,011 ตัว มีขนาดความยาวปลายหาง 7.50 - 25.70 เซนติเมตร เป็นปลาจวดเพศเมีย 1,166 ตัว เป็นปลาจวดเพศผู้ 1,466 ตัว มีสัดส่วนเพศเมีย 0.091 - 0.572 ที่ความยาว 10.5 - 24.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 16) เมื่อทดสอบอัตราส่วนระหว่างปลาจวดเพศผู้ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนว่ามีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 หรือไม่ พบว่าในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2553 จำนวนเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จำนวนเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอัตราส่วนระหว่างปลาจวดเพศผู้ต่อเพศเมียทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเท่ากับ 1 : 0.80 (ตารางที่ 17)

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลา (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปความสัมพันธ์พาราโบลา (ภาพที่ 35) ได้สมการ

$$R_L = -0.008L^2 + 0.292L - 1.990$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปลาจวด เท่ากับ 0.983 แสดงว่าค่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลาจวดมีความสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา

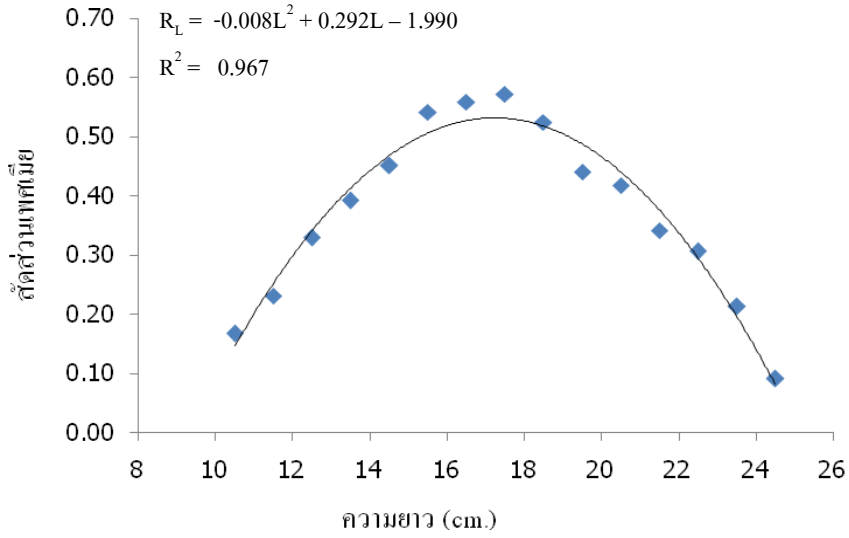
ตารางที่ 16 ผลรวมจำนวนของปลาจวดเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (ซม.)	ความยาวกึ่งกลาง	เพศเมีย F	เพศผู้ M	รวม T	สัดส่วนเพศเมีย $R_L = F/T$
7-8	7.5	0	1	1	
8-9	8.5	0	5	5	
9-10	9.5	0	19	19	0.000
10-11	10.5	7	35	42	0.167
11-12	11.5	18	60	78	0.231
12-13	12.5	50	102	152	0.329
13-14	13.5	113	175	288	0.392
14-15	14.5	194	236	430	0.451
15-16	15.5	242	205	447	0.541
16-17	16.5	166	131	297	0.559
17-18	17.5	119	89	208	0.572
18-19	18.5	85	77	162	0.525
19-20	19.5	59	75	134	0.440
20-21	20.5	48	67	115	0.417
21-22	21.5	29	56	85	0.341
22-23	22.5	23	52	75	0.307
23-24	23.5	10	37	47	0.213
24-25	24.5	3	30	33	0.091
25-26	25.5	0	14	14	0.000
	รวม	1,166	1,466	2,632	

ตารางที่ 17 อัตราส่วนเพศของปลาจวดบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

เดือน	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	รวม (ตัว)	Sex Ratio เพศผู้ : เพศเมีย	χ^2
กรกฎาคม 2552	36	36	72	1 : 1	0.00
สิงหาคม 2552	84	91	175	1 : 0.92	0.28
กันยายน 2552	69	85	154	1 : 0.81	1.66
ตุลาคม 2552	94	107	201	1 : 0.88	0.84
พฤศจิกายน 2552	99	127	226	1 : 0.78	3.47
ธันวาคม 2552	124	167	291	1 : 0.74	6.35*
มกราคม 2553	79	110	189	1 : 0.72	5.08*
กุมภาพันธ์ 2553	129	181	310	1 : 0.71	8.72*
มีนาคม 2553	81	122	203	1 : 0.66	8.28*
เมษายน 2553	93	158	251	1 : 0.59	16.83*
พฤษภาคม 2553	103	97	200	1 : 1.06	0.18
มิถุนายน 2553	175	185	360	1 : 0.95	0.28
รวม	1,166	1,466	2,632	1 : 0.80	34.19*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

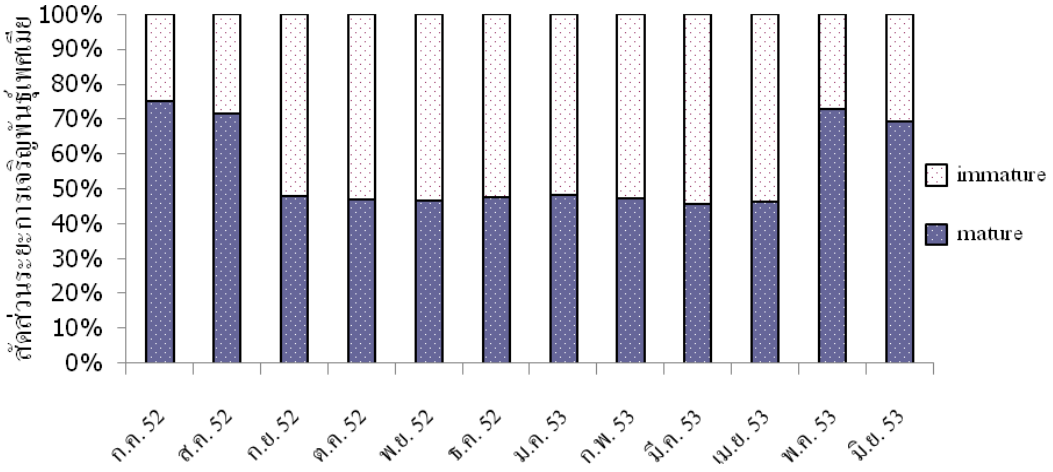


ภาพที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาจวด ในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

2.1) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศเมีย

จากข้อมูลตัวอย่างปลาจวดเพศเมียจำนวน 1,166 ตัว แยกเป็นปลาจวดเพศเมียที่รังไข่ไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 522 ตัว (44.8%) และรังไข่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 644 ตัว (55.2%) พบว่าปลาจวดเพศเมียเริ่มมีรังไข่ขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.222 (22.2%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 (50%) ที่ความยาว 15.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 20.50 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศเมียแยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ภาพที่ 36



ภาพที่ 36 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาจวด เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.1.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาจวดวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 18) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 37 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 15.73 เซนติเมตร

2.1.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

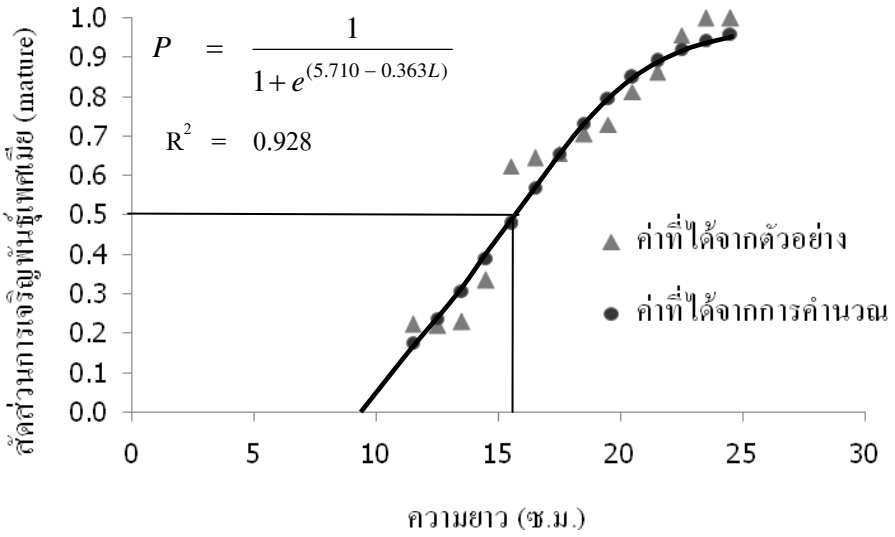
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาจวดวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 19) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 38 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 12.57 เซนติเมตร

ตารางที่ 18 จำนวนปลาจวดเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

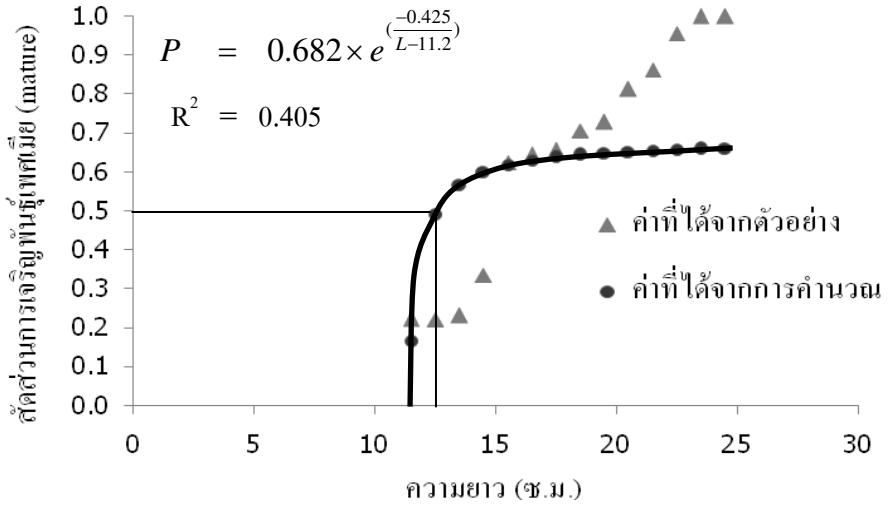
ความยาว (L)	immature FI	mature FM	รวม FT	สัดส่วน mature P= FM/FT	X L	Y $\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$	Regression analysis	
9.5	0	0	0		9.5			
10.5	7	0	7	0.000	10.5		n	12
11.5	14	4	18	0.222	11.5	1.25	mean X	17
12.5	39	11	50	0.220	12.5	1.27	mean Y	-0.47
13.5	87	26	113	0.230	13.5	1.21	r	0.963
14.5	129	65	194	0.335	14.5	0.69	slope (b)	-0.363
15.5	91	151	242	0.624	15.5	-0.51	Intercept(a)	5.710
16.5	59	107	166	0.645	16.5	-0.6	t-test r	11.364
17.5	41	78	119	0.655	17.5	-0.64	L_{50}	15.73
18.5	25	60	85	0.706	18.5	-0.88		
19.5	16	43	59	0.729	19.5	-0.99		
20.5	9	39	48	0.813	20.5	-1.47		
21.5	4	25	29	0.862	21.5	-1.83		
22.5	1	22	23	0.957	22.5	-3.09		
23.5	0	10	10	1.000	23.5			
24.5	0	3	3	1.000	24.5			
25.5	0	0	0					
รวม	522	644	1,166					

ตารางที่ 19 จำนวนปลาจวดในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

		สัดส่วน						
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	FI	FM	FT	P= FM/FT	$\frac{1}{(L-L_x)}$	ln(P)		
10.5	7	0	7				n	14
11.5	14	4	18	0.222	3.333	-1.5	Lx	11.2
12.5	39	11	50	0.220	0.769	-1.51	mean X	0.438
13.5	87	26	113	0.230	0.435	-1.47	mean Y	-0.57
14.5	129	65	194	0.335	0.303	-1.09	r	0.636
15.5	91	151	242	0.624	0.233	-0.47	slope (b)	-0.425
16.5	59	107	166	0.645	0.189	-0.44	Intercept,ln(a)	-0.383
17.5	41	78	119	0.655	0.159	-0.42	a	0.682
18.5	25	60	85	0.706	0.137	-0.35	t-test r	2.857
19.5	16	43	59	0.729	0.120	*-0.32*	L_{50}	12.57
20.5	9	39	48	0.813	0.108	-0.21		
21.5	4	25	29	0.862	0.097	-0.15		
22.5	1	22	23	0.957	0.088	-0.04		
23.5	0	10	10	1.000	0.081	0		
24.5	0	3	3	1.000	0.075	0		
25.5	0	0	0					
รวม	522	644	1,166					



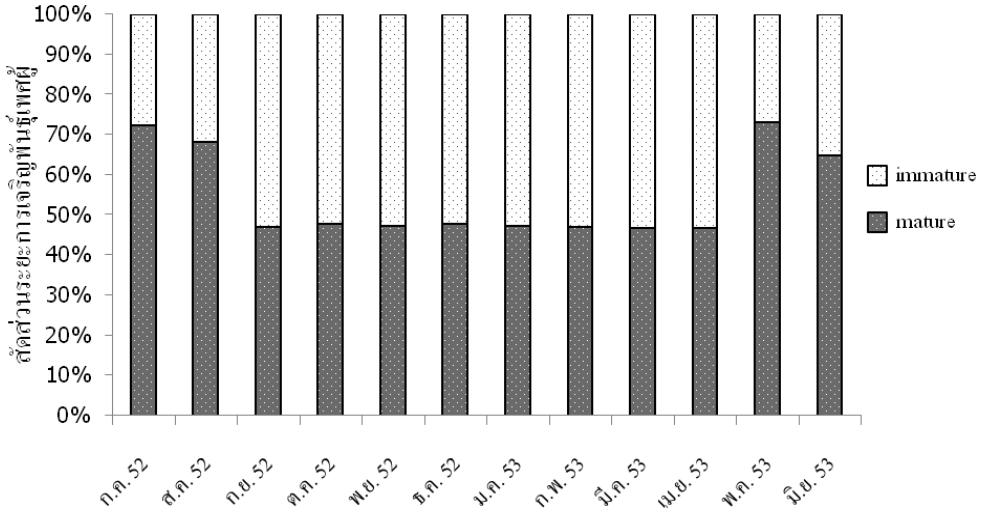
ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาจวดเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาจวดเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.2) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้

จากข้อมูลตัวอย่างปลาจวดเพศผู้จำนวน 1,466 ตัว แยกเป็นปลาจวดเพศผู้ที่อัณฑะไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 688 ตัว (46.9%) และอัณฑะถึงขั้นเจริญพันธุ์ 778 ตัว (53.1%) พบว่าปลาจวดเพศผู้เริ่มมีอัณฑะขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.217 (21.7%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 (50%) ที่ความยาว 15.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 22.50 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศผู้แยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้ต่อจำนวนปลาเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาจวด เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.2.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาจวดวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 20) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 40 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 15.75 เซนติเมตร

2.2.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

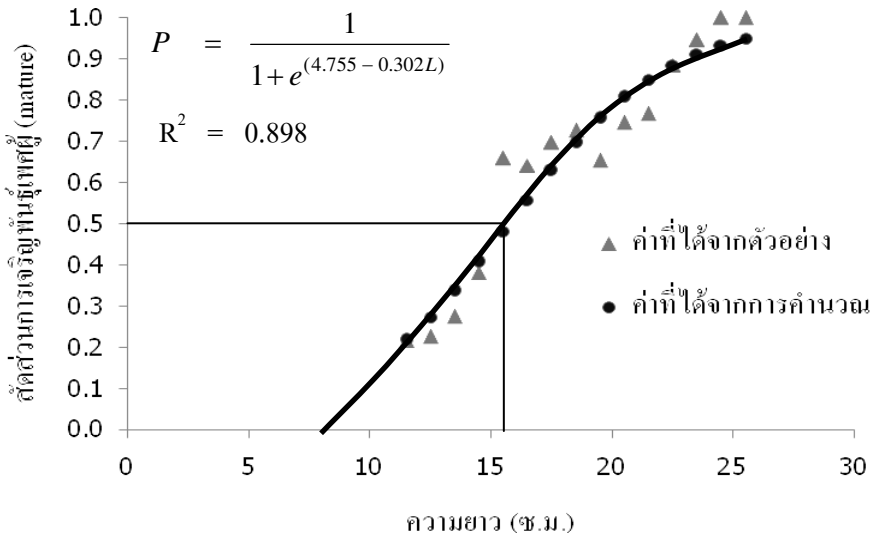
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาจวดวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 21) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 41 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 12.73 เซนติเมตร

ตารางที่ 20 จำนวนปลาจวดเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

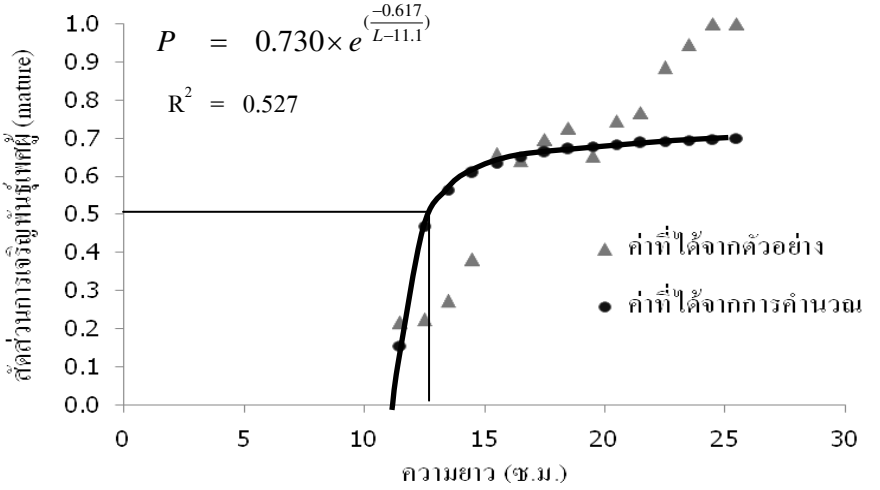
				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	MI	MM	MT	P= MM/MT	L	$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$		
7.5	1	0	1		7.5			
8.5	5	0	5		8.5			
9.5	19	0	19	0.000	9.5			
10.5	35	0	35	0.000	10.5		n	13
11.5	47	13	60	0.217	11.5	1.29	mean X	17.5
12.5	79	23	102	0.225	12.5	1.23	mean Y	-0.53
13.5	127	48	175	0.274	13.5	0.97	r	0.948
14.5	146	90	236	0.381	14.5	0.48	slope (b)	-0.302
15.5	70	135	205	0.659	15.5	-0.66	Intercept(a)	4.755
16.5	47	84	131	0.641	16.5	-0.58	t-test r	9.874
17.5	27	62	89	0.697	17.5	-0.83	L_{50}	15.75
18.5	21	56	77	0.727	18.5	-0.98		
19.5	26	49	75	0.653	19.5	-0.63		
20.5	17	50	67	0.746	20.5	-1.08		
21.5	13	43	56	0.768	21.5	-1.2		
22.5	6	46	52	0.885	22.5	-2.04		
23.5	2	35	37	0.946	23.5	-2.86		
24.5	0	30	30	1.000	24.5			
25.5	0	14	14	1.000	25.5			
รวม	688	778	1,466					

ตารางที่ 21 จำนวนปลาจวดเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	MI	MM	MT	P= MM/MT	$\frac{1}{(L-L_x)}$	ln(P)		
7.5	1	0	1					
8.5	5	0	5					
9.5	19	0	19					
10.5	35	0	35					
11.5	47	13	60	0.217	2.500	-1.53	n	15
12.5	79	23	102	0.225	0.714	-1.49	Lx	11.1
13.5	127	48	175	0.274	0.417	-1.29	mean X	0.351
14.5	146	90	236	0.381	0.294	-0.96	mean Y	-0.532
15.5	70	135	205	0.659	0.227	-0.42	r	0.727
16.5	47	84	131	0.641	0.185	-0.44	slope (b)	-0.618
17.5	27	62	89	0.697	0.156	-0.36	Intercept,ln(a)	-0.315
18.5	21	56	77	0.727	0.135	-0.32	a	0.730
19.5	26	49	75	0.653	0.119	-0.43	t-test r	3.819
20.5	17	50	67	0.746	0.106	-0.29	L_{50}	12.73
21.5	13	43	56	0.768	0.096	-0.26		
22.5	6	46	52	0.885	0.088	-0.12		
23.5	2	35	37	0.946	0.081	-0.06		
24.5	0	30	30	1.000	0.075	0		
25.5	0	14	14	1.000	0.069	0		
รวม	688	778	1,466					



ภาพที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาจวดเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



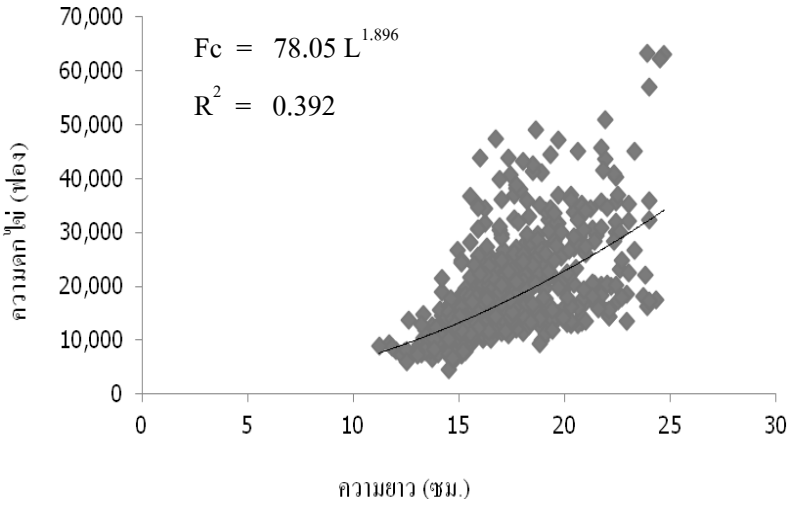
ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาจวดเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.) ความดกไข่

จากการศึกษาความดกไข่ของตัวอย่างปลาจวดเพศเมีย จำนวน 644 ตัว ที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.20 - 24.70 เซนติเมตร มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 17.19 เซนติเมตร พบว่าปลาจวดมีความดกไข่อยู่ในช่วง 4,493 – 63,146 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18,589 ± 9,061 ฟอง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวปลายหาง โดยวิเคราะห์เส้นถดถอย ได้สมการ (ภาพที่ 42)

$$\ln Fc = 4.357 + 1.896 \ln L$$

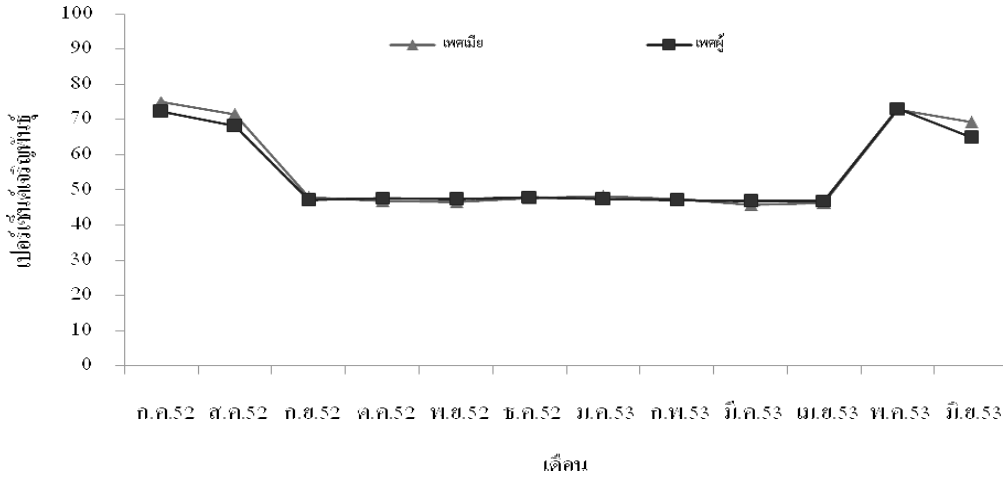
จะได้ $$Fc = 78.05\, L^{1.896}$$



ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

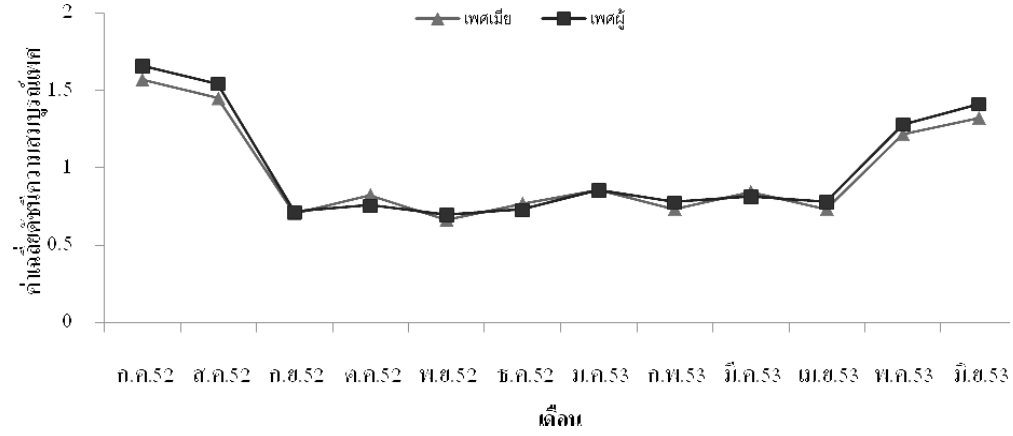
4.) ฤดูวางไข่

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน (ภาพที่ 43) พบปลาอยู่ในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือนทั้งเพศผู้และเพศเมีย เดือนที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์มากกว่า 50 ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ คือ เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเจริญพันธุ์ของปลาจวดตามระยะเวลารายเดือน พบว่าปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (69.14 – 75.00 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือ เดือนกรกฎาคม (75.00 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (64.86 – 73.20 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤษภาคม (73.20 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 43 เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาจวด เพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

เมื่อนำข้อมูลปลาจวดวัยเจริญพันธุ์ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่า G.S.I. มีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม (ภาพที่ 44)



ภาพที่ 44 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.3 ปลาเห็ดโคน

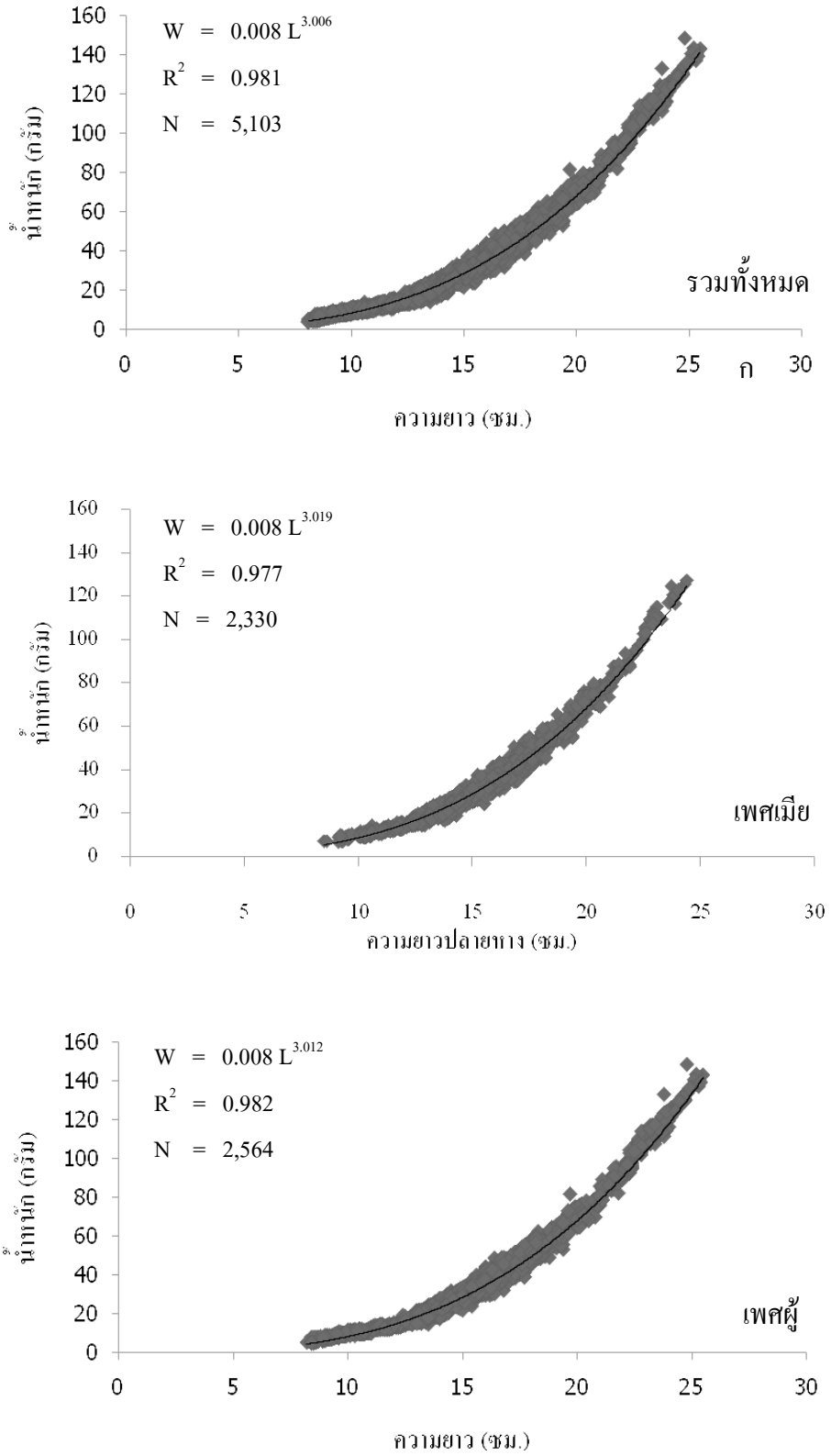
3.3.1 ชีววิทยาการเติบโตของปลาเห็ดโคน

1.) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักตัว

จากข้อมูลความยาวปลายหางและน้ำหนักตัวของตัวอย่างปลาเห็ดโคนที่สุ่มจากแพปลาและที่ได้จากเรือสำรวจรวมจำนวน 5,103 ตัว เป็นเพศเมียจำนวน 2,330 ตัว เพศผู้จำนวน 2,564 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้จำนวน 209 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 8.10 - 25.50 เซนติเมตร, 8.50 - 24.40 เซนติเมตร และ 8.20 - 25.50 เซนติเมตร ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน (ภาพที่ 45) ได้สมการดังต่อไปนี้

รวมทั้งหมด	$\ln W$	=	$-4.783 + 3.006 \ln L$
	W	=	$0.008\ L^{3.006}$
เพศเมีย	$\ln W$	=	$-4.818 + 3.019 \ln L$
	W	=	$0.008\ L^{3.019}$
เพศผู้	$\ln W$	=	$-4.799 + 3.012 \ln L$
	W	=	$0.008\ L^{3.012}$

เมื่อทำการศึกษารูปแบบการเติบโตโดยการทดสอบความแตกต่างของค่า b กับ 3 โดยใช้ t-test พบว่าปลาเห็ดโคนทั้งเพศเมียและเพศผู้มีการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth)



ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

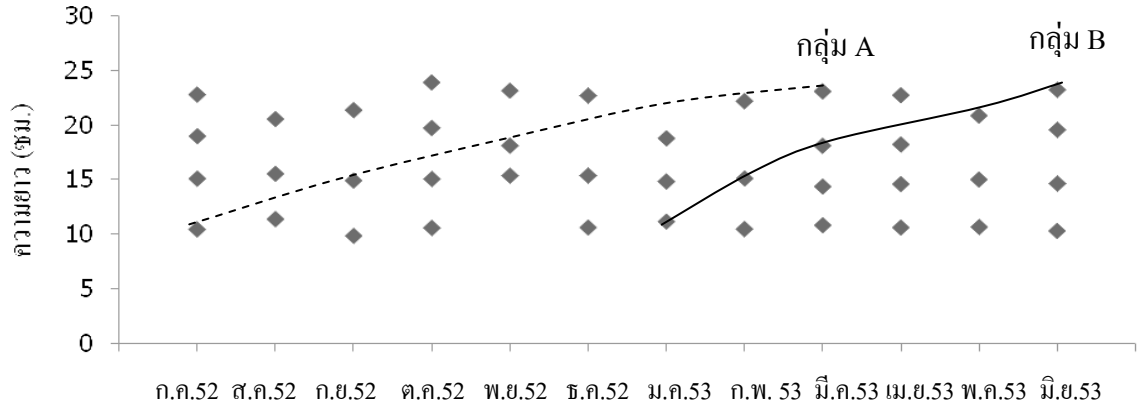
2.) การหาอายุของปลา

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยความยาวปลายหางของปลาเห็ดโคนรุ่นต่างๆ (ภาพที่ 46) ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ปลาเห็ดโคน มีความยาวอยู่ในช่วง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร ผลการจำแนกกลุ่มของปลาเห็ดโคน พบว่าเดือนที่จำแนกได้ 3 กลุ่มมี 7 เดือน และเดือนที่จำแนกได้ 4 กลุ่มมี 5 เดือน (ตารางภาคผนวกที่ 20) กลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สุดมีความยาวเฉลี่ย 9.85 เซนติเมตร พบในเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 และกลุ่มที่มีขนาดใหญ่สุดมีความยาวเฉลี่ย 23.92 เซนติเมตร พบในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

3.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

จากการติดตามการเพิ่มขึ้นของความยาวจากกลุ่มปลาที่มีขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุดเป็นแนวโน้มการเติบโตของปลาเห็ดโคนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ขนาดความยาว 11.16 เซนติเมตร ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ขนาดความยาว 23.25 เซนติเมตร (กลุ่ม B) ทำให้สามารถกำหนดผลต่างของอายุที่เพิ่มขึ้น เมื่อความยาวเพิ่มขึ้นได้ (ตารางที่ 22) เมื่อนำข้อมูลผลต่างของอายุและความยาวนี้มาวิเคราะห์ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) (ภาพที่ 47) ได้ค่าความยาวสูงสุดของปลาเห็ดโคน (L_∞) เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน หรือ 2.67 ต่อปี (ตารางที่ 23) และจะมีแนวเส้นโค้งการเติบโต ตามสมการ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) โดยสมมุติอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์มีค่าเท่ากับ 0 (ภาพที่ 48) จะพบว่าอายุของกลุ่มปลาเห็ดโคนความยาว 11.16 เซนติเมตร ที่เข้ามาทดแทนและเริ่มถูกจับในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จะมาจากปลาเห็ดโคนที่วางไข่ประมาณเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ดังนั้นปลาที่มีความยาว 11.16 เซนติเมตร ที่พบในเดือนมกราคมจะมีอายุประมาณ 2 เดือน

นำค่าความยาวสูงสุดและค่าความยาวตามแนวเส้นโค้งการเติบโตที่เชื่อมโยงได้ต่อเนื่องกันในตารางที่ 22 นี้ โดยที่กลุ่มความยาวแรก 11.16 เซนติเมตร ให้มีค่าอายุเท่ากับ 2 เดือน (ตารางที่ 24) มาวิเคราะห์หาค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.54 เดือน หรือ -0.045 ปี (ภาพที่ 49) ได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.19 ต่อเดือน หรือ 2.34 ต่อปี (ตารางที่ 25) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความยาวของปลาเห็ดโคนจากการศึกษานี้ดังภาพที่ 50 แสดงเส้นโค้งการเติบโตตามความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) กับขนาดความยาว (L) และภาพที่ 51 แสดงแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนรุ่นที่วางไข่ในเดือนพฤศจิกายน



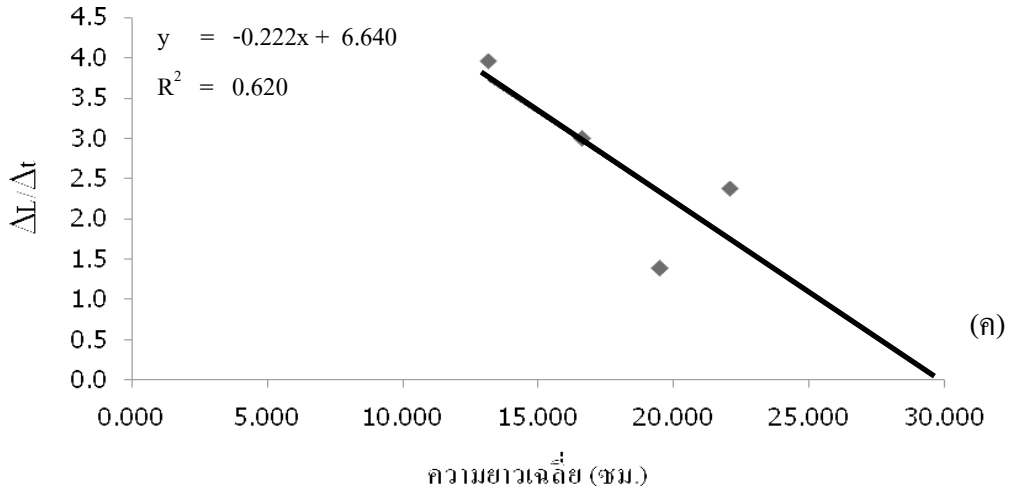
ภาพที่ 46 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาเห็ดโคน ในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)

ตารางที่ 22 ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลากลุ่มอายุตามแนวเส้นทึบในภาพที่ 46

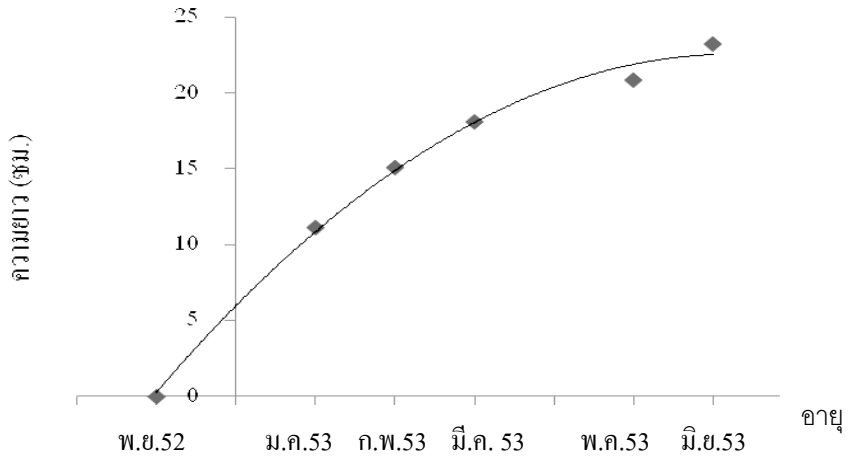
เดือน	ความยาว	Δt	ΔL	ความยาวเฉลี่ย	$\Delta L/\Delta t$
t	L			X	Y
ม.ค 53	11.16	1	3.96	13.140	3.960
ก.พ. 53	15.12	1	2.99	16.615	2.990
มี.ค 53	18.11	2	2.76	19.490	1.380
พ.ค.53	20.87	1	2.38	22.060	2.380
มิ.ย 53	23.25	-	-	-	-

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด ($L\infty$) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 22

n	b	a	$L\infty$ (ซม.)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	-0.2222	6.6398	29.87	0.22	2.67	0.7876



ภาพที่ 47 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาเห็ดโคน จากข้อมูลตารางที่ 22 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



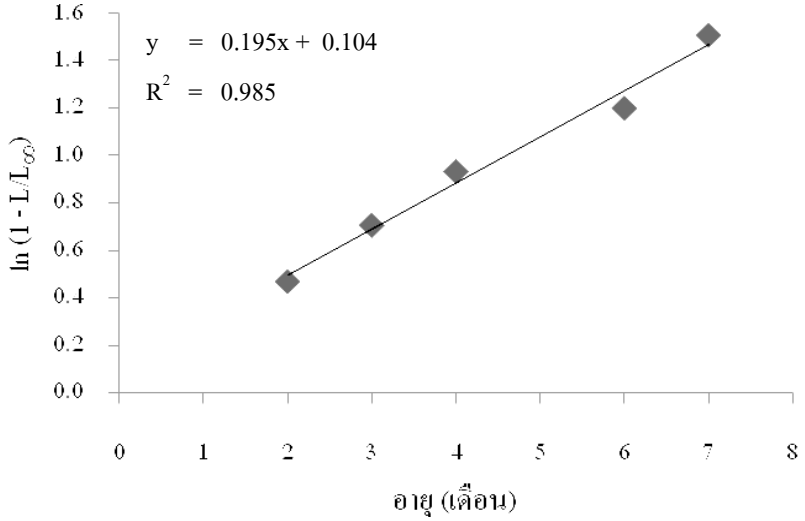
ภาพที่ 48 อายุ (เดือน) (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 22 และแนวเส้นการเติบโตของปลาเห็ดโคน ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0

ตารางที่ 24 อายุ และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 48 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ ของปลาเห็ดโคน เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร

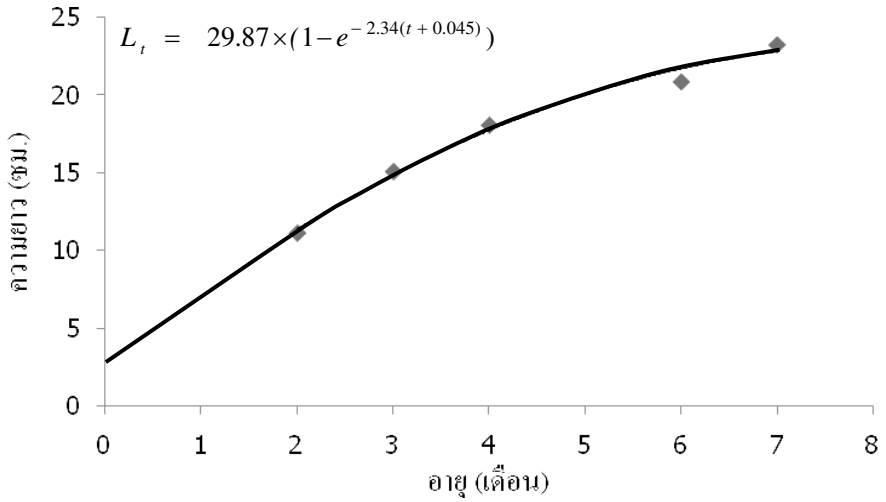
อายุ (เดือน)	ความยาว	$\ln(1-L/L_\infty)$
X	L	Y
2	11.16	0.468
3	15.12	0.706
4	18.11	0.932
6	20.87	1.199
7	23.25	1.507

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 24

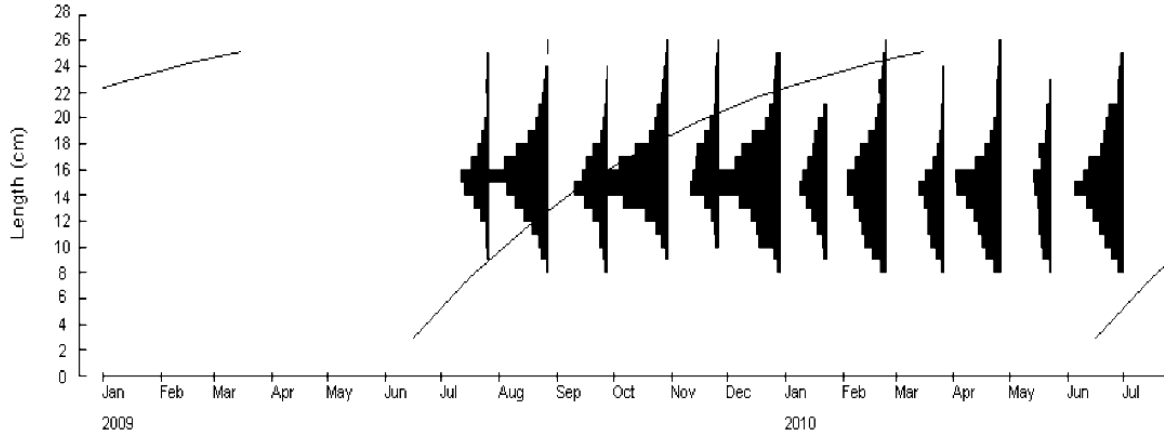
n	b	a	L_∞ (ซม.)	t_0 (เดือน)	t_0 (ปี)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)	r
4	0.1949	0.1045	29.87	-0.54	-0.045	0.19	2.34	0.9922



ภาพที่ 49 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของปลาเห็ดโคน จากข้อมูลตารางที่ 22 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ โดยวิธีของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



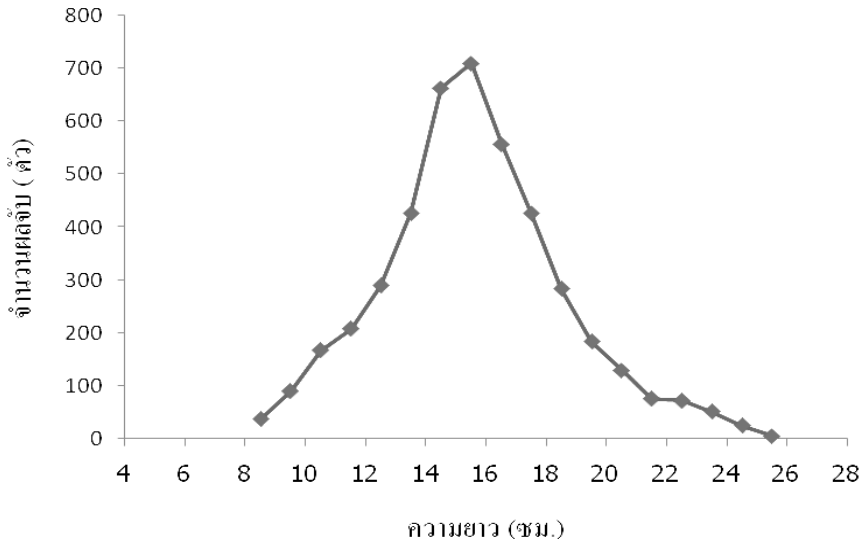
ภาพที่ 50 อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy



ภาพที่ 51 การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy (โดยโปรแกรม FiSAT II) เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 2.34 ต่อปี ค่า t_0 เท่ากับ -0.045 ปี

4.) การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

รวบรวมผลจับของปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจซึ่งรวบรวมจากอวนขนาดตา 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดของปลา ที่ชาวประมงจับขึ้นใช้ประโยชน์บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะใช้อวนขนาดตา 3.0 เซนติเมตร ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาหาค่าพารามิเตอร์การตายโดยการประมง (F) ตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา ทำการรวบรวมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 52) พบว่าขนาดความยาวปลาเห็ดโคนที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์มีขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร



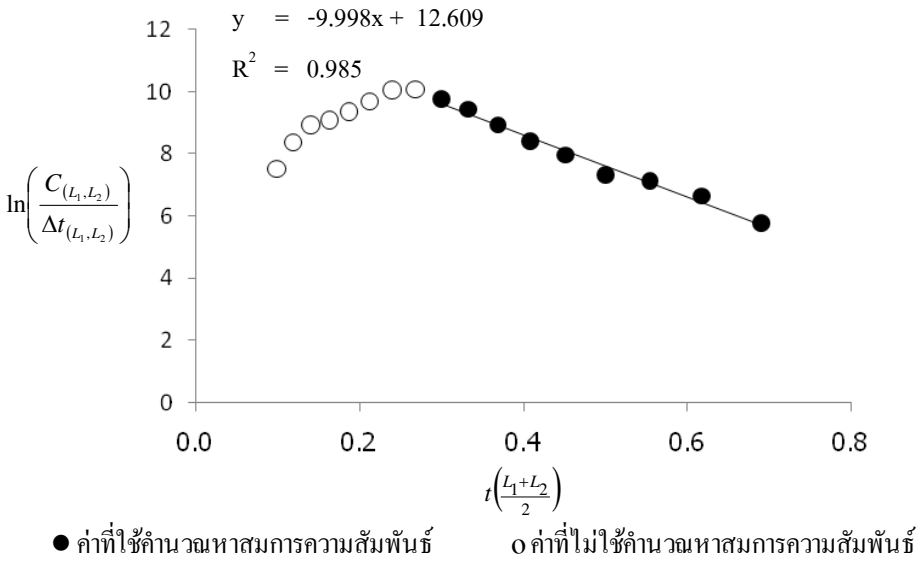
ภาพที่ 52 จำนวนผลจับปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลจำนวนผลจับในแต่ละช่วงความยาวของปลาโดยรวมในรอบปี มาวิเคราะห์ โดยวิธีการ length converted catch curve (Sparre และ Venema, 1992) โดยปลาเห็ดโคนใช้ค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 2.34 ต่อปี และค่า t_0 เท่ากับ -0.045 ปี จากตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลจับปลาเห็ดโคนจำนวน 4,400 ตัว ขนาดความยาวที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากที่สุดมีขนาดความยาว 15-16 เซนติเมตร ซึ่งปลาเห็ดโคนที่มีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร จะมีอายุ 0.253 ปี (ประมาณ 3 เดือน) นำค่าความยาวและจำนวนผลจับของแต่ละช่วงความยาวตั้งแต่ความยาว 16-17 เซนติเมตร ขึ้นไป มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (ภาพที่ 53) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 10.00 ต่อปี (ตารางภาคผนวกที่ 23)

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยใช้ค่า L_∞ และค่า K และค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (T) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เท่ากับ 29.1 องศาเซลเซียส แทนค่าลงในสมการที่ได้จากการศึกษาของ Pauly (1984)

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln(29.10))}$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ของปลาเห็ดโคนเท่ากับ 2.54 ต่อปี ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 7.46 ต่อปี ค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.75



ภาพที่ 53 ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน ตามวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)

3.3.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน

1.) สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลตัวอย่างปลาเห็ดโคนจากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จำนวน 5,103 ตัว มีขนาดความยาวปลายหาง 8.10 - 25.50 เซนติเมตร เป็นปลาเห็ดโคนเพศเมีย 2,330 ตัว เป็นปลาเห็ดโคนเพศผู้ 2,564 ตัว มีสัดส่วนเพศเมีย 0.080 -0.549 ที่ความยาว 8.50 - 24.50 เซนติเมตร โดยมีค่าสัดส่วนเพศเมียสูงสุดที่ความยาว 16-17 เซนติเมตร (ตารางที่ 26) เมื่อทดสอบอัตราส่วนระหว่างปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนว่ามีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 หรือไม่ พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2553 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนมกราคม และมิถุนายน พ.ศ. 2553 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอัตราส่วนระหว่างปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเท่ากับ 1 : 0.91 (ตารางที่ 27)

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปความสัมพันธ์พาราโบลา (ภาพที่ 54) ได้สมการ

$$R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปลาเห็ดโคน เท่ากับ 0.994 แสดงว่าค่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลาเห็ดโคนมีความสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา

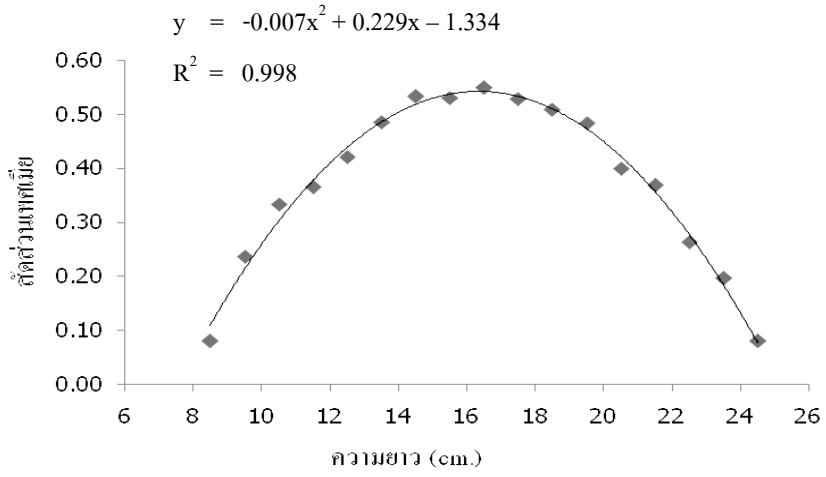
ตารางที่ 26 ผลรวมจำนวนของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (ซม.)	ความยาวกึ่งกลาง	เพศเมีย F	เพศผู้ M	รวม T	สัดส่วนเพศเมีย $R_L = F/T$
8-9	8.5	2	23	25	0.080
9-10	9.5	22	71	93	0.237
10-11	10.5	61	122	183	0.333
11-12	11.5	96	167	263	0.365
12-13	12.5	161	221	382	0.421
13-14	13.5	272	288	560	0.486
14-15	14.5	419	366	785	0.534
15-16	15.5	412	364	776	0.531
16-17	16.5	314	258	572	0.549
17-18	17.5	227	202	429	0.529
18-19	18.5	144	139	283	0.509
19-20	19.5	89	95	184	0.484
20-21	20.5	52	78	130	0.400
21-22	21.5	28	48	76	0.368
22-23	22.5	19	53	72	0.264
23-24	23.5	10	41	51	0.196
24-25	24.5	2	23	25	0.080
25-26	25.5	0	5	5	
	รวม	2,330	2,564	4,894	

ตารางที่ 27 อัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

เดือน	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	รวม (ตัว)	Sex Ratio เพศผู้ : เพศเมีย	χ^2
กรกฎาคม 2552	110	107	217	1 : 1.03	0.04
สิงหาคม 2552	285	261	546	1 : 1.09	1.05
กันยายน 2552	144	145	289	1 : 0.99	0.00
ตุลาคม 2552	311	297	608	1 : 1.05	0.32
พฤศจิกายน 2552	138	135	273	1 : 1.02	0.03
ธันวาคม 2552	318	360	678	1 : 0.88	2.60
มกราคม 2553	125	147	272	1 : 0.85	1.78
กุมภาพันธ์ 2553	226	280	506	1 : 0.81	5.76*
มีนาคม 2553	111	147	258	1 : 0.76	5.02*
เมษายน 2553	203	253	456	1 : 0.80	5.48*
พฤษภาคม 2553	90	120	210	1 : 0.75	4.29*
มิถุนายน 2553	269	312	581	1 : 0.86	3.18
รวม	2330	2564	4894	1 : 0.91	11.19*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

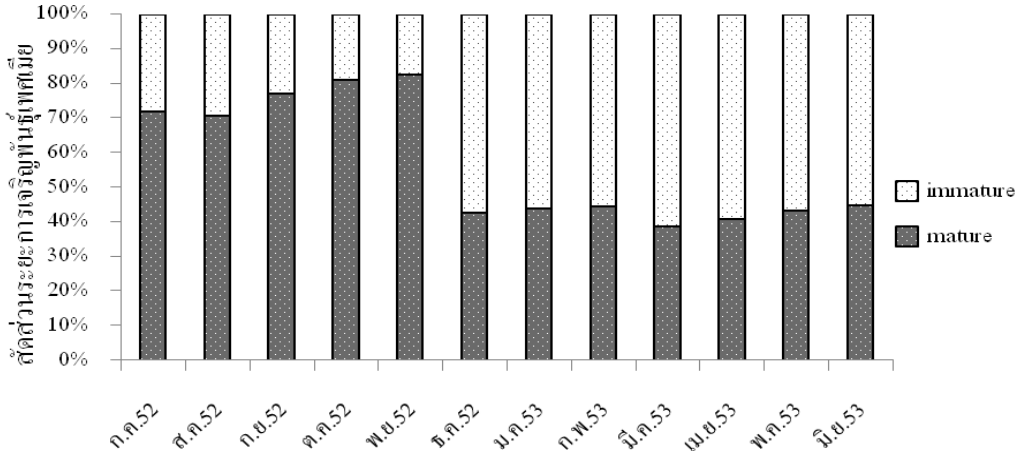


ภาพที่ 54 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน ในรูปสมการพาราโบลา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

2.1) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศเมีย

จากข้อมูลตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศเมียจำนวน 2,330 ตัว แยกเป็นปลาที่รังไข่ไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 994 ตัว (42.7%) และรังไข่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,336 ตัว (57.3%) พบว่าปลาเห็ดโคนเริ่มมีรังไข่ขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.229 (22.9%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 (50%) ที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 19.50 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศเมียแยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 55



ภาพที่ 55 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.1.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 28) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 56 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 14.56 เซนติเมตร

2.1.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

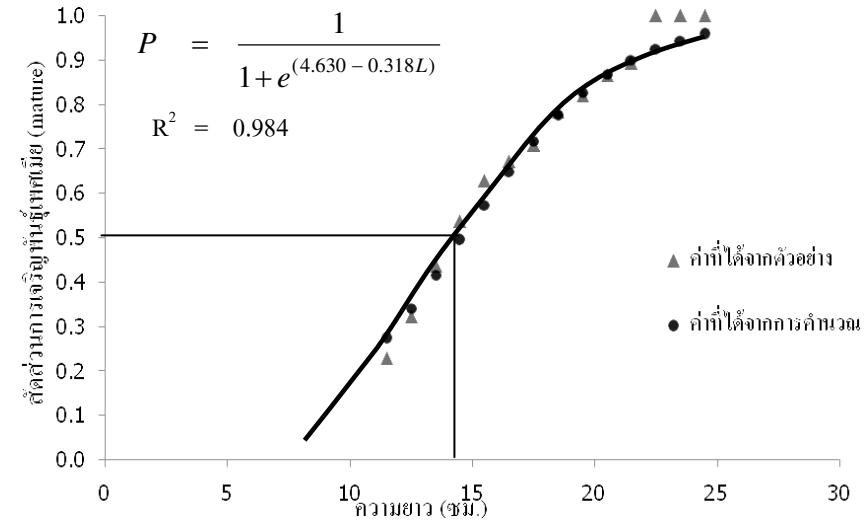
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 29) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 57 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 12.31 เซนติเมตร

ตารางที่ 28 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

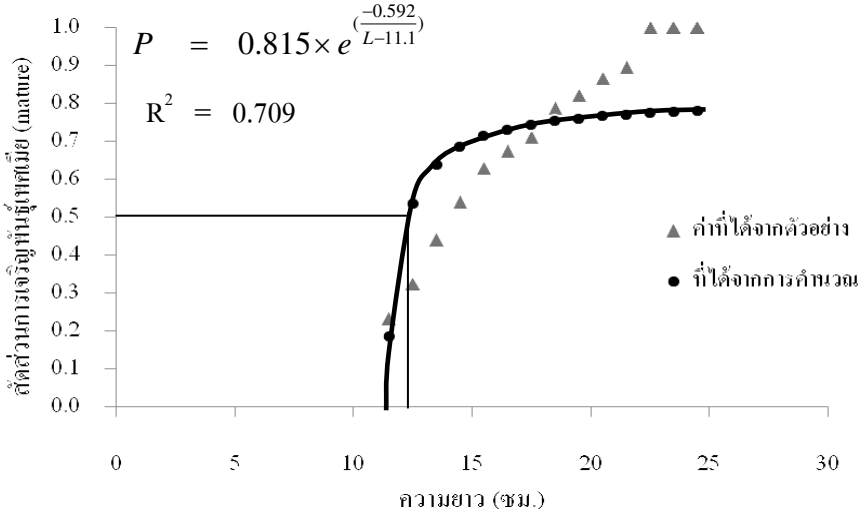
ความยาว (L)	immature FI	mature FM	รวม FT	สัดส่วน mature P= FM/FT	X L	Y $\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$	Regression analysis	
8.5	2	0	2					
9.5	22	0	22	0.000				
10.5	61	0	61	0.000				
11.5	74	22	96	0.229	11.5	1.213	n	11
12.5	109	52	161	0.323	12.5	0.740	mean X	16.5
13.5	153	119	272	0.438	13.5	0.251	mean Y	-0.625
14.5	194	225	419	0.537	14.5	-0.148	r	0.992
15.5	153	259	412	0.629	15.5	-0.526	slope (b)	-0.318
16.5	103	211	314	0.672	16.5	-0.717	Intercept(a)	4.63
17.5	66	161	227	0.709	17.5	-0.892	t-test r	23.914
18.5	31	113	144	0.785	18.5	-1.293	L_{50}	14.56
19.5	16	73	89	0.820	19.5	-1.518		
20.5	7	45	52	0.865	20.5	-1.861		
21.5	3	25	28	0.893	21.5	-2.120		
22.5	0	19	19	1.000	22.5			
23.5	0	10	10	1.000	23.5			
24.5	0	2	2	1.000	24.5			
25.5	0	0	0					
รวม	994	1,336	2,330					

ตารางที่ 29 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	FI	FM	FT	P= FM/FT	$\frac{1}{(L-L_x)}$	ln(P)		
10.5	61	0	61	0.000			n	14
11.5	74	22	96	0.229	2.500	-1.473	Lx	11.1
12.5	109	52	161	0.323	0.714	-1.130	mean X	0.371
13.5	153	119	272	0.438	0.417	-0.827	mean Y	-0.425
14.5	194	225	419	0.537	0.294	-0.622	r	0.800
15.5	153	259	412	0.629	0.227	-0.464	slope (b)	-0.592
16.5	103	211	314	0.672	0.185	-0.397	Intercept,ln(a)	-0.205
17.5	66	161	227	0.709	0.156	-0.344	a	0.815
18.5	31	113	144	0.785	0.135	-0.242	t-test r	5.408
19.5	16	73	89	0.820	0.119	-0.198	L_{50}	12.31
20.5	7	45	52	0.865	0.106	-0.145		
21.5	3	25	28	0.893	0.096	-0.113		
22.5	0	19	19	1.000	0.088	0		
23.5	0	10	10	1.000	0.081	0		
24.5	0	2	2	1.000	0.075	0		
25.5	0	0	0					
รวม	994	1,336	2,330					



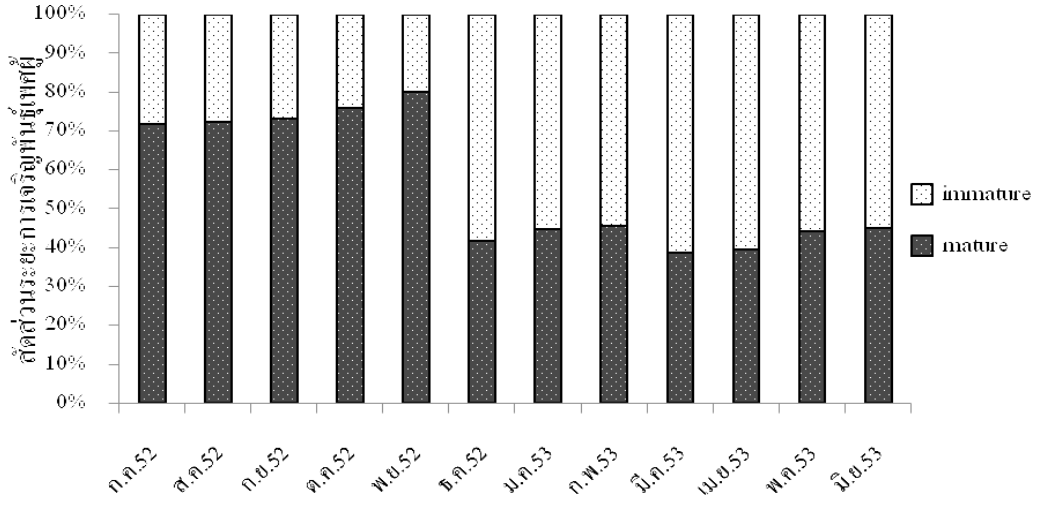
ภาพที่ 56 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 57 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.2) ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้

จากข้อมูลตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศผู้จำนวน 2,564 ตัว แยกเป็นปลาเห็ดโคนเพศผู้ที่อัณฑะไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,163 ตัว (45.4%) และอัณฑะถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,401 ตัว (54.6%) พบว่าปลาเห็ดโคนเพศผู้เริ่มมีอัณฑะขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.228 (22.8%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.50j (50%) ที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.80 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 19.50 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเพศผู้แยกตามรายเดือนดังแสดงในภาพที่ 58



ภาพที่ 58 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้ต่อจำนวนปลาเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ Logistic equation และ Johnson-Schumacher function

2.2.1) การวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 30) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 59 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 14.55 เซนติเมตร

2.2.2) การวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

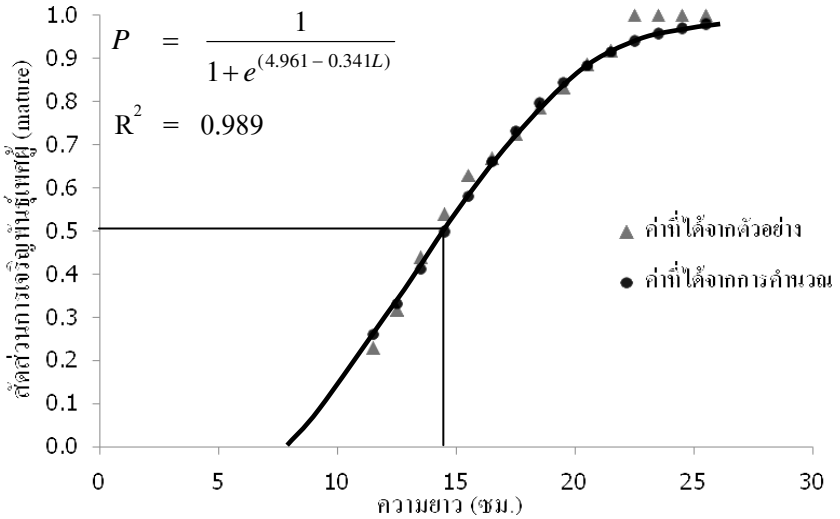
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์เพศผู้ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 31) ได้สมการดังแสดงในภาพที่ 60 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.5 (L_{50}) เท่ากับ 12.29 เซนติเมตร

ตารางที่ 30 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

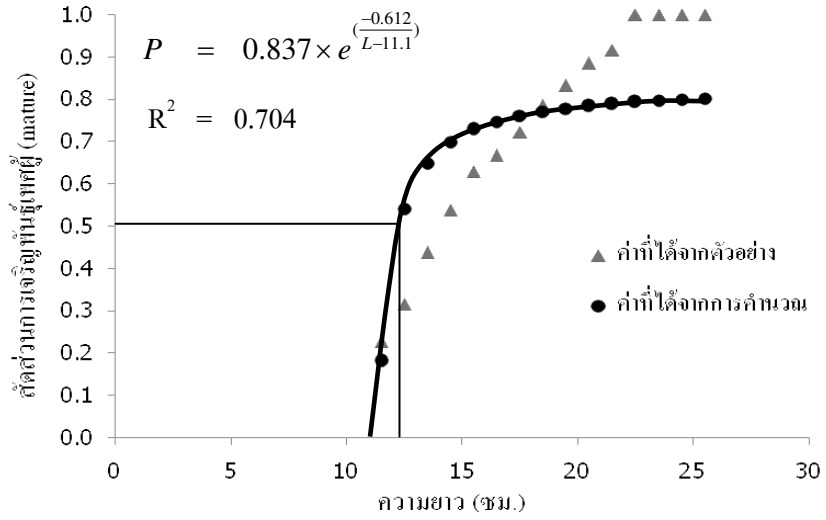
				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	MI	MM	MT	P= MM/MT	L	$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$		
8.5	23	0	23		8.5			
9.5	71	0	71	0.000	9.5			
10.5	122	0	122	0.000	10.5			
11.5	129	38	167	0.228	11.5	1.222	n	11
12.5	151	70	221	0.317	12.5	0.769	mean X	16.5
13.5	162	126	288	0.438	13.5	0.251	mean Y	-0.674
14.5	169	197	366	0.538	14.5	-0.153	r	0.994
15.5	135	229	364	0.629	15.5	-0.528	slope (b)	-0.341
16.5	86	172	258	0.667	16.5	-0.693	Intercept(a)	4.961
17.5	56	146	202	0.723	17.5	-0.958	t-test r	29.297
18.5	30	109	139	0.784	18.5	-1.290	L_{50}	14.55
19.5	16	79	95	0.832	19.5	-1.597		
20.5	9	69	78	0.885	20.5	-2.037		
21.5	4	44	48	0.917	21.5	-2.398		
22.5	0	53	53	1.000	22.5			
23.5	0	41	41	1.000	23.5			
24.5	0	23	23	1.000	24.5			
25.5	0	5	5	1.000	25.5			
รวม	1,163	1,401	2,564					

ตารางที่ 31 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (L)	immature FI	mature FM	รวม FT	สัดส่วน mature P= FM/FT	X $\frac{1}{(L-L_x)}$	Y ln(P)	Regression analysis	
10.5	122	0	122				n	15
11.5	129	38	167	0.228	2.500	-1.480	Lx	11.1
12.5	151	70	221	0.317	0.714	-1.150	mean X	0.351
13.5	162	126	288	0.438	0.417	-0.827	mean Y	-0.394
14.5	169	197	366	0.538	0.294	-0.619	r	0.839
15.5	135	229	364	0.629	0.227	-0.463	slope (b)	-0.612
16.5	86	172	258	0.667	0.185	-0.405	Intercept,ln(a)	-0.178
17.5	56	146	202	0.723	0.156	-0.325	a	0.837
18.5	30	109	139	0.784	0.135	-0.243	t-test r	5.564
19.5	16	79	95	0.832	0.119	-0.184	L_{50}	12.29
20.5	9	69	78	0.885	0.106	-0.123		
21.5	4	44	48	0.917	0.096	-0.087		
22.5	0	53	53	1.000	0.088	0.000		
23.5	0	41	41	1.000	0.081	0.000		
24.5	0	23	23	1.000	0.075	0.000		
25.5	0	5	5	1.000	0.069	0.000		
รวม	1,163	1,401	2,564					



ภาพที่ 59 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



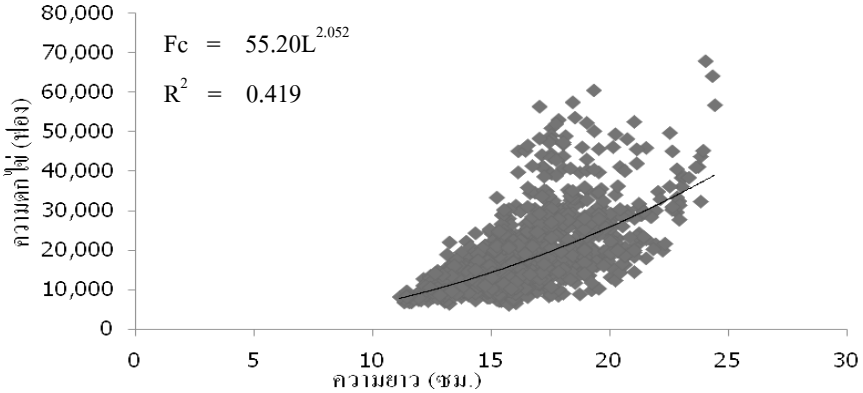
ภาพที่ 60 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.) ความดกไข่

จากการศึกษาความดกไข่ของตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศเมีย จำนวน 1,335 ตัว ที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.10 - 24.40 เซนติเมตร มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 16.38 เซนติเมตร พบว่าปลาเห็ดโคนมีความดกไข่อยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18,709 ± 9,244 ฟอง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวปลายหาง โดยวิเคราะห์เส้นถดถอย ได้สมการ (ภาพที่ 61)

$$\ln Fc = 4.011 + 2.052 \ln L$$

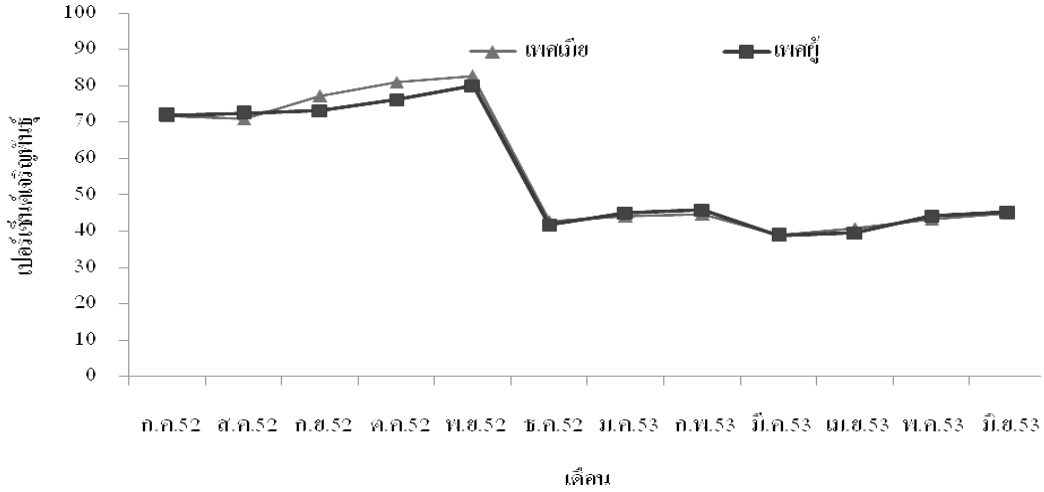
จะได้ $$Fc = 55.20L^{2.052}$$



ภาพที่ 61 ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

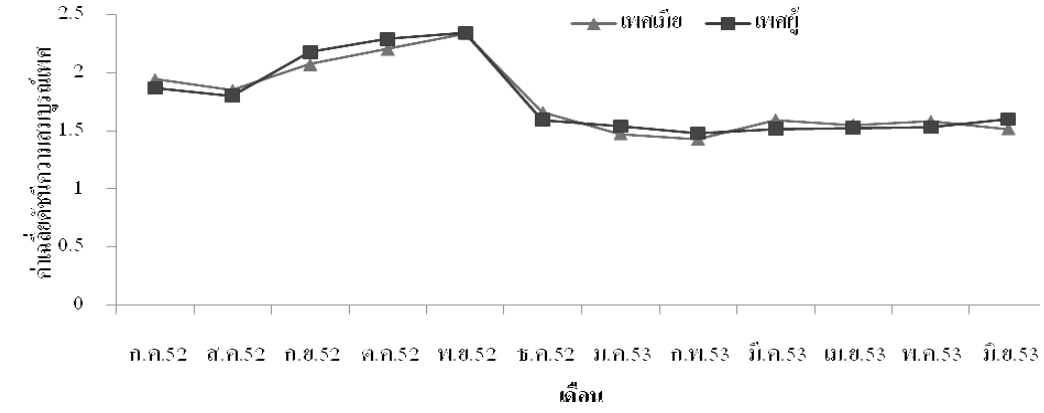
4.) ฤดูวางไข่

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน (ภาพที่ 62) พบปลาอยู่ในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือนทั้งเพศผู้และเพศเมีย เดือนที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์มากกว่า 50 ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ คือ เดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนตามระยะเวลารายเดือน พบว่าปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 (70.88 – 82.61 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน (82.61 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เช่นกัน (71.96 – 80.00 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน (80.00 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 62 เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์เพศเมียและเพศผู้ ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

เมื่อนำข้อมูลปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่า G.S.I. มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน (ภาพที่ 63)



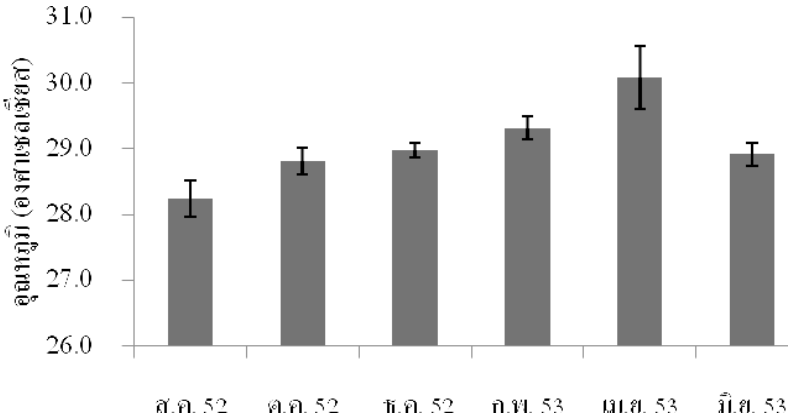
ภาพที่ 63 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3.4 คุณภาพน้ำ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

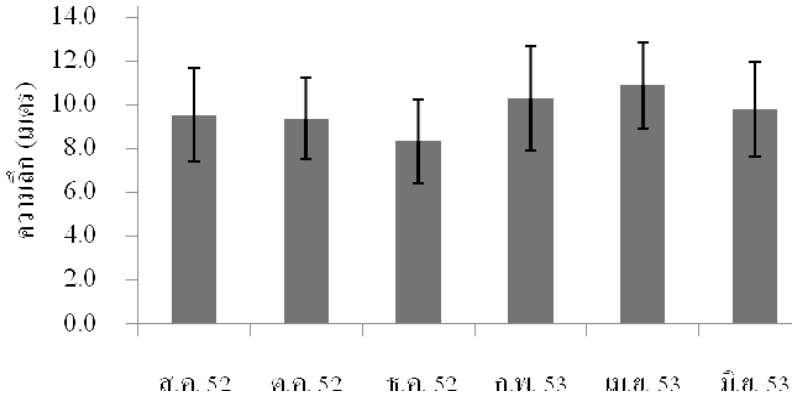
ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ได้ดังตารางที่ 32 (ภาพที่ 64-69)

ตารางที่ 32 คุณภาพน้ำบริเวณเก็บตัวอย่างปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

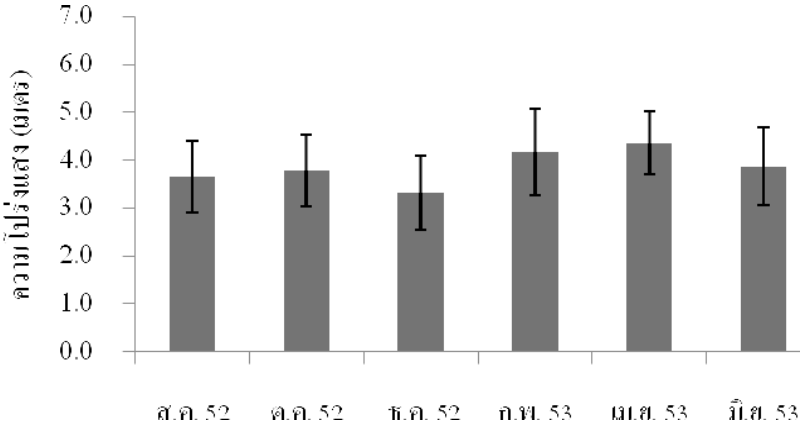
คุณภาพน้ำ	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
1. อุณหภูมิน้ำ(องศาเซลเซียส)	28.24 ± 0.27	30.09 ± 0.19	29.06 ± 0.16
2. ความลึก (เมตร)	8.33 ± 1.42	10.87 ± 1.70	9.70 ± 1.76
3. ความโปร่งแสง (เมตร)	3.33 ± 0.58	4.37 ± 0.56	3.88 ± 0.68
4. ความเค็ม (ส่วนในพัน)	32.19 ± 0.15	34.10 ± 0.15	33.04 ± 0.16
5.ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	7.32 ± 0.26	8.48 ± 0.11	7.92 ± 0.15
6. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มก./ลิตร)	5.80 ± 0.11	6.75 ± 0.18	6.25 ± 0.15



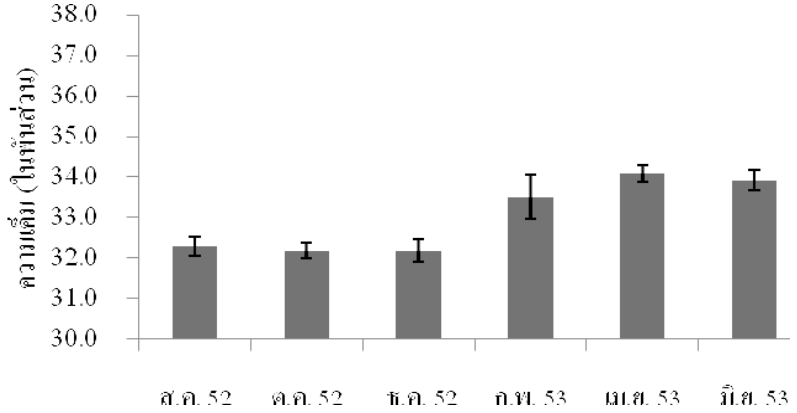
ภาพที่ 64 อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



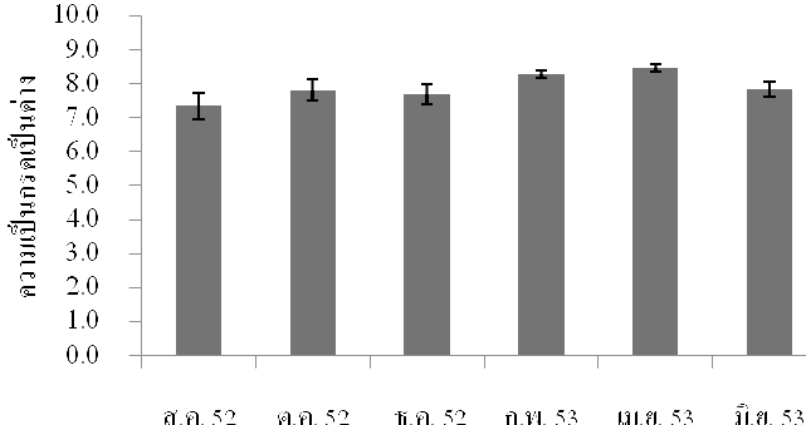
ภาพที่ 65 ความลึกเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



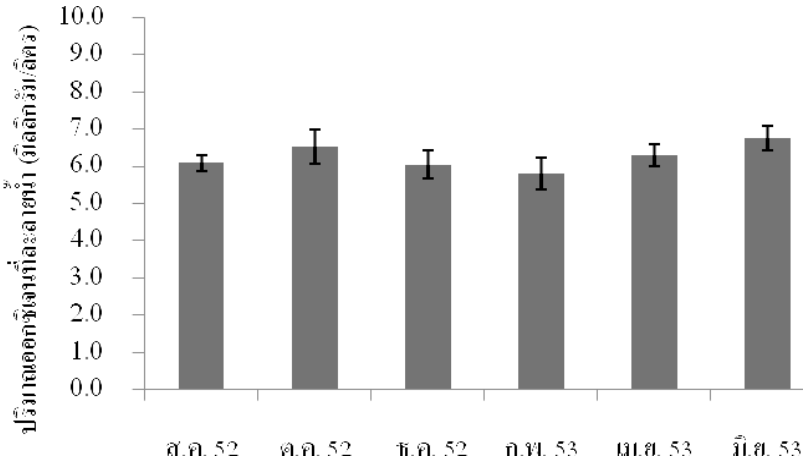
ภาพที่ 66 ความโปร่งแสงเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 67 ความเค็มเฉลี่ย (ในพันส่วน) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 68 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 69 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการวิจัย

4.1. ชีววิทยาการเติบโตของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัว

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ได้จำแนกหาความสัมพันธ์ในแต่ละเพศ และไม่แยกเพศ (ตารางที่ 33) ซึ่งค่า a ในสมการเป็นค่าคงที่ที่เกี่ยวกับความถ่วงจำเพาะ แสดงความสมบูรณ์ของปลา ในปลาชนิดเดียวกันค่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล เพศ หรือระยะการเจริญพันธุ์ สำหรับค่า b เป็นค่าที่แสดงรูปแบบการเติบโต โดยทั่วไปเมื่อ b มีค่ามากกว่า 3 ปลาจะมีลักษณะอ้วนป้อมขึ้นเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น (positive allometric growth) ในทางกลับกันเมื่อ b มีค่าน้อยกว่า 3 ปลาจะมีลักษณะเรียวยาวขึ้นเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น (negative allometric growth) ในขณะที่ b เท่ากับ 3 การเติบโตของปลาจะเป็นแบบไอโซเมตริก คือลักษณะของปลาจะไม่เปลี่ยนไปเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น ในการศึกษาปลาทั้ง 3 ชนิด ครั้งนี้เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า b โดยใช้ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างจาก 3 ในปลาเพศเมีย ทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งปลาเห็ดโคนเพศผู้ แสดงว่าปลาทรายแดง ปลาจวดเพศเมีย และปลาเห็ดโคน ทั้งเพศเมียและเพศผู้มีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก ในขณะที่ปลาทรายแดงและ ปลาจวด เพศผู้ มีค่า b ต่างจาก 3 แสดงถึงการเติบโตแบบอัลโลเมตริก

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปลาเห็ดโคนในแหล่งน้ำอื่นๆ พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาปลาเห็ดโคนในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา ของอังสุนีย์ (2541) และการศึกษาปลาเห็ดโคนบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย ของ Shamsan and Ansari (2010) แต่ต่างกับการศึกษาปลาเห็ดโคน บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย (Udupa *et al*., 2003) สำหรับปลาทรายแดงจากการศึกษาในครั้งนี้มีการเติบโตแบบไอโซเมตริก ในปลาเพศเมีย แต่เพศผู้มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำอื่นๆ พบว่าปลาทรายแดง *N. hexodon* และ *N. delagoae* ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยมีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (ตารางที่ 33) ส่วนปลาทรายแดง *N. tolu* จากบริเวณเดียวกัน มีการเติบโตแบบไอโซเมตริก (ทัศพล และคณะ, 2543) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักของปลาจวด *P. anea* ยังไม่พบว่ามีรายงานการศึกษารูปแบบการเติบโตมาก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ข้อมูลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักตัวของปลา สามารถนำไปใช้แปลงสมการการเติบโตที่อยู่ในรูปความยาวให้เป็นสมการการเติบโตในรูปน้ำหนัก เพื่อใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการประเมินทรัพยากรประมง อีกทั้งสามารถใช้ประเมินความสมบูรณ์ของปลาได้

ตารางที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	สมการ $W = aL^b$	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	รวมทั้งหมด $W = 0.015\ L^{2.956}$	การศึกษาครั้งนี้
		เพศเมีย $W = 0.013L^{2.992}$	
		เพศผู้ $W = 0.014\ L^{2.978}$	
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	รวมทั้งหมด $W = 0.013\ L^{3.006}$	การศึกษาครั้งนี้
		เพศเมีย $W = 0.013\ L^{3.015}$	
		เพศผู้ $W = 0.013\ L^{3.023}$	
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	รวมทั้งหมด $W = 0.008\ L^{3.006}$	การศึกษาครั้งนี้
		เพศเมีย $W = 0.008\ L^{3.019}$	
		เพศผู้ $W = 0.008\ L^{3.012}$	
S. sihama	ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทย บริเวณจังหวัดสงขลา	รวมทั้งหมด $W = 0.0093TL^{2.96}$	อังสุนีย์ (2541)
S. sihama	บริเวณอ่าวไทยตอนนอก	$LogW = 2.9742\ Log\ L - 2.0488$	ทรงชัย (2515)
S. sihama	ชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้ ประเทศอินเดีย	รวมทั้งหมด $W = 0.02471TL^{2.56}$	Udupa *et al.* (2003)
N. hexodon	ฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย	รวมทั้งหมด $W = 0.0166\ L^{2.9185}$	ทัศพล และคณะ (2543)
N. hexodon	อ่าวไทยตอนล่าง	รวมทั้งหมด $W = 0.0135TL^{3.0112}$	ธเนศ และคณะ (2550)
		เพศผู้ $W = 0.0148\ TL^{2.9810}$	
		เพศเมีย $W = 0.0125\ TL^{3.0353}$	

4.1.2 การประมาณค่าอายุ

สำหรับการประมาณค่าอายุปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนนั้น มีข้อจำกัดเมื่อเทียบกับกรณีที่สามารถอ่านอายุสัตว์น้ำได้โดยตรง เนื่องจากการอ่านอายุปลาเขตร้อนจากร่องรอยหรือวงปีที่ปรากฏบนส่วนแข็งของร่างกายโดยตรงมีความยุ่งยากอีกทั้งมีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการใช้ข้อมูลจากการอ่านค่าอายุของปลาโดยตรง อาจทำให้การศึกษาการเติบโตของปลาเกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง จึงใช้การประมาณค่าองค์ประกอบอายุจากความถี่ความยาว เพื่อลดความยุ่งยากในการอ่านอายุปลาในเขตร้อน ซึ่งการแยกอายุของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน สามารถแยกรุ่นที่มีอายุน้อยที่สุดออกจากรุ่นอื่นๆ ได้ แต่สำหรับรุ่นถัดไปนั้นจะแยกรุ่นยากขึ้น เนื่องจากการเหลื่อมซ้อนขององค์ประกอบความยาวในรุ่นต่างๆ ที่มีอายุมาก (Sparre and Venema, 1992) การศึกษาในครั้งนี้สามารถแยกรุ่นอายุปลาในแต่ละเดือน ได้ 3-4 รุ่น

4.1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

จากผลการศึกษาปลาหน้าดินทั้ง 3 ชนิดในครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่ได้จากวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง Sparre and Venema (1992) กล่าวว่าการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ด้วยการลงจุดตามวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) เป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีกว่าการลงจุดตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ในแง่ที่ว่าวิธีนี้ให้ค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่สมเหตุสมผลเสมอ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกผลของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน คือ 3.41 ต่อปี, 1.81 ต่อปี และ 2.34 ต่อปี ตามลำดับ

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำอื่นๆ (ตารางที่ 34) พบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ของปลาเห็ดโคนที่ได้จากศึกษาในครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าปลาเห็ดโคนชนิดเดียวกันที่ศึกษาในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา (อังสุนีย์, 2541) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย (Shamsan and Ansari, 2010) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในปลาเห็ดโคนชนิดอื่นอย่างเช่น ปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* ในบริเวณชายฝั่งของออสเตรเลียพบว่าค่าความยาวสูงสุดของเพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 35.00 และ 34.80 เซนติเมตร ตามลำดับ (Hyndes and Potter, 1997) สำหรับปลาทรายแดงเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำอื่น (ตารางที่ 34) พบว่าค่าความยาวสูงสุดของปลาทรายแดง *N. hexodon* ในครั้งนี้มีค่าแตกต่างกับที่ศึกษาในบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน (Silvestre and Garces, 2004) ส่วนการศึกษาปลาจวดเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำอื่น (ตารางที่ 34) พบว่าค่าความยาวสูงสุดของปลาจวด *P. anea* ในครั้งนี้ มีความต่างแตกกับบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน (Silvestre and Garces, 2004) และบริเวณอ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย (Jayasankar, 1997)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาเห็ดโคนจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่ามีสูงกว่าปลาเห็ดโคนบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา (อังสุนีย์, 2541) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย (Shamsan and Ansari, 2010) (ตารางที่ 34) อาจสรุปได้ว่าปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีการเติบโตเข้าสู่ความยาวสูงสุด (L_∞) เร็วกว่าปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา และชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย

สำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาทรายแดงในครั้งนี้พบว่าสูงกว่าปลาทรายแดงบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน (Silvestre and Garces, 2004) (ตารางที่ 34) ซึ่งอาจจะสรุปได้ว่า ปลาทรายแดงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีการเติบโตเข้าสู่ความยาวสูงสุด (L_∞) เร็วกว่าบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน และสำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาจวดในครั้งนี้พบว่าสูงกว่าบริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน (Silvestre and Garces, 2004) บริเวณบริเวณอ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย (Jayasankar, 1997) และบริเวณทะเล

ตะวันออกเฉียงเหนือของจีน (Cheung and Pitcher, 2008) (ตารางที่ 34) จึงอาจสรุปได้ว่าปลาจวดบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีการเติบโตเข้าสู่ความยาวสูงสุด (L_∞) เร็วกว่าบริเวณเหล่านั้นเช่นเดียวกัน

Sparre and Venema (1992) กล่าวว่า ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีความสัมพันธ์กัน คือเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) สูง ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) จะต่ำ และถ้าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ต่ำ ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) จะสูง ซึ่งผลจากศึกษาที่ได้ในครั้งนี้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น

ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนที่ได้มีค่าแตกต่างจากการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น สาเหตุอย่างหนึ่งเนื่องมาจากการเก็บรวมรวบตัวอย่างปลาในแต่ละเดือนไม่สม่ำเสมอกัน คือ มีการเก็บจากแพปลาทุกเดือน และเก็บจากเรือสำรวจทุก 2 เดือน ทำให้ข้อมูลปลาของเดือนที่ไม่ได้เก็บจากเรือสำรวจมีขนาดความยาวไม่ครอบคลุมปลาทุกขนาด เมื่อนำข้อมูลปลามาแยกกลุ่มอายุปลา พบว่าเดือนที่ไม่ได้เก็บตัวอย่างปลาจากเรือสำรวจจะแยกกลุ่มอายุปลายาก เนื่องจากมีการเหลื่อมซ้อนขององค์ประกอบความยาวปลาของแต่ละกลุ่มอายุปลาอยู่ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการแยกกลุ่มอายุปลามีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง และเมื่อนำผลความความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุปลาจากขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุด มาคำนวณค่า L_∞, ค่า K และค่า t_0 ทำให้ค่า L_∞ ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนที่ได้ต่ำกว่าการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น ในขณะที่ ค่า K ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนที่ได้กลับสูงกว่าการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น

4.1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

การประมาณค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) สูงกว่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ผลที่ได้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับการศึกษาปลาเห็ดโคนในบริเวณชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย (Udupa *et al.*, 2003) ที่พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) สูงกว่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) (ตารางที่ 35)

สำหรับปลาทรายแดง และปลาจวดพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) สูงกว่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เช่นกัน ซึ่งมีรูปแบบในทางตรงกันข้ามกับการศึกษาที่บริเวณชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน (Silvestre and Garces, 2004) สำหรับค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) ของปลาทั้ง 3 ชนิดจากการศึกษาครั้งนี้ มีค่ามากกว่า 0.5 (ตารางที่ 35) ซึ่ง Gulland (1971) กล่าวว่าหากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มากกว่า 0.5 แสดงว่าการใช้ประโยชน์สต๊อคสัตว์น้ำอยู่ในสภาวะเกินศักย์การผลิต ทั้งนี้สัดส่วนการใช้ประโยชน์ของปลาทั้ง 3 ชนิด ที่ศึกษาได้ในครั้งนี้จึงอยู่ในสภาวะเกินศักย์การผลิต แสดงให้เห็นว่าทรัพยากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล อยู่ในสภาวะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในระดับที่ไม่เหมาะสม ควรมีมาตรการจัดการในการลดระดับปริมาณการจับปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ในบริเวณดังกล่าวนี้ลง

ตารางที่ 34 ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	ค่าพารามิเตอร์การเติบโต	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	L_∞ = 30.23 ซม. K = 3.41 ต่อปี t_0 = -0.005 ปี	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	L_∞ = 31.00 ซม. K = 1.81 ต่อปี t_0 = 0.022 ปี	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	L_∞ = 29.87 ซม. K = 2.34 ต่อปี t_0 = -0.045 ปี	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา	L_∞ = 31.00 ซม. K = 0.76 ต่อปี	อังสุนีย์ (2541)
S. sihama	ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	L_∞ = 38.8 ซม. K = 0.1526 ต่อปี t_0 = -1.60 ปี	Shamsan and Ansari (2010)
S. schomburgkii	ชายฝั่งของออสเตรเลีย	เพศเมีย L_∞ = 35.0 ซม. K = 0.53 ต่อปี เพศผู้ L_∞ = 34.8 ซม. K = 0.49 ต่อปี	Hyndes and Potter (1997)
N. hexodon	ชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน	L_∞ = 28.00 ซม. K = 0.73 ต่อปี	Silvestre and Garces (2004)
N. mesoprion	อ่าวไทย	เพศเมีย L_∞ = 15.52 ซม. K = 0.2243 ต่อเดือน เพศผู้ L_∞ = 19.51 ซม. K = 0.1794 ต่อเดือน	ทวีป (2523)
P. anea	ชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน	L_∞ = 29.00 ซม. K = 0.80 ต่อปี	Silvestre and Garces (2004)
P. anea	อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	L_∞ = 23.30 ซม. K = 1.26 ต่อปี t_0 = -0.08 ปี	Jayasankar (1997)
P. anea	บริเวณทะเลตะวันออกเฉียงเหนือของจีน	L_∞ = 30.00 ซม. K = 1.27 ต่อปี	Cheung and Pitcher (2008)

ตารางที่ 35 ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	ค่าพารามิเตอร์การตาย	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	Z = 12.41 ต่อปี M = 3.23 ต่อปี F = 9.18 ต่อปี E = 0.74	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	Z = 6.43 ต่อปี M = 2.12 ต่อปี F = 4.30 ต่อปี E = 0.67	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	Z = 10.00 ต่อปี M = 2.54 ต่อปี F = 7.46 ต่อปี E = 0.75	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	ชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้ ประเทศอินเดีย	Z = 3.79 ต่อปี M = 1.41 ต่อปี F = 2.38 ต่อปี	Udupa *et al.* (2003)
N. hexodon	ชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน	Z = 1.76 ต่อปี M = 1.51 ต่อปี F = 0.25 ต่อปี E = 0.14	Silvestre and Garces (2004)
P. anea	ชายฝั่งเมือง Darussalam ประเทศบรูไน	Z = 1.92 ต่อปี M = 1.56 ต่อปี F = 0.36 ต่อปี E = 0.19	Silvestre and Garces (2004)
P. anea	อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	Z = 4.24 ต่อปี M = 2.24 ต่อปี F = 2.00 ต่อปี E = 0.47	Jayasankar (1997)

4.2 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

4.2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

การศึกษาสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว เป็นการหาสัดส่วนของจำนวนปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาว โดยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลายหาง ซึ่งผลการศึกษาของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน พบว่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง สำหรับการศึกษาปลาทรายแดงในครั้งนี้พบว่าสัดส่วนเพศเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.133 - 0.551 ที่ขนาดความยาว 9.50 - 23.50 เซนติเมตร โดยสัดส่วนปลาเพศเมียที่มีขนาดเล็กจะมีค่าต่ำ โดยที่ความยาว 9.5 เซนติเมตร มีค่าสัดส่วนเพศเท่ากับ 0.254 คือ จะเป็นปลาทรายแดงเพศเมียเพียง 25.40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความยาวเพิ่มขึ้น สัดส่วนเพศเมียจะมีค่ามากขึ้น โดยที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเท่ากับ 0.477 ซึ่งจะมีค่าเข้าใกล้ 0.5 หมายถึงปลาเพศเมียจะยังมีจำนวนน้อยกว่าปลาเพศผู้ ส่วนในช่วงความยาว 15.50 – 18.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเมียจะมากกว่า 0.5 เล็กน้อย แสดงว่าจำนวนปลาเพศเมียมีมากกว่าปลาเพศผู้ แต่เมื่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นอีกพบว่าสัดส่วนเพศเมียกลับมีค่าลดลง คือจำนวนปลาเพศเมียจะน้อยกว่าเพศผู้ โดยที่ความยาว 23.50 เซนติเมตร จะพบว่ามีปลาทรายแดงเพศเมียเพียง 13.30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

สำหรับการศึกษาปลาจวดในครั้งนี้พบว่าสัดส่วนเพศเมียมีสัดส่วนเพศเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.091 - 0.572 ที่ความยาว 10.50-24.50 เซนติเมตร โดยสัดส่วนปลาเพศเมียที่มีขนาดเล็กจะมีค่าต่ำ โดยที่ความยาว 10.50 เซนติเมตร มีค่าสัดส่วนเพศเท่ากับ 0.167 คือ จะเป็นปลาจวดเพศเมียเพียง 16.70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความยาวเพิ่มขึ้น สัดส่วนเพศเมียจะมีค่ามากขึ้น โดยที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเท่ากับ 0.451 ซึ่งจะมีค่าเข้าใกล้ 0.5 หมายถึงปลาเพศเมียจะยังมีจำนวนน้อยกว่าปลาเพศผู้ ส่วนในช่วงความยาว 15.50 – 18.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเมียจะมากกว่า 0.5 เล็กน้อย แสดงว่าจำนวนปลาเพศเมียมีมากกว่าปลาเพศผู้ แต่เมื่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นอีกพบว่าสัดส่วนเพศเมียกลับมีค่าลดลง คือจำนวนปลาเพศเมียจะน้อยกว่าเพศผู้ โดยที่ความยาว 24.50 เซนติเมตร จะพบว่ามีปลาจวดเพศเมียเพียง 9.10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

สำหรับการศึกษาปลาเห็ดโคนในครั้งนี้พบว่าสัดส่วนเพศเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.080 - 0.549 ที่ขนาดความยาว 8.50 - 24.50 เซนติเมตร โดยสัดส่วนปลาเพศเมียที่มีขนาดเล็กจะมีค่าต่ำ โดยที่ความยาว 8.50 เซนติเมตร มีค่าสัดส่วนเพศเท่ากับ 0.080 คือ จะเป็นปลาเห็ดโคนเพศเมียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความยาวเพิ่มขึ้น สัดส่วนเพศเมียจะมีค่ามากขึ้น โดยที่ความยาว 13.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเท่ากับ 0.486 ซึ่งจะมีค่าเข้าใกล้ 0.5 หมายถึงปลาเพศเมียจะยังมีจำนวนน้อยกว่าปลาเพศผู้ ส่วนในช่วงความยาว 14.50 – 19.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเมียจะมากกว่า 0.5 เล็กน้อย แสดงว่าจำนวนปลาเพศเมียมีมากกว่าปลาเพศผู้ แต่เมื่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นอีกพบว่าสัดส่วนเพศเมียกลับมีค่าลดลง คือจำนวนปลาเพศเมียจะน้อยกว่าเพศผู้ โดยที่ความยาว 24.50 เซนติเมตร จะพบว่ามีปลาเห็ดโคนเพศเมียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียและขนาดความยาวของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน พบว่าผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ปลาทั้ง 3 ชนิดมีความสัมพันธ์ในรูปแบบพาราโบลา ซึ่ง

อาจเนื่องจากว่าในช่วงที่ปลายังมีขนาดเล็กปลาเพศเมียทั้ง 3 ชนิดนี้อาจจะมีอัตราการเติบโตสูงกว่าเพศผู้ ทำให้จำนวนปลาเพศเมียเติบโตไปมีสัดส่วนมากขึ้นเมื่อเทียบกับจำนวนเพศผู้ในแต่ละขนาดความยาว เมื่อปลาเพศเมียมีอัตราการเติบโตเร็วกว่าก็จะเข้าสู่ขนาดปลาที่ถูกจับโดยการประมงได้เร็วกว่าเพศผู้ จึงมีโอกาสถูกจับไปก่อนเพศผู้ ซึ่งมีผลทำให้ปลาที่ขนาดความยาวมากขึ้น แต่สัดส่วนเพศเมียกลับลดลงได้

การศึกษาอัตราส่วนเพศปลาทรายแดงและปลาเห็ดโคน ในแหล่งน้ำอื่นๆ พบว่าอัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ส่วนใหญ่จะไม่เท่ากับ 1:1 (ตารางที่ 36) จากการศึกษาอัตราส่วนเพศ ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน โดยรวมทั้งหมดในครั้งนี้ พบว่าปลาทั้ง 3 ชนิด มีอัตราส่วนเพศไม่เท่ากับ 1:1 อย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปลาชนิดเดียวกันในแหล่งน้ำอื่นๆ ทั้งนี้ Wenner (1972) กล่าวว่าการผันแปรของอัตราส่วนเพศนั้นอาจมีสาเหตุมาจากการตาย การอพยพย้ายถิ่น การถูกจำกัดโดยอาหาร และการเลือกแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นเอง ประโยชน์ของการศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว เพื่อนำผลจากการศึกษาไปใช้เป็นพื้นฐานว่าประชากรปลาทั้ง 3 ชนิด ในรอบปีมีอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียเป็นอย่างไร เพื่อประเมินขนาดของประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนในพื้นที่ศึกษานั้น

ตารางที่ 36 อัตราส่วนเพศของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	1 : 1.10	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	1 : 0.80	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	1 : 0.91	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	อ่าวไทยตอนนอก	1:1.2	ทรงชัย (2515)
S. sihama	ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา	1:1.2	อังสุนีย์ (2541)
S. sihama	ชายฝั่งและปากแม่น้ำ Mangalore เมือง Karnatana ประเทศอินเดีย	1:1.45	Gowda *et al*. (1988)
N. hexodon	อ่าวไทยตอนล่าง	1 : 1.46	ธเนศ และคณะ (2550)
N. hexodon	ชายฝั่งในอ่าวไทย จังหวัดชลบุรี	1 : 0.92	สุมนฑา (2520)

4.2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

การศึกษานี้ได้ใช้สมการเพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนในวัยเจริญพันธุ์กับขนาดความยาวปลายหาง ในรูปของ S - shape 2 รูปแบบสมการ คือการใช้ Logistic equation ซึ่งเป็นรูปตัว S ในลักษณะสมมาตร ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ Johnson-Schumacher function ในรูปของตัว S ที่ไม่สมมาตร จากผลการวิเคราะห์พบว่าสมการที่ได้จากวิธี Logistic equation จะให้ผลที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่าวิธี Johnson-Schumacher function

ดังนั้นจึงสรุปให้ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้เท่ากับผลที่ได้จากวิธี Logistic equation จากผลการศึกษาในครั้งนี้ อาจใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดขนาดความยาวของ ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ที่เหมาะสมสามารถจะจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ เช่น ควรจะมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 15.31, 15.75 และ 14.56 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการเลือกขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเพศเมียเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดความยาวปลาที่เหมาะสมในการจับขึ้นมาใช้ประโยชน์นั้น เพื่อให้ปลาได้มีโอกาสผสมพันธุ์วางไข่ก่อนถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์

จากข้อมูลการศึกษาปลาในแหล่งน้ำอื่นๆ (ตารางที่ 37) พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดง ปละจวด และปลาเห็ดโคนที่ศึกษาในแต่ละพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการที่มีขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากการจำแนกระยะขั้นเจริญพันธุ์ของปลาที่วางไข่หรือปล่อยน้ำเชื้อไปแล้ว ถูกจำแนกอยู่ในขั้นยังไม่เจริญพันธุ์ (ลักษณะรังไข่และอัณฑะไม่ปรากฏเม็ดไข่หรือครีมขาว) เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์กับขนาดความยาวปลา จึงอาจจะทำให้ได้ค่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่แตกต่างกันได้ โดยค่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนที่ได้ครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย (Jayasankar, 1991) อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษานี้สามารถนำมาพิจารณาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดขนาดเครื่องมือประมงปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูลต่อไป ส่วนการศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ของปลาทรายแดงในครั้งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาที่บริเวณทางฝั่งทะเลอันดามัน (ทัศพล และคณะ, 2543) แสดงว่าขนาดของปลาทรายแดงที่สามารถทำประมงได้ในระดับที่เหมาะสมจะมีขนาดใกล้เคียงกัน สำหรับปลาจวดพบว่าขนาดของปลาที่มีขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) บริเวณหมู่เกาะบุโหลนจะมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้ (Tuuli *et al*., 2011)

ตารางที่ 37 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เพศเมีย = 15.27 ซม. เพศผู้ = 15.31 ซม.	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เพศเมีย = 15.73 ซม. เพศผู้ = 15.75 ซม.	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เพศเมีย = 14.56 ซม. เพศผู้ = 14.55 ซม.	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	เพศเมีย = 17.9 ซม. เพศผู้ = 15.9 ซม.	Jayasankar (1991)
S. sihama	เกาะปู จังหวัดกระบี่	เพศเมีย = 14.85 ซม.	บุญศรี (2545)
N. hexodon	อ่าวไทยตอนล่าง	เพศเมีย = 18.77 ซม.	ธเนศ และคณะ (2550)
N. hexodon	ทางฝั่งทะเลอันดามัน	15.14 ซม.	ทัศพล และคณะ (2543)
N. delagoae	ทางฝั่งทะเลอันดามัน	16.40 ซม.	กะวิ (2533)
N. tambuloides	ทางฝั่งทะเลอันดามัน	15.80 ซม.	กะวิ (2533)
P. anea	ทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้	14.3 เซนติเมตร	Tuuli *et al*. (2011)

4.2.3 ความดกไข่

การศึกษาความดกไข่ของปลาทรายแดง จำนวน 735 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.1 – 23.9 เซนติเมตร พบว่ามีความดกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 19,131 ± 8,594 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 16.86 เซนติเมตร และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) คือ $Fc = 63.56L^{1.996}$ แสดงว่าความดกไข่ของปลาทรายแดงมีค่าสูงขึ้นตามขนาดความยาว จากผลการศึกษาความดกไข่ของปลาทรายแดงในครั้งนี้ได้ค่าน้อยกว่าความดกไข่ของปลาทรายแดงที่ศึกษาทางฝั่งทะเลอันดามัน (ทัศพล, 2543) (ตารางที่ 38)

การศึกษาความดกไข่ปลาจวดจำนวน 644 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.2 – 24.7 เซนติเมตร พบว่ามีความดกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 18,589± 9,061 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 17.19 เซนติเมตร และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) คือ $Fc = 78.05L^{1.896}$ แสดงว่าความดกไข่ของปลาจวดมีค่าสูงขึ้นตามขนาดความยาว สำหรับปลาจวดยังไม่พบข้อมูลการศึกษาความดกไข่จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำอื่นได้

การศึกษาความดกไข่ของปลาเห็ดโคนจำนวน 1,135 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.10 – 23.90 เซนติเมตร พบว่ามีปริมาณความดกไข่ตั้งแต่ 6,073- 67,953 ฟอง ความดกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 18,709± 9,244 ฟอง

ที่ความยาวเฉลี่ย 16.38 เซนติเมตร และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) คือ $Fc = 55.20L^{2.052}$ แสดงว่าความดกไข่ของปลาเห็ดโคนมีค่าสูงขึ้นตามขนาดความยาวปลายหาง จากผลการศึกษาความดกไข่ของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้ได้ค่าไม่สอดคล้องกับความดกไข่ของปลาเห็ดโคนในแหล่งน้ำอื่น (ตารางที่ 38) ส่วนความดกไข่ของปลาจวด *P. anea* ยังไม่พบว่ามีการรายงานก่อนหน้านี้

ตารางที่ 38 ความดกไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	ความดกไข่ (Fc)	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	7,233 - 62,420 ฟอง	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	4,493 – 63,146 ฟอง	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	6,073 - 67,953 ฟอง	การศึกษาครั้งนี้
N. hexodon	ฝั่งทะเลอันดามัน	Fc เฉลี่ย 156,271 ฟอง	ทัศพล (2543)
N. hexodon	บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก	Fc เฉลี่ย 72,173 ฟอง	เสาวนีย์ (2539)
N. delagoae	ฝั่งทะเลอันดามัน	Fc เฉลี่ย 184,607 ฟอง	ทัศพล (2543)
N. tolu	ฝั่งทะเลอันดามัน	Fc เฉลี่ย138,866 ฟอง	ทัศพล (2543)

4.2.4 ฤดูวางไข่

จากการศึกษาฤดูวางไข่ของปลาพบว่า ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.) ผลที่ได้มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือพบว่าปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ตลอดทั้งปี เนื่องจากพบมีปลาในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือน เมื่อพิจารณาแนวโน้มของช่วงระยะเวลาการวางไข่ พบว่าช่วงการวางไข่ของปลาทรายแดงในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของธเนศ และคณะ (2550) ที่รายงานว่าปลาทรายแดงบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีฤดูวางไข่สูงสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของทัศพล และคณะ (2543) ที่รายงานว่าปลาทรายแดงบริเวณฝั่งทะเลอันดามันมีฤดูวางไข่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม (ตารางที่ 39) ส่วนปลาจวดมีฤดูวางไข่สูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมซึ่งอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Tuuli *et al.* (2011) ที่บริเวณทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้ และฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาบริเวณชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ที่พบว่ามีการวางไข่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (Tongnunui *et al*., 2006) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย ที่พบว่ามีการวางไข่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม (Shamsan and Ansari, 2010b)

ตารางที่ 39 ฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณที่ศึกษา	ฤดูวางไข่	ที่มา
N. hexodon	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เดือน ก.พ. – เดือน พ.ค.	การศึกษาครั้งนี้
P. anea	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เดือน พ.ค. – เดือน ส.ค.	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เดือน ก.ค. –เดือน พ.ย.	การศึกษาครั้งนี้
S. sihama	ฝั่งมหาสมุทรอินเดีย	เดือน ม.ค. – เดือนมี.ค. เดือน พ.ค. – เดือน ก.ค.	เจต และเจริญ (2520)
S. sihama	อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	เดือน ก.ค. – เดือน ก.พ.	Jayasankar (1991)
S. sihama	ชายฝั่ง อ.สิเกา จังหวัดตรัง	เดือน ส.ค. – เดือน พ.ย.	Tongnunui *et al.* (2006)
S. sihama	ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	เดือน มิ.ย. – เดือน ธ.ค.	Shamsan and Ansari (2010b)
N. hexodon	อ่าวไทยตอนล่าง	เดือน ก.พ. – เดือน พ.ค. เดือน ก.ย. – เดือน พ.ย.	ธเนศ และคณะ (2550)
N. hexodon	ฝั่งทะเลอันดามัน	เดือน ม.ค. – เดือน พ.ค. เดือน ก.ย. – เดือน พ.ย.	ทัศพล และคณะ (2543)
P. anea	ทางตอนเหนือของทะเลจีนใต้	เดือน มี.ค. – เดือน มิ.ย.	Tuuli *et al.* (2011)

4.3 คุณภาพน้ำ

การศึกษาปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำ เพื่อศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ประกอบด้วย อุณหภูมิผิวน้ำ ความลึก ความเค็ม ความโปร่งแสง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534) ค่าพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน คืออุณหภูมิผิวน้ำซึ่งมีผลต่อการตายโดยธรรมชาติ (M) ของปลาทั้ง 3 ชนิด จึงเก็บข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีค่าเท่ากับ 29.06 $\pm$ 0.16 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 ที่รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลมีค่าไม่มากกว่า 33 องศาเซลเซียล (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำกับฤดูการวางไข่ของปลาเห็ดโคนโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่าค่า ดัชนีความสมบูรณ์เพศ

เฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มเฉลี่ยในทางผกผันกันคือเมื่อค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าความเค็มเฉลี่ยกลับลดลง ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7935 แสดงว่าฤดูการวางไข่ของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะมีการวางไข่สูงในช่วงที่ความเค็มของน้ำเฉลี่ยมีค่าอยู่ในระดับต่ำในรอบปีนั้นเอง ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำอื่นๆ ไม่มีความสัมพันธ์กับฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง *N. hexodon* ปลาจวด *P. anea* และปลาเห็ดโคน *S. sihama* ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักตัวปลาของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน มีความสัมพันธ์ดังสมการ

ปลาทรายแดงรวมทั้งหมด	W	=	$0.015\ L^{2.956}$
ปลาทรายแดงเพศเมีย	W	=	$0.013L^{2.992}$
ปลทรายแดงเพศผู้	W	=	$0.014\ L^{2.978}$
ปลาจวดรวมทั้งหมด	W	=	$0.013\ L^{3.006}$
ปลาจวดเพศเมีย	W	=	$0.013L^{3.015}$
ปลาจวดเพศผู้	W	=	$0.013\ L^{3.023}$
ปลาเห็ดโคนรวมทั้งหมด	W	=	$0.008\ L^{3.006}$
ปลาเห็ดโคนเพศเมีย	W	=	$0.008\ L^{3.019}$
ปลาเห็ดโคนเพศผู้	W	=	$0.008\ L^{3.012}$

2. ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ได้ค่าดังนี้ (ตารางที่ 40)

ตารางที่ 40 ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของ ปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดปลา	ความยาวสูงสุด (L_∞) (ซม.)	สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) (ต่อปี)	อายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) (ปี)
ปลาทรายแดง	30.23	3.41	-0.005
ปลาจวด	31.00	1.81	0.022
ปลาเห็ดโคน	29.87	2.34	-0.045

ได้รูปความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) และความยาวปลายหาง (L) คือ

ปลาทรายแดง $L_t = 30.23 \times (1 - e^{-3.41(t + 0.005)})$

ปลาจวด $L_t = 31.00 \times (1 - e^{-1.81(t - 0.022)})$

ปลาเห็ดโคน $L_t = 29.87 \times (1 - e^{-2.34(t + 0.045)})$

3. ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M) ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ได้ค่าดังนี้ (ตารางที่ 41)

ตารางที่ 41 ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดปลา	Z (ต่อปี)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	E
ปลาทรายแดง	12.41	3.23	9.18	0.74
ปลาจวด	6.43	2.12	4.30	0.67
ปลาเห็ดโคน	10.00	2.54	7.46	0.75

4. สัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาวปลายหาง (L) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง แต่จะสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา คือ

ปลาทรายแดง $R_L = -0.007L^2 + 0.237L - 1.386$

ปลาจวด $R_L = -0.008L^2 + 0.292L - 1.990$

ปลาเห็ดโคน $R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$

อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน คือ 1 : 1.10, 1 : 0.80 และ 1 : 0.91 ตามลำดับ

5. ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน เพศเมียและเพศผู้ ทั้ง 2 รูปแบบสมการคือ แบบ Logistic equation และแบบ Johnson-Schumacher function ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ได้ค่าดังนี้ (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 42 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (เซนติเมตร) ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

ชนิดปลา	Logistic equation		Johnson-Schumacher function	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
ปลาทรายแดง	15.27	15.31	12.70	11.89
ปลาจวด	15.73	15.75	12.57	12.73
ปลาเห็ดโคน	14.56	14.55	12.31	12.29

6. ความดกไข่ของปลาทรายแดงที่มีความยาวตั้งแต่ 11.10 - 23.90 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 7,233 - 62,420 ฟอง มีค่าเฉลี่ย 19,131± 8,594 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 16.86 เซนติเมตร ความดกไข่ของปลาจวดที่มีความยาวตั้งแต่ 11.20 - 24.70 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 4,493 – 63,146 ฟอง มีค่าเฉลี่ย 18,589± 9,061 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 17.19 เซนติเมตร และความดกไข่ของปลาเห็ดโคนที่มีความยาวตั้งแต่ 11.10 - 24.40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง มีค่าเฉลี่ย 18,709 ± 9,244 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 16.38 เซนติเมตรได้รูปความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) และความยาวปลายหาง (L) คือ

ปลาทรายแดง $Fc = 63.56L^{1.996}$

ปลาจวด $Fc = 78.05L^{1.896}$

ปลาเห็ดโคน $Fc = 55.20\ L^{2.052}$

7. ฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล พบว่าปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ตลอดทั้งปี โดยพบว่าช่วงที่มีการวางไข่มากของปลาทรายแดงคือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนพฤษภาคม ส่วนปลาจวดคือช่วงเดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม และปลาเห็ดโคนคือช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่ศึกษาบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ในครั้งนี้ คือ

อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยเท่ากับ	29.06 ± 0.16	องศาเซลเซียส
ความลึกเฉลี่ยเท่ากับ	9.70 ± 1.76	เมตร
ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ	3.88 ± 0.68	เมตร
ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ	33.04 ± 0.16	ส่วนในพัน
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เฉลี่ยเท่ากับ	7.92 ± 0.15	
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ	6.25 ± 0.15	มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลนอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามชีววิทยาประชากรและพลวัตรประชากร อันนำไปสู่การวางแผนการจัดการและการดำเนินการจัดการทรัพยากรประมงในแหล่งน้ำดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำดังกล่าวชนิดอื่นนอกจากปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน เพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ รวมทั้งความชุกชุมของประชากรสัตว์น้ำ

3. แนวทางการจัดการทรัพยากรปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน คือ

3.1 ควรมีการกำหนดให้ขนาดปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนที่เครื่องมือประมงเริ่มจับได้มีค่าเท่ากับความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้มีขนาดความยาวปลายหาง 15.31, 15.75 และ 14.56 เซนติเมตร ตามลำดับ เพื่อจะให้ปลาเห็ดโคนมีโอกาสในการสืบพันธุ์ก่อนจะถูกจับโดยเครื่องมือประมง

3.2 การลดปริมาณการลดแรงประมงโดยอ้อม เช่น การห้ามทำการประมงในช่วงที่ปลาวางไข่สูงสุดหรือฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2544. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2542. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมประมง. 2550. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2548. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมประมง. 2552. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2550. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมอุทกศาสตร์. 2521. แผนที่เกาะราวีถึงสตูล มาตราส่วน 1: 200,000 กองทัพเรือ.

กะวิ สารณาคมน์กุล. 2533. การศึกษาชีววิทยาเบื้องต้นบางประการของปลาทรายแดง *Nemipterus delagoae* และ *N. tambuloides* ทางฝั่งทะเลอันดามัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4 กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กองประมงทะเล กรมประมง.

เกศินี รักวิจัย. 2520. ชีวประวัติบางประการของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* ในอ่าวไทย. รายงานงานปลาหน้าดิน เล่มที่ 1/2520 กองประมงทะเล กรมประมง.

เจต พิมลจินดา และเจริญ จิระสถิต. 2520. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับฤดูกาลวางไข่ของปลาเห็ดโคน ทางฝั่งมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2519-2520. รายงานวิชาการฉบับที่ 2 งานชีวประวัติและพฤติกรรม สถานีประมงจังหวัดภูเก็ต กองประมงทะเล กรมประมง.

เจิดจินดา โชติยะปุตตะ. 2524. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักและอัตราส่วนเพศของปลาหมึกกระดอง *Sepia lycidas* Gray และหมึกกระดอง *Sepiella inermis* Ferussac & d'Orbigny. รายงานประจำปี 2524 ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ กองประมงทะเล กรมประมง.

ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2515. การศึกษาชีวประวัติเบื้องต้นของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775). รายงาน ประจำปี 2514-2515. สถานีประมงจังหวัดสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง.

ทวีป บุญวานิช. 2523. องค์ประกอบความยาว การเจริญเติบโต และอัตราส่วนเพศ ของปลาทรายแดง (*Nemipterus mesoprion)* ในอ่าวไทย, มกราคม 2521-มีนาคม 2522. รายงานงานปลาหน้าดิน เล่มที่ 4/2523 กองประมงทะเล กรมประมง

ทวีป บุญวานิช. 2536. ความสัมพันธ์ของขนาดและการเจริญพันธุ์ของกุ้งแชบ๊วย *Penaeus merguiensis* de Man ในอ่าวไทยตอนล่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2536. สงขลา : ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา บุญศรี จารุธรรมโสภณ และสายจิตร เขียวแก้ว. 2544. ชีววิทยาและการประมงปูจักจั่น *Ranina ranina* (Linnaeus, 1758) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2544 กองประมงทะเล กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา, ประมัยพร ศรีอรุณ และสายจิตร์ เหมทานนท์. 2543. ชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824), *N. delagoae* Smith, 1941 และ *N. tolu* (Valenciennes, 1830) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2543 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา และสายจิตร เหมทานนท์. 2543. ชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายขาว *Scolopsis taeniopterus* (Valenciennes, 1830) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2543 กองประมงทะเล กรมประมง.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์. 2543. ชีววิทยาประชากร II : อายุของสัตว์น้ำกับการเติบโต. *ใน* ชีววิทยาประมง. (ธนิษฐา ทรรพนันทน์). น. 43-63. กรุงเทพฯ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธเนศ ศรีถกล, สมชาย วิบุญพันธ์ และทรงฤทธิ์ โชติธรรมโม. 2550. ชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดงโม่ง (*Nemipterus hexodon*) บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2550 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง.

นิตยา พันธ์ค้า. 2511. การศึกษาชนิดของปลาในครอบครัวปลาจวดที่พบในน่านไทย. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตร์มหาบัณฑิต คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญศรี จารุธรรมโสภณ. 2545. ดัชนีการสืบพันธุ์และการทำประมงปลาเห็ดโคนเงิน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775). บริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2545 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กองประมง กรมประมง.

ประภา วัฒนกุล. 2521. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาทรายแดง *Nemipteru mesoprion* ในอ่าวไทย ตค. 19 – กย. 20. รายงานปลาหน้าดินเล่มที่ 5/2521. กองประมงทะเล กรมประมง.

เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก และกำพล ลอยชื่น. 2544. ชีววิทยาการเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) ในเขตน่านน้ำจังหวัดสตูลและบริเวณใกล้เคียง ทางฝั่งทะเลอันดามัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2544 กองประมงทะเล กรมประมง.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2539. การศึกษาชนิดปลาเห็ดโคนในภาคใต้ตอนล่างของไทย. รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2539 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กองประมง กรมประมง.

ไพเราะ ศุทธากรณ์ และทัศพล กระจ่างดารา. 2544. คู่มือการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยด้านชีวประวัติสัตว์ทะเล. ภูเก็ต: กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กองประมงทะเล กรมประมง.

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์. 2547. คู่มือประชาชนการจำแนกชนิดสัตว์น้ำที่เป็นอาหารปลอดภัย (Food Safety). สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

สุมนฑา อินทอง. 2520. การศึกษาชีววิทยาเบื้องต้นของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard) บริเวณฝั่งชลบุรีในอ่าวไทยตอนใน, มิ.ย. 2511 – ก.พ. 2512. รายงานปลาหน้าดินเล่มที่ 5/2520. กองประมงทะเล กรมประมง.

สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เสาวนีย์ สิงหะไกรวรรณ. 2539. ชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดง *Nemipterus peronii* และ *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 63. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.

เสาวนีย์ สิงหะไกรวรรณ. 2540. ชีววิทยาบางประการของปลาเห็ดโคน *Sillago aeolus* (Jordan and Evermann) และ *S. sihama* (Forsskål) บริเวณอ่าวแพ จังหวัดระยอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 66 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมง กรมประมง.

เสาวภา สวัสดิ์พีระ และวรเทพ มุธุวรรณ. 2534. องค์ประกอบของอาหารในทางเดินอาหารของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål) และ *Sillago maculate* (Quoy & Gaimard). เอกสารงานวิจัยเลขที่ 43/2534 สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2541. อายุ การเจริญเติบโต การแพร่กระจายขนาด ขนาดเจริญพันธุ์ และฤดูกาลวางไข่ของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål) ในทะเลสาบสงขลา และบริเวณชายฝั่ง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2541 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

อุดม ปาเตีย และวีระ บุญรักษ์. 2522. งานรวบรวมข้อมูลสถิติชีวะของปลาทรายแดง-ทรายขาว. รายงานปลาหน้าดิน สถานีประมงจังหวัดภูเก็ต กองประมงทะเล กรมประมง.

Bagenal, T. B. 1978. Aspects of fish fecundity. *In* Ecology of Freshwater Fish Production (ed. S.D. Gerking). pp. 75-101. London : Blackwell Scientific Publication.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. 1992. Water quality and pond soil analysis for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

Carpenter, K. E. and Niem, V. H. 2001. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony Fishes Part 3. (Menidae to Pomacentridae). FAO, Rome. pp: 2791-3380.

Cheung, W. W. L. and Pitcher, T. J. 2008. Evaluating the status of exploited taxa in the northern South China Sea using intrinsic vulnerability and spatially explicit catch-per-unit-effort data. Fisheries Research. 92: 28–40.

Gayanilo, F. C. Jr., Sparre, P. and Pauly, D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Ravised version. Rome : FAO.

Gowda, H. H., Joseph, P. S., Joseph, M. M. 1988. Growth Condition and Sexuality of the Indian Sand Whiting, *Sillago sihama* (Forskal). In: M. Mohan Joseph (ed.) The First Indian Fisheries Forum, Proceedings. Asian Fisheries Society, Indian Branch, Mangalore : 229-232.

Gulland, J. A., 1971. The fish resources of the ocean. Fishing News (Book) Ltd., Surrey, England.

Hajisamae, S., Chou, L. M. and Ibrahim, S. 2004. Feeding habits and trophic relationships of fishes utilizing an impacted coastal habitat, Singapore. Hydrobiologia 520: 61–71.

Hajisamae, S., Yeesin, P. and Ibrahim, S. 2006. Feeding ecology of two sillaginid fishes and trophic interrelations with other co-existing species in the southern part of South China Sea. Environmental Biology of Fishes. 76: 167–176.

Hyndes, G. A. and Potter, I. C. 1997. Age, growth and reproduction of *Sillago schomburgkii* in south-western Australian, nearshore waters and comparisons of life history styles of a suite of *Sillago* species. Environmental Biology of Fishes. 49: 435–447.

Jayasankar, P. 1991. Sillaginid fishes of Palk Bay and Gulf of Mannar with an account on the maturation and spawning of Indian sand whiting, *Sillago sihama* (Forsskål). Indian Journal of Fisheries. 38 (1): 13-25.

Jayasankar, P. 1997. Population parameters of *Pennahia anea* and *Nibea maculata* in the Palk Bay/Gulf of Mannar area, India. NAGA, The ICLARM Quarterly: 46-48.

King, M. 1995. Fisheries Biology, Assessment and Management. Oxford : Fishing News Books.

McKay, R. J. 1992. FAO Species Catalogue, Vol. 14. Sillaginid Fishes of the World (Family Sillaginidae). An Annotated and Illustrated Catalogue of the *Sillago*, Smelt or Indo-Pacific Whiting Species Known to Date. FAO Fish. Synops. No. 125.

Pauly, D. 1984. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap.

Ricker, W. E. 1971. Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters. London: Blackwell Scientific Publication.

Russell, R.C. 2001. Nemipteridae. **In:** Carpenter, K.E. and V. H. Niem. 2001. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). pp. 3051-3089.

Sasaki, K. 2001. Sciaenidae. Croakers (drums). p.3117-3174. In: K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.) FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae). Rome, FAO. pp. 2791-3380.

Shamsan, E. F. and Ansari, Z. A. 2010. Study of age and of Indian sand whiting, *Sillago sihama* (Forsskal) from Zuari estury, Goa. Indian Journal of Marine Sciences. 39(1): 68-73.

Silvestre, G. T. and Garces, L. R. 2004. Population parameters and exploitation rate of demersal fishes in Brunei Darussalam (1989–1990). Fisheries Research. 69: 73–90.

Sparre, P. and Venema, S. C. 1992. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part 1 – Manual FAO Fish. Tech. Pap. 306/1. Rome : FAO.

Tongnunui, P., Sano, M. and Kurokura, H. 2006. Reproductive biology of two sillaginid fishes, *Sillago sihama* and *S. aeolus*, in tropical coastal waters of Thailand. Mer 43(4/1):1-16.

Tuuli, C. D., Mitcheson, Y. S. and Liu M. 2011. Reproductive biology of the greyfin croaker Pennahia anea in the northern South China Sea .Ichthyol Res DOI 10.1007/s10228-011-0228-0.

Udupa, P. S., Raghavendra, C. H., Bevinahalli, V., Reddy, G. R. A. and Averel, M. 2003. Population parameters of Indian sand whiting *Sillago sihama* (Forsskål) form estuaries of Sothern Karnataka. Journal of Marine Biological Association of India. 45(1): 54-60.

Wang, X. H., Qiu, Y. S., Zhu, G. P., Du, F. Y., Sun, D. R. and Huang, S. L. 2011. Length-weight relationships of 69 fish species in the Beibu Gulf, northern South China Sea. Journal of Applied Ichthyology. 27(3): 959–961.

Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. The American Naturalist 106: 321-350.

Zar, H. J. 1984. Biostatistical Analysis. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลจำนวนปลาทรายแดงตามขนาดความยาวจากแพปลาและเรือสำรวจ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ. สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว	พ.ศ. 2552						พ.ศ. 2553						จำนวน
(ซม.)	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	(ตัว)
7-8	3	4	0	0	0	7	4	0	3	3	0	3	27
8-9	4	11	3	4	0	10	6	6	5	2	0	7	58
9-10	5	17	9	16	6	11	9	14	6	11	4	12	120
10-11	9	17	17	18	12	16	11	21	12	16	6	23	178
11-12	9	22	17	26	15	20	17	24	24	21	12	24	231
12-13	18	29	22	34	19	30	21	30	21	24	17	40	305
13-14	17	37	26	38	17	44	28	32	25	32	24	41	361
14-15	19	39	26	51	25	50	30	39	24	35	30	48	416
15-16	16	39	24	43	27	48	30	38	25	42	32	48	412
16-17	13	24	14	28	22	39	22	32	18	38	29	44	323
17-18	11	25	12	19	16	29	17	28	14	27	21	31	250
18-19	5	14	11	15	11	22	11	21	12	22	16	21	181
19-20	5	10	10	13	13	20	10	18	10	17	13	21	160
20-21	4	5	8	11	10	13	6	15	8	15	8	14	117
21-22	4	2	7	8	6	10	5	11	6	11	5	9	84
22-23	3	3	8	4	4	9	4	11	5	9	4	7	71
23-24	2	1	1	4	3	6	3	7	3	5	4	5	44
24-25	1	1	2	0	2	5	3	5	2	4	3	2	30
25-26	0	1	0	0	0	4	0	0	1	2	1	1	10
รวม	148	301	217	332	208	393	237	352	224	336	229	401	3,378

ตารางภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลจำนวนปลาจวดตามขนาดความยาวจากแพปลาและเรือสำรวจ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ. สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว	พ.ศ. 2552						พ.ศ. 2553						จำนวน
(ซม.)	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	(ตัว)
7-8	0	0	3	0	0	3	4	2	0	1	0	3	16
8-9	0	4	5	1	0	10	10	9	2	7	4	7	59
9-10	0	4	5	4	0	9	12	8	6	11	4	11	74
10-11	0	7	8	9	2	15	15	14	13	14	5	13	115
11-12	2	13	7	7	10	20	18	19	18	16	8	22	160
12-13	5	16	9	7	12	24	22	27	25	21	14	34	216
13-14	19	26	18	20	27	34	28	26	26	33	25	39	321
14-15	29	36	24	34	51	36	30	37	28	36	34	57	432
15-16	15	41	24	31	35	50	31	47	33	36	37	68	448
16-17	2	29	13	22	19	37	17	35	26	32	24	41	297
17-18	1	11	6	18	16	28	11	28	17	21	19	32	208
18-19	0	7	7	18	16	18	9	21	11	16	14	25	162
19-20	0	6	11	15	14	15	6	18	7	12	11	19	134
20-21	0	5	10	13	12	14	5	17	7	12	7	13	115
21-22	0	2	7	8	9	13	4	15	4	9	4	10	85
22-23	0	2	10	9	9	10	3	11	4	7	4	6	75
23-24	0	0	5	4	6	7	1	11	3	6	2	2	47
24-25	0	0	7	3	0	4	2	5	3	4	3	2	33
25-26	0	0	0	3	0	2	0	4	1	3	0	1	14
รวม	73	209	179	226	238	349	228	354	234	297	219	405	3,011

ตารางภาคผนวกที่ 3 ข้อมูลจำนวนปลาเห็ดโคนตามขนาดความยาวจากแพปลาและเรือสำรวจ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ. สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว	พ.ศ. 2552						พ.ศ. 2553						จำนวน
(ซม.)	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	(ตัว)
8-9	0	2	5	0	0	5	0	11	5	10	3	11	52
9-10	2	11	9	4	0	12	5	24	14	25	13	22	141
10-11	4	17	14	11	4	36	7	37	25	33	16	34	238
11-12	5	28	15	20	6	40	17	43	28	39	21	43	305
12-13	13	43	26	39	12	51	25	48	29	45	22	54	407
13-14	25	57	41	78	23	72	36	57	35	59	23	65	571
14-15	42	71	58	111	48	106	46	68	45	76	28	87	786
15-16	49	102	44	109	44	105	43	69	33	77	31	70	776
16-17	29	76	39	84	39	79	32	53	20	43	17	61	572
17-18	17	56	26	58	36	67	24	44	13	27	20	41	429
18-19	11	35	12	32	22	47	22	30	8	18	10	36	283
19-20	7	21	7	22	14	25	14	19	6	12	6	31	184
20-21	3	16	5	17	8	17	5	15	6	7	6	25	130
21-22	2	10	4	12	5	11	0	10	2	6	3	11	76
22-23	4	8	3	8	5	11	0	12	2	6	2	11	72
23-24	3	5	2	6	4	9	0	8	2	4	0	8	51
24-25	1	0	0	4	2	6	0	5	0	2	0	5	25
25-26	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	5
รวม	217	559	310	616	273	699	276	554	273	490	221	615	5,103

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาทรายแดงไม่แยกเพศ

Regression Statistics	
Multiple R	0.989795
R Square	0.979695
Adjusted R Square	0.979689
Standard Error	0.10032
Observations	3378

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1639.312	1639.312	162885.6	0
Residual	3376	33.97672	0.010064		
Total	3377	1673.289			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.22599	0.019847	-212.924	0
X Variable 1	2.955862	0.007324	403.5908	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = -6.027

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาทรายแดงเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.987922
R Square	0.97599
Adjusted R Square	0.975972
Standard Error	0.082497
Observations	1364

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	376.7949	376.7949	55364.28	0
Residual	1362	9.269418	0.006806		
Total	1363	386.0643			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.31955	0.03495	-123.591	0
X Variable 1	2.99151	0.012714	235.2962	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = -0.668

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาทรายแดงเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.99134
R Square	0.982755
Adjusted R Square	0.982744
Standard Error	0.093268
Observations	1677

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	830.3398	830.3398	95452.51	0
Residual	1675	14.5708	0.008699		
Total	1676	844.9106			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.2852	0.026433	-162.113	0
X Variable 1	2.977815	0.009638	308.9539	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = -2.302

ตารางภาคผนวกที่ 7 สรุปผลวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหาง (L) กับน้ำหนักตัว (W) และทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า slope (b) ของปลาทรายแดง เพศเมีย เพศผู้ และไม่แยกเพศ

	ไม่แยกเพศ	เพศมีย	เพศผู้
n	3378	1364	1677
$\sum X = \sum \ln(L)$	9119.503122	3741.966690	4582.105765
$\sum Y = \sum \ln(w)$	12680.597972	5302.270228	6458.379934
$\sum X^2$	24807.323302	10307.730693	12613.433026
$\sum Y^2$	49274.699154	20997.552264	25717.105777
$\sum XY$	34788.093832	14672.082741	17925.222378
mean X	2.699675	2.743377	2.732323
S_x	0.235712	0.175758	0.236370
mean Y	3.753877	3.887295	3.851151
S_y	0.703914	0.532209	0.710016
S_{xy}	0.164228	0.092410	0.166373
r	0.989795	0.987922	0.991340
b	2.955862	2.991510	2.977815
a	-4.225990	-4.319550	-4.285201
S_b	0.007324	0.012714	0.009638
t-test of b	-6.026540	-0.667786	-2.301759
Confidence limit of b			
Lower 95%	2.941507	2.966591	2.958924
Upper 95%	2.970217	3.016429	2.996706

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาจวดไม่แยกเพศ

Regression Statistics	
Multiple R	0.989352
R Square	0.978817
Adjusted R Square	0.97881
Standard Error	0.101566
Observations	3011

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1434.274	1434.274	139039.3	0
Residual	3009	31.03964	0.010316		
Total	3010	1465.314			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.31218	0.022028	-195.755	0
X Variable 1	3.006085	0.008062	372.8798	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = 0.755

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาจวดเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.981275
R Square	0.9629
Adjusted R Square	0.962868
Standard Error	0.089685
Observations	1166

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	242.9968	242.9968	30210.47	0
Residual	1164	9.362592	0.008043		
Total	1165	252.3594			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.32903	0.048314	-89.6021	0
X Variable 1	3.014947	0.017346	173.8116	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

$t = (b-3)/Sb$

$t = 0.862$

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาจวดเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.989513
R Square	0.979136
Adjusted R Square	0.979122
Standard Error	0.094666
Observations	1466

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	615.7133	615.7133	68705	0
Residual	1464	13.11992	0.008962		
Total	1465	628.8332			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.35839	0.032022	-136.105	0
X Variable 1	3.022941	0.011533	262.1164	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

$t = (b-3)/Sb$

$t = 1.989$

ตารางภาคผนวกที่ 11 สรุปผลวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหาง (L) กับน้ำหนักตัว (W) และทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า slope (b) ของปลาจวดเพศเมีย เพศผู้ และไม่แยกเพศ

	ไม่แยกเพศ	เพศมีย	เพศผู้
n	3011	1166	1466
$\sum X = \sum \ln(L)$	8198.316837	3242.850258	4058.369395
$\sum Y = \sum \ln(w)$	11660.853106	4729.377482	5878.803240
$\sum X^2$	22481.003906	9045.667244	11302.277331
$\sum Y^2$	46624.893484	19435.044996	24203.408583
$\sum XY$	32227.162924	13233.824641	16478.138054
mean X	2.722789	2.781175	2.768328
S_x	0.229632	0.151481	0.214457
mean Y	3.872751	4.056070	4.010098
S_y	0.697721	0.465422	0.655162
S_{xy}	0.158513	0.069182	0.139031
r	0.989352	0.981275	0.989513
b	3.006085	3.014947	3.022941
a	-4.312182	-4.329030	-4.358394
S_b	0.008062	0.017346	0.011533
t-test of b	0.754733	0.861700	1.989154
Confidence limit of b			
Lower 95%	2.990283	2.980949	3.000336
Upper 95%	3.021886	3.048945	3.045545

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนไม่แยกเพศ

Regression Statistics	
Multiple R	0.990558525
R Square	0.981206192
Adjusted R Square	0.981202508
Standard Error	0.084025507
Observations	5103

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1880.282464	1880.282464	266318.181	0
Residual	5101	36.01451777	0.007060286		
Total	5102	1916.296981			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.783022197	0.015809148	-302.54775	0
X Variable 1	3.005647052	0.005824217	516.060249	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

$t = (b-3)/Sb$

$t = 0.970$

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.98851509
R Square	0.97716209
Adjusted R Square	0.97715228
Standard Error	0.07580382
Observations	2330

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	572.3681608	572.368161	99607.77	0
Residual	2328	13.37719987	0.00574622		
Total	2329	585.7453607			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.817740291	0.026163533	-184.13951	0
X Variable 1	3.018736733	0.00956486	315.60699	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = 1.959

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.99112037
R Square	0.982319588
Adjusted R Square	0.982312687
Standard Error	0.085974245
Observations	2564

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1052.14668	1052.1467	142344.1	0
Residual	2562	18.93720436	0.0073916		
Total	2563	1071.083884			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.799105078	0.021724723	-220.9052	0
X Variable 1	3.011629537	0.007982369	377.2852	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = 1.457

ตารางภาคผนวกที่ 15 สรุปผลวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหาง (L) กับน้ำหนักตัว (W) และทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า slope (b) ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และไม่แยกเพศ

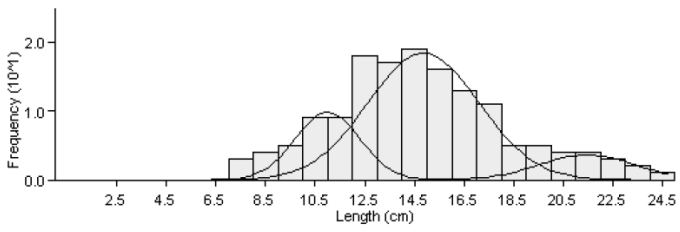
	ไม่แยกเพศ	เพศมีย	เพศผู้
n	5103	2330	2564
$\sum X = \sum \ln(L)$	13813.096404	6361.945564	6956.808761
$\sum Y = \sum \ln(w)$	17109.530220	7979.703891	8646.425327
$\sum X^2$	37598.226556	17433.775700	18991.662463
$\sum Y^2$	59281.773045	27914.360892	30228.911865
$\sum XY$	46938.652109	21977.777628	23809.395372
mean X	2.706858	2.730449	2.713264
S_x	0.201978	0.164221	0.212746
mean Y	3.352838	3.424766	3.372241
S_y	0.612860	0.501499	0.646454
S_{xy}	0.122615	0.081411	0.136310
r	0.990559	0.988515	0.991120
b	3.005647	3.018737	3.011630
a	-4.783022	-4.821774	-4.799105
S_b	0.005824	0.009565	0.007982
t-test of b	0.969581	1.958913	1.456903
Confidence limit of b			
Lower 95%	2.994232	2.999990	2.995984
Upper 95%	3.017063	3.037484	3.027275

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของ ปลาทรายแดง ปลาจวด ปลาเห็ดโคน และผลการทดสอบความต่างจาก 3 ของค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (slope, b)

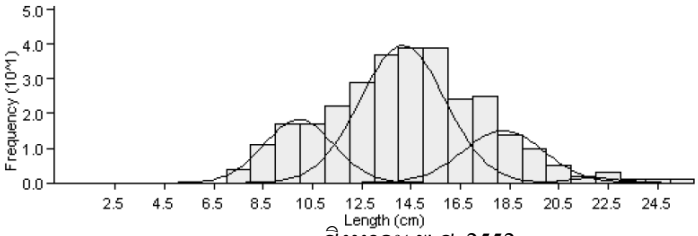
ชนิดปลา	N	r	Intercept	Slope	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t- test* ของ b	รูปแบบการเติบโต
			a	b	S_b		
ปลาทรายแดง							
เพศเมีย	1,364	0.988	0.013	2.992	0.013	-0.668	isometric growth
เพศผู้	1,677	0.991	0.014	2.978	0.010	-2.302	allometric growth
รวมทั้งหมด	3,378	0.989	0.015	2.956	0.007	-6.027	allometric growth
ปลาจวด							
เพศเมีย	1,166	0.981	0.013	3.015	0.017	0.862	isometric growth
เพศผู้	1,466	0.989	0.013	3.023	0.012	1.989	allometric growth
รวมทั้งหมด	3,011	0.989	0.013	3.006	0.008	0.755	isometric growth
ปลาเห็ดโคน							
เพศเมีย	2,330	0.989	0.008	3.019	0.010	1.959	isometric growth
เพศผู้	2,564	0.991	0.008	3.011	0.008	1.457	isometric growth
รวมทั้งหมด	5,103	0.990	0.008	3.006	0.006	0.970	isometric growth

* t-test ของ b เทียบกับ $t_{ตาราง}$ ซึ่งเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

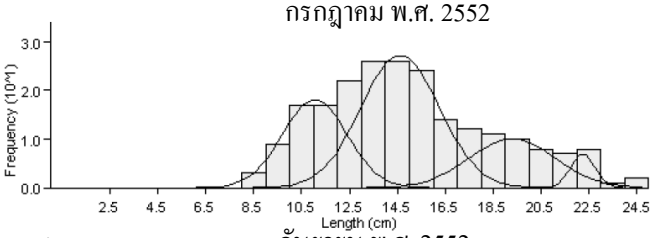
ตารางภาคผนวกที่ 17 การจำแนกกลุ่มปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมพ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



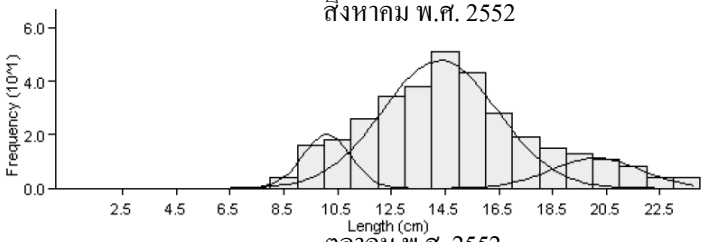
กรกฎาคม พ.ศ. 2552



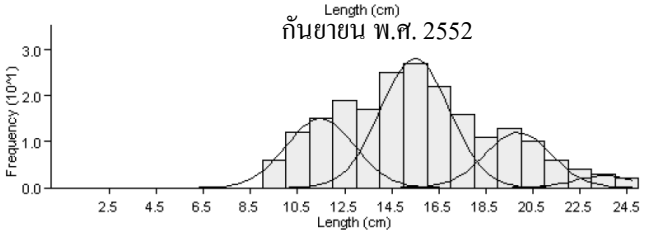
สิงหาคม พ.ศ. 2552



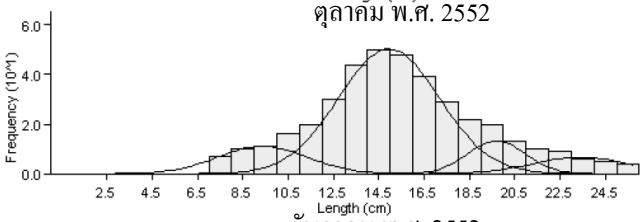
กันยายน พ.ศ. 2552



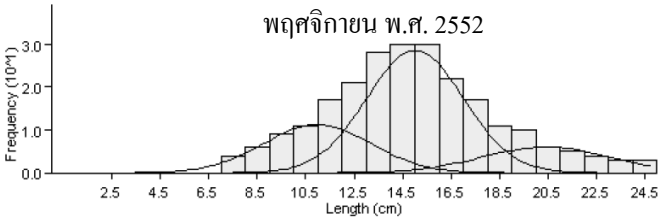
ตุลาคม พ.ศ. 2552



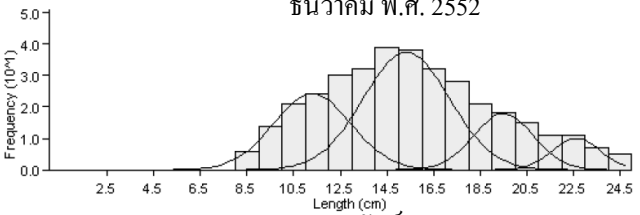
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552



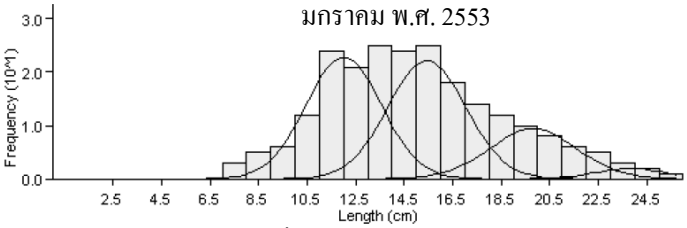
ธันวาคม พ.ศ. 2552



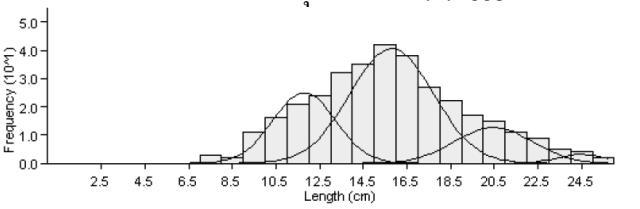
มกราคม พ.ศ. 2553



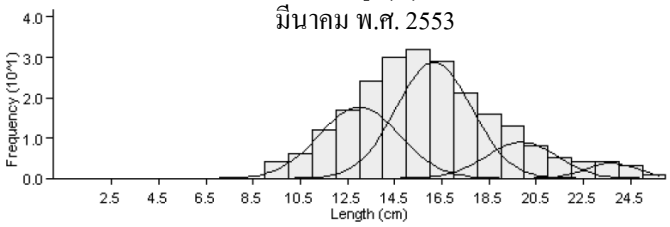
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



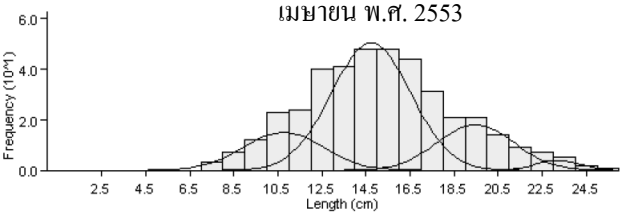
มีนาคม พ.ศ. 2553



เมษายน พ.ศ. 2553

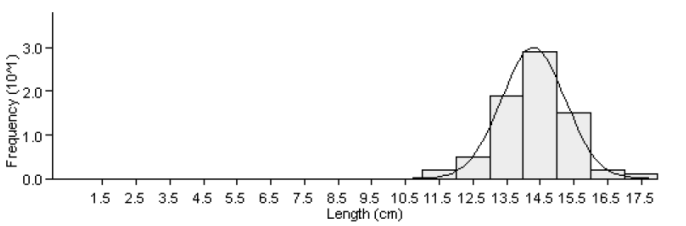


พฤษภาคม พ.ศ. 2553

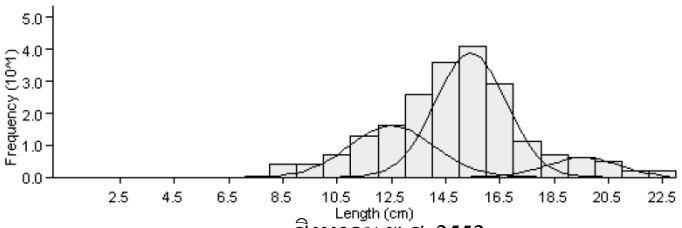


มิถุนายน พ.ศ. 2553

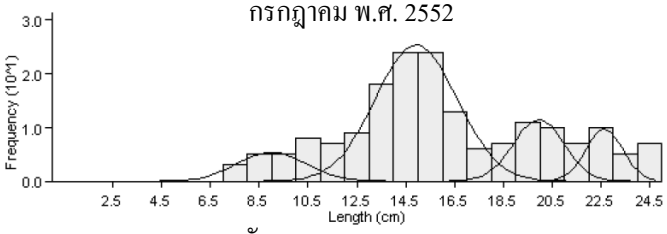
ตารางภาคผนวกที่ 18 การจำแนกกลุ่มปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมพ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



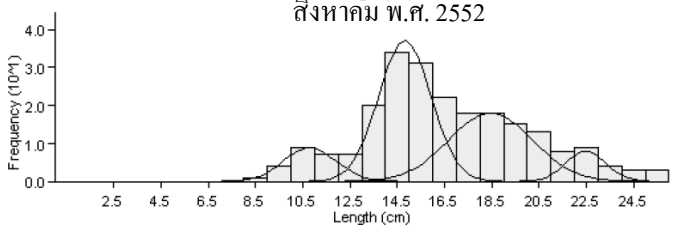
กรกฎาคม พ.ศ. 2552



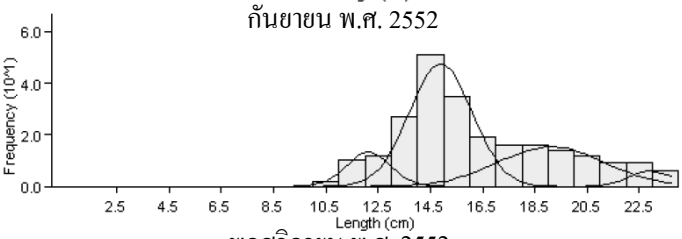
สิงหาคม พ.ศ. 2552



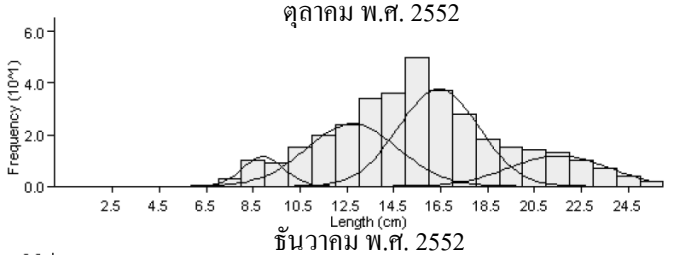
กันยายน พ.ศ. 2552



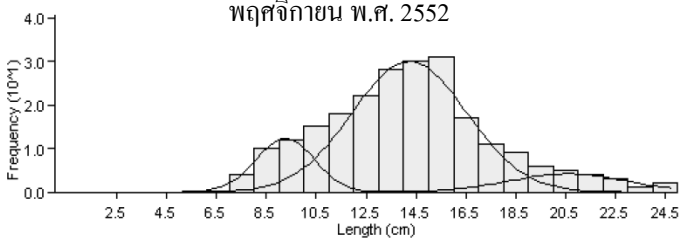
ตุลาคม พ.ศ. 2552



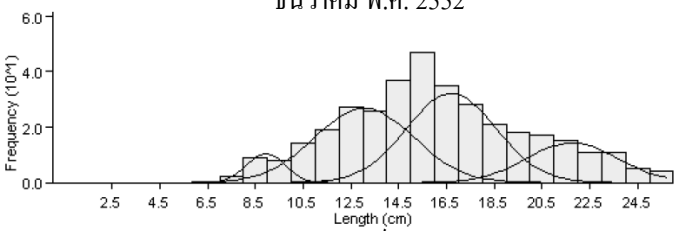
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552



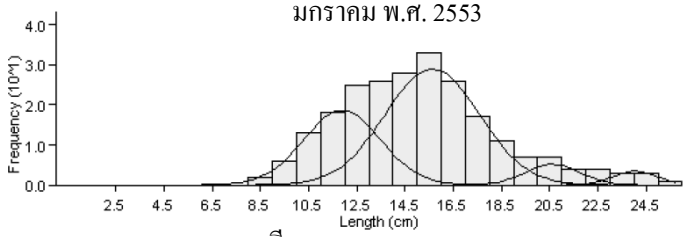
ธันวาคม พ.ศ. 2552



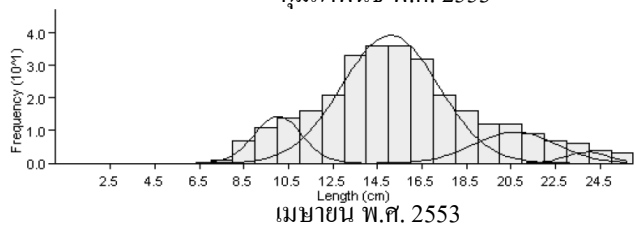
มกราคม พ.ศ. 2553



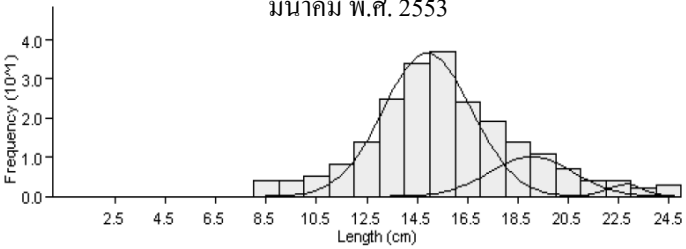
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



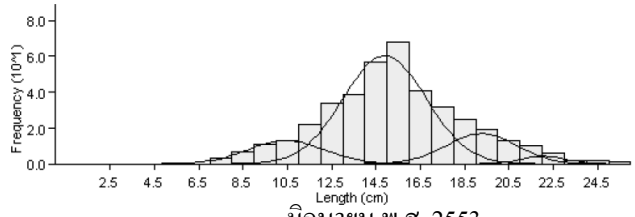
มีนาคม พ.ศ. 2553



เมษายน พ.ศ. 2553

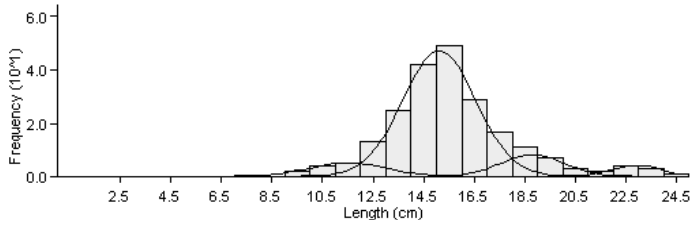


พฤษภาคม พ.ศ. 2553

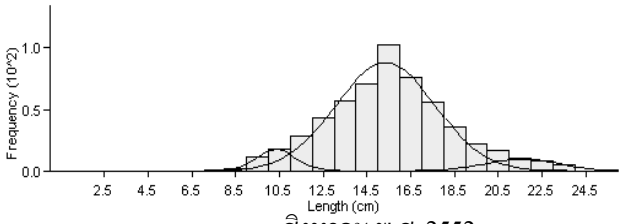


มิถุนายน พ.ศ. 2553

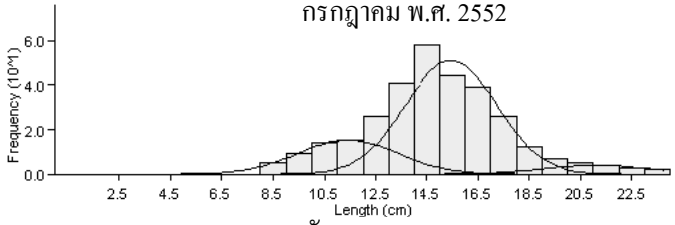
ตารางภาคผนวกที่ 19 การจำแนกกลุ่มปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



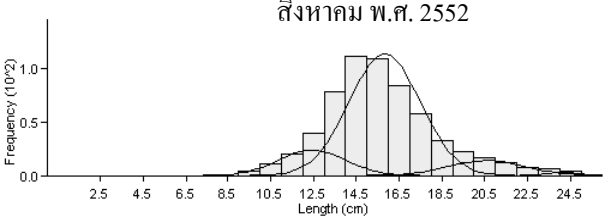
กรกฎาคม พ.ศ. 2552



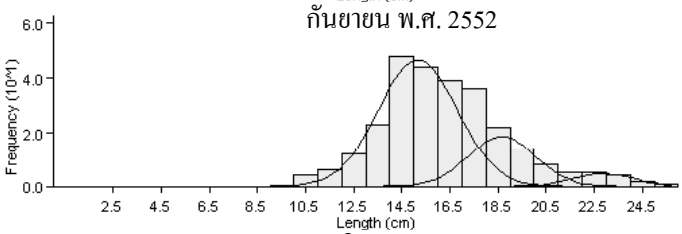
สิงหาคม พ.ศ. 2552



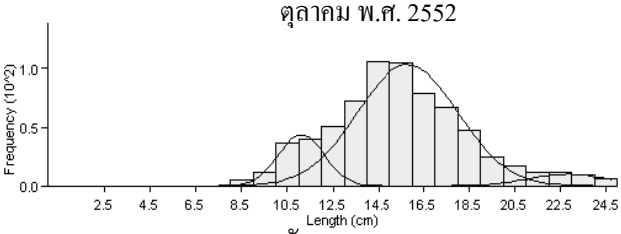
กันยายน พ.ศ. 2552



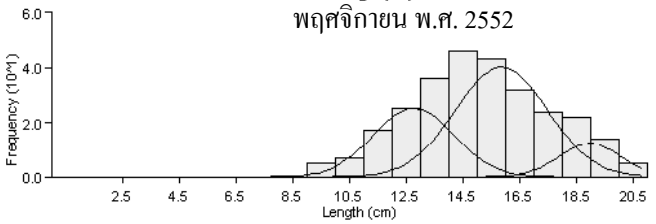
ตุลาคม พ.ศ. 2552



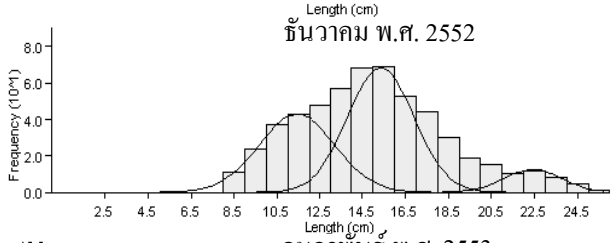
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552



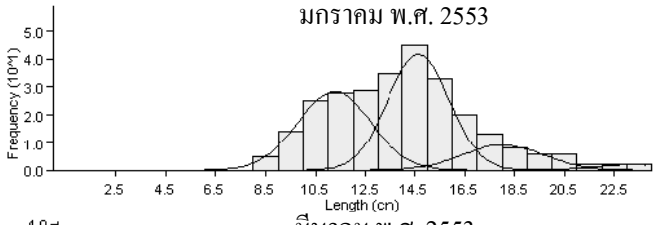
ธันวาคม พ.ศ. 2552



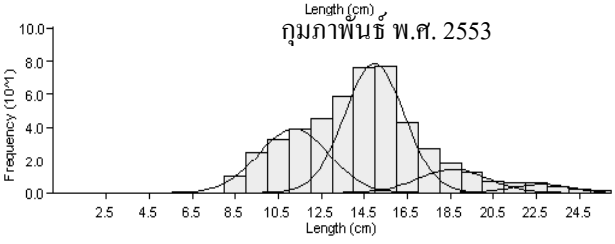
มกราคม พ.ศ. 2553



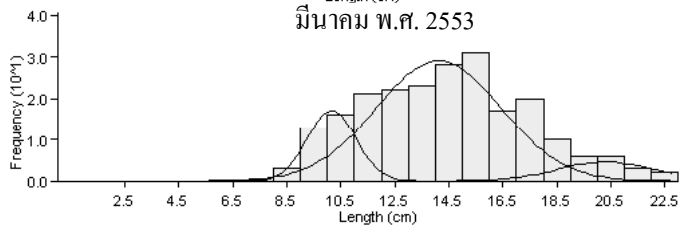
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553



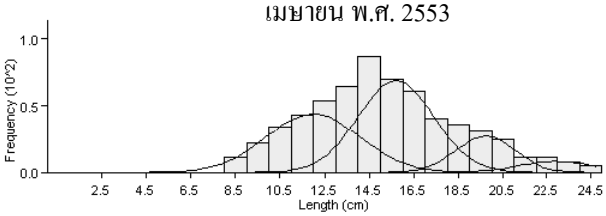
มีนาคม พ.ศ. 2553



เมษายน พ.ศ. 2553



พฤษภาคม พ.ศ. 2553



มิถุนายน พ.ศ. 2553

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการจำแนกรุ่นต่างๆ ในแต่ละเดือนของปลาทรายแดง ปลาจวด และปลาเห็ดโคน

เดือน	ปลาทรายแดง				ปลาจวด				ปลาเห็ดโคน			
	ความยาวเฉลี่ย (ซม.)				ความยาวเฉลี่ย (ซม.)				ความยาวเฉลี่ย (ซม.)			
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
ก.ค.52	8.03	14.22	21.60	-	14.32	-	-	-	10.45	15.09	18.99	22.81
ส.ค.52	9.30	13.75	17.24	23.23	12.12	15.30	19.70		11.40	15.55	20.55	-
ก.ย.52	10.39	14.15	18.71	21.67	10.08	14.81	19.88	23.17	9.85	14.93	21.37	-
ต.ค.52	9.87	14.27	20.11	-	10.65	14.67	18.29	23.48	10.59	15.07	19.75	23.92
พ.ย.52	11.38	15.26	19.82	23.92	11.77	14.59	18.64	22.75	15.36	18.14	23.17	-
ธ.ค.52	8.50	14.81	21.08	25.00	8.33	11.00	15.37	21.31	10.62	15.38	22.71	-
ม.ค.53	8.80	14.59	21.69	-	9.33	14.21	20.49		11.16	14.83	18.79	-
ก.พ.53	10.44	14.72	19.59	23.19	8.41	11.35	15.54	21.29	10.48	15.12	22.20	-
มี.ค.53	12.10	15.42	19.83	23.64	11.67	15.40	20.62	24.27	10.83	14.36	18.11	23.11
เม.ย.53	11.29	15.60	20.70	24.80	9.72	14.93	20.92	24.45	10.61	14.61	18.22	22.73
พ.ค.53	11.06	14.96	18.92	23.78	15.31	15.62	22.87		10.67	15.02	20.87	-
มิ.ย.53	10.54	15.06	19.77	22.07	9.31	14.95	20.36	24.84	10.31	14.65	19.58	23.25

ตารางภาคผนวกที่ 21 การประมาณค่าอัตราการตายรวม (Z) ของปลาทรายแดง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูลเมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 30.23 เซนติเมตร, K เท่ากับ 3.41 ต่อปี และ t_0 เท่ากับ -0.005 ปี

ความยาว L_1- L_2	ผลจับ(ตัว) C	อายุของ L_1 t	Δt	$t\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)$ X	$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right)$ Y
7-8	14	0.072	0.013	0.079	6.989
8-9	39	0.085	0.014	0.092	7.968
9-10	87	0.099	0.014	0.106	8.723
10-11	135	0.113	0.015	0.120	9.113
11-12	188	0.128	0.016	0.136	9.392
12-13	258	0.143	0.017	0.152	9.654
13-14	327	0.160	0.018	0.169	9.833
14-15	396	0.178	0.019	0.187	9.963
15-16	399	0.196	0.020	0.206	9.904
16-17	318	0.216	0.021	0.227	9.607
17-18	249	0.238	0.023	0.249	9.287
18-19	181	0.261	0.025	0.273	8.886
19-20	160	0.286	0.027	0.299	8.673
20-21	117	0.313	0.030	0.328	8.262
21-22	84	0.343	0.034	0.360	7.822
22-23	71	0.377	0.038	0.396	7.532
23-24	44	0.415	0.044	0.437	6.915
24-25	30	0.459	0.051	0.484	6.370
25-26	10	0.510			

Y = -12.4109x + 12.3609 r = 0.9986

a = 12.3609 b = -12.4109 Z = - b = 12.4109

ตารางภาคผนวกที่ 22 การประมาณค่าอัตราการตายรวม (Z) ของปลาจวด บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร, K เท่ากับ 1.81 ต่อปี และ t_0 เท่ากับ 0.02 ปี

ความยาว	ผลจับ(ตัว)	อายุของ L_1	Δt	$t\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)$	$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right)$
L_1- L_2	C	t		X	Y
7-8	13	0.163	0.023	0.175	6.316
8-9	42	0.187	0.025	0.199	7.445
9-10	55	0.211	0.026	0.224	7.670
10-11	84	0.237	0.027	0.250	8.045
11-12	122	0.264	0.028	0.278	8.369
12-13	182	0.292	0.030	0.307	8.716
13-14	291	0.322	0.032	0.338	9.130
14-15	418	0.354	0.033	0.370	9.433
15-16	438	0.387	0.036	0.405	9.417
16-17	297	0.423	0.038	0.442	8.962
17-18	206	0.461	0.041	0.481	8.525
18-19	162	0.502	0.044	0.524	8.207
19-20	134	0.546	0.048	0.570	7.934
20-21	115	0.594	0.053	0.620	7.690
21-22	85	0.646	0.058	0.676	7.287
22-23	75	0.705	0.065	0.737	7.051
23-24	47	0.770	0.074	0.806	6.458
24-25	33	0.843	0.085	0.886	5.961
25-26	14	0.928			

Y = -6.4278x + 11.6646 r = 0.9967

a = 11.6646 b = -6.4278 Z = - b = 6.4278

ตารางภาคผนวกที่ 23 การประมาณค่าอัตราการตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร, K เท่ากับ 2.34 ต่อปี และ t_0 เท่ากับ -0.0047 ปี

ความยาว L_1- L_2	ผลจับ(ตัว) C	อายุของ L_1 t	Δt	$t\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)$ X	$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right)$ Y
8-9	37	0.089	0.020	0.099	7.523
9-10	90	0.109	0.021	0.119	8.364
10-11	167	0.130	0.022	0.141	8.931
11-12	208	0.152	0.023	0.163	9.098
12-13	289	0.175	0.025	0.187	9.371
13-14	427	0.200	0.026	0.213	9.702
14-15	663	0.226	0.028	0.240	10.079
15-16	710	0.253	0.030	0.268	10.080
16-17	557	0.283	0.032	0.299	9.765
17-18	427	0.315	0.035	0.332	9.421
18-19	283	0.350	0.038	0.369	8.926
19-20	183	0.387	0.041	0.408	8.398
20-21	130	0.429	0.046	0.451	7.954
21-22	76	0.474	0.051	0.500	7.304
22-23	72	0.525	0.058	0.554	7.123
23-24	51	0.583	0.067	0.617	6.631
24-25	25	0.651	0.080	0.691	5.747
25-26	5	0.731			

Y = -9.9978x + 12.6087 r = 0.9925

a = 12.6087 b = -9.9978 Z = - b = 9.9978

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาทรายแดงว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่

Regression Statistics	
Multiple R	0.148996
R Square	0.0222
Adjusted R Square	-0.05302
Standard Error	0.13397
Observations	15

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.005297	0.005297	0.295149	0.596133
Residual	13	0.233325	0.017948		
Total	14	0.238622			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	0.471685	0.136557	3.454122	0.004274
X Variable 1	-0.00435	0.008006	-0.54328	0.596133

ตารางภาคผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาจวดว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่

Regression Statistics	
Multiple R	0.137822
R Square	0.018995
Adjusted R Square	-0.05647
Standard Error	0.153919
Observations	15

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.005963	0.005963	0.251716	0.624259
Residual	13	0.307982	0.023691		
Total	14	0.313946			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	0.45251	0.165805	2.729169	0.017209
X Variable 1	-0.00461	0.009198	-0.50171	0.624259

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคนว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่

Regression Statistics	
Multiple R	0.065717
R Square	0.004319
Adjusted R Square	-0.06206
Standard Error	0.160432
Observations	17

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.001675	0.001675	0.065062	0.802131
Residual	15	0.386077	0.025738		
Total	16	0.387751			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	0.407886	0.136707	2.983652	0.009276
X Variable 1	-0.00203	0.007943	-0.25507	0.802131

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.986942
R Square	0.974054
Adjusted R Square	0.970811
Standard Error	0.186156
Observations	10

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	10.40796	10.40796	300.3376	1.25×10^{-7}
Residual	8	0.277234	0.034654		
Total	9	10.68519			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	5.421038	0.333164	16.27137	2.05×10^{-7}
X Variable 1	-0.35519	0.020495	-17.3303	1.25×10^{-7}

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.963593
R Square	0.928512
Adjusted R Square	0.921364
Standard Error	0.381226
Observations	12

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	18.87649	18.87649	129.8843	4.74×10^{-7}
Residual	10	1.453331	0.145333		
Total	11	20.32982			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	5.710885	0.553016	10.3268	1.18×10^{-7}
X Variable 1	-0.36332	0.03188	-11.3967	4.74×10^{-7}

ตารางภาคผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.992211
R Square	0.984482
Adjusted R Square	0.982758
Standard Error	0.13979
Observations	11

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	11.15743	11.15743	570.9662	$1.88 \text{ X } 10^{-9}$
Residual	9	0.175872	0.019541		
Total	10	11.3333			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	4.630294455	0.223922	20.67812	$6.76 \text{ X } 10^{-9}$
X Variable 1	-0.318482623	0.013328	-23.8949	$1.88 \text{ X } 10^{-9}$

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.969017
R Square	0.938994
Adjusted R Square	0.932893
Standard Error	0.348148
Observations	12

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	18.65593	18.65593	153.9175	2.13×10^{-7}
Residual	10	1.212074	0.121207		
Total	11	19.868			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	5.525008	0.476537	11.59409	4.03×10^{-7}
X Variable 1	-0.36119	0.029114	-12.4063	2.13×10^{-7}

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.947847
R Square	0.898414
Adjusted R Square	0.889179
Standard Error	0.413021
Observations	13

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	16.59513	16.59513	97.28286	8.48×10^{-7}
Residual	11	1.876451	0.170586		
Total	12	18.47159			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	4.755018	0.547875	8.679026	2.99×10^{-6}
X Variable 1	-0.30196	0.030615	-9.86321	8.48×10^{-7}

ตารางภาคผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.994788
R Square	0.989604
Adjusted R Square	0.988449
Standard Error	0.122389
Observations	11

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	12.83275	12.83275	856.717	3.09×10^{-10}
Residual	9	0.134811	0.014979		
Total	10	12.96756			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	4.96182	0.196048	25.30925	1.13×10^{-9}
X Variable 1	-0.34156	0.011669	-29.2697	3.09×10^{-10}

ตารางภาคผนวกที่ 33 จำนวน และเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาทรายแดงเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

	เพศเมีย			เพศผู้			เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์	
เดือน	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	เพศเมีย	เพศผู้
ก.ค.52	25	21	46	46	35	81	45.65	43.21
ส.ค.52	64	40	104	87	62	149	38.46	41.61
ก.ย.52	42	37	79	62	53	115	46.84	46.09
ต.ค.52	71	54	125	101	77	178	43.20	43.26
พ.ย.52	43	40	83	62	53	115	48.19	46.09
ธ.ค.52	82	72	154	106	96	202	46.75	47.52
ม.ค.53	49	39	88	64	55	119	44.32	46.22
ก.พ.53	49	104	153	55	113	168	67.97	67.26
มี.ค.53	36	67	103	37	63	100	65.05	63.00
เม.ย.53	42	110	152	41	110	151	72.37	72.85
พ.ค.53	31	81	112	27	80	107	72.32	74.77
มิ.ย.53	94	70	164	105	87	192	42.68	45.31

ตารางภาคผนวกที่ 34 จำนวน และเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาจวดเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

	เพศเมีย			เพศผู้			เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์	
เดือน	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	เพศเมีย	เพศผู้
ก.ค.52	9	27	36	10	26	36	75.00	72.22
ส.ค.52	24	60	84	29	62	91	71.43	68.13
ก.ย.52	36	33	69	45	40	85	47.83	47.06
ต.ค.52	50	44	94	56	51	107	46.81	47.66
พ.ย.52	53	46	99	67	60	127	46.46	47.24
ธ.ค.52	65	59	124	87	80	167	47.58	47.90
ม.ค.53	41	38	79	58	52	110	48.10	47.27
ก.พ.53	68	61	129	96	85	181	47.29	46.96
มี.ค.53	44	37	81	65	57	122	45.68	46.72
เม.ย.53	50	43	93	84	74	158	46.24	46.84
พ.ค.53	28	75	103	26	71	97	72.82	73.20
มิ.ย.53	54	121	175	65	120	185	69.14	64.86

ตารางภาคผนวกที่ 35 จำนวน และเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

	เพศเมีย			เพศผู้			เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์	
เดือน	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	เพศเมีย	เพศผู้
ก.ค.52	31	79	110	30	77	107	71.82	71.96
ส.ค.52	83	202	285	72	189	261	70.88	72.41
ก.ย.52	33	111	144	39	106	145	77.08	73.10
ต.ค.52	59	252	311	71	226	297	81.03	76.09
พ.ย.52	24	114	138	27	108	135	82.61	80.00
ธ.ค.52	182	136	318	210	150	360	42.77	41.67
ม.ค.53	70	55	125	81	66	147	44.00	44.90
ก.พ.53	125	101	226	152	128	280	44.69	45.71
มี.ค.53	68	43	111	90	57	147	38.74	38.78
เม.ย.53	120	83	203	153	100	253	40.89	39.53
พ.ค.53	51	39	90	67	53	120	43.33	44.17
มิ.ย.53	148	121	269	171	141	312	44.98	45.19

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับความยาวของปลาทรายแดง

Regression Statistics	
Multiple R	0.985547
R Square	0.971302
Adjusted R Square	0.971263
Standard Error	0.077884
Observations	735

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	150.4904	150.4904	24808.86	0
Residual	733	4.446374	0.006066		
Total	734	154.9368			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.38302	0.053917	-81.2925	0
X Variable 1	3.013872	0.019135	157.5083	0

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับความยาวของปลาจวด

Regression Statistics	
Multiple R	0.982099
R Square	0.964518
Adjusted R Square	0.964463
Standard Error	0.08212
Observations	644

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	117.6872	117.6872	17451.57	0
Residual	642	4.329422	0.006744		
Total	643	122.0166			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.21566	0.063896	-65.9765	$3.3X\ 10^{-288}$
X Variable 1	2.974881	0.022519	132.1044	0

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับความยาวของปลาเห็ดโคน

Regression Statistics	
Multiple R	0.988483
R Square	0.977099
Adjusted R Square	0.977082
Standard Error	0.06696
Observations	1335

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	255.0073	255.0073	56875	0
Residual	1333	5.976699	0.004484		
Total	1334	260.984			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-5.06522	0.036353	-139.334	0
X Variable 1	3.108061	0.013033	238.4848	0

ตารางภาคผนวกที่ 39 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ.สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

1. อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	28.19 ± 0.27	28.16 ± 0.16	28.36 ± 0.30	28.28 ± 0.33	28.24 ± 0.27
ต.ค. 52	28.97 ± 0.05	28.98 ± 0.10	28.77 ± 0.12	28.55 ± 0.10	28.82 ± 0.20
ธ.ค. 52	28.96 ± 0.05	28.94 ± 0.11	29.08 ± 0.12	28.99 ± 0.12	28.99 ± 0.11
ก.พ. 53	29.23 ± 0.12	29.38 ± 0.20	29.37 ± 0.21	29.33 ± 0.15	29.33 ± 0.18
เม.ย. 53	30.82 ± 0.37	29.77 ± 0.10	29.91± 0.20	29.88 ± 0.08	30.09 ± 0.48
มิ.ย. 53	28.91± 0.19	28.81 ± 0.21	28.94 ± 0.11	29.04 ± 0.05	28.93 ± 0.17
รวม	29.19 ± 0.86	29.01 ± 0.54	29.09 ± 0.53	29.04 ± 0.55	29.08 ± 0.63

2. ความลึก (เมตร)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	10.33±2.45	9.92±2.63	8.41±0.25	9.64±2.21	9.53±2.14
ต.ค. 52	8.83±1.06	11.28±2.82	9.21±0.58	8.17±0.16	9.37±1.86
ธ.ค. 52	7.27 ± 0.71	8.07±0.55	8.35±1.11	9.64±3.29	8.33±1.92
ก.พ. 53	10.80±2.61	10.37±2.57	10.39±2.88	9.59±1.40	10.29±2.37
เม.ย. 53	11.71±2.24	12.03±1.33	9.67±1.36	10.08±1.86	10.87±1.96
มิ.ย. 53	9.13±1.17	9.45±1.47	9.74±3.09	10.81±2.38	9.78±2.17
รวม	9.73±2.34	10.09±2.31	9.30±1.99	9.74±2.19	9.72±2.22

ตารางภาคผนวกที่ 39 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ.สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ต่อ)

3. ความโปร่งแสง (เมตร)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	4.01±0.91	3.77±0.92	3.28±0.09	3.70±0.73	3.67±0.76
ต.ค. 52	3.69±0.78	4.36±1.03	3.90±0.43	3.23±0.05	3.79±0.76
ธ.ค. 52	2.83±0.21	3.15±0.40	3.52±0.52	3.82±1.21	3.33±0.76
ก.พ. 53	4.50±0.89	4.14±0.88	4.20±1.21	3.89±0.59	4.18±0.90
เม.ย. 53	4.60±0.75	4.83±0.29	4.06±0.63	4.00±0.57	4.37±0.66
มิ.ย. 53	3.58±0.46	3.84±0.62	3.88±1.15	4.23±0.88	3.88±0.82
รวม	3.88±0.92	3.98±0.87	3.80±0.82	3.85±0.79	3.88±0.85

4. ความเค็ม (ppt)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	32.34±0.13	32.32±0.20	32.01±0.15	32.54±0.07	32.31±0.24
ต.ค. 52	32.13±0.12	32.18±0.17	32.42±0.13	32.03±0.10	32.19±0.19
ธ.ค. 52	31.97±0.15	31.97±0.15	32.54±0.07	32.28±0.21	32.19±0.29
ก.พ. 53	32.81±0.19	33.29±0.36	34.06±0.12	33.94±0.11	33.53±0.55
เม.ย. 53	34.13±0.11	34.08±0.11	34.31±0.22	33.89±0.18	34.10±0.22
มิ.ย. 53	33.94±0.17	34.17±0.22	33.96±0.14	33.64±0.16	33.93±0.25
รวม	32.93±0.88	33.05±0.93	33.26±0.94	33.12±0.79	33.09±0.89

ตารางภาคผนวกที่ 39 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จ.สตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ต่อ)

5. ความเป็นกรดเป็นด่าง

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	7.01±0.07	7.39±0.45	7.57±0.15	7.30±0.39	7.37±0.38
ต.ค. 52	8.09±0.07	7.91±0.12	7.36±0.14	7.99±0.05	7.84±0.31
ธ.ค. 52	7.91±0.27	7.94±0.16	7.55±0.15	7.44±0.11	7.71±0.28
ก.พ. 53	8.36±0.04	8.23±0.17	8.29±0.11	8.32±0.06	8.30±0.11
เม.ย. 53	8.41±0.10	8.51±0.14	8.45±0.11	8.55±0.10	8.48±0.12
มิ.ย. 53	8.01±0.10	8.04±0.06	7.79±0.21	7.63±0.16	7.86±0.22
รวม	7.96±0.50	8.04±0.37	7.86±0.42	7.86±0.51	7.93±0.45

6. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	เฉลี่ย
ส.ค. 52	6.33±0.11	6.01±0.09	6.04±0.17	6.13±0.15	6.08±0.22
ต.ค. 52	6.03±0.12	6.18±0.14	6.92±0.10	6.99±0.09	6.53±0.45
ธ.ค. 52	5.58±0.18	6.08±0.04	6.00±0.11	6.49±0.35	6.04±0.38
ก.พ. 53	5.31±0.05	5.53±0.29	6.15±0.03	6.19±0.07	5.80±0.41
เม.ย. 53	6.07±0.13	6.23±0.05	6.48±0.14	6.38±0.49	6.29±0.30
มิ.ย. 53	6.95±0.07	6.94±0.16	6.31±0.14	6.79±0.35	6.75±0.33
รวม	6.05±0.56	6.13±0.47	6.28±0.31	6.47±0.41	6.23±0.47

ประวัติผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ หัวหน้าโครงการ

ประวัติการศึกษา/ผลงานการศึกษา

Dr.Sc.(Aquaculture Genetics) Agriculture Univ. of Norway

วท.ม. (ชีววิทยาทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.บ. (ชีววิทยาทางทะเลและการประมง) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงาน ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ถนนกาญจนวณิชย์ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
รหัสไปรษณีย์ 90112

โทรศัพท์ 074 - 286206

โทรสาร 074 - 558807

E-mail jarunee.ch@psu.ac.th

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย

งานสอน

2540- ปัจจุบัน

ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

- วิชาชีววิทยาประมง กฎหมายประมง การปรับปรุงพันธุ์ปลา สัมมนาและปัญหาพิเศษ

ระดับปริญญาโท สาขาวิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

- วิชาวาริชศาสตร์ วิทยาศาสตร์การประมง พันธุศาสตร์ปริมาณเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ปลา สัมมนา เทคโนโลยีชีวภาพทางทะเลชั้นสูง และหัวข้อพิเศษทางวาริชศาสตร์
- ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

งานวิจัย 5 ปี ย้อนหลัง

2544 -2546 โครงการนำร่องการจัดการและฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งจังหวัดปัตตานี

2546-2547 โครงการการจัดการทรัพยากรลุ่มน้ำโดยชุมชนมีส่วนร่วม : การถ่ายทอดเทคโนโลยี การจัดทำเนียบและอนุรักษ์ความหลากหลายของพันธุ์ปลาบนพื้นที่ต้นน้ำ คลองลำแชง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

2547-2549 โครงการติดตามและประเมินผลโครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ : การศึกษาสภาวะประมงในพื้นที่โครงการ

2548-2549 A technical assessment for determining the level of fishing capacity, impact of tsunami on fishery resource and identification of resources assess and other fishery-related issues in the impacted areas, supported by FAO Regional Office for Asia and the Pacific (member, research team).

2549-2550 โครงการศึกษาผลกระทบต่อพื้นที่ทะเลและทรัพยากรชายฝั่งจากการดำเนิน โครงการพัฒนาฐานการผลิตอาหารทะเลของประเทศ (Sea Food Bank) สนับสนุนโดยสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคม แห่งชาติ (หัวหน้าโครงการ)

ผลงานวิจัย

Chiayvareesajja, J., K. H. RØed, A.E. Eknath, J.C. Danting, M.P. De Vera and H.B. Bentsen. 1999. Genetic variation in lytic activities of blood serum from Nile tilapia and genetic associations with survival and body weight. Aquaculture 175: 49-62.

Chiayvareesajja, S., **J. Chiayvareesajja**, N. Rittibhonbhun and P. Wiriyachitra. 1997. The toxicity of five native Thai plants to aquatic organisms. Asian Fisheries Science 9: 261-267.

Lund, T., **J. Chiayvareesajja**, H. J. S. Larsen and K. H. RØed. 1995. Antibody response after immunization as a potential indirect marker for improved resistance against furunculosis. Fish & Shellfish Immunol. 5: 109-119.

Junpramuk, J. and S. Chiayvareesajja. 1988. Effect of salinity and pH on mortality rate of oyster (*Crassostrea* sp.). Songklanakarin J. Sci. Technol. 10: 51-57. (in Thai)

Junpramuk, J., S. Chiayvareesajja and S. Angsupanich. 1987. Abundance of oyster spats (*Crassostrea* sp.) in Klong Nathap. Thai Fisheries Gazette 40: 485-491. (in Thai)

Chiayvareesajja S. and **J. Junpramuk**. 1987. Oyster spats (*Crassostrea* sp.) collection by using different substratum. Songklanakarin J. Sci. Technol. 9: 375-379. (in Thai)

นิติกร ผิวผ่อง , วัฒนา วัฒนกุล , สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ และ**จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ**. 2550. การผลิตปลาหมอไทย (*Anabas testudineus* Bloch) 2n ด้วยวิธีไจโนเจเนซีส. วารสารการประมง (60) : 13-19.

งานบริการวิชาการ

2540-ปัจจุบัน

- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาผลงานทางวิชาการเพื่อขอกำหนดตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาผลงานทางวิชาการเพื่อขอกำหนดตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

- ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบต้นฉบับ เพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร เช่น วารสารสงขลานครินทร์

- ผู้พิจารณาคุณภาพโครงการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

- ผู้ร่วมโครงการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการศึกษา การอนุรักษ์และคุ้มครองพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญ: เขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย

- คณะทำงานโครงการประเมินความสำเร็จของโครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ

- กรรมการพัฒนาความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- ผู้ประเมินผลโครงการการจัดการทรัพยากรชายฝั่งภาคใต้ (DANCED)

- รองประธานกรรมการบริหารมูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

- กรรมการบริหารมูลนิธิอันดามัน