



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การประมง

ชีววิทยาประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาแพะ (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขง
บริเวณจังหวัดหนองคาย

Biology and Population Dynamics of Bocourti's Catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage,
1880) in the Mekong River, Nong Khai Area

นามผู้วิจัย นายฉัตรชัย ปรีชา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ธนัญญา ทรรพนันท์ ใจดี, ปร.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ทวนทอง จุฑาเกตุ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนงค์ จีระภัทร์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาแพะ (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขง
บริเวณจังหวัดหนองคาย

Biology and Population Dynamics of Bocourti's Catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880)
in the Mekong River, Nong Khai Area

โดย

นายฉัตรชัย ปรีชา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การประมง)

พ.ศ. 2555

ฉัตรชัย ปรีชา 2555: ชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาเผา (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย ปรินญาปรินญาคุณฐิติบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) สาขาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาชีววิทยาประมง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ธนัญญา ทรรพนันท์ ใจดี, ปร.ค. 94 หน้า

ศึกษาชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาเผา (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย ด้วยเครื่องมืออวนลอย ขนาดช่องตา 4, 7, 9 และ 14 ซม. จำนวน 5 สถานี ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ได้ตัวอย่างทั้งสิ้น 2,763 ตัว มีพิสัยความยาวเหยียดเท่ากับ 9.3 – 55.5 ซม. ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสถานีและเดือน ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด (TL) และน้ำหนัก (W) อยู่ในรูปสมการ $W = 0.0077TL^{3.0056}$ มีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก อัตราส่วนเพศผู้ มีมากกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ (ผู้ : เมีย = 1 : 1.38) ปัจจัยสภาพแวดล้อมมีความผันแปรตามฤดูกาลในรอบปี ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาเพศผู้ และปลาเผาเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 24.41 และ 23.28 ซม. ตามลำดับ ความตกไข่เฉลี่ย $95,671 \pm 99,285$ ฟอง ความสัมพันธ์ระหว่างความตกไข่ (Fe) และความยาวเหยียด อยู่ในรูปสมการ $Fe = 0.0115TL^{4.1330}$ ฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ คือเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม โดยมีแหล่งสืบพันธุ์วางไข่คือบริเวณอำเภอบึงกาฬ ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนที่ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลพบว่า ค่าความยาวอนันต์ เท่ากับ 57.62 ซม. ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง เท่ากับ 0.56 ต่อปี ค่าอายุของปลาเผาเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์เท่ากับ -0.0163 ปี ค่าแอมพลิจูด เท่ากับ 0.7 และค่าจุดในฤดูหนาว เท่ากับ 0.9 โดยปลาเผาที่มีอายุเท่ากับ 5.35 ปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, จากการประมง และจากธรรมชาติเท่ากับ 2.29, 1.25 และ 1.04 ต่อปีตามลำดับ มีรูปแบบการทดแทนหนึ่งครั้งในรอบปี สูงสุดในเดือนมิถุนายน มีความยาวแรกทดแทนเท่ากับ 10.0 ซม. จำนวนการทดแทน 6,794 ตัว แบบแผนการประมงจะตอบสนองต่ออัตราการตายโดยการประมงที่เพิ่มขึ้นตามความยาว อัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน (E) เท่ากับ 0.54 ค่า E ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มเท่ากับ 0.34 ค่า E ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์สูงสุดเท่ากับ 0.64 ซึ่งยังคงเกินกว่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ผลผลิตผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนเท่ากับ 2.44 ตัน และมูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืนเท่ากับ 141,755.39 บาท ความยาวที่เหมาะสมในการจับของอวนแต่ละขนาดคือ 11.60, 20.29, 26.09 และ 40.59 ซม. ตามลำดับ การทำประมงด้วยอวนลอยขนาดตา 9 ซม. และผลจับรวมไม่เกินไปละ 2.44 ตัน จะเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรปลาเผาในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคายให้มีความยั่งยืนต่อไป

Chatchai Preecha 2012: Biology and Population Dynamics of Bocourti's Catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) in the Mekong River, Nong Khai Area. Doctor of Philosophy (Fisheries Science), Major Field: Fisheries Science, Department of Fishery Biology. Thesis Advisor: Associate Professor Thanitha Thapanand-Chaidee, Ph.D. 94 pages.

Biology and Population Dynamics of bocourti's catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) were studied in the Mekong River, Nong Khai Area. The samples were collected monthly by gillnets of mesh size; 4, 7, 9 and 14 cm (stretched mesh), from September 2007 to October 2008. A total of 2,673 fish were caught in size range from 9.3-55.5 cm. Catch per unit effort was significantly different station and month. The relationship between total length (TL) and body weight (W) was $W=0.0077TL^{3.0056}$ and complied by isometric growth pattern. The sex ratio of males > females was significantly noticeable (male: female = 1:1.38). The weather conditions varied moderately. The size at first maturity of male and female were 24.41 and 23.28 cm. The average fecundity was $95,671 \pm 99,285$ eggs. The relationship between fecundity (Fe) and total length was $Fe=0.0115TL^{4.1330}$. The spawning season was between April to July and Bueng Kan district was spawning area. The obtained parameters from the seasonal VBGF were fitted to the LFD as: asymptotic length = 57.62 cm TL, curvature parameter = 0.56 yr^{-1} , the theoretical age at length zero = -0.0163 yr, amplitude = 0.7 and winter point = 0.9. The life-span was estimated at 5.35 year. The instantaneous total, fishing and natural mortality coefficients were 2.29, 1.25 and 1.04 yr^{-1} , respectively. The recruitment pattern was one peak in a year and maximum in June. Length at first recruitment as 10.0 cm. The number of substitutes was 6,794 fish. Fishing pattern responded to the instantaneous fishing mortality rate which, increased with the length. The exploitation rate at 50% of the unexploited B^0/R was 0.34. Furthermore, the estimated Y^0/R at maximum exploitation rate was 0.64, which was still beyond the current exploitation rate. The maximum relative yield per recruit was 0.64. The maximum sustainable yield and the maximum economic yield were 2.44 ton and 141,755.39 Baht respectively. The optimal retention lengths of *P. bocourti* were estimated as 11.6, 20.3, 26.1 and 40.6 cm respectively. The *P. bocourti* were caught by gillnet, mesh sizes less than 9 cm and the MSY was less than 2.44 ton would conserve *P. bocourti* and sustainable resources for this vital fish are a growing concern in the Mekong River, Nong Khai area.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธนิษฐา ทรพจน์ ใจดี ประธาน
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่ง
เสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เมธิ แก้วเนิน ประธานการสอบ และ
ดร. ศราวุธ เจาะ โส๊ะ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาชีววิทยาประมงทุกท่าน โดยเฉพาะผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ธีระ เล็กชลยุทธ ที่ให้การอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ
มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและการวิจัย ขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการวิจัย
พลศาสตร์การประมงทุกคนที่ได้ช่วยเก็บตัวอย่าง และช่วยวิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณครอบครัวสาว
กูด และครอบครัวปรีชาทุกคน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยในทุกเรื่องด้วยดีเสมอมา สุดท้ายขอขอบคุณ
ชาวประมงทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมตัวอย่างตลอดระยะเวลาการวิจัย

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดที่เกิดจากจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณยาย บิดา
และมารดาที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน และให้การสนับสนุนการเรียนด้วยดีเสมอมา

ฉัตรชัย ปรีชา
เมษายน 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	28
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	40
ผลการศึกษา	40
วิจารณ์ผล	64
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	80
ภาคผนวก	89
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	94

สารบัญตาราง

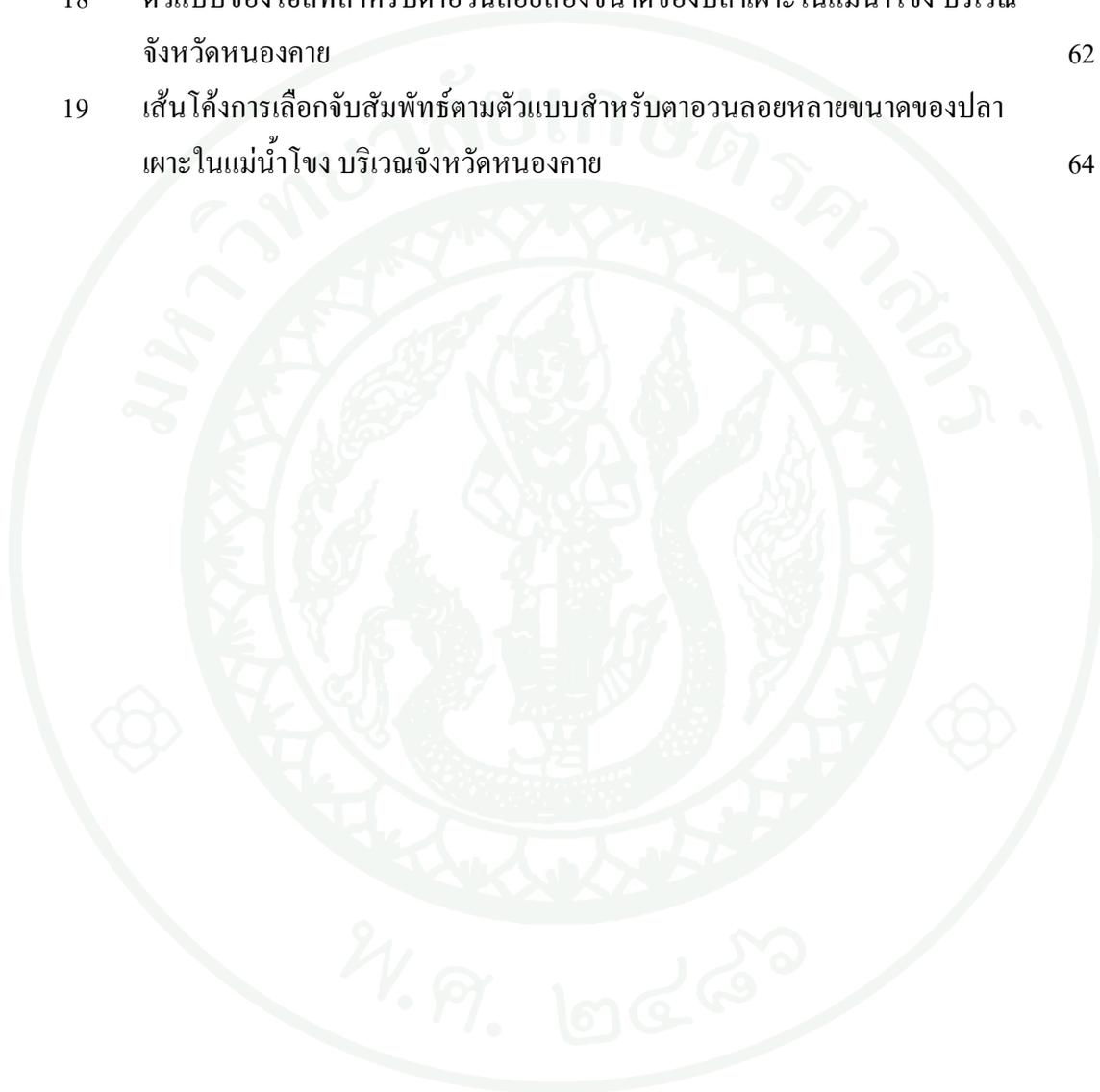
ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	40
2	ผลจับรวมของปลาเผาในรูปของจำนวน (ตัว) และน้ำหนัก (กิโลกรัม) แยกตามเพศ	41
3	ผลจับรวมของปลาเผาในรูปของจำนวน (ตัว) และน้ำหนัก (กิโลกรัม) แยกตามสถานี	41
4	ผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย (กิโลกรัมต่อวันต่อลำ)	43
5	อัตราส่วนเพศของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย แยกตามเดือน	44
6	อัตราส่วนเพศของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย แยกตามสถานี	45
7	รูปแบบการเติบโตของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	45
8	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (ต่อปี) และจำนวนประชากรปลาเผาที่รอดชีวิต (ตัว) ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	57
9	ราคาของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย (จำแนกตามกลุ่มความยาว)	59
10	ตัวแบบการทำนายของชอมพ์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	59
11	ความยาวและอายุที่เหมาะสมของปลาเผาในแต่ละขนาดตาอวน (ซม.)	63
ตารางผนวกที่		
1	ความถี่ของตามความยาว (LFD) ของปลาเผา (อันตรภาคชั้นเท่ากับ 2 ซม.)	90
2	อุณหภูมิมิวน้ำในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	92
3	การแบ่งระยะพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์	93

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แม่น้ำโขง	6
2	ปลาเผาะ <i>Pangasius bocourti</i> (Sauvage, 1880) (ความยาวเหยียด 28.5 เซนติเมตร)	8
3	การแพร่กระจายของปลาเผาะ ในแม่น้ำโขง	11
4	แผนที่จังหวัดหนองคายและสถานีเก็บตัวอย่าง	29
5	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	46
6	ปัจจัยสภาวะของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	47
7	ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาะเพศผู้ (บน) และปลาเผาะเพศเมีย (ล่าง) ในแม่น้ำ โขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	48
8	ดัชนีสมบูรณ์เพศของปลาเผาะเพศผู้ และเพศเมียในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัด หนองคาย	49
9	ความดกไข่ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	50
10	องค์ประกอบผลจับในรูปความยาว (LFD) อันตรภาคชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร ของ ปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	52
11	เส้นโค้งการเติบโต (VBGF) ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลของปลาเผาะในแม่น้ำ โขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	53
12	ประมาณค่า Z ตามวิธีการของ Jones and Van Zalinge ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	53
13	รูปแบบการทดแทนของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	54
14	ความยาวแรกจับ (L_c) ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	55
15	ผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ และมวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	56
16	การวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำของปลาเผาะ ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	57
17	ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) และมูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน (MEY) ของปลาเผาะในแม่น้ำ โขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	61

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ตัวแบบของโหนดสำหรับตาอวนลอยสองขนาดของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	62
19	เส้นโค้งการเลือกจับสัมพัทธ์ตามตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาดของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย	64



คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

a	=	จุดตัดแกน Y ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก
b	=	ค่าความชันในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก
B	=	มวลชีวภาพ
B'/R	=	มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์
BW	=	น้ำหนักตัวของสัตว์น้ำ
C	=	แอมพลิจูด (0-1) (ใน ELEFAN การเติบโตตามฤดูกาล)
C	=	ผลจับเป็นจำนวนตัวในการวิเคราะห์หุ่นสัตว์น้ำ
C_a	=	ผลจับเป็นจำนวนตัวของตาอวนขนาดเล็ก
C_b	=	ผลจับเป็นจำนวนตัวของตาอวนขนาดใหญ่
$C(L, L_\infty)$	=	ผลจับสะสมของปลาที่มีความยาว L
CPUE	=	ผลจับต่อหน่วยแรงงาน (catch per unit effort)
D	=	จำนวนตัวที่ตายโดยธรรมชาติ (การวิเคราะห์หุ่นสัตว์น้ำ)
E	=	อัตราการใช้ประโยชน์ของสัตว์น้ำ (F/Z, exploitation rate)
$E_{0.1}$	=	อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R ที่ 10% ของมวลชีวภาพ
$E_{0.5}$	=	อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R ที่ 50% ของมวลชีวภาพ
E_{max}	=	อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R สูงสุด
ELEFAN-1	=	Electronic Length Frequency Analysis-1
FiSAT	=	Fish Stock Assessment Tools
Fe	=	ความดกไข่ (fecundity)
F	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง
f	=	ปริมาณแรงงานประมง
F-array	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงตามอายุต่างๆ แบบแผนของ F
F-factor	=	ปัจจัยตัวคูณของ F (ค่า X ในวิธีของคอมสันและเบลล์)
F_{opt}	=	ปริมาณการลงแรงงานประมงที่เหมาะสม
F_{max}	=	ปริมาณการลงแรงงานประมงที่สูงสุด
GSI	=	ดัชนีสมบูรณเพศ (gonadosomatic index)
GW	=	น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad weight)

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ (ต่อ)

H	=	ปัจจัยการตายโดยธรรมชาติในวิธีวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำของโจนส์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว
K	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของการเติบโต (growth constant)
L_{∞}	=	ความยาวอนันต์ของสัตว์ (asymptotic length)
L_c	=	ความยาวแรกจับ (length at first capture)
L_m	=	ความยาวแรกสืบพันธุ์ (length at first mature)
$L_{50\%}$	=	ขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 50 (length at 50% maturity)
$L_{25\%}$	=	ขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 25 (length at 25% maturity)
$L_{75\%}$	=	ขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 75 (length at 75% maturity)
L_{ma}	=	ความยาวที่เหมาะสมสำหรับอวนที่มีตาอวนขนาดเล็ก
L_{mb}	=	ความยาวที่เหมาะสมสำหรับอวนที่มีตาอวนขนาดใหญ่
L_r	=	ความยาวแรกทดแทนที่ (length at first recruitment)
L_t	=	ความยาว ณ เวลา t ใดๆ (length at time 't')
LFD	=	การแพร่กระจายความถี่ของความยาว
M	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ
ma	=	ขนาดตาอวนที่มีตาอวนขนาดเล็ก
mb	=	ขนาดตาอวนที่มีตาอวนขนาดใหญ่
MSE	=	มูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน
MSY	=	ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน
NaL	=	ดัชนีของจำนวนประชากรของอวนที่มีตาอวนขนาดเล็ก
NbL	=	ดัชนีของจำนวนประชากรของอวนที่มีตาอวนขนาดใหญ่
ϕ	=	Relative growth performance มีค่าเท่ากับ $\ln K + 2 * \ln L_{\infty}$
PL	=	สัดส่วนของสัตว์น้ำวัยเจริญพันธุ์เพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว
q	=	ค่าคงที่เกี่ยวกับปัจจัยสภาวะ (condition factor)
R	=	การทดแทน
SD	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
SaL	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตาอวนขนาดเล็ก
SbL	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตาอวนขนาดใหญ่

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ (ต่อ)

SF	=	ปัจจัยการเลือกจับ (selection factor)
SL	=	ความยาวมาตรฐาน (standard length)
T	=	อุณหภูมิที่ผิวน้ำเป็นองศาเซลเซียส
t	=	เวลา (ปี)
t_0	=	อายุสมมติของสัตว์ที่ความยาวเท่ากับศูนย์
T_c	=	อายุแรกจับ (age at first capture)
t_{max}	=	อายุสูงสุดของสัตว์ในช่วงชีวิต (maximum age or longevity)
T_r	=	อายุแรกทดแทนที่ (age at recruitment)
t_s	=	จุดในฤดูร้อน (0-1) ในโปรแกรม ELEFAN
t_w	=	จุดในฤดูหนาว (0-1) ในโปรแกรม ELEFAN
TL	=	ความยาวเหยียด (total Length)
\bar{v}	=	ราคาเฉลี่ย (ในวิธีของรอมสันและเบลล์)
V	=	มูลค่า (ในวิธีของรอมสันและเบลล์)
$VBGF$	=	ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาเลนฟี
VPA	=	การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (virtual population analysis)
W	=	น้ำหนัก
W_∞	=	น้ำหนักสูงสุดของสัตว์ในช่วงชีวิต
X	=	ปัจจัยในการคูณของ F (ในวิธีของรอมสันและเบลล์)
Y	=	ผลผลิต (ผลจับในหน่วยน้ำหนัก)
Y'/R	=	ผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์
Z	=	สัมประสิทธิ์การตายรวม (total mortality coefficient)

ชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาแพะ (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำ
โขงบริเวณจังหวัดหนองคาย

Biology and Population Dynamics of Bocourti's Catfish (*Pangasius bocourti*
Sauvage, 1880) in the Mekong River, Nong Khai Area

คำนำ

แม่น้ำแม่น้ำโขง เป็นแม่น้ำยาวเป็นอันดับที่ 12 ของโลก มีความยาวทั้งหมด 4,800 กิโลเมตร และเป็นหนึ่งในแม่น้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดของโลก (Mekong River Commission [MRC], 2005) มีต้นน้ำอยู่บนเทือกเขาหิมาลัยบริเวณชายแดนสาธารณรัฐประชาชนจีน (เขตปกครองตนเองทิเบต) และไหลผ่านสาธารณรัฐประชาชนจีน สหภาพพม่า ประเทศไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา และลงสู่ทะเลจีนใต้ที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง (Mekong Delta) ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (Sluiter, 1992) มีปริมาณน้ำฝนไหลผ่านปีละประมาณ 475,000 ล้าน ลูกบาศก์เมตร จากพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 795,000 ตารางกิโลเมตร ช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านสาธารณรัฐประชาชนจีนมีชื่อเรียกว่า แม่น้ำล้านช้าง (Kang, 2008) เมื่อไหลผ่านเข้าเขตสหภาพพม่า จนถึงสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม เรียกว่าแม่น้ำโขง และใช้เป็นเส้นกั้นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จากการประเมินจำนวนชนิดปลาที่พบในแม่น้ำโขงตอนล่างพบว่ามากกว่า 1,200 ชนิด มีผลผลิตทางการประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประมาณ 2.6 ล้านตัน ต่อปี (van Zalinge *et al.*, 2004) ดังนั้น แม่น้ำโขงจึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในการเป็นแหล่งทำการประมง แหล่งอาหาร โปรตีนที่สำคัญ แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งยังเป็นแหล่งสร้างรายได้ โดยเฉพาะประเทศไทยมีมูลค่าผลผลิตสัตว์น้ำจากแม่น้ำโขงสูงถึงปีละ 700 ล้านดอลลาร์สหรัฐในพ.ศ. 2550 (อุปถัมภ์, 2550)

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization: FAO) จัดให้ทรัพยากรประมง เป็นความมั่นคงทางอาหาร (food security) ของประชากรโลก เนื่องจากทรัพยากรประมง เป็นแหล่งอาหารที่ใหญ่ที่สุดในการเลี้ยงประชากรโลก และเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีราคาถูกเมื่อเทียบกับโปรตีนจากสัตว์ประเภทอื่น ทรัพยากรประมงในแม่น้ำโขงของประเทศไทยที่สำคัญมีหลายชนิดเช่น ปลาบึก ปลาสวาย ปลาเทโพ เป็นต้น รวมทั้งปลาแพะ (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) หรือ bocourti's catfish ซึ่งจัดอยู่ในครอบครัว Pangasiidae

(Roberts and Vidthayanon, 1991; Nelson, 2006) ปลาเผาเป็นปลาที่มีการแพร่กระจายทั่วไปในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแม่น้ำโขง (Roberts and Vidthayanon, 1991; Rainboth, 1996; Baird, 2007) ลักษณะเด่นของปลาเผาคือ ส่วนหัวกลมมน มีกระเพาะลม 2 ตอน มีต่อมสร้างเมือก (mucous gland) ที่สร้างมาจากภายในลำตัว และมีช่องเปิดออกสู่ภายนอกบริเวณโคนครีบหู จำนวน 3 ช่อง ปลาเผาเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากคุณสมบัติของเนื้อปลาที่มีสีขาว เนื้อนุ่ม รสชาติดี สามารถเพาะเลี้ยงได้ และผลผลิตสามารถจำหน่ายในรูปแบบของเนื้อปลาแล่ (fillet) และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ไปยังตลาดต่างประเทศโดยเฉพาะตลาดในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา และอีกหลายประเทศในทวีปเอเชีย ทำให้ปลาชนิดนี้มีราคาสูงระหว่าง 50 - 150 บาท ต่อกิโลกรัม (Holland, 2007) ด้วยเหตุนี้ การทำประมงปลาเผาของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดที่อยู่ติดกับแม่น้ำโขงเช่น เชียงราย เลย หนองคาย นครพนม มุกดาหาร และอุบลราชธานี จึงมีปริมาณการจับเพิ่มสูงขึ้นตามความต้องการของตลาด (กรมประมง, 2550)

ปัจจุบันมีการเลี้ยงปลาเผาเป็นจำนวนมากทั้งในประเทศไทย (บริเวณจังหวัดหนองคาย และนครพนม) และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (บริเวณแถบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง) โดยอาศัยการจับปลาเผาขนาดเล็กจากแม่น้ำโขง บริเวณปากแม่น้ำสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และในโตนเลสาบ ราชอาณาจักรกัมพูชาปีละประมาณ 20 ล้านตัว ต่อปี เพื่อนำมาเลี้ยงเป็นปลาขนาดตลาดและจำหน่าย (Cacot *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม ผลผลิต และผลิตภัณฑ์จากปลาเผาที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศนั้น ส่วนใหญ่มาจากสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามแต่ในปัจจุบัน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามกำลังประสบปัญหาเรื่องระบบการเลี้ยง ทำให้คุณภาพเนื้อปลาที่ได้จากการเลี้ยงไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาด รวมทั้งปัญหาภัยแล้ง และการทุ่มตลาดของสหรัฐอเมริกา ในพ.ศ. 2546 (MRC, 2005) เป็นเหตุให้ผู้ประกอบการส่งออกหลายราย ให้ความสนใจปลาเผาจากประเทศไทยมากขึ้น ดังนั้น จึงมีชาวประมงบริเวณแม่น้ำโขงจับปลาเผามาใช้ประโยชน์กันมากขึ้น ผลกระทบจากการจับทรัพยากรขึ้นมาใช้ประโยชน์ โดยการเพิ่มการลงแรงประมง (fishing effort) ที่มากเกินไป มักจะทำให้เกิดปัญหาสภาวะการทำประมงเกินกำลังผลิต (over-fishing) และถ้าหากว่าไม่มีมาตรการการจัดการทรัพยากรปลาเผาที่เหมาะสม ในอนาคตทรัพยากรปลาเผาบริเวณจังหวัดหนองคายและบริเวณอื่นๆ ของแม่น้ำโขงก็อาจจะเสื่อมโทรมไปในที่สุด

จังหวัดหนองคายเป็นจังหวัดที่ทอดยาวไปกับแม่น้ำโขง มีความยาวตลอดลำน้ำทั้งหมด 330 กิโลเมตร ลักษณะกายภาพของแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย มีบริเวณน้ำท่วมถึง เกาะแก่ง และวังน้ำลึกเป็นจำนวนมาก เช่นบริเวณน้ำท่วมถึงของอำเภอบึงโขงหลง วังน้ำลึกบริเวณวังอาสง อำเภอบึงกาฬ จังหวัดบึงกาฬ เป็นต้น ด้วยลักษณะทางกายภาพดังกล่าวจึงเหมาะที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของ

ทรัพยากรประมงหลายชนิด รวมทั้งปลาเผา และจากสถิติปริมาณสัตว์น้ำจืด ที่จับได้ทั้งหมด (รวมเพาะเลี้ยง) ของกรมประมงตั้งแต่ พ.ศ. 2546 – 2550 พบว่า ใน พ.ศ. 2550 ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณการจับสัตว์น้ำจืด (รวมเพาะเลี้ยง) มากกว่าภาคเหนือ ภาคใต้ ภาค ตะวันออก และภาคกลาง โดยมีปริมาณสูงถึง 207,266 ตัน และจังหวัดหนองคายมีปริมาณการจับ สัตว์น้ำ (รวมเพาะเลี้ยง) สูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีปริมาณสูงถึง 12,241 ตัน คิดเป็น ร้อยละ 5.9 (กรมประมง, 2550)

เนื่องจากทรัพยากรปลาเผาถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากในแต่ละปี ดังนั้นจึง จำเป็นต้องมีมาตรการในการจัดการทรัพยากรปลาเผาให้มีใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน แนวทาง ในการจัดการทรัพยากรปลาเผานั้นมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับผู้จัดการประมงหรือหน่วยงานของรัฐ เป็น ผู้กำหนดนโยบายต่างๆ และจำเป็นที่จะต้องอาศัยความรู้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูล เบื้องต้นในการกำหนดมาตรการจัดการต่างๆ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์โดยตรง ต่อการตัดสินใจในการวางแผนการจัดการทรัพยากรปลาเผาในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. วัตถุประสงค์รวม

เพื่อศึกษาชีววิทยาและพลวัตประชากรของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีปริมาณการจับสัตว์น้ำจืด ปี 2550 สูงเป็นอันดับหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบกับธุรกิจส่งออกปลาเผาะ เพื่อส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ มีปริมาณและมูลค่าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการจับปลาชนิดนี้จากธรรมชาติเพิ่มขึ้น และเพื่อเสนอให้ผู้จัดการประมง หรือหน่วยงานของรัฐนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปจัดการทรัพยากรปลาเผาะในแม่น้ำโขง เช่น ความยาวที่เหมาะสมในการจับ ขนาดของตาอวนที่เหมาะสมในการจับ ขนาดของกลุ่มสัตว์น้ำ ตัวแบบผลจับต่อหน่วยการทดแทน ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) และมูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน (MEY)

2. วัตถุประสงค์หลัก

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการได้แก่

2.1 เพื่อศึกษาชีววิทยาของปลาเผาะประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก, อัตราส่วนเพศ, ความคดไข้, ดัชนีสมบูรณ์เพศ, ขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 50, แหล่งสืบพันธุ์ และฤดูกาลสืบพันธุ์ของปลาเผาะ

2.2 เพื่อศึกษาพลวัตประชากรปลาเผาะ ประกอบด้วย การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต, การตาย, การวิเคราะห์รุ่นปลาเผาะ และการวิเคราะห์ประชากรเสมือน

2.3 เพื่อประเมินสถานะการประมงและการจัดการทรัพยากรปลาเผาะ ประกอบด้วย การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย, ตัวแบบการทดแทน, ความยาวที่เหมาะสมในการจับ, ขนาดของกลุ่มสัตว์น้ำ และตัวแบบการทำนายของรอมพ์สันและเบลล์

การตรวจเอกสาร

1. แม่น้ำโขง

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำที่ยาวเป็นอันดับ 12 ของโลก และเป็นลุ่มน้ำที่ใหญ่เป็นอันดับ 21 ของโลก มีปริมาณน้ำฝนไหลผ่านปีละประมาณ 475,000 ล้าน ลูกบาศก์เมตร จากพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 795,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมากเป็นอันดับ 8 ของโลก มีต้นน้ำอยู่บนเทือกเขาหิมาลัยบริเวณชายแดนสาธารณรัฐประชาชนจีนถึงเขตปกครองตนเองทิเบต ไหลผ่านมณฑลชิงไห่ สาธารณรัฐประชาชนจีน และบริเวณที่ราบสูงเขตปกครองตนเองทิเบต ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 5,000 เมตร (Sluiter, 1992) ไหลลงสู่ทะเลจีนใต้ ผ่านสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สหภาพพม่า ประเทศไทย ราชอาณาจักรกัมพูชา และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามตามลำดับ (ภาพที่ 1) มีความยาวทั้งหมดจากต้นน้ำจนออกสู่ทะเลจีนใต้ในบริเวณปากแม่น้ำในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม 4,800 กิโลเมตร (อุปถัมภ์, 2550) โดยมีความยาวในสาธารณรัฐประชาชนจีน 2,130 กิโลเมตร ช่วงที่แม่น้ำไหลผ่านสาธารณรัฐประชาชนจีนมีชื่อเรียกว่า แม่น้ำล้านช้าง และเมื่อไหลผ่านชายแดนสหภาพพม่าจนถึงสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามจึงเรียกว่า แม่น้ำโขง แม่น้ำโขงยังใช้เป็นเส้นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวด้วย แม่น้ำโขงไหลผ่านประเทศไทยจุดแรกบริเวณสามเหลี่ยมทองคำที่สรวก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ผ่านแม่น้ำกก แม่น้ำอิง ก่อนวกเข้าสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผ่านเมืองหลวงพระบางแล้วจึงไหลกลับเข้าสู่ประเทศไทยอีกครั้งที่อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย เลียบชายแดนไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผ่านจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ นครพนม มุกดาหาร และไหลออกจากชายแดนประเทศไทยบริเวณอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี รวมความยาวจากจังหวัดเชียงรายถึงจังหวัดอุบลราชธานีประมาณ 960 กิโลเมตร โดยมีแม่น้ำสาขาที่สำคัญที่อยู่ในประเทศไทยคือ แม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และแม่น้ำสงคราม ส่วนแม่น้ำสาขาที่สำคัญอีกสายหนึ่งได้แก่ แม่น้ำจิม ซึ่งไหลมาจากเขื่อนน้ำจิมในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เมื่อแม่น้ำโขงไหลผ่านบริเวณปากแม่น้ำมูลจะไหลเข้าสู่เมืองปากเซ นครจำปาศักดิ์ ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จากนั้นจะไหลเข้าสู่ราชอาณาจักรราชอาณาจักรกัมพูชาที่เมืองสตึงต্রে็ง (Stung Treng) และบรรจบกับแม่น้ำโตนเลสาบที่กรุงพนมเปญ (Phnom Penh) ก่อนไหลเข้าสู่สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามที่เมืองทามนอง (Tam Nong) และไหลออกสู่ทะเลที่เมืองมายซูเยิน (My Xuyen) และเมืองโกลองเตอ (Go Long Tay) ซึ่งเป็นบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง (Sluiter, 1992)



ภาพที่ 1 แม่น้ำโขง

ที่มา: ดัดแปลงจาก สาวึกา (2553)

อุปถัมภ์ (2550) กล่าวว่า สภาพภูมิศาสตร์ของแม่น้ำโขง มีลักษณะเป็นตลิ่งสูงชันทั้งสองฝั่ง ลำน้ำไหลไปตามไหล่เขา กระแสน้ำจะไหลจากทางเหนือลงสู่ทางใต้ตลอดทั้งปี ความเร็วของ กระแสน้ำขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับน้ำในฤดูฝนกับฤดูแล้งจะมีความแตกต่างกันมาก ดินในแม่น้ำโขง เป็นดินทรายซึ่งเกิดจากการสลายตัวของชั้นหินทราย มีเกาะแก่งน้อยใหญ่กว่าหนึ่งร้อยแห่งเรียงราย ตลอดแม่น้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาทั่วไปของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นที่ตั้งของแม่น้ำโขง ในเขตประเทศไทยประกอบด้วยชั้นหินมีเกลือ และหินทรายแทรกอยู่ ในบางบริเวณจะพบว่ามีชั้น เกลือหนากว่า 100 เมตร หินทรายเหล่านี้เมื่อสลายจะกลายเป็นดินทราย ดินในภาคนี้ส่วนใหญ่จึง เป็นดินปนทรายซึ่งขาดความอุดมสมบูรณ์ ไม่อุ้มน้ำ ทำให้เกิดความแห้งแล้งในบางพื้นที่แม้จะมีฝน ตกชุก

แม่น้ำโขงเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำที่มีผลโดยตรงต่อ วิถีชีวิตของประชากรที่อาศัยอยู่ริม แม่น้ำโขง สำหรับประเทศไทยมีจำนวนประชากรอาศัยในบริเวณแม่น้ำโขงประมาณ 23 ล้านคน หรือร้อยละ 36 ของประชากรทั้งประเทศ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตรเป็นอาชีพหลัก และส่วน

ใหญ่มีรายได้น้ำ ส่วนอาชีพประมง จัดเป็นอาชีพเสริม มีการทำประมงทั้งในแม่น้ำโขง และแม่น้ำสาขา เช่นแม่น้ำมูน แม่น้ำชี แม่น้ำสงคราม และพื้นที่น้ำหลากในฤดูฝน การบริโภคสัตว์น้ำของประชากร ภูมิภาคนี้มีปริมาณสูงเฉลี่ยคนละ 24.9 กิโลกรัม ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบการบริโภคสัตว์น้ำระหว่าง ภูมิภาคนี้กับภูมิภาคอื่นพบว่ามีความเฉลี่ยสูงกว่า (อุปถัมภ์, 2550)

จังหวัดหนองคายตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (ภาพที่ 4) มีพื้นที่ทอดขนานยาวไปตามลำน้ำโขง (กรมประมง, 2546) เป็นเส้นกั้นเขตแดนกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีความยาวทั้งสิ้น 330.60 กิโลเมตร ความกว้างของพื้นที่ที่ทอดขนานไปตามลำน้ำโขงโดยเฉลี่ย 50-100 เมตร บางช่วงของแม่น้ำโขงทั้งสองฝั่งมีตลิ่งสูงและชันมาก กระแสน้ำไหลไปตามไหลเอว และจะไหลจากทางเหนือลงสู่ทางใต้ตลอดทั้งปี ระดับน้ำในฤดูฝนกับฤดูแล้งมีความแตกต่างกันมาก ความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับฤดูกาล ดินในแม่น้ำโขงเป็นดินทราย (ฉัตรชัย และ ธนินฐา, 2552) จังหวัดหนองคายมีฝนตกชุกในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ในฤดูหนาวเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์จะมีอากาศหนาวเย็นเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่สูง อุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 11 องศาเซลเซียส ส่วนในฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายนอากาศจะร้อนจัด อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 35 องศาเซลเซียส (กรมประมง, 2547) มีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง แยกได้เป็น 4 บริเวณ คือ

- 1.1 พื้นที่ค่อนข้างราบ ได้แก่ เขตอำเภอเมืองหนองคาย ทำบ่อ ศรีเชียงใหม่ ซึ่งใช้ประโยชน์ในการทำนา และปลูกพืชสวน บริเวณริมน้ำโขง
- 1.2 พื้นที่เป็นที่ราบสูงคล้ายคลื่น กระจายอยู่ทุกอำเภอเป็นหย่อม ๆ ซึ่งเป็นพื้นที่ทำนาส่วนใหญ่และปลูกพืชไร่ สวนและป่าธรรมชาติ
- 1.3 พื้นที่เป็นที่ราบสูง คล้ายคลื่นและมีความชัน และเป็นเขาเป็นป่าธรรมชาติ เช่น ป่าไม้เต็งรัง เบญจพรรณ พบในเขตอำเภอบึงกาฬ เซกา บึงโขงหลง ศรีวิไล บุ่งคล้า พรเจริญ และสังคม
- 1.4 สภาพพื้นที่เป็นภูเขาที่มีความสูงชัน จากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตร เป็นบริเวณเทือกเขาต่าง ๆ ทางทิศตะวันตก ในเขตอำเภอสังคม และทิศตะวันออกในเขตอำเภอบึงกาฬ

2. อนุกรมวิธานของปลาเผา

ปลาเผาหรือปลาโงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) (ภาพที่ 2) เป็นปลาน้ำจืดที่อยู่ในตระกูลเดียวกับปลาซวาย ปลาเทพา ปลาเทโพ สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (Roberts and Vidthayanon, 1991; Nelson, 2006)

Phylum Chordata

Subphylum Vertebrata

Class Actinopterygii

Order Siluriformes

Family Pangasiidae

Genus *Pangasius*

Species *P. bocourti* (Sauvage, 1880)



ภาพที่ 2 ปลาเผา (*P. bocourti* Sauvage, 1880) ความยาวเหยียด 28.5 เซนติเมตร

3. ลักษณะทั่วไป

รูปร่างของปลาเผาะ คล้ายกับปลาในสกุล *Pangasius* เช่น ปลาสาวย ปลาเทพา ปลาเทโพ แต่หัวจะกลมมนกว่าปลาในตระกูลเดียวกัน ปลาเผาะมีหนวด 2 คู่ อยู่ที่มุมปาก 1 คู่ และที่ใต้คางอีก 1 คู่ ปลาในสกุลนี้มีลักษณะสำคัญคือ กระดูกสันหลังตอนต้นคดแปลงเป็นสปริง (elastic spring) มีลักษณะเป็นกระดูกเรียวยาว ส่วนปลายเป็นแผ่นกลม และไม่เชื่อมติดกับกระดูกท้ายกระดูกโกลนอย่างในสกุลอื่น (ชวลิต, 2536) พบได้ในประเทศไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (Roberts and Vidthayanon, 1991; Roberts, 1993) ประเทศไทยพบได้ในแม่น้ำโขงและแม่น้ำเจ้าพระยา (Rainboth, 1996) ปลาเผาะมีขนาดความยาวสูงสุดถึง 100 เซนติเมตร (วิวัฒน์ และ ชัยศิริ; 2538; Baird *et al.*, 1999) ชวลิต (2536) รายงานลักษณะทั่วไปของปลาเผาะไว้ดังนี้ ลักษณะลำตัวป้อม มีความยาวมาตรฐานมากกว่าความลึกลำตัวประมาณ 3.4-5.2 เท่า ส่วนหัวกลมมน มีหนวด 2 คู่ ปากแคบ มีฟันที่ขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง และมีฟันบริเวณช่องคอ ลักษณะของฟันเป็นฟันแบบคล้ายหนาม อยู่กันเป็นแผ่นจุมกมีจำนวน 2 รู ตาอยู่ตำแหน่งด้านข้างของส่วนหัว และเยื้องไปทางด้านหน้าเหนือตำแหน่งของมุมปากเล็กน้อย ส่วนของลำตัว ส่วนบนมีสีดำปนเทา ส่วนท้องมีสีขาวอมเหลือง ปลาวัยอ่อนมีสีเทาเหลืองหรือเขียวอ่อน ข้างลำตัวมีแถบคล้ำ ปลาตัวเต็มวัยมีสีเทาอมน้ำตาลอ่อน ท้องสีจาง สันท้องกลม เส้นข้างลำตัวมี 1 คู่ มีลักษณะเป็นเส้นตรงอยู่สูงจากระดับกึ่งกลางลำตัวเล็กน้อย ครีบหูหรือครีบอก เป็นครีบคู่ ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง หักเป็นฟันเลื่อยปลายแหลมข้างละ 1 ก้าน และมีครีบอ่อนจำนวน 10-11 ก้าน ครีบท้องเป็นครีบคู่ ไม่มีก้านครีบแข็งประกอบด้วยก้านครีบอ่อน 7-8 ก้าน ครีบหลังเป็นครีบเดี่ยวประกอบด้วยก้านครีบแข็งหักเป็นฟันเลื่อยมีปลายแหลม 1 ก้าน ก้านครีบอ่อนมีจำนวน 6-7 ก้าน ครีบก้นเป็นครีบเดี่ยว อยู่ส่วนท้ายถัดจากรูก้นประกอบด้วย ก้านครีบอ่อน จำนวน 26-29 ก้าน ครีบไขมันเป็นครีบเดี่ยวไม่มีก้านครีบและมีขนาดเล็ก ครีบหางมีลักษณะแบนแบบเว้าตื้น (lunate) และครีบหางอันบนจะมีสีคล้ำกว่าครีบหางอันล่าง มีจำนวนซี่กรองอาหารบนกระดูกเหงือกอันแรกจำนวน 36-46 ซี่ ซึ่งมากกว่าปลาชนิดอื่น ปลาเผาะมีกระเพาะลม 2 ตอน ส่วนปลายของกระเพาะลมสิ้นสุด ณ ตำแหน่งครีบก้นตอนต้น (Roberts, 1991) ส่วนวิวัฒน์ และ ชัยศิริ (2538) รายงานว่าลักษณะเด่นของปลาเผาะที่แสดงถึงความแตกต่างจากปลาชนิดอื่นในตระกูลเดียวกัน คือนอกจากส่วนหัวที่กลมมนกว่า และมีกระเพาะลมซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอนแล้ว เมื่อลองสัมผัสจะพบว่าผิวหนังปลาเผาะจะมีเมือกเหนียวเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลาเผาะมีต่อมสร้างเมือก (mucous gland) ซึ่งมีช่องขับเมือกที่ผลิตจากภายในตัวและจะขับเมือกออกมาภายนอกตัวบริเวณโคนครีบหูจำนวน 3 ช่อง

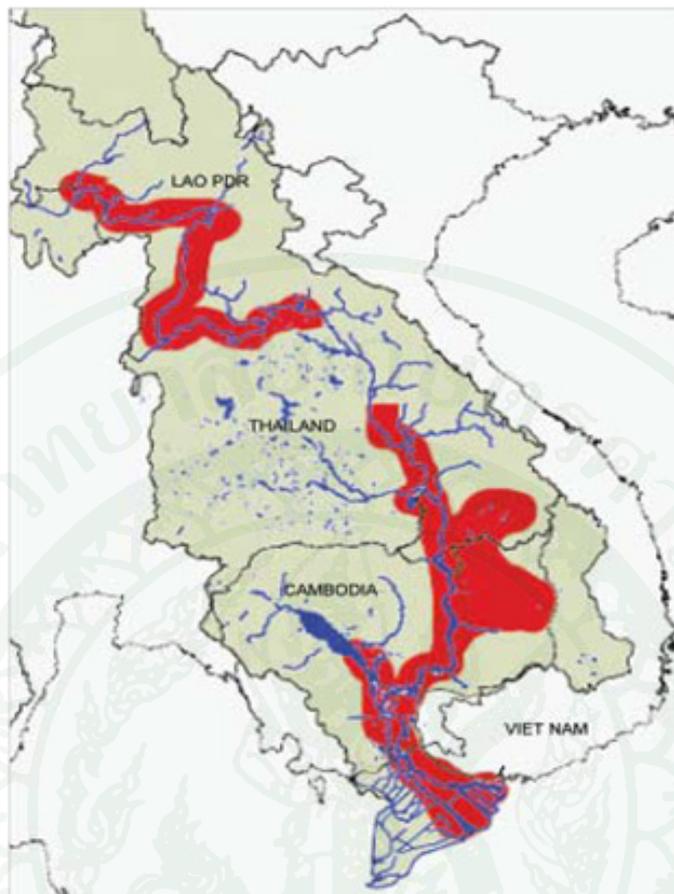
4. ชีววิทยาบางประการ

ปลาเผาะเป็นปลากินทั้งพืชและเนื้อเป็นอาหาร (omnivores) (สาวิกา และ ธนิษฐานา, 2552; Roberts, 1991; Baird, 2007) มีนิสัยการกินอาหารตามผิวดิน กินอาหารเน่าเปื่อย และมีกลิ่นแรง ได้แก่ ใบไม้ สาหร่าย สัตว์พื้นท้องน้ำ กุ้ง และตัวอ่อนแมลงในน้ำ ในธรรมชาติอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลที่มีปริมาณออกซิเจนละลายสูง พบการกระจายพันธุ์ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยพบมากในแม่น้ำโขง แม่น้ำสาขา และแม่น้ำเจ้าพระยา สำหรับในแม่น้ำโขงนั้น จะพบปลาชนิดนี้ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (จักรชัย และ ธนิษฐานา, 2552)

วิวัฒน์ และ ชัยศิริ (2538) ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาเผาะ โดยรวบรวมข้อมูลและเก็บตัวอย่างปลาจากแม่น้ำโขง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2538 ผลการศึกษาพบว่า ปลาเผาะเป็นปลากินเนื้อเป็นอาหาร โดยมีองค์ประกอบอาหารในกระเพาะเป็นเศษเนื้อร้อยละ 46.15 เมล็ดพืช และผลมะเดื่อร้อยละ 30.77 เศษเนื้อปลา เศษปู และกระดูกอย่างละร้อยละ 7.69 อัตราส่วนเพศในธรรมชาติระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1: 1.5 ไข่เป็นไข่ติดจมน้ำ กลม สีขาวอมเหลืองใส เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.28 มิลลิเมตร ความดกไข่เฉลี่ย 157,040 ฟอง และมีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักคือ $W = 0.3374L^{2.2374}$ และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวปลาและความดกไข่คือ $F = 0.5171W^{0.4856}$

5. การแพร่กระจาย

ปลาเผาะเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหล มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง (วิวัฒน์ และ ชัยศิริ, 2538) แพร่กระจายในแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำโขง ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และประเทศไทย (ภาพที่ 3) (Roberts and Vidthayanon, 1991; Rainboth, 1996; Baird, 2007) ในประเทศไทยมีรายงานการค้นพบปลาเผาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดหนองคาย มุกดาหาร และนครพนม ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดชัยนาท (ชวลิต และ สมศักดิ์, 2536) และพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย (วิวัฒน์ และ ชัยศิริ, 2538)



ภาพที่ 3 การแพร่กระจายของปลาเหาะในแม่น้ำโขง

ที่มา: Poulsen *et al.* (2004)

6. พลวัตประชากรสัตว์น้ำ

ประชากรสัตว์น้ำมีการเปลี่ยนแปลงในด้านจำนวนและน้ำหนักร้อยต่อเวลา โดยปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงคือการเกิด (natality) การทดแทน (recruitment) การเติบโต (growth) ซึ่งเป็นปัจจัยทางบวกทำให้น้ำหนักของสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น และการตาย (mortality) ซึ่งเป็นปัจจัยทางลบ ถ้าหากว่าปัจจัยทางบวกมีปริมาณมากกว่าปัจจัยทางลบ จะทำให้ขนาดของประชากรเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าหากว่าปัจจัยทางบวกมีค่าน้อยกว่าปัจจัยทางลบ ขนาดของประชากรจะลดลง และถ้าหากว่าปัจจัยทางบวกเท่ากับปัจจัยทางลบ ขนาดประชากรจะไม่เปลี่ยนแปลง และกล่าวได้ว่า ประชากรอยู่ในภาวะสมดุล (ธนิษฐา, 2552) และในระยะยาวประชากรในธรรมชาติมักอยู่ในสภาวะที่สมดุล สำหรับการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำของนักชีววิทยาประมง พิจารณา

จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ที่มีขนาดโตพอที่จะถูกจับได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในประชากรกลุ่มนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการเติบโต การตาย และการทดแทน โดย Russell (1942) ได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรดังนี้คือ

$$S_2 = S_1 + (R + G) - (D + Y) \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ	S_2	=	น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ตอนปลายปี
	S_1	=	น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ตอนต้นปี
	G	=	น้ำหนักของประชากรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโตระหว่างปี
	R	=	น้ำหนักของประชากรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทดแทนระหว่างปี
	D	=	น้ำหนักของประชากรที่ตายโดยธรรมชาติระหว่างปี
	Y	=	น้ำหนักของประชากรในส่วนที่ถูกจับระหว่างปี

แต่เนื่องจากสมการของ Russell (1942) แสดงปัจจัยต่างๆ ในรูปของน้ำหนักทำให้การประมาณค่าน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมานั้นกระทำได้ยากในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปัจจัยควบคุมประชากรแยกแต่ละปัจจัยก่อน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น การตายซึ่งแบ่งออกเป็น การตายที่เกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติและการตายที่เกิดจากสาเหตุทางการประมง

ธนัญญา (2552) ได้ให้นิยามของพลวัตประชากรสัตว์น้ำ (population dynamic) ว่าเป็น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณทั้งในแง่ของจำนวนและน้ำหนักของสัตว์น้ำในประชากร และยังจัดเป็นสาขาหนึ่งของการศึกษาชีววิทยาประมง (Cushing, 1968) นอกจากนี้ยังเป็นสาขาหนึ่งของการศึกษานิเวศวิทยาเชิงปริมาณ ที่มี การนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรมีชีวิตในธรรมชาติ ทั้งทรัพยากรประมง ทรัพยากรป่าไม้ และทรัพยากรสัตว์ป่า เพื่อการอนุรักษ์และการควบคุมปริมาณ (Lack, 1954)

ในส่วน of ทรัพยากรประมงนั้น ธนัญญา (2552) กล่าวว่าผลจับที่ได้จากการทำประมงจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นเรื่อง of ปริมาณสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ไม่รู้ค่า ดังนั้น การศึกษาการเปลี่ยนแปลง of ทรัพยากรสัตว์น้ำ จะต้องศึกษาพลวัตประชากร และการประเมินสถานะทรัพยากรประมง สำหรับการศึกษพลวัตประชากร มีเป้าหมายในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลง of ทรัพยากรสัตว์น้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ และไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อประชากรสัตว์น้ำ

ในระยะยาว ส่วนการประเมินสภาวะทรัพยากรประมงนั้นต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษาพลวัตประชากรมาก่อน และความรู้ที่ได้จะทำให้ทราบถึงปริมาณสัตว์น้ำในประชากร, กำลังผลิตของประชากร, ขนาดของประชากรที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด และการหาระดับการประมงที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ผลจับสูงสุดเฉลี่ยโดยไม่เกิดผลกระทบต่อประชากรสัตว์น้ำในระยะยาว ดังนั้นความรู้ที่ได้จากการศึกษาทั้งสองส่วนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการในการจัดการทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษาพลวัตประชากรสัตว์น้ำประกอบด้วย การอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรสัตว์น้ำ โดยแบ่งได้ 2 ปัจจัยหลักคือ ปัจจัยทางบวกได้แก่ การเติบโต และการทดแทน ส่วนปัจจัยทางลบ ประกอบด้วย การตาย ซึ่งแบ่งออกเป็นสองสาเหตุคือ การตายที่เกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติ และการตายที่เกิดจากสาเหตุทางการประมง

6.1 การเติบโต

การเติบโตหมายถึง การเพิ่มขนาด ความยาว และน้ำหนัก เมื่อสัตว์มีอายุหรือเวลาเพิ่มขึ้น (ธนียฐา, 2552) ทำให้มวลชีวภาพของสัตว์น้ำมีปริมาณและน้ำหนักเพิ่มขึ้น เป็นการทดแทนส่วนที่ตายไปจากทั้งสองสาเหตุ ซึ่งได้แก่การตายโดยธรรมชาติและ การตายโดยการประมง ดังนั้นการเติบโตเป็นปัจจัยทางบวกที่ทำให้สัตว์น้ำไม่สูญพันธุ์

การเติบโต เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาสองกระบวนการได้แก่ กระบวนการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อหรือกระบวนการสร้าง (anabolism) และกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่สะสมไว้ให้เป็นพลังงานหรือกระบวนการสลาย (catabolism) ดังนั้นการเติบโตจึงขึ้นอยู่กับผลต่างของสองกระบวนการดังกล่าว (ธนียฐา, 2552)

6.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

King (2007) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วน้ำหนักของปลาและสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง จะเป็นสัดส่วนกับความยาวตามความสัมพันธ์ของ (Ricker, 1975) ดังนี้

$$W = qL^b \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ	W	=	น้ำหนักของสัตว์น้ำ (กรัม)
	L	=	ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
	q	=	ค่าคงที่เกี่ยวกับปัจจัยสภาวะ (condition factor)
	b	=	ค่าคงที่เกี่ยวข้อกับการเติบโต

ธนัญญา (2552) กล่าวว่า ค่า q และ b จะแตกต่างกันไปในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ต่างกลุ่มสัตว์น้ำ หรือสัตว์น้ำชนิดเดียวกัน ซึ่งปัจจัยในเรื่องเพศ ฤดูกาล อาหาร อายุ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า q ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า b เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงของค่า b มีความผันแปรน้อยกว่าค่า q ซึ่งหากค่า q ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต ความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวจะเป็นสัดส่วนที่เรียกว่ากฎกำลังสาม (cube law) หรือ น้ำหนักตัวจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม และถ้าหากว่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 3 สัตว์น้ำจะมีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) นั่นคือการเติบโตในทุกส่วนของร่างกายจะมีการเติบโตอย่างเป็นสัดส่วนกัน โดยตรง แต่ถ้า b มีค่าไม่เท่ากับ 3 จะเป็นการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (allometric growth) นั่นคือการเติบโตทุกส่วนของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง ค่ายกกำลังในสมการจะไม่เท่ากับสาม

6.1.2 ทดสอบรูปแบบการเติบโต

ทดสอบรูปแบบการเติบโตของสัตว์น้ำ โดยใช้สมมติฐานหลักที่ว่า การเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก กล่าวคือรูปร่างและความถ่วงจำเพาะของสัตว์น้ำไม่เปลี่ยนแปลง การเติบโตทุกส่วนของสัตว์น้ำเป็นสัดส่วนเดียวกันตลอดเวลาที่มีการเติบโต และน้ำหนักของสัตว์น้ำจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม การทดสอบรูปแบบการเติบโตของสัตว์น้ำ สามารถกระทำได้สองวิธีได้แก่

วิธีที่ 1 การทดสอบทางสถิติแบบ t -test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ทวีป, 2536; ธนัญญา, 2543) ดังนี้

$$t = \left(\frac{\hat{b} - 3}{s_b} \right) \quad \dots\dots\dots(3)$$

โดยที่

$$S_b^2 = \frac{1}{n-2} \times \left(\frac{S_y^2}{S_x^2} - \hat{b}^2 \right)$$

วิธีที่ 2 การหาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550; ธนัญญา, 2552) ดังนี้

$$95\% C.I. = \hat{b} \pm t_{\frac{\alpha}{2}(n-2)} S_{\hat{b}} \dots\dots\dots(4)$$

กรณีช่วงความเชื่อมั่นครอบคลุมค่าสาม แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักของการทดสอบว่า ค่ายกกำลังไม่แตกต่างจากค่าสามและสรุปได้ว่ารูปแบบการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก (ธนัญญา, 2552)

6.1.3 ปัจจัยสภาวะ (Kn)

ปัจจัยสภาวะมีประโยชน์ในการตรวจสอบสภาวะการกินดีอยู่ดี (well-being) ของสัตว์น้ำ (King, 2007) ที่เนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของอาหารหรือความสมบูรณ์เพศของสัตว์น้ำ ปัจจัยสภาวะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากความผันแปรของฤดูกาลในรอบปี อาหารในธรรมชาติ โครงสร้างสายใยอาหาร และชีวประวัติของสัตว์น้ำ เช่นฤดูสืบพันธุ์วางไข่ และการเคลื่อนที่หรือการอพยพย้ายถิ่นของสัตว์น้ำ (ธนัญญา, 2552) โดยอาศัยสมการดังนี้

$$K_n = \frac{W_{m_i}}{W_{exp_i}} \dots\dots\dots(5)$$

เมื่อ W_{m_i} = น้ำหนักเฉลี่ยของสัตว์น้ำ (กรัม) ในเดือนที่ i ใดๆ
 W_{exp_i} = น้ำหนักคาดคะเนที่คำนวณจากตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักที่แทนค่าด้วยค่าเฉลี่ยของความยาวในเดือนที่ i ใดๆ (กรัม)

6.1.4 ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนฟี

ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy's growth Function; VBGF) (Bertalanffy, 1938) เป็นตัวแบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายการเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยมีพื้นฐานทางสรีรวิทยาเป็นหลัก และเป็นตัวแบบที่มีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งการเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิด มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างง่าย และสะดวกในการทำ ความเข้าใจ มีพารามิเตอร์ที่อธิบายได้ทางสรีรวิทยา และการประมาณค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวทำได้ไม่ยากนัก จึงเป็นที่นิยมมาจนถึงปัจจุบัน VBGF เป็นตัวแบบที่มีความสำคัญต่อการศึกษาพลวัต ประชากรรวมทั้งการประเมินสถานะการประมง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์การเติบโต จะถูกนำมาใช้เป็นตัวประมาณนำเข้า (input estimator) ในการศึกษาการตาย เพื่อสร้างตัวแบบมวลชีวภาพของกลุ่ม สัตว์น้ำ (stock biomass) และตัวแบบผลจับ (yield model) ที่ได้จากกลุ่มสัตว์น้ำในระยะยาว ตลอดจนใช้ในการวิเคราะห์หุ้นสัตว์น้ำ การวิเคราะห์ประชากรเสมือน และการประเมินสถานะการ ประมง (ธนัญญา, 2552)

นอกจากนี้ VBGF ได้อาศัยแนวความคิดหลักทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ว่า การเติบโตเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการสร้างและกระบวนการสลาย และมีข้อกำหนด 3 ข้อ (ธนัญญา, 2552) ดังนี้ อัตราการสร้างเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวในการดูดซับอาหาร อัตราการสลายเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลสารหรือน้ำหนักตัวของสิ่งมีชีวิต และรูปแบบการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก และมีตัวแบบการเติบโตในรูปของความยาวและน้ำหนักดังนี้

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^3 \quad \dots\dots\dots(7)$$

เมื่อ	L_t	=	ความยาวของสิ่งมีชีวิตเมื่ออายุ t (เซนติเมตร)
	W_t	=	น้ำหนักของสิ่งมีชีวิตที่มีอายุ t (กรัม)
	L_∞	=	ความยาวอนันต์ (asymptotic length; เซนติเมตร)
	W_∞	=	น้ำหนักอนันต์ (asymptotic weight; กรัม)
	t	=	อายุของสัตว์น้ำ (ปี)
	t_0	=	อายุสมมติของสัตว์น้ำเมื่อความยาวเป็นศูนย์ (ปี)
	K	=	ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (curvature parameter; ต่อปี)

ธนียฐา (2552) กล่าวว่า VBGF สอดคล้องกับเส้นโค้งการเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิดทั้งในรูปของความยาวและน้ำหนัก เมื่อพิจารณาสมการที่ (6) จะเห็นว่า ความยาวจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งสัตว์น้ำมีความยาวเท่ากับความยาวอนันต์ เมื่ออายุเข้าใกล้ค่าอนันต์ และอัตราการเติบโตจะเข้าใกล้ศูนย์ ส่วนในรูปของน้ำหนัก เส้นโค้งการเติบโตที่มีลักษณะคล้ายรูปตัว S หรือเรียกว่า ฟังก์ชันเส้นโค้งเชิงเส้นกำกับแบบซิมมอติคัส (asymmetry asymptotic sigmoid curve) กล่าวคือในระยะแรกน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นตามอายุด้วยอัตราเร่ง จนกระทั่งมีน้ำหนักเท่ากับ $0.296W_\infty$ ซึ่งอัตราการเติบโตจะมีค่าสูงที่สุด หลังจากนั้น อัตราการเติบโตจะลดลงเรื่อยๆ จนเท่ากับศูนย์เมื่อสัตว์น้ำโตจนถึงที่สุด ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของ VBGF คือ K , L_∞ และ t_0 (ธนียฐา, 2552)

6.1.5 ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล

ในกรณีที่ศึกษาการเติบโตของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำที่มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอย่างชัดเจนในระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการเติบโตของสัตว์น้ำแตกต่างกันอย่างชัดเจน ธนียฐา (2552) แนะนำให้ใช้ตัวแบบการเติบโตที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลจะเหมาะสมกว่า ซึ่งตัวแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือตัวแบบของ (Pitcher and Macdonald, 1973) ที่ดัดแปลงโดย (มาลา และ เจริญ, 2544) ได้แก่

$$L_t = L_\infty \left[1 - e^{-K(t-t_0) - \frac{CK}{2\pi}(t-t_s)} \right] \dots\dots\dots(8)$$

เมื่อ C = ขนาด (magnitude) ของความอ่อนไหวระหว่างฤดูกาลที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ C เท่ากับศูนย์หมายถึง ไม่มีความอ่อนไหวของฤดูกาล และ C เท่ากับ 1 หมายถึงมีความอ่อนไหวของฤดูกาลสูงสุดจนทำให้สัตว์น้ำหยุดชะงักการเติบโตอย่างสิ้นเชิงในฤดูหนาว

s = จุดเริ่มต้น (starting point) ของเวลาที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล จนทำให้เส้นโค้งการเติบโตเกิดคลื่นไซน์ขึ้น

L_t = ความยาวของสิ่งมีชีวิตเมื่ออายุ t (เซนติเมตร)

L_∞ = ความยาวอนันต์ (asymptotic length; เซนติเมตร)

t = อายุของสัตว์น้ำ (ปี)

t_0	=	อายุสมมติของสัตว์น้ำเมื่อสัตว์น้ำไม่มีความยาว (ปี)
K	=	ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (curvature parameter; ต่อปี)
t_s	=	จุดในฤดูร้อน (summer point) มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

6.1.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตสามารถกระทำได้ทั้งแบบเชิงเส้น (linear function) และไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear function) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น มีข้อดีกว่าแบบเชิงเส้น กล่าวคือจะสอดคล้องกับตัวแบบของฟอนเบอร์ทาแลนพี ซึ่งเป็นฟังก์ชันเส้นโค้งแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น (non-linear regression) วิธีการนี้จะทำให้ได้ค่าประมาณที่ไม่มีอคติ (unbias) หรือมีอคติน้อยและมีค่าผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (sum of squares error) มีค่าน้อยที่สุด (ธนัญญา, 2552) หลักการวิเคราะห์คือการใช้เทคนิคความควรจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) ที่ต้องมีตัวประมาณนำเข้าของค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการแล้วเกิดกระบวนการคำนวณวนซ้ำ (iterative calculation) จนกว่าจะได้ผลรวมเศษตกค้างกำลังสอง (sum of squared residuals, SSR) ต่ำที่สุดจึงหยุดกระบวนการคำนวณวนซ้ำ วิธีการนี้สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel ด้วยเมนูคำสั่ง solver และโปรแกรม R ซึ่งสามารถนำเข้าข้อมูลดิบจาก Microsoft Office Excel ได้ด้วย ค่าพารามิเตอร์การเติบโตประกอบด้วย ค่าความยาวอนันต์ (L_∞) ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (K) ค่าอายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) ค่าขนาดของความอ่อนไหวระหว่างฤดูกาล (C) และค่าจุดในฤดูร้อน (t_s) (ธนัญญา, 2552)

6.2 การตายและการประมาณค่าอัตราการตาย

การตายเป็นปัจจัยทางลบในการควบคุมประชากร ทั้งในแง่ของจำนวนและน้ำหนัก เพื่อป้องกันไม่ให้มีจำนวนสัตว์น้ำมากเกินไป จนเกินความสามารถของระบบที่จะรองรับได้ การตายจึงเป็นกระบวนการที่ทำให้ประชากรสัตว์น้ำอยู่ในภาวะสมดุล (ธนัญญา, 2552) นักชีววิทยาประมงแบ่งสาเหตุการตายของสัตว์น้ำออกเป็นสองสาเหตุคือการตายโดยธรรมชาติ (natural mortality; M) และการตายโดยการประมง (fishing mortality; F) ซึ่งตามปกติสาเหตุการตายของสัตว์น้ำจะเกิดควบคู่กันไปและแข่งขันกัน แต่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งนั้น สัตว์น้ำมีโอกาสตายเพียงสาเหตุเดียวเท่านั้น

การศึกษาการตายในพลวัตประชากร ธนินฐา (2552) แนะนำว่าต้องศึกษาการตายทั้งสองสาเหตุรวมกัน ดังนั้นอัตราการตายรวม (Z) จึงมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงบวกสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ สมการที่ (9) และการศึกษาการตายในช่วงเวลาที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องอาศัยข้อสมมติสองข้อ ได้แก่ ประชากรสัตว์น้ำเป็นประชากรปิดไม่มีอพยพเข้าและไม่มีอพยพออก และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนสัตว์น้ำเฉพาะในรุ่นเดียวกันเท่านั้น ตามอายุที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาการตายในพลวัตประชากรสามารถอธิบายได้ดังนี้

$$Z = F + M \quad \dots\dots\dots(9)$$

เมื่อ	Z	=	สัมประสิทธิ์การตายรวม (ต่อปี)
	F	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (ต่อปี)
	M	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (ต่อปี)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายทั้ง 3 ค่า สามารถประมาณได้ด้วยวิธีการดังนี้ สัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ใช้วิธีวิเคราะห์ที่เส้นตรงอย่างง่าย ตามวิธีของ Jones and van Zalinge (1981) เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (ธนินฐา และ อมรศักดิ์, 2550) และวิธีนี้ใช้ได้ดีกับข้อมูลองค์ประกอบความยาวของสัตว์น้ำเขตร้อน ที่มีช่วงเวลาแปรผัน ตัวประมาณนำเข้าที่จำเป็นต้องใช้ได้แก่ L_{∞} และ K ดังนั้นการประมาณค่าอัตราการตายรวมตามวิธีของ Jones and van Zalinge (1981) สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$\ln(C_{i+}) = c + \left(\frac{Z}{K}\right) \ln(L_{\infty} - L_{i+}) \quad \dots\dots\dots(10)$$

เมื่อ	Z	=	สัมประสิทธิ์การตายรวม (ต่อปี)
	C_{i+}	=	ผลจับรวมของสัตว์น้ำที่มีความยาวตั้งแต่ L_{i+} ถึง L_{∞} (ตัว)
	L_{i+}	=	ความยาวค่าล่างของอันตรภาคชั้นที่ I (เซนติเมตร)
	c	=	ค่าคงที่
	L_{∞}	=	ความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
	Z/K	=	ค่าความชัน (b)

สำหรับสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาตินั้น ธนัญญา (2552) แนะนำว่า การประมาณค่า M ของสัตว์น้ำในเขตร้อนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิ น้ำเฉลี่ยตลอดปีตามวิธีการของ Pauly (1980) ดังนี้

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T \quad \dots\dots\dots(11)$$

เมื่อ	M	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (ต่อปี)
	L_{∞}	=	ความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
	K	=	ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (ต่อปี)
	T	=	อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยตลอดปี (องศาเซลเซียส)

และค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงนั้น สามารถดัดแปลงสมการที่ (9) เพื่อประมาณค่า F ได้ดังนี้ (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550; ธนัญญา, 2552)

$$F = Z - M \quad \dots\dots\dots(12)$$

ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ตัวแบบที่ใช้อธิบาย การเปลี่ยนแปลงจำนวนสัตว์น้ำหรือการลดลงของจำนวนสัตว์น้ำที่ใช้ประโยชน์ได้คือ ตัวแบบการลดลงแบบชี้กำลัง (exponential decay model) สมการที่ (13) และถือว่าเป็นตัวแบบที่สำคัญของทฤษฎีการลดลงของสัตว์น้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ (ธนัญญา, 2552)

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \quad \dots\dots\dots(13)$$

7. การประเมินสถานะทรัพยากรประมง

7.1 วิเคราะห์ประชากรเสมือน

การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (virtual population analysis: VPA) คือการพิจารณาจำนวนสัตว์น้ำหรือผลจับที่อยู่ในรูปจำนวนทั้งหมดที่จับได้ด้วยการประมงพาณิชย์ ซึ่งแตกต่างจากการตายที่พิจารณาเพียงตัวอย่างขนาดเล็กที่ได้จากการสำรวจหรือจากเรือประมงพาณิชย์เท่านั้น (Sparre and Venema, 1998) VPA มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการประมาณค่าจำนวนประชากรสัตว์น้ำ

และเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการประมงที่มีต่อกลุ่มสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุหรือความยาว และเป็นตัวประมาณนำเข้า สำหรับการประเมินสถานะการประมงโดยใช้ตัวแบบการทำนาย (prediction model) ซึ่งมีความเฉพาะกว่าตัวแบบผลผลิตส่วนเกิน (surplus production model) เนื่องจากตัวแบบผลผลิตส่วนเกินใช้ตัวประมาณนำเข้าคือ ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง (catch per unit effort: CPUE) กับปริมาณการลงแรงประมง (fishing effort: f) มาทำนายสถานะการประมงในอนาคต แต่ตัวแบบการทำนายหรือ VPA จะใช้การวิเคราะห์ย้อนไปในอดีต (historic data) ซึ่งก็คือการตรวจสอบว่าจำนวนสัตว์น้ำทั้งหมดที่เหลือรอดมาให้จับในปัจจุบัน เป็นผลเนื่องจากปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่ตอนเริ่มต้นเท่าใด และต้องการข้อมูลนำเข้าคือผลจับทั้งหมดในรูปจำนวนตัว (total catch in number) ซึ่งจำเป็นต้องยกค่า (raising) ข้อมูลก่อนเพื่อให้ข้อมูลผลจับรวมทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา สำหรับการยกค่าข้อมูล ถ้ามีข้อมูลผลจับในรูปน้ำหนักก็สามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ต้องคำนึงถึงพื้นที่ศึกษาในการยกค่าข้อมูลด้วย และผลจับทั้งหมดในรูปจำนวนที่ได้มาต้องทำการจัดชั้นตามอายุหรือตามความยาวต่อเดือนหรือต่อปีก่อนนำมาวิเคราะห์ VPA (ธนัญญา, 2552)

Sparre and Venema (1998) รายงานว่า VPA ถูกพัฒนาครั้งแรกโดยใช้ข้อมูลฐานอายุ (age-based cohort analysis) หรือ Pope's cohort analysis สมการที่ (14) ต่อมาได้พัฒนาเป็นการใช้ข้อมูลฐานความยาว (length-based) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่มีพื้นฐานอยู่บนผลจับจากการประมงพาณิชย์ ร่วมกับความรู้เกี่ยวกับชีวประวัติของกลุ่มสัตว์น้ำในแง่ของการจำแนกชั้นปีหรือกลุ่มความยาว ดังนั้น VPA จึงหมายถึง ประชากรกลุ่มหนึ่งที่ประเมินได้มาจากวิธีใช้ข้อมูลผลจับทั้งหมดจริง และการตายโดยการประมงขั้นสุดท้าย (terminal fishing mortality) (Sparre and Venema, 1998) ดังนั้นถ้าเราทราบค่าผลจับทั้งหมดในรูปจำนวนตัว ระดับการตายโดยธรรมชาติ และระดับการตายโดยการประมงที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากเท่าไร ก็จะทำให้การวิเคราะห์ VPA มีความน่าเชื่อถือมากเท่านั้น

$$N_t = \left[\left(N_{t+\Delta t} e^{M \frac{\Delta t}{2}} \right) + C_{(t,t+\Delta t)} \right] e^{M \frac{\Delta t}{2}} \dots\dots\dots(14)$$

สำหรับในเขตร้อนซึ่งการดูอายุสัตว์น้ำเป็นเรื่องยุ่งยากดังนั้นจึงใช้วิธีวิเคราะห์ VPA จากฐานข้อมูลความยาว หรือวิธีการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำของโจนส์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว (Jones' length-base cohort analysis) โดยการประยุกต์ใช้ตัวแบบการเติบโตของ von Bertalanffy ดังนี้คือ (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$t_{L1} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left[1 - \frac{L_1}{L_\infty} \right] \dots\dots\dots(15)$$

$$\Delta t = t_{L2} - t_{L1} = \frac{1}{K} \ln \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right] \dots\dots\dots(16)$$

จากสมการที่ใช้ฐานข้อมูลอายุ สมการที่ (13) สามารถนำมาดัดแปลงเป็นสมการที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวโดยมีเพียงค่า $e^{\frac{M \cdot \Delta t}{2}}$ เท่านั้นที่เปลี่ยนรูปไปโดยการแทนค่า Δt ในสมการที่ (16) ลงในสมการที่ (14) จะได้ดังนี้ (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$e^{\frac{M \cdot \Delta t}{2}} = e^{\left[\frac{M \cdot 1}{2 \cdot K} \ln \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right) \right]} = e^{\left[\ln \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right)^{\frac{\Delta t}{2K}} \right]} = \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{\frac{M}{2K}} \dots\dots(17)$$

เพื่อความสะดวกจึงใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนลงในสมการดังนี้

$$\begin{aligned} N_{(L1)} = N_{t(L1)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L_1 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีอายุ } t_{(L1)} \\ N_{(L2)} = N_{t(L1+\Delta t)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L_2 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีอายุ } t_{(L2)} = t_{(L1)} + \Delta t \\ C_{(L1,L2)} = C_{(t,t+\Delta t)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับในช่วงความยาว } L_1 \text{ ถึง } L_2 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับมีอายุระหว่าง } t_{(L1)} \text{ ถึง } t_{(L2)} \\ H_{(L1,L2)} &= \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{\frac{M}{2K}} = \text{สัดส่วนของ } N_{(L1)} \text{ ที่รอดชีวิตโดยธรรมชาติ} \\ &\text{ระหว่างเวลา } t_{(L1)} \text{ ถึง } \left[t_{L1} + \frac{\Delta t}{2} \right]^{-1} \end{aligned}$$

ดังนั้นเราจึงสามารถเขียนสมการใหม่โดยใช้สัญลักษณ์ของฐานข้อมูลความยาว ได้ดังนี้

$$N_{(L1)} = \left[(N_{(L2)} \times H_{(L1,L2)}) + C_{(L1,L2)} \right] \times H_{(L1,L2)} \dots\dots(18)$$

การคำนวณจะเริ่มต้นจากกลุ่มความยาวสุดท้ายและใช้สมการผลจับฐานข้อมูลความยาวจะได้

$$C_{(L1,L2)} = N_{(L1)} \times \frac{F}{Z} \times [1 - e^{-Z \cdot \Delta t}] \quad \dots\dots\dots(19)$$

และใช้การประมาณค่า F ได้ดังนี้

$$F_{(L1,L2)} = M \times \frac{\left[\frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}} \right]}{\left[1 - \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}} \right]} \quad \dots\dots\dots(20)$$

โดยที่ $\frac{F}{Z}$ เป็นอัตราคนนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งมีที่มาจาก

$$E = \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}} = \frac{C_{(L1,L2)}}{N_{(L1)} - N_{(L2)}} \quad \dots\dots\dots(21)$$

7.2 จำนวนเฉลี่ยและมวลชีวภาพ

มาลา และ เจริญ (2544) แนะนำว่า การประมาณจำนวนสัตว์น้ำเฉลี่ยนั้นจะไม่สามารถรวมจำนวนสัตว์น้ำที่รอดชีวิตในแต่ละอันตรภาคชั้น (N_{L1}) ได้ เนื่องจากถ้ามีการเปลี่ยนแปลงช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้น จะทำให้ได้ค่าผลรวม ผิดพลาดหรือแตกต่างออกไป ดังนั้นจึงต้องประมาณจำนวนเฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้น และถ่วงน้ำหนักด้วยระยะเวลา (Δt) ซึ่งก็คือจำนวนเฉลี่ยรายปีของแต่ละกลุ่มความยาว ดังนี้

$$\bar{N}_{(L1,L2)} \times \Delta t = \frac{N_{L1} - N_{L2}}{Z} \quad \dots\dots\dots(22)$$

สำหรับมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปีของแต่ละกลุ่มความยาว ประมาณได้จากการคูณด้วยน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มความยาว ($\bar{w}_{(L1,L2)}$) ซึ่งต้องอาศัยตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก ดังนั้นมวลชีวภาพเฉลี่ยสามารถประมาณได้ดังนี้

$$\bar{w}_{(L1,L2)} = q \times \left[\frac{L_1 + L_2}{2} \right]^b \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$\bar{B}_{(L1,L2)} \times \Delta t = \bar{N}_{(L1,L2)} \times \Delta t \times \bar{w}_{(L1,L2)} \quad \dots\dots\dots(24)$$

และผลจับในรูปของน้ำหนัก สามารถประมาณได้ดังนี้

$$Y_{(L1,L2)} = \bar{w}_{(L1,L2)} \times C_{(L1,L2)} \quad \dots\dots\dots(25)$$

7.3 ประมาณค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์ทรัพยากร (E)

Pauly (1980) ได้กล่าวถึงการประมาณค่า E ในรูปของอัตราการตายว่า สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$E = \frac{F}{F + M} = \frac{F}{Z} \quad \dots\dots\dots(26)$$

มาลา และ เจริญ (2544) กล่าวว่า ค่า E ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มสัตว์น้ำควรมีค่าเท่ากับ อัตราการตายโดยธรรมชาติ ดังนั้น ค่า E ที่เหมาะสมจึงมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นจุดที่มีการใช้ประโยชน์กลุ่มสัตว์น้ำอยู่ที่ระดับศักยภาพการผลิต หากค่า E มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์ของกลุ่มสัตว์น้ำนั้นๆ เกินศักยภาพการผลิต และหากค่า E มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์ของกลุ่มสัตว์น้ำนั้นๆ ต่ำกว่าศักยภาพการผลิต

7.4 ตัวแบบของธอมป์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

ตัวแบบของธอมป์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว ใช้ตัวประมาณนำเข้าจากการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวซึ่งประกอบด้วยสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่จำแนกตามกลุ่มความยาว (ค่า F ตามกลุ่มความยาว) จำนวนสัตว์น้ำในกลุ่มความยาวที่สั้นที่สุดและปัจจัยการตายโดยธรรมชาติ (H) ที่จำแนกตามกลุ่มความยาว ซึ่งต้องเป็นค่าเดียวกันกับการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำ ตัวประมาณนำเข้าเพิ่มเติมคือ ค่าพารามิเตอร์ของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก และราคาต่อกิโลกรัมเฉลี่ยของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มความยาว ผลที่ได้จากตัวแบบดังกล่าว คือจะได้ค่าจำนวนสัตว์น้ำที่ความยาวขีดจำกัดล่างของกลุ่มความยาวนั้น (N_{L_i}) จำนวนของ

ผลจับเชิงน้ำหนัก (มวลชีวภาพคูณด้วยค่า Δt) เช่น ช่วงเวลาที่สัตว์น้ำใช้ในการเติบโตจากความยาว
 ชาติจำกัดลงจนถึงความยาวชาติจำกัดบนของกลุ่มความยาว และมูลค่า ดังนั้นผลสุดท้ายจะได้ผลจับ
 ทั้งหมด มวลชีวภาพเฉลี่ยคูณ Δt ผลจับ และมูลค่า จากนั้นให้ทำการคำนวณซ้ำโดยใช้ค่าปัจจัย X
 (F-factor) ผลลัพธ์จากขั้นสุดท้ายนั้นนำมาลงจุดคู่ลำดับรูปภาพ ตัวแบบของรอมพ์สันและเบลล์ที่
 ใช้ฐานข้อมูลความยาว ได้จากการดัดแปลงสมการที่ (26) (มาลา และ เจริญ, 2544) ซึ่งจะได้

$$C_{(L1,L2)} = [N_{(L1)} - N_{(L2)}] \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}} \dots\dots\dots(27)$$

จากนั้นสมการนี้จะถูกแทนค่าลงในสมการที่ (18) ซึ่งจะได้

$$N_{(L1)} = \left[N_{(L2)} H_{(L1,L2)} + \frac{N_{(L1)} - N_{(L2)}}{Z_{(L1,L2)}} F_{(L1,L2)} \right] H_{(L1,L2)} \dots\dots\dots(28)$$

เมื่อ
$$H_{(L1,L2)} = \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{\frac{M}{2K}}$$

ซึ่งก็คือค่าปัจจัยการตายโดยธรรมชาติ และเมื่อแก้สมการดังกล่าวจะได้ดังนี้

$$N_{(L2)} = N_{(L1)} \frac{\frac{1}{H_{(L1,L2)}} - \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}}}{\frac{1}{H_{(L1,L2)}} - \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}}} \dots\dots\dots(29)$$

ในการคำนวณผลจับเชิงน้ำหนักตามกลุ่มความยาว มาลา และ เจริญ (2544) แนะนำว่า
 ควรใช้การคูณผลจับ (จำนวน) ด้วยน้ำหนักเฉลี่ยของสัตว์น้ำตามกลุ่มความยาว ($\bar{w}_{(L1,L2)}$) ซึ่งเป็น
 ค่าที่ได้จาก

$$\bar{w}_{(L1,L2)} = q \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right)^b \dots\dots\dots(30)$$

เมื่อ \bar{w} = น้ำหนักต่อกิโกรัมเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่มีความยาวระหว่าง L_1 และ L_2
 q, b = ค่าพารามิเตอร์ของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก

ผลจับตามกลุ่มความยาว และมูลค่าคำนวณจาก

$$Y_{(L1,L2)} = C_{(L1,L2)} \bar{w}_{(L1,L2)} \dots\dots\dots(31)$$

$$V_{(L1,L2)} = Y_{(L1,L2)} \bar{v}_{(L1,L2)} \dots\dots\dots(32)$$

เมื่อ $\bar{v}_{(L1,L2)}$ = คือราคาต่อกิโกรัมเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่มีความยาวระหว่าง L_1 และ L_2

ในระหว่างช่วงเวลา $\Delta t_{(L1,L2)}$ ที่รุ่นสัตว์น้ำใช้ในการเติบโตจากความยาว L_1 ถึง L_2 จำนวนสัตว์น้ำที่รอดชีวิตลดลงจาก $N_{(L1)}$ เป็น $N_{(L2)}$ จำนวนสัตว์น้ำเฉลี่ยที่รอดชีวิตตามกลุ่มความยาวนั้นคำนวณได้ดังนี้ (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$\bar{N}_{(L1,L2)} \Delta t_{(L1,L2)} = \frac{N_{(L1)} - N_{(L2)}}{Z_{(L1,L2)}} \dots\dots\dots(33)$$

โดยที่มวลชีวภาพเฉลี่ยคูณ Δt ตามกลุ่มความยาว คำนวณได้ดังนี้

$$\bar{B}_{(L1,L2)} \Delta t_{(L1,L2)} = \bar{N}_{(L1,L2)} \Delta t_{(L1,L2)} \bar{w}_{(L1,L2)} \dots\dots(34)$$

จากนั้นให้คำนวณผลจับและมูลค่ารายปี โดยการรวมผลจับและมูลค่าของทุกกลุ่มความยาว ซึ่งคำนวณได้ดังนี้ (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$Y = \sum Y_i \dots\dots\dots(35)$$

$$V = \sum V_i \dots\dots\dots(36)$$

ส่วนค่าประมาณของมวลชีวภาพเฉลี่ยตลอดช่วงอายุขัยของรุ่นสัตว์น้ำหรือของทุกรุ่น
ในช่วงเวลา 1 ปี คำนวณได้จาก (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$B = \sum B_i \Delta t \quad \dots\dots\dots(37)$$



อุปกรณ์และวิธีการ

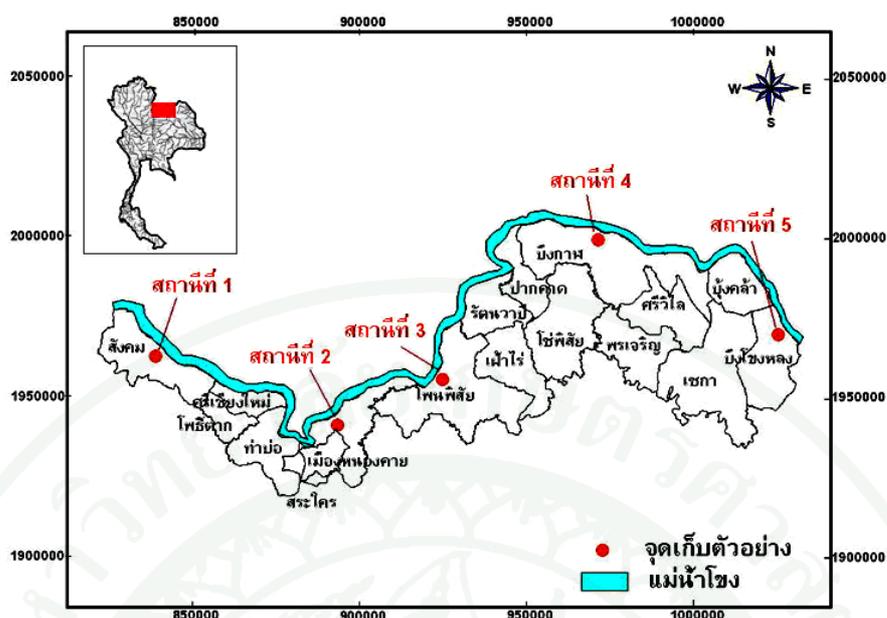
อุปกรณ์

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่าง ได้แก่ อวนลอยขนาดช่องตา 4, 7, 9 และ 14 เซนติเมตร อวนลอยแต่ละพื้นยาว 100 เมตร กว้าง 1.2 เมตร และผูกติดกันเป็นพื้นเดียวกัน
2. เรือไม้ขนาดเล็กความยาวเฉลี่ย 10 เมตร เครื่องยนต์เรือขนาด 10 แรงม้า
3. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4. เครื่องวัดความยาว
5. เครื่องมือผ่าตัด
6. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ
7. บัฟเฟอร์ฟอร์มาลินความเข้มข้น 5% และ 10%
8. ชุดเครื่องเขียน ประกอบการบันทึกข้อมูล
9. ภาชนะบรรจุตัวอย่างปลา
10. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereo microscope)
11. กล้องถ่ายรูป
12. คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการ

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของจังหวัดหนองคาย

เก็บตัวอย่างปลาเพาะในแม่น้ำโขง จังหวัดหนองคายเป็นประจำทุกเดือน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 รวม 14 เดือน และเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดหนองคาย จึงได้กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างไว้จำนวน 5 สถานี ได้แก่ อำเภอสังคม อำเภอเมืองหนองคาย อำเภอโพนพิสัย อำเภอบึงกาฬ และอำเภอบึงโขงหลงตามลำดับ (ภาพที่ 4) แต่ละสถานีห่างกันเฉลี่ย 55 กิโลเมตร ชาวประมงทำประมงด้วยเครื่องมืออวนลอย ตัวอย่างปลาเพาะที่จับได้นำมารักษาสภาพด้วยบัฟเฟอร์ฟอร์มาลินความเข้มข้นร้อยละ 10 สัมภาษณ์ชาวประมงเกี่ยวกับวิธีการทำประมง ฤดูทำประมง และช่วงเวลาในการทำประมง



ภาพที่ 4 แผนที่จังหวัดหนองคายและสถานีเก็บตัวอย่าง

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน (ม.ป.ป.)

2. งานภาคสนาม

ทดลองการเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย ระยะเวลาทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 รวม 14 เดือน โดยใช้เครื่องมืออวนลอย วิธีการทำประมงเริ่มจากการปล่อยหุ่นบริเวณชายฝั่งประเทศไทย และสิ้นสุดบริเวณชายฝั่งของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว อวนลอยจะจมลงบริเวณพื้นท้องน้ำ และกระแสน้ำจะไหลพาอวนลอยไปตามทิศทางกรไหลของน้ำ ระยะทางในการทำประมงแต่ละครั้งเฉลี่ย 2 กิโลเมตร ใช้เวลาทำประมงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง จำนวนครั้งในการทำประมงเฉลี่ย 8 ครั้งต่อวัน (ฉัตรชัย และ ธนัญญา, 2552)

3. งานห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างปลาเพาะในแต่ละเดือน มาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (กรัม) วัดความยาวเหยียด ความยาวมาตรฐาน และความยาวส้อมหาง ด้วยไม้กระดานวัดความยาว (เซนติเมตร) จากนั้นนำตัวอย่างปลาเพาะมาผ่าท้องเพื่อตรวจสอบเพศ จำแนกระยะการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของทั้งสองเพศตามวิธีการของ (Kestevan, 1960; De Silva, 1973) (ตารางภาคผนวก

ที่ 3) นำอวัยวะสืบพันธุ์มาซึ่งน้ำหนัก ลวกรังไข่ และเก็บรักษาสภาพในน้ำยาบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 5% สุ่มรังไข่มา 10% โดยน้ำหนัก จากส่วนต้น ส่วนกลางและส่วนปลายรวม 3 ส่วน เท่ากับ 10% เพื่อศึกษาความดกไข่ ถ่ายภาพ วัดขนาดไข่ (มิลลิเมตร) และนับจำนวนไข่อ่อนด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ชีวิตยาประมง

4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

นำข้อมูลความยาวเหยียด (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเผาเทศผู้และเพศเมีย ทั้ง 14 เดือน มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ด้วยโปรแกรม R (R Development Core team, 2007) ตามตัวแบบความสัมพันธ์ของธนัญญา (2552) และ Ricker (1975) ตามสมการที่ (2)

วิเคราะห์ปัจจัยสถานะแยกเป็นรายเดือนและแยกเพศ ตามสมการที่ (5) (ธนัญญา, 2552; King, 2007)

4.1.2 ทดสอบรูปแบบการเติบโต

ทดสอบรูปแบบการเติบโตของปลาเผาเทศ โดยอาศัยสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก สมการที่ (2) และมีสมมติฐานคือค่า b มีค่าเท่ากับ 3 รูปแบบการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า b มีค่าไม่เท่ากับ 3 รูปแบบการเติบโตจะเป็นแบบอัลโลเมตริก วิธีการคือการหาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ตามสมการที่ (4) (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550; ธนัญญา, 2552)

4.1.3 อัตราส่วนเพศ

วิเคราะห์อัตราส่วนเพศ จากข้อมูลจำนวนปลาเผาที่ได้แยกเพศทั้ง 14 เดือน โดยใช้วิธี Chi-square test และตั้งสมมติฐานว่า อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1 (ธนินฐา และ อมรศักดิ์, 2550) ดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(38)$$

เมื่อ $d.f. = k - 1$

4.1.4 ความดกไข่

วิเคราะห์ความดกไข่ จากข้อมูลปลาเผาเพศเมียที่มีระยะไข่ตั้งแต่ระยะที่ 3 ขึ้นไป (ธนินฐา และ อมรศักดิ์, 2550) โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ด้วยโปรแกรม R (R Development Core team, 2007) ดังนี้

$$Fe = aL^b \dots\dots\dots(39)$$

เมื่อ Fe = ความดกไข่ (ฟอง)
 L = ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
 a, b = ค่าคงที่

4.1.5 ดัชนีสมบูรณ์เพศ (GSI)

ตัวอย่างปลาเผาที่เก็บตัวอย่างได้ในแต่ละเดือน มาชั่งน้ำหนักตัว ฝ่าท้อง และชั่งน้ำหนักอวัยวะเพศ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ดัชนีสมบูรณ์เพศดังนี้ (ธนินฐา และ อมรศักดิ์, 2550)

$$GSI = \left(\frac{W_g}{W} \right) \times 100 \dots\dots\dots(40)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } W_g &= \text{น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ (กรัม)} \\ W &= \text{น้ำหนักตัวของสัตว์น้ำ (กรัม)} \end{aligned}$$

ประมาณค่าดัชนีสมบูรณ์เพศทุกเดือน แยกเพศ จากนั้นนำมาหาค่ามัธยฐาน จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต และค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก โดยนำค่าเฉลี่ยทั้ง 3 แบบ มาเปรียบเทียบกับค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ยใดที่มีค่าใกล้เคียงกับค่ามัธยฐานมากที่สุด ค่าเฉลี่ยนั้นจะเป็นค่าที่เหมาะสมในการใช้อธิบายดัชนีสมบูรณ์เพศของปลาเพาะ (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550)

4.1.6 ขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 50 ($L_{50\%}$)

ประมาณค่าขนาดสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 50 โดยใช้ฟังก์ชันลอจิสติก (logistic function) ระหว่างสัดส่วนของสัตว์น้ำวัยเจริญพันธุ์ ต่อสัตว์น้ำทั้งหมด (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550) โดยใช้โปรแกรม R (R Development Core team, 2007) ดังนี้

$$P_L = \frac{1}{1 + e^{-(a+bL)}} \dots\dots\dots(41)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } P_L &= \text{สัดส่วนของสัตว์น้ำวัยเจริญพันธุ์ต่อสัตว์น้ำทั้งหมด} \\ L &= \text{ความยาวค่ากลาง} \\ a, b &= \text{ค่าคงที่} \end{aligned}$$

ตรวจสอบระยะการเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่ดีของปลาเพาะ ด้วยการประมาณช่วงความน่าจะเป็นที่ 0.25 ถึง 0.75 (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550) ดังนี้

$$L_{25\%} = \frac{(a - \ln 3)}{b} \dots\dots\dots(42)$$

$$L_{50\%} = \frac{a}{b} \dots\dots\dots(43)$$

$$L_{75\%} = \frac{(a + \ln 3)}{b} \dots\dots\dots(44)$$

4.2 พลวัตประชากร

4.2.1 การเติบโต

ก. ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาเลนฟี ใช้ข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความยาว (length frequency data; LFD) (อันตรภาคชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร) ของปลาเผาะเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 14 เดือน นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ด้วยโปรแกรม FISAT (Gayanilo *et al.*, 2002) สำหรับตัวประมาณนำเข้าของการวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น (L_{∞} , K และ t_0) ได้มาจากวิธีการต่างๆ ดังนี้

ค่าความยาวอนันต์ (L_{∞}) จากข้อมูล LFD ของปลาเผาะทั้งหมด มาประมาณค่า L_{∞} โดยการประมาณค่า L_{∞} จากความยาวมากที่สุด L_{max} ในข้อมูล LFD (Froese and Binohlan, 2000) ดังนี้

$$\log_{10} L_{\infty} = 0.044 + 0.9841 * \log_{10} L_{max} \dots\dots(45)$$

ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (K) ประมาณค่า K จากวิธีของ (Munro and Pauly, 1983) โดยอาศัยค่า Munro's phi prime, ϕ' จาก Fishbase (Froese and Pauly, 2010)

ค่าอายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) นำค่าพารามิเตอร์ L_{∞} และ K ไปหาค่าอายุ t_0 ที่ได้จากการตัดแปลง VBGF ณ ความยาวแรกฟัก (L_0) (ความยาวแรกฟักของปลาเผาะเท่ากับ 5.25 ± 0.22 มิลลิเมตร) (วรัญญู และคณะ, 2550) ดังนี้

$$L_0 = L_{\infty} (1 - e^{-Kt_0}) \dots\dots\dots(46)$$

ตัวประมาณนำเข้า t_0 โดยใช้นิยามของค่า L_0 จะสามารถประมาณค่า t_0 ได้จาก

$$t_0 = \frac{1}{K} \ln \left(1 - \frac{L_0}{L_{\infty}} \right) \dots\dots\dots(47)$$

เมื่อ t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (ปี)

- K = ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง
- L_{∞} = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำสามารถเติบโตได้ (เซนติเมตร)
- L_0 = ความยาวแรกฟัก (เซนติเมตร)

ข. ตัวแบบการเติบโตของฟอนเบอร์ทาเลนฟีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล จากข้อมูล LFD ของปลาเพาะเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 14 เดือน นำมาประมาณค่า VBGF ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล (มาลา และ เจริญ, 2544; ธนิษฐา, 2552) ตัวประมาณนำเข้า L_{∞} และ K ได้มาจากหัวข้อที่ 4.2.1ก. สำหรับตัวประมาณนำเข้าจุดในฤดูร้อน (summer point; t_s) และค่าแอมพลิจูด (amplitude; C) ได้มาจากการสมมติจนกว่าจะได้ค่าที่สมเหตุสมผลและนำเขาสู่กระบวนการคำนวณทวนซ้ำ (iterative calculation) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ด้วยโปรแกรม R (R Development Core team, 2007)

สำหรับตัวประมาณนำเข้า t_0 ในกรณีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล ใช้นิยามของค่า L_0 จะสามารถประมาณค่า t_0 ได้จาก

$$t_0 = \frac{1}{K} \ln\left(1 - \frac{L_0}{L_{\infty}}\right) + \frac{C}{2\pi} * \sin(-2\pi * t_s) \dots\dots\dots(48)$$

4.2.2 การตาย

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมด้วยวิธีวิเคราะห์เส้นตรงอย่างง่าย ด้วยวิธีของ Jones and Zalinge (1981) สมการที่ (10) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติสำหรับสัตว์น้ำในเขตร้อน โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยตลอดปีของน้ำในแม่น้ำโขง ด้วยวิธีของ Pauly (1980) สมการที่ (11) และประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงตามสมการที่ (12)

4.3 การประเมินสภาวะทรัพยากรประมง

4.3.1 มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R)

B'/R และ Y'/R ใช้เพื่อประเมินอัตราการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมของทรัพยากรปลาเผา โดยใช้โปรแกรม FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2002) การวิเคราะห์ที่ค่าดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลนำเข้าได้แก่ ค่า L_c/L_∞ และค่า M/K ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.41 และ 1.86 ตามลำดับ ค่า L_∞ , K และ M ค่าเท่ากับ 57.62 ซม. 0.56 ต่อปี และ 1.04 ตามลำดับ (Preecha *et al.*, 2011) ส่วนค่า L_c วิเคราะห์จากการตัดแปลงวิธีของ (Sparre and Venema, 1998)

4.3.2 วิเคราะห์ประชากรเสมือน

ประมาณประชากรปลาเผาที่เหลือรอดในแม่น้ำโขง เขตจังหวัดหนองคาย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ VPA ด้วยวิธีการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำของโจนส์ที่ใช้ฐานข้อมูลฐานความยาว (Jones' length-base cohort analysis) โดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการลงแรงประมงในระดับต่างๆ กัน จากนั้นประมาณค่าจำนวนปลาเผาเฉลี่ย มวลชีวภาพ และผลผลิตเฉลี่ย ตามสมการที่ (22), (23), (24) และสมการที่ (25) ตามลำดับ

4.3.3 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ (Exploitation Ratio: E)

ประมาณค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์ด้วยวิธีของพอลลี Pauly (1980) ตามสมการที่ (26)

4.3.4 ตัวแบบการทำนายของรอมพ์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

ทำนายผลผลิตในขนาดของปลาเผาโดยใช้ตัวแบบการทำนายของรอมพ์สันและเบลล์ ตามสมการที่ (28) และ (29) กำหนดผลผลิต และมูลค่าปลาเผาตามกลุ่มความยาวจากสมการที่ (31) และ (32) ประมาณจำนวนสัตว์น้ำเฉลี่ยที่รอดชีวิตตามกลุ่มความยาว ตามสมการที่ (33) กำหนดมวลชีวภาพเฉลี่ยคูณ Δt ตามกลุ่มความยาว ตามสมการที่ (34) และกำหนดผลผลิตและมูลค่ารายปี โดยการรวมผลผลิตและมูลค่าของทุกกลุ่มความยาว ตามสมการที่ (35) และ (36) ประมาณค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยตลอดช่วงอายุขัยของรุ่นสัตว์น้ำหรือของทุกรุ่นในช่วงเวลา 1 ปี ตามสมการที่ (37) ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ที่ได้จากการทำประมงที่กำหนดให้ F-factor เท่ากับ 1 มากกว่า 1 หรือน้อยกว่า 1 จากนั้น นำค่าผลรวมของผลผลิต มวลชีวภาพต่อหน่วยเวลา และมูลค่า ที่ค่า F-factor ต่างๆ มาเขียนกราฟ จากกราฟจุดที่มีผลผลิตสูงสุดคือจุด MSY และจุดที่มีมูลค่าสูงสุดคือจุดที่เรียกว่า MEY โดยค่า F-factor X จำนวนได้ดังนี้

$$F - factorX = F_L - currentX \quad \dots\dots\dots(49)$$

เมื่อ F-factorX = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงใหม่
 F_L-currentX = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงเดิม
 X = ค่าปัจจัยที่ปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง

4.3.5 ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนและระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม

ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีเชิงวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบการทำนายของทอมป์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว โดยกำหนดค่าปัจจัยที่ปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (X) ให้มีค่าต่างๆ ซึ่งการเพิ่มหรือลดค่า X คือการเพิ่มหรือลดการลงแรงประมง (เช่นเพิ่มการลงแรงประมงร้อยละ 10, 20 และร้อยละ 30 หรือไม่เปลี่ยนแปลงการลงแรงประมง หรือลดการลงแรงประมงร้อยละ 10, 20 และร้อยละ 30) แล้วนำค่าผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่าที่ได้ไปเขียนกราฟ และจุดที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือจุดที่เรียกว่าผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) ซึ่งเป็นจุดที่มีการลงแรงประมงในระดับที่ให้ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน และเป็นระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม (F-optimum) สำหรับจับปลาเพาะในแม่น้ำโขง จากนั้นนำผลที่ได้จากการศึกษาไปเปรียบเทียบกับสถานะการทำประมงปลาเพาะในปัจจุบัน

4.3.6 การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย

ก. ตัวแบบของโฮลท์สำหรับตาอวนลอยสองขนาด

การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอยใช้ข้อมูลนำเข้าจาก การทดลองเครื่องมืออวนลอย ทั้ง 14 เดือน ซึ่งประกอบด้วยจำนวนปลาเพาะที่ถูกจับจำแนกตามกลุ่มความยาวของอวนลอยแต่ละปาก (C_a และ C_b) และขนาดตาอวนลอยแต่ละปาก (m_a และ m_b) ซึ่ง (Holt, 1963; Juatagate et al., 2001) ได้แนะนำให้ใช้เส้นโค้งการเลือกจับที่เป็นรูประฆังคว่ำ ดังนี้

$$S_L = e^{-\left[\frac{(L-L_m)^2}{2S^2}\right]} \quad \dots\dots\dots(50)$$

เมื่อ L_m = ความยาวที่เหมาะสมที่จะถูกจับ (เซนติเมตร)
 S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงแบบปกติ

Holt (1963) ได้แนะนำให้ทดลองใช้ตาอวนลอยติดตาทั้งสองปากที่มีขนาดตาอวนลอยต่างกันเพื่อประมาณค่า L_m และ S กล่าวคือ มีขนาดตาอวนลอย ma และ mb ซึ่งตาอวนลอยทั้งสองขนาดนี้จะต้องทำให้เส้น โคนีการเลือกจับทั้งสองเส้นนั้นเหลื่อมซ้อนกัน และมีข้อสมมติ ดังนี้คือประการแรก ความยาวที่เหมาะสม L_m (ส่วนบนสุดของเส้น โคนีการเลือกจับที่เป็นรูปประฆังคว่ำ) เป็นสัดส่วนกับขนาดตาอวนลอย ($L_m = SF * m$ เมื่อ SF คือปัจจัยการเลือกจับ) ประการที่สอง เส้น โคนีการเลือกจับทั้งสองมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเดียวกัน และประการสุดท้าย อวนติดตาทั้งสองปากมีกำลังในการจับปลาเท่ากันซึ่งหมายความว่า เมื่อวางอวนลอยแล้วอวนลอยติดตาทั้งสองปากจะมีความยาวและความสูงเท่ากันและเนื้ออวนลอยก็ทำมาจากวัสดุชนิดเดียวกัน

วิธีคำนวณนั้นเริ่มจาก คำนวณค่าลอการิทึมของอัตราส่วน $Y = \ln \frac{C_b}{C_a}$ ในแต่ละกลุ่มความยาว โดยใช้ข้อมูลความยาวในเฉพาะกลุ่มที่มีการเหลื่อมซ้อนกัน จากนั้นวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ค่าลอการิทึมของอัตราส่วน $Y = \ln \frac{C_b}{C_a}$ เป็นตัวแปรตามและใช้ค่าความยาวกึ่งกลางของอันตรภาคชั้นเป็นค่าตัวแปรอิสระ คำนวณค่าจุดตัดแกน $Y (a)$ และความชัน (b) ได้ดังนี้ (มาลา และ เจริญ, 2544)

$$\ln \frac{C_b}{C_a} = a + bL \quad \dots\dots\dots(51)$$

จากนั้นให้คำนวณผลลัพธ์โดยการแทนค่า a, b, ma และ mb จะได้

$$SF = \frac{-2a}{b(ma + mb)} \quad \dots\dots\dots(52)$$

ความยาวของปลาที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับตาอวนลอยขนาดเล็กและตาอวนลอยขนาดใหญ่ได้ดังนี้

$$L_{ma} = SF \times ma \quad \dots\dots\dots(53)$$

$$L_{mb} = SF \times mb \quad \dots\dots\dots(54)$$

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม (S) คำนวณจากค่าความแปรปรวนดังนี้

$$S^2 = \frac{-2 \times a \times (mb - ma)}{b^2 \times (ma + mb)} = SF \times \frac{(mb - ma)}{b} \quad \dots(55)$$

ขั้นตอนสุดท้าย คำนวณจำนวนปลาเพาะในแต่ละขนาดตาอวนลอย จะได้

$$Na_L = \frac{Ca_L}{Sb_L} \quad \dots\dots\dots(56)$$

$$Nb_L = \frac{Cb_L}{Sb_L} \quad \dots\dots\dots(57)$$

ข. ตัวแบบสำหรับสำหรับตาอวนลอยหลายขนาด

ในการใช้อวนลอยที่มีความยาวเท่ากันจำนวน n ปาก โดยที่แต่ละอวนลอย มีขนาดตาไม่เท่ากัน สมการที่ (51) การวิเคราะห์ผลขนาดตาอวนลอยที่ละคู่ นั้น ผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ (a_i และ b_i) ที่อยู่ติดกัน (มาลา และ เจริญ 2544) ดังนั้นการวิเคราะห์การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอยด้วยวิธีนี้ จึงมีความเหมาะสมกว่า โดยการเรียบเรียงสมการที่ (52) ขึ้นใหม่เพื่อให้เส้นตรงผ่านจุดกำเนิด (0,0) ได้ดังนี้

$$\frac{-2 \times a_i}{b_i} = SF \times (m_i + m_{i+}) \quad \dots\dots\dots(58)$$

$$i = 1, 2, \dots\dots\dots, n - 1$$

คำนวณค่าปัจจัยการเลือกจับร่วม (SF) และค่าความชัน (b) โดย

$$Y_i = \frac{-2a_i}{b_i} \text{ และ } X_i = m_i + m_{i+} \text{ จะได้}$$

$$SF = \frac{\sum(X_i \times Y_i)}{(\sum X_i)^2} \dots\dots\dots(59)$$

ค่าแปรปรวนร่วมถูกประมาณเป็นค่าเฉลี่ยที่ประมาณจากอวลงยที่มีขนาดแต่ละขนาดและเป็นคู่กับขนาดที่ใหญ่กว่าถัดมา จะได้

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left[SF_i \times \frac{m_{i+1} - m_i}{b_i} \right] \dots\dots(60)$$

ความยาวที่เหมาะสมของแต่ละขนาดอวลงย กำหนดได้ดังนี้

$$L_{mi} = SF * m_i \dots\dots\dots(61)$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษา

1. ชีวิตวิทยาประมง

1.1 ผลจับในรูปของจำนวนและน้ำหนัก

ผลการศึกษาผลจับในรูปของจำนวนและน้ำหนักของปลาเผา จำนวน 14 เดือน 5 สถานี ด้วยเครื่องมืออวนลอย ขนาดช่องตา 4, 7, 9 และ 14 เซนติเมตร อวนแต่ละพื้นยาว 100 เมตร กว้าง 1.2 เมตร ผูกติดกันเป็นผืนเดียว การทำประมงเริ่มจากการปล่อยอวนและทวนบริเวณชายฝั่งของประเทศไทยแล้วไปสิ้นสุดบริเวณชายฝั่งของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว อวนจะจมลงบริเวณพื้นท้องน้ำ และกระแสน้ำจะไหลพาอวนไปตามทิศทางกรไหลของน้ำ ระยะทางในการทำประมงแต่ละครั้งเฉลี่ย 2 กิโลเมตร ใช้เวลาทำการประมงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง จำนวนครั้งในการทำประมงเฉลี่ย 8 ครั้งต่อวัน เก็บรวบรวมตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 2,673 ตัว มีพิสัยของความยาวเหยียดและน้ำหนักเท่ากับ 9.3-55.5 เซนติเมตรและ 6.00 - 1,313.17 กรัมตามลำดับ มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 23.02 ± 6.74 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 123.76 ± 135.79 กรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

ปลาเผา	จำนวน (ตัว)	ความยาวเฉลี่ย (ซม.) (mean \pm sd)	พิสัย (ความยาว: ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) (mean \pm sd)	พิสัย (น้ำหนัก: กรัม)
เพศผู้	1,065	24.91 ± 6.58	12.4 - 51.5	148.88 ± 141.66	16.3 - 1,210.69
เพศเมีย	806	25.10 ± 6.88	9.3 - 55.5	154.44 ± 162.96	6.44 - 1,383.17
NS	802	18.42 ± 4.05	8.5 - 41.1	59.58 ± 47.53	6.00 - 559.23
ทั้งหมด	2,673	23.02 ± 6.74	9.3 - 55.5	123.76 ± 135.79	6.00 - 1,313.17

หมายเหตุ NS = ไม่สามารถจำแนกเพศ

ผลจับรวมในรูปของจำนวน (ตารางที่ 2) ในภาพรวมพบว่า ตลอดเวลา 14 เดือนที่เก็บ ตัวอย่าง ได้ตัวอย่างปลาเผาทั้งหมด 2,673 ตัว เป็นปลาเพศผู้ 1,065 ตัว (ร้อยละ 39.84) ปลาเผา เพศเมีย 806 ตัว (ร้อยละ 30.15) และไม่สามารถแยกเพศได้จำนวน 802 ตัว (ร้อยละ 30.01) และผล จับในรูปของน้ำหนักพบว่า จับปลาเผาได้ผลจับรวมทั้งหมด 330.83 กิโลกรัม แยกเป็นปลาเผา เพศผู้ 158.46 กิโลกรัม (ร้อยละ 47.90) ปลาเผาเพศเมีย 124.48 กิโลกรัม (ร้อยละ 37.64) และไม่สามารถแยกเพศได้ 47.79 กิโลกรัม (ร้อยละ 14.46)

ตารางที่ 2 ผลจับรวมของปลาเผาในรูปของจำนวน (ตัว) และน้ำหนัก (กิโลกรัม) แยกตามเพศ

ปลาเผา	จำนวน (ตัว)	ร้อยละ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละ
เพศผู้	1,065	39.84	158.46	47.90
เพศเมีย	806	30.15	124.48	37.64
NS	802	30.01	47.79	14.46
ทั้งหมด	2,673	100	330.83	100

หมายเหตุ NS = ไม่สามารถจำแนกเพศ

เมื่อพิจารณาผลจับรวมในรูปของจำนวน (ตัว) แยกตามสถานี (ตารางที่ 3) พบว่าสถานี ที่ 3 มีผลจับมากที่สุดเท่ากับ 833 ตัว (ร้อยละ 31.16) ส่วนสถานีที่ 1 มีผลจับรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 193 ตัว (ร้อยละ 7.22) เมื่อพิจารณาผลจับรวมในรูปของน้ำหนักแยกตามสถานี พบว่าสถานีที่ 4 มีผล จับมากที่สุดเท่ากับ 76.92 กิโลกรัม (ร้อยละ 23.25) ส่วนสถานีที่ 5 มีผลจับรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 56.14 กิโลกรัม (ร้อยละ 16.97)

ตารางที่ 3 ผลจับรวมของปลาเผาในรูปของจำนวน (ตัว) และน้ำหนัก (กิโลกรัม) แยกตามสถานี

สถานี	จำนวน (ตัว)	ร้อยละ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละ
ST1. อำเภอสังขม	193	7.22	69.78	21.09
ST2. อำเภอเมืองหนองคาย	335	12.53	57.78	17.47
ST3. อำเภอโพนพิสัย	833	31.16	70.21	21.22

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สถานี	จำนวน (ตัว)	ร้อยละ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละ
ST4. อำเภอบึงกาฬ	768	28.73	76.92	23.25
ST5. อำเภอบึงโขงหลง	544	20.35	56.14	16.97
รวม	2,673	100	330.83	100

1.2 ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง (CPUE)

ผลจับปลาเพาะต่อหน่วยลงแรงประมง ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 เนื่องจากวิธีการทำประมงด้วยข่ายชาวประมงใช้เวลาแต่ละครั้งเฉลี่ย 1 ชั่วโมง และสามารถทำประมงข่ายได้เฉลี่ย 8 ครั้งต่อวัน และมีจำนวนเรือของชาวประมงในแต่ละสถานี ตั้งแต่สถานีที่ 1 - 5 ดังนี้ 15, 17, 24, 16 และ 18 ลำตามลำดับ (ฉัตรชัย และ ธนิษฐา, 2552) ดังนั้นจึงได้กำหนดหน่วยของ CPUE เป็น กิโลกรัมต่อวันต่อลำ (ตารางที่ 4)

ผลการศึกษาพบว่า ค่า CPUE เฉลี่ยรวมทั้งปีเท่ากับ 1.35 กิโลกรัมต่อวันต่อลำ เมื่อพิจารณาค่า CPUE เฉลี่ยรวมทั้งปีแยกเป็นสถานี พบว่า สถานีที่ 4 มีค่า CPUE สูงสุดเท่ากับ 0.62 กิโลกรัมต่อวันต่อลำ เนื่องจากสถานีนี้มีวังน้ำลึกขนาดใหญ่เรียกว่า วังน้ำลึกอาสง ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของปลาจำนวนมาก ส่วน สถานีที่ 3 มีค่า CPUE ต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 0.04 กิโลกรัมต่อวันต่อลำ

เมื่อนำค่า CPUE ของปลาเพาะมาทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีสำรวจ และเดือน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงสองทาง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (สุรินทร์, 2548) ปรากฏว่า ค่า CPUE แต่ละเดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และค่า CPUE ระหว่างสถานีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ด้วยเช่นกัน แสดงว่า การประมงปลาเพาะในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย มีความผันแปรตามฤดูกาล และพื้นที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย
(กิโลกรัมต่อวันต่อลำ)

เดือน	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
ก.ย. 50	0.43	0.45	0.27	0.18	NA
ต.ค. 50	0.18	0.20	0.21	0.24	0.07
พ.ย. 50	0.36	0.35	0.11	0.44	0.08
ธ.ค. 50	0.28	0.24	0.21	0.41	0.19
ม.ค. 51	0.22	0.05	0.22	0.10	NA
ก.พ. 51	0.20	0.35	0.04	0.38	NA
มี.ค. 51	0.55	0.14	0.20	0.58	0.17
เม.ย. 51	0.36	0.25	0.24	0.61	0.28
พ.ค. 51	0.55	0.37	0.41	0.34	0.32
มิ.ย. 51	0.22	0.24	0.13	0.36	0.38
ก.ค. 51	0.29	0.24	0.24	0.40	0.35
ส.ค. 51	0.32	0.09	0.13	0.18	0.47
ก.ย. 51	0.25	0.12	0.24	NA	0.45
ต.ค. 51	0.43	0.31	0.21	0.62	0.36
เฉลี่ย	0.33	0.24	0.20	0.34	0.22

หมายเหตุ NA = ไม่มีข้อมูล

1.3 อัตราส่วนเพศ

ผลการศึกษาอัตราส่วนเพศของเผา จากผลจับรวมในรูปจำนวนตัวทั้งหมด 2,673 ตัว เป็นปลาเผาเพศผู้ 1,065 ตัว เพศเมีย 806 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้ 802 ตัว ในภาพรวมจำนวนปลาเผาเพศผู้มีมากกว่าปลาเผาเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ คิดเป็นอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.32 ($p < 0.05$) อาจกล่าวได้ว่าในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคายโครงสร้างทางสังคมของปลาเผามีเพศผู้มากกว่าเพศเมียประมาณ 1.32 เท่า (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อัตราส่วนเพศของปลาเพาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย แยกตามเดือน

เดือน	เพศผู้	เพศเมีย	จำนวนตัวรวม	เพศผู้ต่อเพศเมีย	χ^2
ก.ย. 50	51	110	161	0.46	20.89*
ต.ค. 50	75	22	97	3.41	27.88*
พ.ย. 50	68	37	105	1.84	8.57*
ธ.ค. 50	76	69	145	1.10	0.25 ^{ns}
ม.ค. 51	22	16	38	1.38	0.66 ^{ns}
ก.พ. 51	63	48	111	1.31	1.77 ^{ns}
มี.ค. 51	53	48	101	1.10	0.16 ^{ns}
เม.ย. 51	51	68	119	0.75	2.15 ^{ns}
พ.ค. 51	85	82	167	1.04	0.02 ^{ns}
มิ.ย. 51	67	39	106	1.72	6.88*
ก.ค. 51	73	40	113	1.83	9.06*
ส.ค. 51	90	53	143	1.70	9.06*
ก.ย. 51	113	73	186	1.55	8.18*
ต.ค. 51	178	101	279	1.76	20.70*

หมายเหตุ ค่า $\chi^2_{(0.05,1)}$ เท่ากับ 3.84

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาแยกตามสถานีที่ศึกษาจำนวน 5 สถานีพบว่า อัตราส่วนเพศของปลาเพาะมีความแตกต่างกันไปตามสถานี (ตารางที่ 6) โดยภาพรวมพบว่า ทุกสถานีพบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ยกเว้นสถานีที่ 2 บริเวณอำเภอเมืองหนองคาย ที่พบปลาเพาะเพศเมีย เกือบเท่ากับเพศผู้ ผลการทดสอบอัตราส่วนเพศ พบว่า เฉพาะสถานีที่ 2 (อำเภอเมืองหนองคาย) เท่านั้นที่อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 อัตราส่วนเพศของปลาเฒ่าในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย แยกตามสถานี

สถานี	เพศผู้	เพศเมีย	จำนวนตัวรวม	เพศผู้ต่อเพศเมีย	χ^2
ST1. อำเภอสังคม	120	70	190	1.71	12.64*
ST2. อำเภอเมืองหนองคาย	140	132	272	1.06	0.18 ^{ns}
ST3. อำเภอโพนพิสัย	294	212	506	1.39	12.97*
ST4. อำเภอบึงกาฬ	260	215	475	1.21	4.08*
ST5. อำเภอบึงโขงหลง	251	177	428	1.42	12.45*

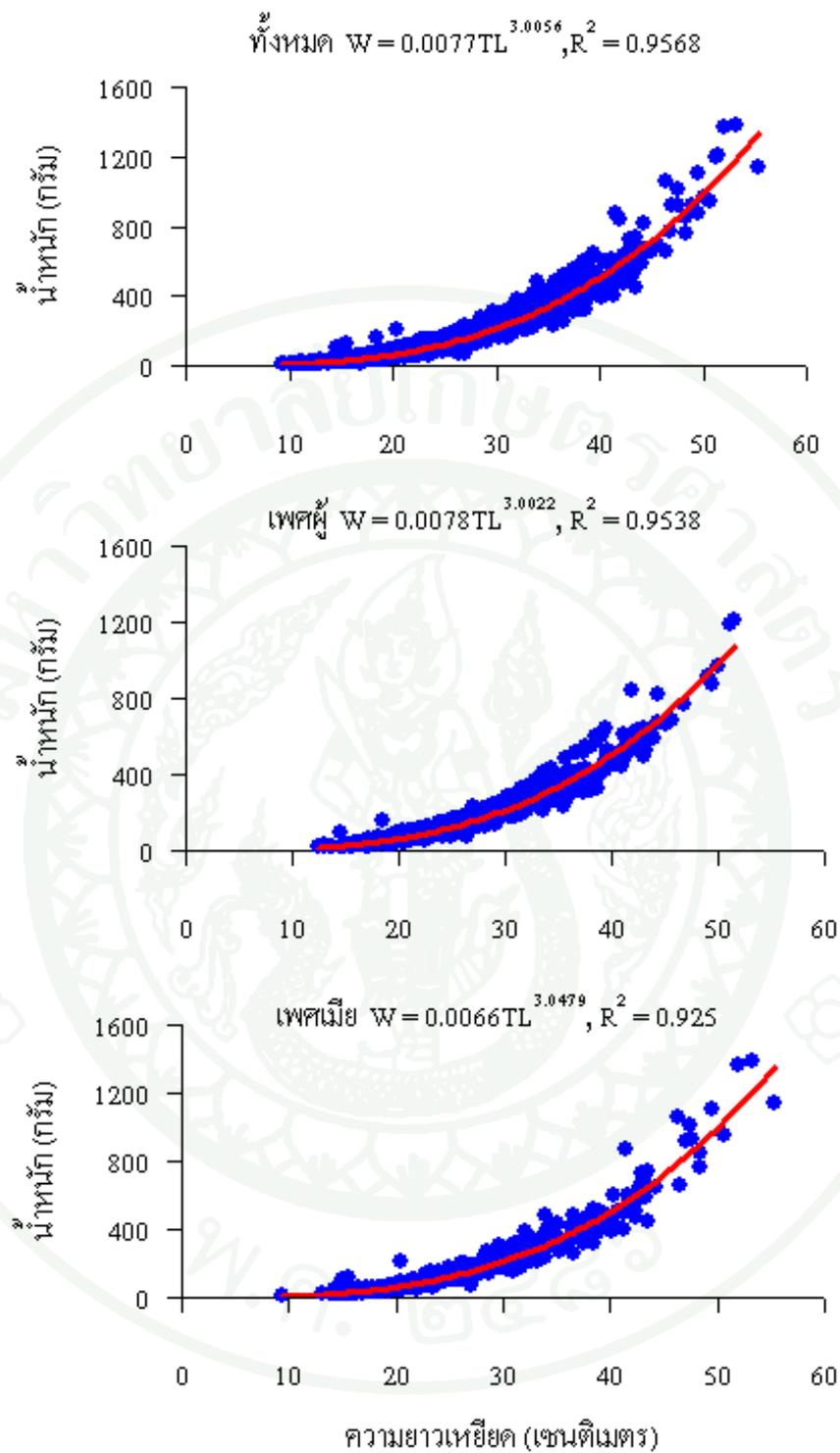
1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก

เก็บรวบรวมตัวอย่างปลาเฒ่าได้ทั้งหมด 2,673 ตัว นำตัวอย่างปลาเฒ่าทั้งหมด ปลาเฒ่าเพศผู้ และปลาเฒ่าเพศเมีย มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาเฒ่าทั้งหมด ปลาเฒ่าเพศผู้ และปลาเฒ่าเพศเมียดังนี้ $W = 0.0077TL^{3.0056}$; $R^2 = 0.9568$, $W = 0.0078TL^{3.0022}$; $R^2 = 0.9538$ และ $W = 0.0066TL^{3.0479}$; $R^2 = 0.925$ ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

ทดสอบรูปแบบการเติบโตของปลาเฒ่าทั้งหมด ปลาเฒ่าเพศผู้ และปลาเฒ่าเพศเมีย พบว่าปลาเฒ่ามีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก (ตารางที่ 7) นั่นคือ การเติบโตทุกส่วนของร่างกายเป็นสัดส่วนกันและเป็นไปตามกฎกำลังสาม

ตารางที่ 7 รูปแบบการเติบโตของปลาเฒ่าในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

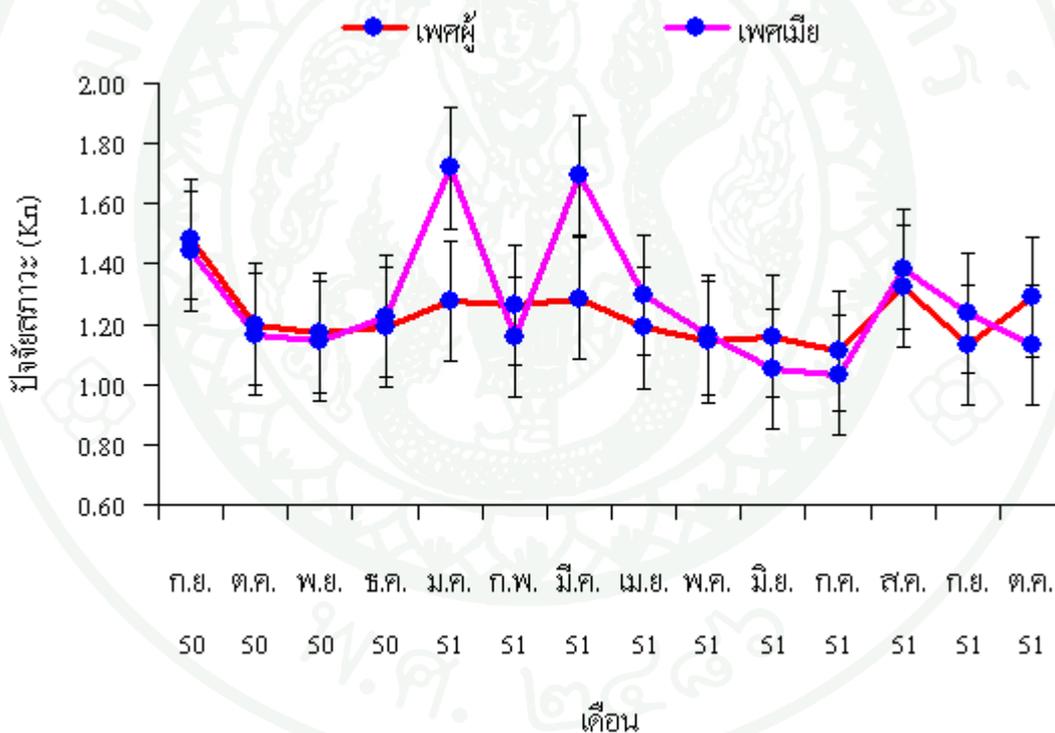
ปลาเฒ่า	ค่าคงที่ b (slope)	t -stat	P- value	รูปแบบการเติบโต
ทั้งหมด	3.0056	253.50	$p < 2E-16$	ไอโซเมตริก
เพศผู้	3.0022	154.08	$p < 2E-16$	ไอโซเมตริก
เพศเมีย	3.0479	129.20	$p < 2E-16$	ไอโซเมตริก



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาตะเพียนในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

1.5 ปัจจัยสภาวะ (Kn)

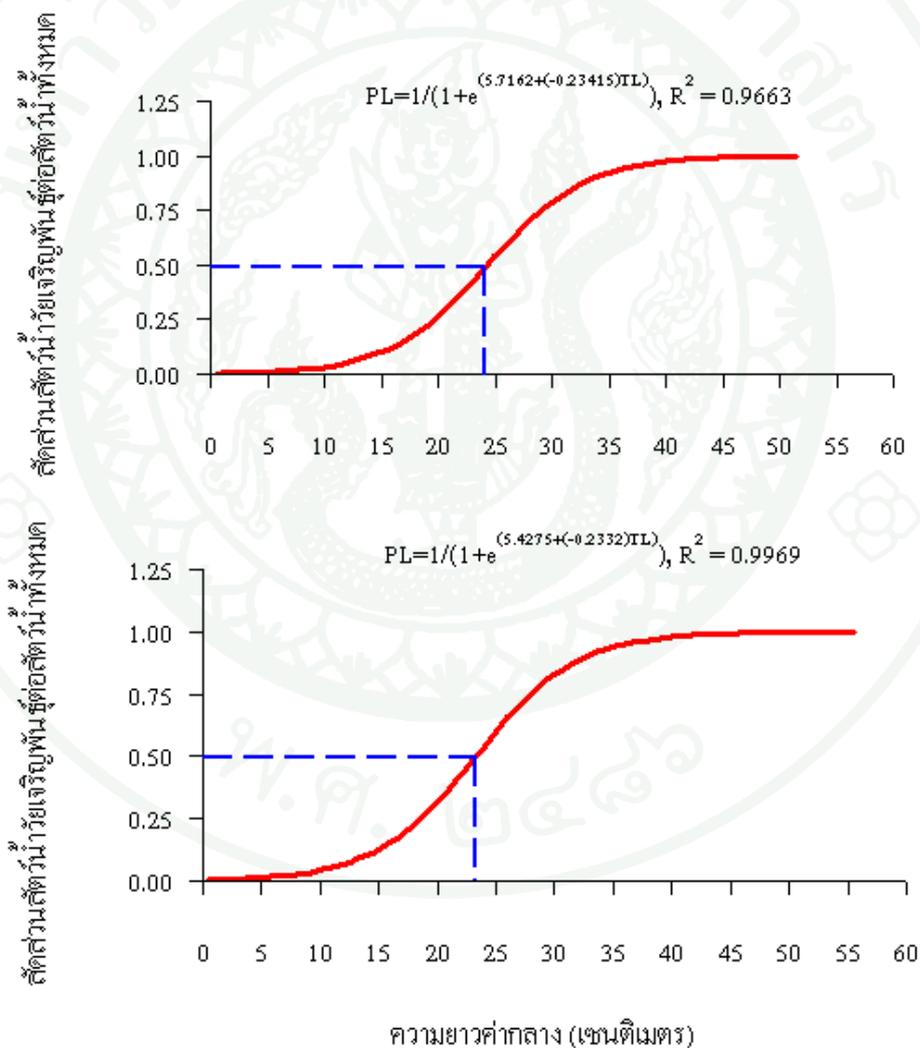
ประมาณค่าปัจจัยสภาวะแยกเพศเป็นรายเดือน ผลการศึกษาพบว่าค่าปัจจัยสภาวะเฉลี่ยของปลาเพศผู้และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1.23 ± 0.09 และ 1.27 ± 0.21 ตามลำดับ ค่าปัจจัยสภาวะของเพศเมียในเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 มีค่าสูงที่สุด และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 สำหรับปลาเพศผู้ ค่าปัจจัยสภาวะ มีค่าสูงที่สุด และต่ำสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ตามลำดับ (ภาพที่ 6) แสดงว่าในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย มีสภาพแวดล้อม และมีปริมาณอาหารที่เพียงพอต่อปลา 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมกราคมและกันยายน ส่วนเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงที่ไม่เอื้อให้ปลาเพศผู้มีความอยู่ดีกินดี ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนอาหาร



ภาพที่ 6 ปัจจัยสภาวะของปลาเพศผู้และเพศเมียในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

1.6 ขนาดแรกสืบพันธุ์

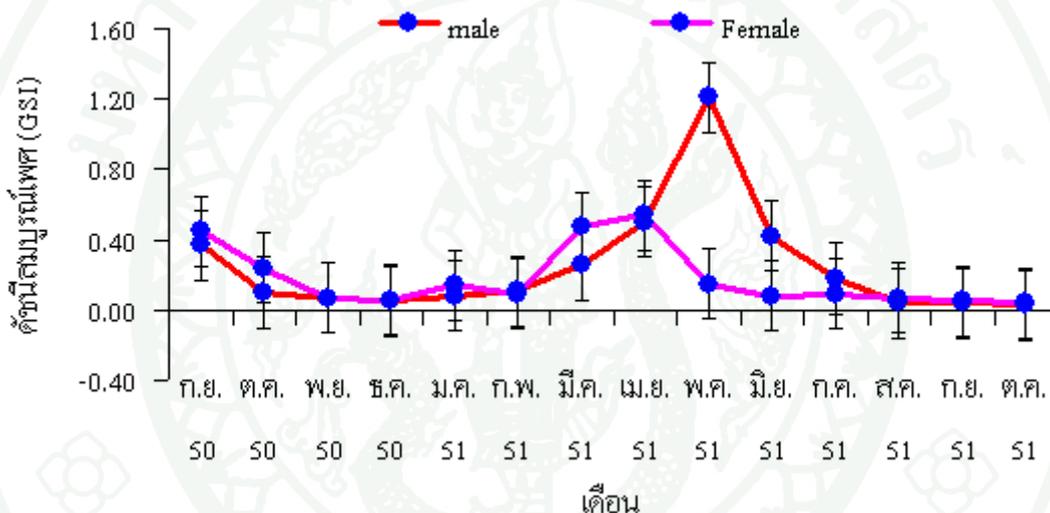
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจำนวนปลาเพาะเพศเมียวัยเจริญพันธุ์ต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมด และความยาวค่ากลาง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด ได้สมการความสัมพันธ์ดังภาพที่ 7 ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเพาะเพศผู้ และปลาเพาะเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 24.41 และ 23.28 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีระยะการเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่คืออยู่ระหว่าง 19.72 - 29.10 และ 18.57 - 27.99 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงว่าความยาวแรกสืบพันธุ์ของปลาเพาะเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าปลาเพาะเพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลความยาวของตัวอย่างปลาเพาะที่เก็บรวบรวมตัวอย่างได้



ภาพที่ 7 ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเพาะเพศผู้ (บน) และปลาเพาะเพศเมีย (ล่าง) ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

1.7 ดัชนีสมบรูณ์เพศของสัตว์น้ำ

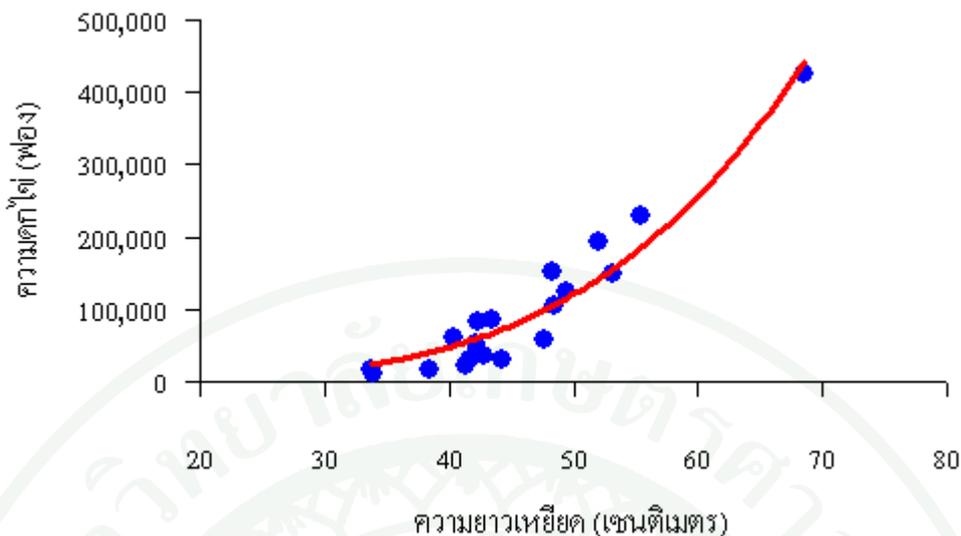
วิเคราะห์ดัชนีสมบรูณ์เพศของปลาเฝ้าในแต่ละเดือนตลอดการศึกษา ด้วยสมการที่ (2) พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีสมบรูณ์เพศปลาเฝ้าเพศผู้ และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 0.25 ± 0.32 และ 0.18 ± 0.17 ตามลำดับ ค่าดัชนีสมบรูณ์เพศของปลาเฝ้าเพศเมียสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 และต่ำสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ส่วนปลาเฝ้าเพศผู้มีค่าดัชนีสมบรูณ์เพศสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และต่ำสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 (ภาพที่ 8) แสดงว่าปลาเฝ้ามีฤดูกาลสืบพันธุ์ระหว่างเดือน เมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ของทุกปี



ภาพที่ 8 ดัชนีสมบรูณ์เพศ ของปลาเฝ้าเพศผู้ และเพศเมียในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

1.8 ความดกไข่

ไข่ปลาเฝ้าเป็นไข่ติดจมน้ำ มีลักษณะกลมและรี สีขาวอมเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.15 ± 0.86 มิลลิเมตร จากการศึกษาตัวอย่างปลาเฝ้าเพศเมียที่มีไข่ระยะที่ 3 ขึ้นไปจำนวน 20 ตัว มีความยาวเหยียดระหว่าง $33.8 - 55.5$ เซนติเมตร พบว่าปลาเฝ้ามีความดกไข่เฉลี่ย $95,671 \pm 99,285$ ฟองจากแม่ปลาน้ำหนักเฉลี่ย 873.00 ± 841.51 กรัม นำมาวิเคราะห์ความดกไข่ โดยวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น ได้ความสัมพันธ์ดังนี้ $Fe = 0.0115TL^{4.1330}$ $R^2 = 0.8784$ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ความคักไข่ของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

2. พลวัตประชากร

2.1 การเติบโต

2.1.1 ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีกรณิที่ไม่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล

ตัวอย่างปลาเผาทั้งหมด 2,673 ตัว นำมาจัดอันดับจากชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร เพื่อประมาณค่า L_{∞} จากความยาวมากที่สุด L_{max} ในข้อมูล LFD ตามวิธีการของ (Froese and Binohlan, 2000) ตามสมการที่ (46) ผลการศึกษาพบว่า ค่าประมาณ L_{∞} เท่ากับ 57.62 เซนติเมตร ประมาณค่า K จากวิธีของ Pauly and Munro (1984) โดยอาศัยค่า Munro's phi prime, ϕ' จาก Fishbase (Froese and Pauly, 2010) ได้ค่าประมาณ K เท่ากับ 0.56 ต่อปี และประมาณ t_0 โดยใช้ นิยามของค่าความยาวแรกฟัก สามารถประมาณค่า t_0 ได้เท่ากับ -0.0163 ปี ดังนั้นปลาเผาจึงมี สมการการเติบโตรูปแบบของความยาวและน้ำหนักดังสมการที่ (62) และ (63) ดังนี้

$$L_t = 57.62 * (1 - e^{-0.56(t - (-0.0163))}) \dots\dots\dots(62)$$

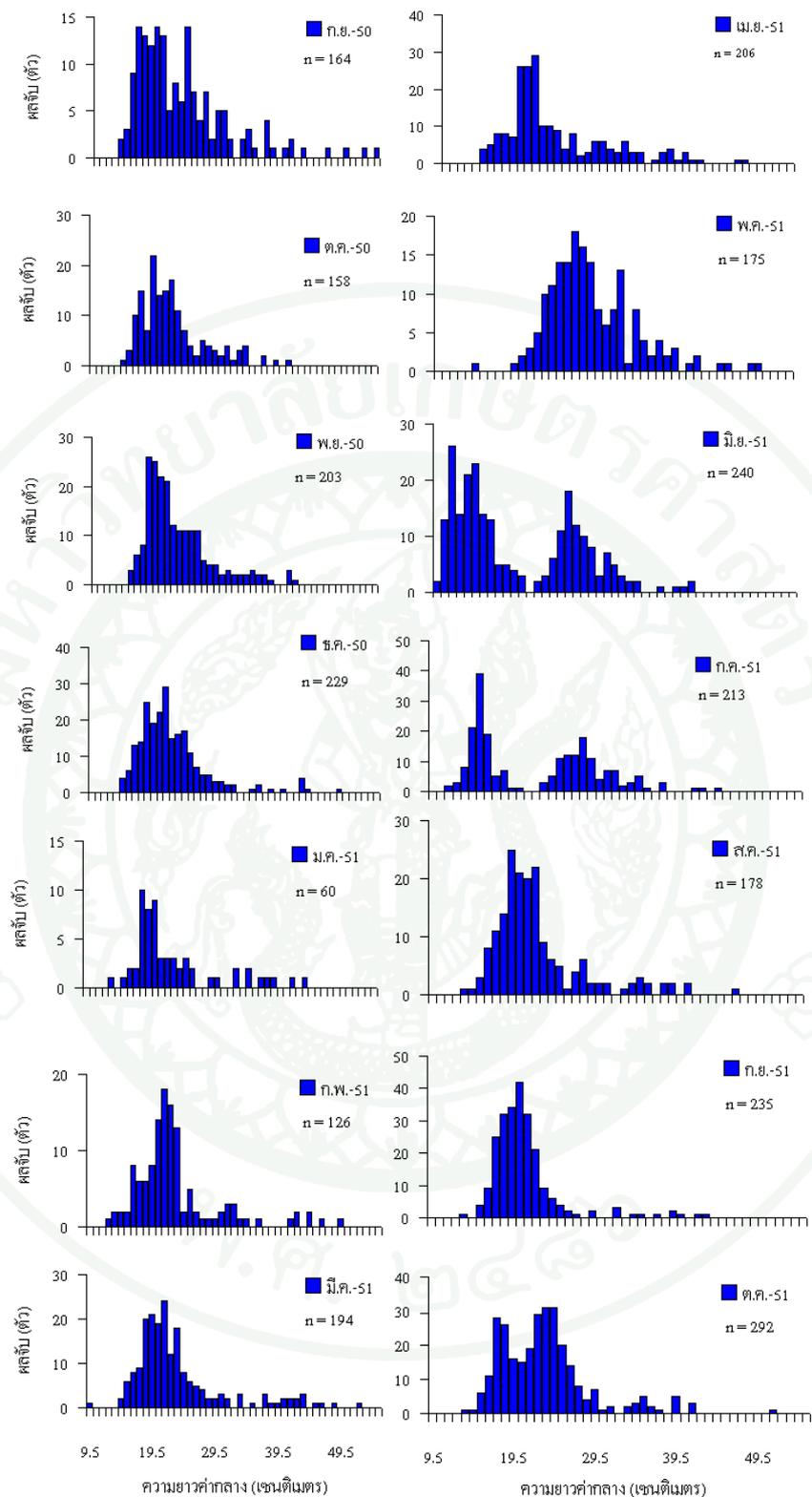
$$W_t = 1,511.14 * (1 - e^{-0.56(t - (-0.0163))})^3 \dots\dots\dots(63)$$

จากวิธีการดังกล่าว เมื่อนำค่าพารามิเตอร์การเติบโต (L_∞ เท่ากับ 57.62, K เท่ากับ 0.56 ต่อปี และ t_0 เท่ากับ -0.0163 ปี) ไปพล็อตกราฟ VBGF พบว่า เส้นโค้งการเติบโตไม่พาดผ่านฐานนิยมของความยาวในทุกๆ เดือน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลแทน

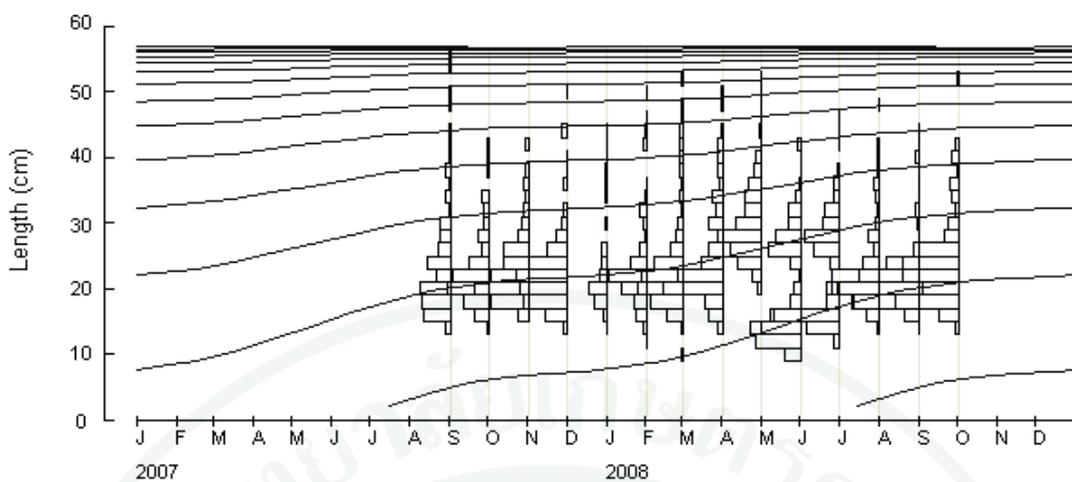
2.1.2 ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล

ประมาณค่า VBGF ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล ด้วยข้อมูล LFD ของปลาเผาะ (ภาพที่ 10) ในชุดคำสั่ง ELEFAN I ของโปรแกรม FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2002) โดยใช้ค่าประมาณนำเข้า t_w , t_s และ C เท่ากับ 0.9, 0.4 และ 0.7 ตามลำดับ พบว่าค่า L_∞ เท่ากับ 57.62 ซม. และค่า K เท่ากับ 0.56 ต่อปี (ภาพที่ 11) และประมาณค่าอายุของปลาเผาะเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ตามสมการที่ (48) ได้เท่ากับ -0.1387 ปี ดังนั้นสมการการเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลของปลาเผาะในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย คือ

$$L_t = 57.62 \left[1 - e^{-\frac{-0.56(t - (-0.1387)) - \frac{(0.7 * 0.56)}{2\pi}(t - 0.4)}{2\pi}} \right] \dots\dots\dots(64)$$



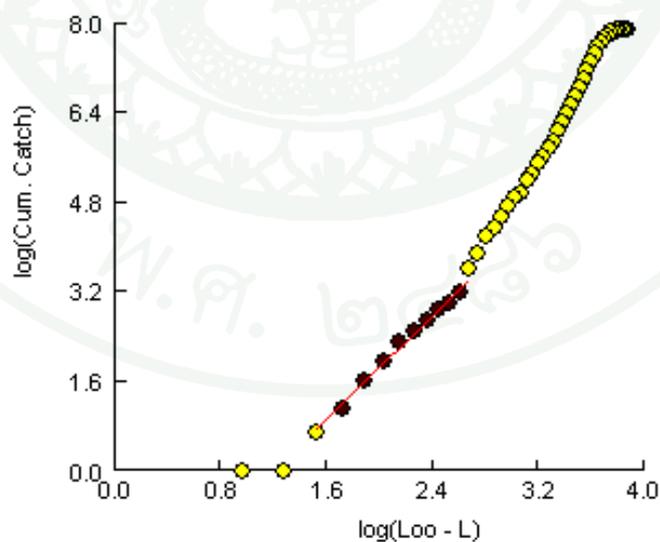
ภาพที่ 10 องค์ประกอบผลจับในรูปความยาว (LFD) อันตรภาคชั้นเท่ากับ 2 เซนติเมตร ของปลา
 เเพาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย



ภาพที่ 11 เส้นโค้งการเติบโต (VBGF) ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล ของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

2.2 การตาย

วิเคราะห์อัตราการการตายรวมด้วยวิธีการของ Jones and Van Zalinge (1981) อัตราการตายโดยธรรมชาติตามวิธีการของ Pauly (1980) และอัตราการตายโดยการประมง พบว่า



ภาพที่ 12 ประมวลค่า Z ตามวิธีการของ Jones and Van Zalinge ของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

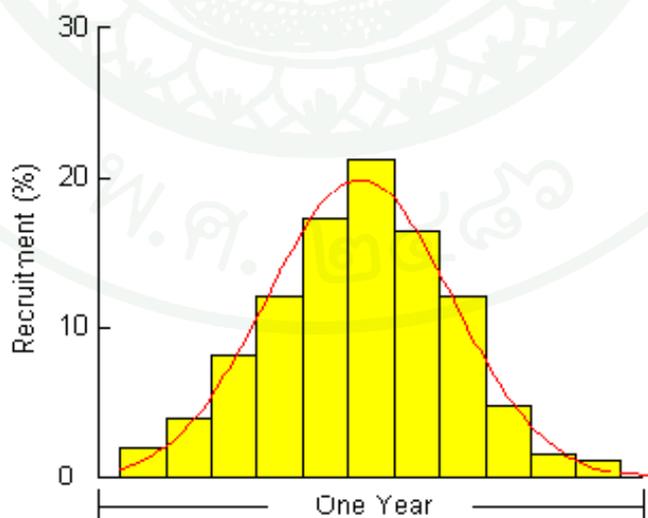
2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) จากข้อมูลองค์ประกอบความยาว และความยาวค่าล่างของข้อมูล LFD ของปลาเผา และใช้ตัวประมาณนำเข้า L_∞ และ K เท่ากับ 57.62 เซนติเมตร และ 0.56 ต่อปี มาประมาณค่า Z พบว่าได้ค่า Z เท่ากับ 2.29 ต่อปี ค่า R^2 เท่ากับ 0.99 (ภาพที่ 12)

2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ใช้วิธีของ Pauly's empirical formula (Pauly, 1980) ค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 °C ตามสมการที่ (11) พบว่าค่าประมาณ M เท่ากับ 1.04 ต่อปี

2.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) ได้มาจากค่าผลต่างระหว่างค่า Z และค่า M เท่ากับ 1.25 ต่อปี

2.3 รูปแบบการทดแทน

ประมาณค่ารูปแบบการทดแทนจากข้อมูล LFD ของปลาเผา โดยใช้ตัวประมาณนำเข้าได้แก่ ค่า L_∞ เท่ากับ 57.62 ซม. และค่า K เท่ากับ 0.56 ต่อปี พบว่ารูปแบบการทดแทนของปลาเผาในแม่น้ำโขงมีเพียงหนึ่งครั้งในรอบปี มีการทดแทนเฉลี่ยร้อยละ 8.33 ± 7.21 และมีร้อยละการทดแทนสูงสุดในเดือนมิถุนายน มีค่าเท่ากับ 21.19 (ภาพที่ 13)

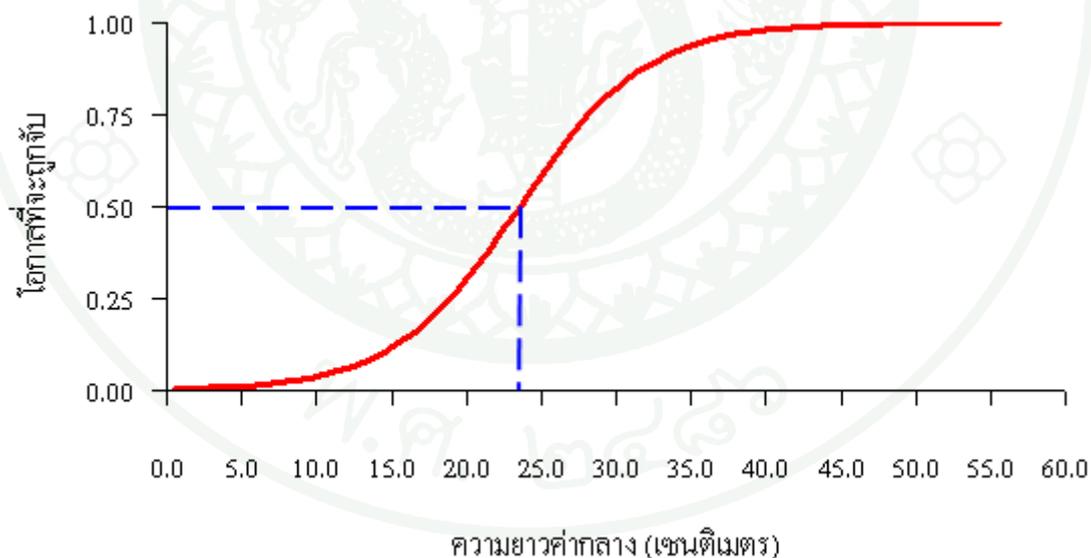


ภาพที่ 13 รูปแบบการทดแทนของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

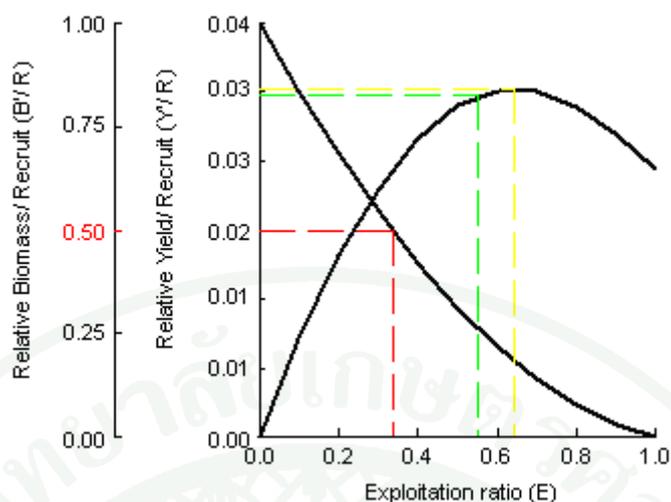
3. การประเมินสถานะทรัพยากรประมง

3.1 มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R)

การประมาณค่า B'/R และค่า Y'/R ดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลนำเข้าได้แก่ ค่า L/L_∞ และค่า M/K ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.41 และ 1.86 ตามลำดับ ค่า L_c วิเคราะห์จากการดัดแปลงวิธีของ (Sparre and Venema, 1998) ได้เท่ากับ 23.55 ซม. (ภาพที่ 14) สำหรับค่า L_∞ , K และ M เท่ากับ 57.62 ซม. 0.56 ต่อปี และ 1.04 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 10 ของมวลชีวภาพ ($E_{0.1}$) เท่ากับ 0.56, ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพ ($E_{0.5}$) เท่ากับ 0.56 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุด (E_{max}) เท่ากับ 0.64 (ภาพที่ 15) ซึ่งมากกว่าค่าอัตราการใช้ประโยชน์ปัจจุบัน (0.54) แสดงว่าการใช้ประโยชน์ปลาเพาะในปัจจุบันไม่เกินระดับที่เกิด Y'/R สูงสุด ดังนั้นชาวประมงสามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์ด้วยการลงแรงประมงเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ให้ผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์สูงสุด



ภาพที่ 14 ความยาวแรกจับ (L_c) ของปลาเพาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

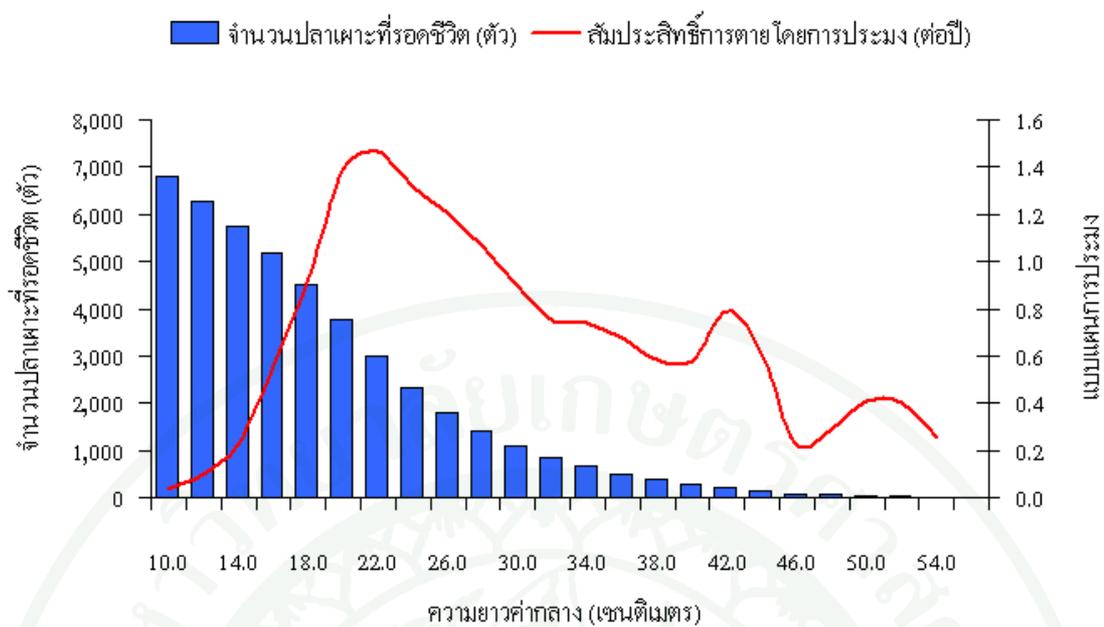


หมายเหตุ: เส้นประสีแดง (---) สีเขียว (---) และสีเหลือง (---) แทน $E_{0.5}$ = อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R ที่ 50% ของมวลชีวภาพ, $E_{0.1}$ = อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R ที่ 10% และ E_{max} = อัตราการใช้ประโยชน์ที่ทำให้เกิด Y'R สูงสุด ตามลำดับ

ภาพที่ 15 ผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ และมวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

3.2 ประชากรเสมือน

วิเคราะห์ประชากรเสมือนปลาเผาะกลุ่มที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จากข้อมูลผลจับทั้งหมด 14 เดือน ของในแต่ละอันตรภาคชั้นของความยาว (เซนติเมตร) โดยมีข้อสมมติเกี่ยวกับระดับการตายโดยธรรมชาติ (M) และการตายโดยการประมงขั้นสุดท้าย (terminal fishing mortality: terminal F) ที่ว่า สัตว์น้ำที่นำมาวิเคราะห์จะต้องเป็นรุ่นสัตว์น้ำเดียวกัน และต้องเป็นสัตว์น้ำที่เข้าข่ายการประมงโดยสัตว์น้ำที่อยู่ในช่วงนี้จะมีค่าการตายโดยธรรมชาติดังที่ผลการศึกษพบว่า ปลาเผาะมีความยาวค่ากลางแรกทดแทนประมาณ 10 เซนติเมตร และมีจำนวนตัวทดแทน (recruitment) ประมาณ 6,794 ตัว (ภาพที่ 16) แบบแผนการประมงของปลาเผาะ จะตอบสนองต่ออัตราการตายโดยการประมงที่เพิ่มขึ้นตามความยาว โดยปลาเผาะที่มีความยาวค่ากลาง 22.0 เซนติเมตรตอบสนองต่อการตายโดยการประมงสูงสุดคือ มีสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่ 1.47 ต่อปี และมีการตายโดยการประมงขั้นสุดท้ายเท่ากับ 1.25 ต่อปี (ตารางที่ 8)



ภาพที่ 16 การวิเคราะห์หุ่นสัตว์น้ำ ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (ต่อปี) และจำนวนประชากรปลาเผาะที่รอดชีวิต (ตัว) ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

ความยาวค่ากลาง (เซนติเมตร)	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (ต่อปี)	จำนวนปลาเผาะที่รอดชีวิต (ตัว)
10.0	0.03	6,794
12.0	0.10	6,268
14.0	0.22	5,733
16.0	0.56	5,168
18.0	0.93	4,506
20.0	1.40	3,772
22.0	1.47	2,991
24.0	1.32	2,324
26.0	1.21	1,808
28.0	1.06	1,402
30.0	0.89	1,087

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ความยาวค่ากลาง (เซนติเมตร)	สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (ต่อปี)	จำนวนปลาเผาที่รอดชีวิต (ตัว)
32.0	0.75	846
34.0	0.74	659
36.0	0.68	503
38.0	0.59	379
40.0	0.58	281
42.0	0.79	203
44.0	0.60	133
46.0	0.23	86
48.0	0.29	58
50.0	0.41	35
52.0	0.40	18
54.0	0.25	7
56.0	1.25	2

3.3 อัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง (E)

ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง วิเคราะห์จากสัดส่วนของค่า F และค่า Z (Pauly, 1980) มีค่าเท่ากับ 0.54 ซึ่งเป็นอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันของการทำประมงปลาเผา ในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย ค่าดังกล่าวเกินระดับที่เหมาะสมเพียง 0.04 แสดงว่าการทำประมงปลาเผาเกินระดับที่เหมาะสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.4 ตัวแบบการทำนายของชอมพ์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

วิเคราะห์ผลผลิตในอนาคตของปลาเผา ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย โดยใช้ตัวแบบการทำนายของชอมพ์สันและเบลล์ เพื่อประมาณค่าผลผลิตรวม มวลชีวภาพเฉลี่ย และมูลค่ารวมของปลาเผาตามกลุ่มความยาว ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ ราคาของปลาเผาตามกลุ่มความยาว (ตารางที่ 9) และค่าพารามิเตอร์การเติบโตจากหัวข้อ 2.1 สำหรับปัจจัย X (F-factor) กำหนดให้มีค่า

ระหว่าง 0 – 3 โดยให้เพิ่มครั้งละ 0.2 ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตรวมสูงสุดของปลาเผามีค่าเท่ากับ 2.44 ตัน โดยมีค่าปัจจัย X เท่ากับ 1.2 ส่วนมูลค่ารวมสูงสุดมีค่าเท่ากับ 141,755.39 บาท ซึ่งมีผลผลิตรวมที่ 2.41 ตัน และมีค่าปัจจัย X เท่ากับ 1.0 หรืออยู่ในสถานะการทำการประมงในปัจจุบัน นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า มวลชีวภาพเฉลี่ยของปลาเผามีค่ามากที่สุดในช่วงที่มีการทดแทน (recruitment) และอยู่ในสถานะที่ไม่มีทำการประมง (virgin stock) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.63 ตัน และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีการเพิ่มปัจจัย X หรือเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแรงงานประมง ดังนั้นมวลชีวภาพเฉลี่ยจึงแปรผกผันกับปริมาณแรงงานประมง จุดที่มีค่าผลผลิตรวมมากที่สุด ส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 2.67 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 34.99 (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ราคาของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย (จำแนกตามกลุ่มความยาว)

ขนาดปลาเผา (เซนติเมตร)	ราคาต่อกิโลกรัม (บาท)
9 – 20	50
20 – 30	80
30 – 40	100
40 – 50	120
> 50	150

ที่มา: คัดแปลงจาก อรรถนพ และ ณรงค์ศักดิ์ (2550)

ตารางที่ 10 ตัวแบบการทำนายของชอมพ์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวของปลาเผา ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

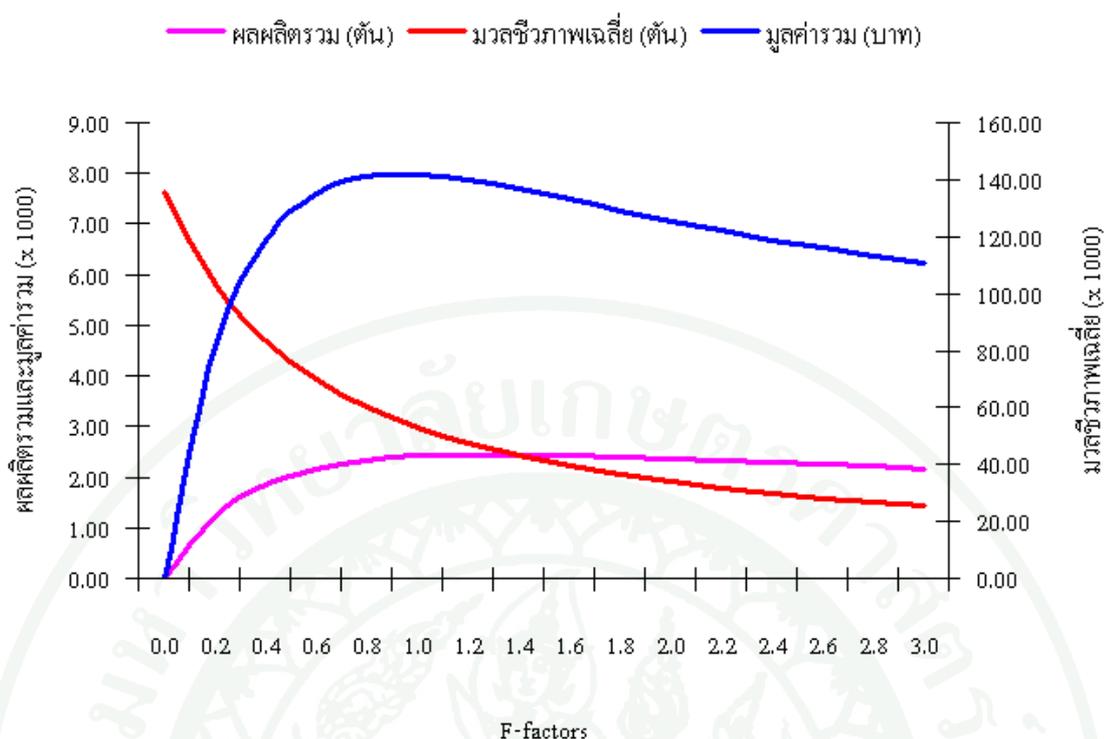
ปัจจัย X	ผลผลิตรวม (ตัน)	มวลชีวภาพเฉลี่ย (ตัน)	มูลค่ารวม (บาท)
0.0	0.00	7.63	0.00
0.2	1.22	5.83	81.27
0.4	1.84	4.70	118.72
0.6	2.17	3.94	135.14
0.8	2.34	3.39	141.09
1.0	2.41	2.99	141.76
1.2	2.44	2.67	139.80

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย X	ผลผลิตรวม (ตัน)	มวลชีวภาพเฉลี่ย (ตัน)	มูลค่ารวม (บาท)
1.4	2.44	2.42	136.61
1.6	2.42	2.22	132.94
1.8	2.39	2.05	129.18
2.0	2.36	1.91	125.53
2.2	2.32	1.79	122.08
2.4	2.29	1.68	118.87
2.6	2.25	1.59	115.90
2.8	2.21	1.50	113.17
3.0	2.17	1.43	110.64

3.5 ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนและระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม

ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (Maximum Sustainable Yield; MSY) มูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน (Maximum Economic Yield; MEY) และระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมที่ทำให้เกิด MSY (F_{MSY}) และ MEY (F_{MEY}) สามารถประเมินได้จาก การประมาณค่าตัวแบบการทำนายของรอมพ์สัน และเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว ผลการศึกษาพบว่า ค่าประมาณ MSY ของปลาเผาะมีค่าเท่ากับ 2.44 ตัน และมีค่าประมาณ F_{MSY} เท่ากับปัจจัย X ที่ 1.2 และค่าประมาณ MEY ของปลาเผาะมีค่าเท่ากับ 2.41 ตัน และมีค่าประมาณ F_{MEY} เท่ากับปัจจัย X ที่ 1.0 และมีมูลค่าสูงสุด เท่ากับ 141,755.39 บาท (ภาพที่ 17)

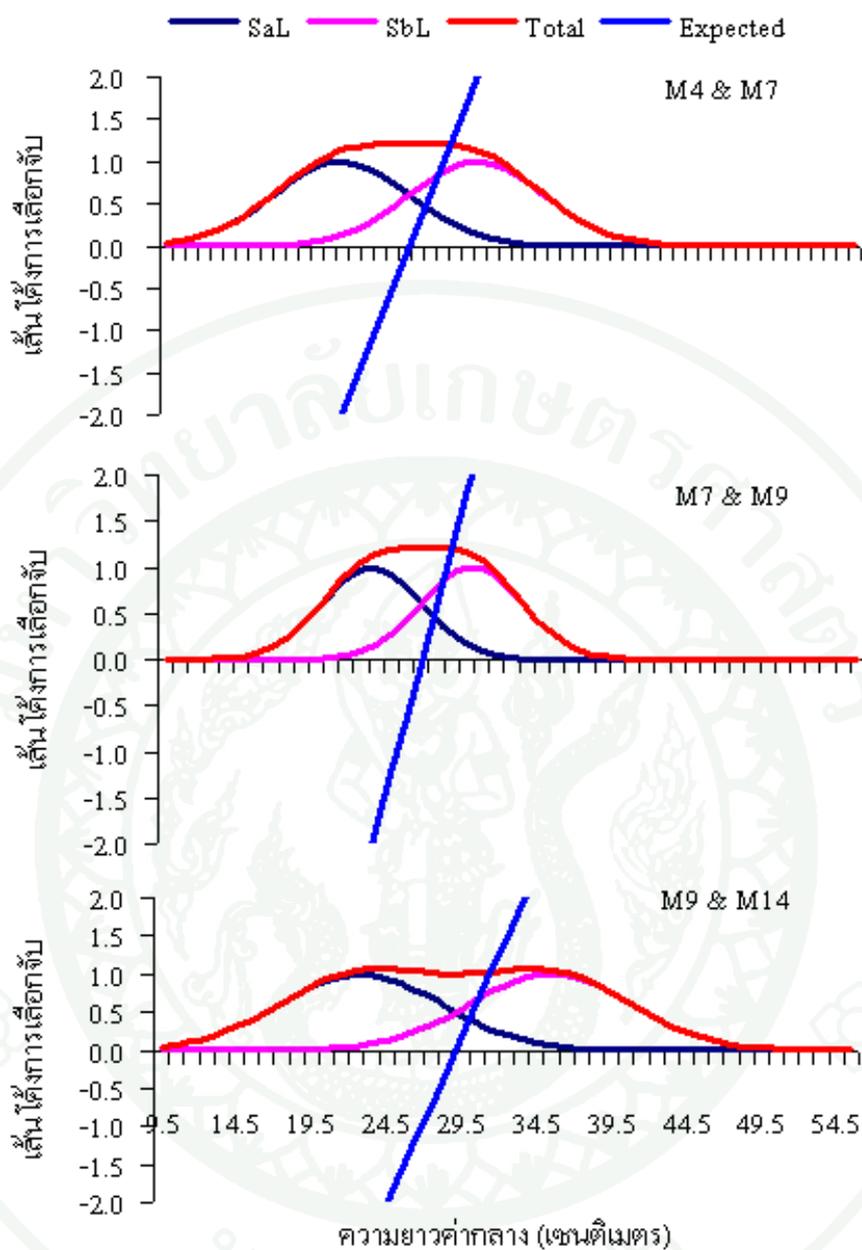


ภาพที่ 17 ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) และมูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน (MEY) ของปลาเพาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

3.6 การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย

3.6.1 ตัวแบบของโซลท์สำหรับตาอวนลอยสองขนาด

ประมาณค่าการเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย โดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากการทดลองเครื่องมืออวนลอย ทั้ง 14 เดือน ซึ่งประกอบด้วยจำนวนปลาเพาะที่ถูกจับ จำแนกตามกลุ่มความยาวของอวนลอยแต่ละปาก (C_a และ C_b) และขนาดตาอวนลอยแต่ละปาก (ma และ mb) โดยจับคู่ตาอวนขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ได้ 3 คู่ ได้แก่ตาอวนขนาด 4 และ 7, 7 และ 9 และ 9 และ 14 เซนติเมตร ตามลำดับ และใช้วิธีเส้นโค้งการเลือกจับที่เป็นรูปประฆังคว่ำ ตามสมการที่ (50) ผลการศึกษาพบว่า ปลาเพาะมีความยาวแรกจับเท่ากับ 19.86, 26.56 และ 29.12 เซนติเมตรตามลำดับ มีค่าปัจจัยการเลือกจับร่วมเท่ากับ 3.61, 3.32 และ 2.53 (ภาพที่ 18)



หมายเหตุ SaL = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดาวอนขนาดเล็ก SbL = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดาวอนขนาดใหญ่ Total = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมของดาวอนขนาดเล็กและขนาดใหญ่ และ Expect = ค่าประมาณการเลือกจับรวมของดาวอนขนาดเล็กและขนาดใหญ่

ภาพที่ 18 ตัวแบบของโซลท์สำหรับดาวอนลอยสองขนาด ของปลาเผาะในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

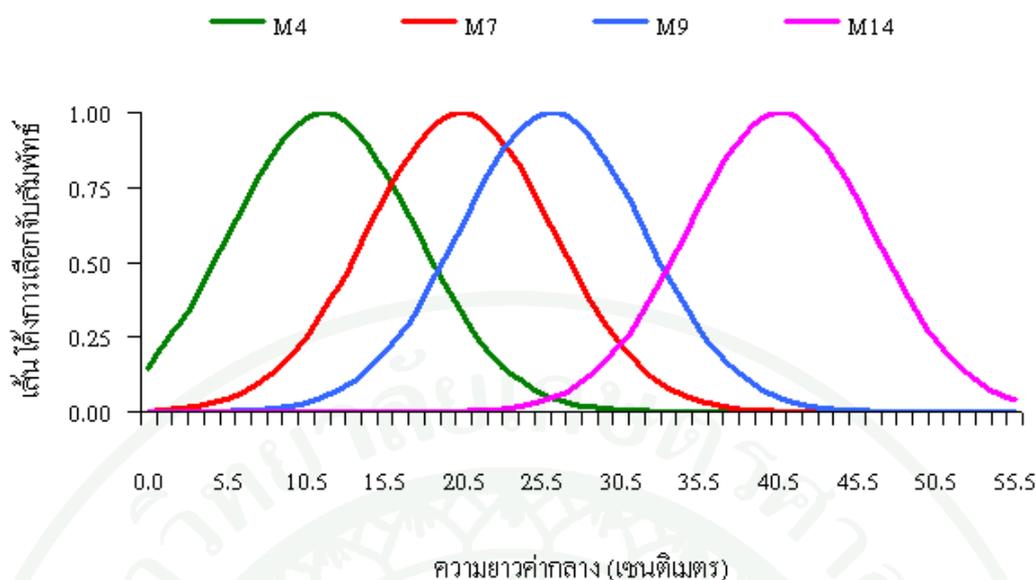
3.6.2 ตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาด

วิเคราะห์ตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาด โดยใช้ข้อมูลแต่ละชุด (แต่ละขนาดตาอวน) จำนวน 4 ขนาดตาได้แก่ขนาดตาอวน 4 ซม (M4), ขนาดตาอวน 7 ซม (M7), ขนาดตาอวน 9 ซม (M9) และขนาดตาอวน 14 ซม (M14) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยาวที่เหมาะสมของแต่ละขนาดตาอวนมีค่าเท่ากับ 11.60, 20.29, 26.09 และ 40.59 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 19) โดยมีค่าปัจจัยการเลือกจับร่วม (SF) เท่ากับ 2.90 ค่าความแปรปรวนร่วม (S^2_{common}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม (SD_{common}) เท่ากับ 34.56 และ 5.88 ตามลำดับ ค่าอายุที่เหมาะสมของปลาตะเพียน ในแต่ละขนาดตาอวน มีค่าเท่ากับ 0.04, 0.77, 1.07 และ 2.17 ปี ตามลำดับ และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่เหมาะสมในการจับและขนาดตาอวน ดังนี้

$$L_{m_i} = -0.00028 + 2.90M, R^2 = 0.98; p < 0.01 \quad \dots\dots\dots(65)$$

ตารางที่ 11 ความยาวและอายุที่เหมาะสมของปลาตะเพียนในแต่ละขนาดตาอวนลอย (เซนติเมตร)

พารามิเตอร์	ขนาดตาอวน (เซนติเมตร)			
	4	7	9	14
ความยาวที่เหมาะสมของแต่ละขนาดตาอวนลอย (เซนติเมตร)	11.60	20.29	26.09	40.59
อายุที่เหมาะสมของแต่ละขนาดตาอวนลอย (ปี)	0.04	0.77	1.07	2.17



ภาพที่ 19 เส้นโค้งการเลือกจับสัมพัทธ์ตามตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาด ของปลา
 เพละในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

วิจารณ์ผล

1. ชีววิทยาประมง

ผลจับปลาเผละรวมทั้งหมด 2,673 ตัว มีพิสัยความยาวเท่ากับ 9.3-55.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) และมีความแตกต่างจากผลการศึกษาของ วิวัฒน์ และ ชัยศิริ (2538) ที่ได้ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาเผละ (ปลาเผละ) บริเวณบ้านปากอิง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย จำนวน 83 ตัว มีพิสัยของความยาวเท่ากับ 65 - 110 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามผลจับของปลาเผละของการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนและน้ำหนักใกล้เคียงกับผลการศึกษาของฉัตรชัย และ คณะ (2554ก) และอรรรณพ และ ณรงค์ศักดิ์ (2550) ซึ่งได้รายงานขนาดความยาวไว้ประมาณ 50 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง แยกตามรายเดือน (ตารางที่ 4) พบว่าค่า CPUE มีความผันแปรตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ โดยเดือนตุลาคม มีค่า CPUE สูงที่สุดคือ 0.62 กิโลกรัม ต่อวันต่อลำ ซึ่งเป็นช่วงปลายฝนต้นหนาว อาหารในธรรมชาติของปลาเผละมีมากขึ้น โดยเฉพาะตัวอ่อนแมลงชีปะขาว ปลาเผละจึงออกมาหาอาหาร และถูกจับมากขึ้น ประกอบกับเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก น้ำในแม่น้ำโขงมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ชาวประมงสามารถทำประมงได้มากขึ้น จึงทำให้ค่า

CPUE มีค่าสูงที่สุด ส่วนเดือนที่มีค่า CPUE น้อยที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 0.04 กิโลกรัมต่อวันต่อไร่ เนื่องจากช่วงดังกล่าวเป็นช่วงฤดูหนาว ชาวบ้านทำนาปลูกข้าวและพืชผักกันมากขึ้น และออกทำประมงน้อยลง จึงทำให้ CPUE มีค่าลดลง (ฉัตรชัย และ คณะ, 2554ก) เมื่อพิจารณาค่า CPUE แยกตามรายสถานีพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย มีความผันแปรของผลจับปลาเฉพาะตามพื้นที่ด้วย (ฉัตรชัย และ ธนินฐา, 2552)

การแกว่งตัวของค่า CPUE เกิดขึ้นทุกสถานี ในฤดูร้อน CPUE ของทุกสถานีมีค่าสูง เนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงลดลงต่ำ กระแสน้ำไม่รุนแรงมากนักชาวประมงทำประมงได้ค่อนข้างสะดวก เมื่อถึงฤดูหนาว การประมงทำได้ลำบากขึ้น เนื่องจากมีน้ำหลาก และกระแสน้ำไหลแรง ค่า CPUE จึงลดต่ำลง เหตุการณ์ที่น่าสังเกตคือ สถานีที่ 5 (อำเภอบึงโขงหลง) ไม่สามารถจับปลาเฉพาะได้ในเดือนกันยายน 2550 เดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ 2551 แต่กลับมีค่า CPUE สูงเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากบริเวณอำเภอบึงโขงหลง เป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งพื้นที่ในบริเวณลุ่มน้ำสงครามเป็นเขตพื้นที่น้ำท่วมถึง (flood plain) ในฤดูฝน โดยเฉพาะระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม ลุ่มน้ำสงครามจะมีพื้นที่น้ำท่วมมากถึง 600,000 ไร่ และลดลงจนแห้งในฤดูแล้ง ดังนั้น ช่วงฤดูฝน บริเวณนี้จึงเป็นแหล่งผสมพันธุ์วางไข่และแหล่งเลี้ยงตัวอ่อนของสัตว์น้ำหลายชนิด รวมทั้งปลาเฉพาะด้วย สัตว์น้ำจึงมารวมตัวกันเพื่อวางไข่ ผสมพันธุ์ในบริเวณนี้เป็นจำนวนมาก (ชวลิต และ สมศักดิ์, 2536; ฉัตรชัย และ ธนินฐา, 2552)

ในสถานีที่ 4 (อำเภอบึงกาฬ) สภาพพื้นที่ทั่วไปเป็นวังน้ำลึก (deep pool) ปลาที่อาศัยในบริเวณนี้ เป็นปลาขนาดใหญ่ ในฤดูแล้งปริมาณอาหารในธรรมชาติมีน้อย น้ำในแม่น้ำโขงลดต่ำ ปลาส่วนใหญ่จึงลงมาอาศัยอยู่ในวังน้ำ ค่า CPUE ในบริเวณนี้จึงเพิ่มสูงขึ้นในฤดูแล้ง จนกระทั่งถึงฤดูน้ำหลาก ปริมาณอาหารในธรรมชาติในแม่น้ำโขงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ปลาจะออกมาหากิน และสืบพันธุ์วางไข่ ในพื้นที่ที่มีแหล่งหลบซ่อนให้กับตัวอ่อน

ผลการศึกษาอัตราส่วนเพศของปลา จากผลจับรวมในรูปจำนวนตัวทั้งหมด 2,673 ตัว เป็นปลาเฉพาะเพศผู้ 1,065 ตัว เพศเมีย 806 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้ 802 ตัว ในภาพรวมจำนวนปลาเฉพาะเพศผู้มากกว่าปลาเฉพาะเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ คิดเป็นอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.32 และไม่เป็นไปตามทฤษฎีคือ อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1 (ธนินฐา และ อมรศักดิ์, 2550) อาจกล่าวได้ว่าในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคายโครงสร้างทางสังคมของปลาเฉพาะมีเพศผู้มากกว่าเพศเมียประมาณ 1.32 เท่า (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาแยกตามสถานีที่ศึกษาจำนวน 5 สถานีพบว่า อัตราส่วนเพศของปลาเผาะมีความแตกต่างกันไปตามสถานี (ตารางที่ 6) โดยภาพรวมพบว่า ทุกสถานีพบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ยกเว้นสถานีที่ 2 บริเวณอำเภอเมือง ที่พบปลาเผาะเพศเมีย เกือบเท่ากับเพศผู้ ผลการทดสอบอัตราส่วนเพศ พบว่าเฉพาะสถานีที่ 2 (อำเภอเมืองหนองคาย) เท่านั้นที่อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาเผาะทั้งหมด ปลาเผาะเพศผู้ และปลาเผาะเพศเมีย ได้สมการความสัมพันธ์ดังภาพที่ 5 หลังจากการทดสอบรูปแบบการเติบโตด้วยวิธีการใช้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% CI. ค่ายกกำลังของสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% CI. ดังนั้นปลาเผาะจึงมีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก กล่าวคือ การเติบโตเป็นไปตามกฎกำลังสาม (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550) ผลการศึกษาในครั้งนี้ ต่างจากของวิวัฒน์ และ ชัยศิริ (2538) ที่ได้ศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาโมง (ปลาเผาะ) บริเวณบ้านปากอึง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย จำนวน 83 ตัว พิสัยของความยาว 65 - 110 เซนติเมตร ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักคือ $W = 0.3374L^{2.2374}$ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของสัตว์น้ำสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้น (วิธีกำลังสองน้อยสุด) และการวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น วิธีนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยสุด (ธนัญญา, 2552)

การวิเคราะห์ปัจจัยสภาวะในหลายๆเดือนนั้น จำเป็นต้องอาศัยค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับความถ่วงจำเพาะของสัตว์น้ำ (d) จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสภาวะ (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่าปลาเผาะมีความอยู่ดีกินดี (well-being) 2 ช่วงคือเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวและพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวซึ่งเป็นอาหารของปลาเผาะเป็นจำนวนมาก และเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และมักจะมีอาหารในธรรมชาติในแม่น้ำโขงเป็นจำนวนมากเช่นกัน ผลการศึกษาในครั้งนี้ สอดคล้องกับ ธนัญญา (2552) และสาวิกา (2552; 2553) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจัยสภาวะมีความผันแปรตามฤดูกาลในรอบปีที่สัมพันธ์กับอาหารในธรรมชาติ โครงสร้างสายใยอาหาร และชีวประวัติของสัตว์น้ำชนิดนั้น

การประมาณค่าขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาะ (ภาพที่ 7) แสดงให้เห็นว่า ความยาวแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาะเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าปลาเผาะเพศเมีย ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาะเพศผู้และปลาเผาะเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 24.41 และ 23.28 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับฉัตรชัย และคณะ (2554) ได้อธิบายว่า ขนาดแรกสืบพันธุ์จะสอดคล้องกับข้อมูลความยาวของตัวอย่างปลา

เผาที่เก็บรวบรวมได้ และผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้บอกระยะการเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่ดีของสัตว์น้ำได้ โดยให้พิจารณาความน่าจะเป็นของขนาดแรกสืบพันธุ์ที่ 0.25 ถึง 0.75 และระยะการเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่ดีของปลาเผาเพศผู้และเพศเมียอยู่ระหว่าง 19.72 - 29.10 และ 18.57 - 27.99 เซนติเมตร ตามลำดับ (ฉัตรชัย และคณะ, 2554) นอกจากนี้ขนาดแรกสืบพันธุ์สามารถนำไปใช้เป็นปัจจัยในการกำหนดขนาดตาอวนที่เหมาะสมต่อการทำประมงปลาเผาในแม่น้ำโขงและบริเวณอื่นๆ ได้อีกด้วย กล่าวคือ การเลือกใช้อวนลอยขนาดตา 9 เซนติเมตรขึ้นไป ทำให้จับปลาเผาที่มีขนาด 26.09 เซนติเมตร (Preecha *et al.*, 2011) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าขนาดแรกสืบพันธุ์ดังนั้นก่อนที่สัตว์น้ำจะโดยจับ สัตว์น้ำสามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้อย่างน้อยหนึ่งครั้ง ก่อนที่จะตายด้วยสาเหตุการประมง (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550; ธนัญญา, 2552)

ค่าเฉลี่ยดัชนีสมบูรณ์เพศปลาเผาเพศผู้และเพศเมีย (ภาพที่ 9) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.32 และ 0.18 ± 0.17 ตามลำดับ ปลาเผาเพศผู้มีค่าดัชนีสมบูรณ์เพศสูงกว่าปลาเผาเพศเมีย ดังนั้นช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือน กรกฎาคม จึงเป็นช่วงการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาเผา ซึ่งสอดคล้องกับ วิวัฒน์ และ ชัยศิริ (2538) ที่ได้แนะนำให้รวบรวมพ่อแม่พันธุ์ปลาเผาจากธรรมชาติระหว่างเดือน พฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนของทุกปี เพื่อนำมาเพาะขยายพันธุ์ต่อไป

การศึกษาดัชนีสมบูรณ์เพศของสัตว์น้ำในเขตร้อนนั้น มักให้ความสำคัญกับการศึกษาในเพศเมียมากกว่าเพศผู้ เนื่องจากเพศเมียสามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้เกือบตลอดทั้งปี และระยะการพัฒนาของไข่ส่วนใหญ่มี 5 ระยะ (ตารางภาคผนวกที่ 3) (Kestevan, 1960; De Silva 1973) สำหรับสัตว์น้ำเพศผู้ การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์จะใช้พลังงานน้อยกว่าจึงมีเพียง 2 ระยะคือ ระยะสมบูรณ์เพศ กับระยะไม่สมบูรณ์เพศ (ธนัญญา และ อมรศักดิ์, 2550)

ไข่ปลาเผาเป็น ไข่คืดจมน้ำ มีลักษณะกลมและรี มีสีขาวอมเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.15 ± 0.86 มิลลิเมตร มีความหนาเฉลี่ย $95,671 \pm 99,285$ ฟอง จากแม่ปลาน้ำหนักเฉลี่ย 873.00 ± 841.51 กรัม ผลการวิเคราะห์ความหนา (ภาพที่ 9) แสดงให้เห็นว่าความหนาไม่มีความผันแปรกับขนาดของสัตว์น้ำ และสอดคล้องกับตัวอย่างที่เก็บรวบรวมได้

การศึกษาคความหนาของปลาเผาในครั้งนี้ ได้ตัวอย่างปลาเผาเพศเมียที่สมบูรณ์เพศ หรือเพศเมียที่มีไข่ระยะที่ 3 ขึ้นไป เพียง 20 ตัว ซึ่งนับว่ามีจำนวนตัวอย่างน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนปลาเผาเพศเมียทั้งหมด

2. พลวัตประชากร

การศึกษาพลวัตประชากรปลาเผาะในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย เพื่อต้องการหา มาตรการและแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการทรัพยากรปลาเผาะในแม่น้ำโขง และเพื่อ ป้องกันไม่ให้มีการทำประมงปลาเผาะเกินกำลังผลิต (over-fishing) (Dinçer and Bahar, 2008)

ผลจากการศึกษาค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนฟี (VBGF) กรณีไม่เกิด ความอ่อนไหวของฤดูกาลได้ค่าประมาณ L_{∞} เท่ากับ 57.62 เซนติเมตร ได้ค่าประมาณ K เท่ากับ 0.56 ต่อปี และประมาณ t_0 เท่ากับ -0.0163 ปี สำหรับค่า VBGF กรณีเกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล (ภาพ ที่ 11) โดยใช้ค่าประมาณนำเข้า t_{∞} , t_s และ C เท่ากับ 0.9, 0.4 และ 0.7 ตามลำดับ ได้ค่า L_{∞} เท่ากับ 57.62 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 0.56 ต่อปี และประมาณค่าอายุของปลาเผาะเมื่อมีความยาวเท่ากับ ศูนย์เท่ากับ -0.1387 ปี (Preecha *et al.*, 2011)

เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่มีรายงานใน Fishbase (Froese and Pauly, 2011) เท่ากับ 123.1 เซนติเมตร มีความแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผลจับปลา เผาะในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย มีแนวโน้มขนาดเล็กลง ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างปลาเผาะที่ เก็บตัวอย่างได้ และรายงานของอรธณพ และ ณรงค์ศักดิ์ (2550) กล่าวว่า ปลาเผาะมีขนาดความยาว สูงสุด 50 เซนติเมตร

ค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล ค่าประมาณที่ได้จากวิธีนี้มีความ เหมาะสม จากภาพที่ 11 เส้นกราฟ VBGF ส่วนใหญ่พาดผ่านฐานนิยามของความยาวในทุกๆ เดือน และแม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำในรอบปีมากกว่า 10°C ดังนั้น การ เติบโตของสัตว์น้ำจะหยุดชะงักในฤดูหนาว (Pitcher and Macdonald, 1973)

การประมาณค่า Z ต้องอาศัยข้อมูลองค์ประกอบความยาว และความยาวค่าล่างของข้อมูล LFD ของปลาเผาะ และอาศัยตัวประมาณนำเข้า L_{∞} และ K จากการศึกษาเรื่องการเติบโต ผล การศึกษาได้ค่าประมาณ Z เท่ากับ 2.29 ต่อปี ค่า R^2 เท่ากับ 0.99 (ภาพที่ 12) ส่วนค่า M ประมาณค่า จากวิธี Pauly's empirical formula (Pauly, 1980) และมีค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 29.5°C ได้ ค่าประมาณ M เท่ากับ 1.04 ต่อปี สำหรับการประมาณค่า F ซึ่งได้มาจากค่าผลต่างระหว่างค่า Z และ ค่า M (Sparre and Venema, 1998; ธนัญญา, 2552) มีค่าเท่ากับ 1.25 ต่อปี

รูปแบบการทดแทนของปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย (ภาพที่ 13) มีเพียงหนึ่งครั้งในรอบปี และมีร้อยละการทดแทนสูงที่สุดในเดือนมิถุนายน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (วิวัฒน์ และ ชัยศิริ, 2538) ที่ได้รายงานว่า สามารถจับปลาเผาวัยอ่อน ได้มากที่สุดในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนของทุกปี ดังนั้นช่วงเวลาดังกล่าวจึงเป็นช่วงการทดแทน โดยมีฤดูสืบพันธุ์วางไข่ในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

3. การประเมินสถานะทรัพยากรประมง

ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มเท่ากับ 0.34 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุด เท่ากับ 0.64 ซึ่งมากกว่าค่า E ปัจจุบัน (0.54) ดังนั้นการใช้ประโยชน์ปลาเผาในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคายยังไม่เกินระดับการใช้ประโยชน์ที่เกิดผลจับต่อหน่วยการทดแทนสูงสุด จึงสามารถเพิ่มการลงแรงงานได้อีกประมาณร้อยละ 10

วิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำโดยวิธีของ Jones (1984) ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 8 และภาพที่ 16 ปลาเผามีความยาวค่ากลางแรกทดแทน (length at first recruit: L_r) เท่ากับ 9.5 เซนติเมตร และมีจำนวนตัวทดแทน (recruitment) เท่ากับ 6,794 ตัว เนื่องจากแม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำที่มีการใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างประเทศไทยและประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ดังนั้นในการศึกษาคั้งนี้ จึงได้รวบรวมตัวอย่างปลาเผาบริเวณจังหวัดหนองคาย ของฝั่งประเทศไทยเท่านั้น การเก็บรวบรวมตัวอย่างจากฝั่งสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวไม่สามารถกระทำได้ และในการศึกษาคั้งนี้ไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลสถิติผลจับปลาเผาทั้งหมด รวมทั้งปริมาณการลงแรงงานประมงทั้งหมด จึงไม่สามารถปรับค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปของผลจับรวม (total landing) ได้ ดังนั้นจำนวนการทดแทนของปลาเผาที่วิเคราะห์ได้ จึงเป็นค่าเฉพาะตัวที่เกิดจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างภาคสนามในการศึกษาคั้งนี้เท่านั้น

ประมาณค่า E จากการวิเคราะห์สัดส่วนของค่า F และค่า Z ($F = 1.25$ และ $Z = 2.29$) ตามวิธีการของ (Pauly, 1980) ได้ค่า E เท่ากับ 0.54 ซึ่งเป็นอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ค่า E ที่เหมาะสมตามทฤษฎีคือ 0.5 (Sparre and Venema, 1998) ดังนั้นค่า E ปัจจุบันเกินระดับที่เหมาะสมเพียง 0.04 และเมื่อพิจารณาค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.64 (ภาพที่ 15) ซึ่งมากกว่าค่า E ปัจจุบัน 1.0 ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรปลาเผาทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้ชาวประมงและประชาชนที่อาศัยบริเวณแม่น้ำโขงมีอาหารโปรตีน

บริโภค และมีรายได้จากการประกอบอาชีพประมง ดังนั้นการประมงปลาเผาสามารถเพิ่มอัตราการลงแรงประมงได้อีกประมาณร้อยละ 10 ของค่า E ปัจจุบัน

วิเคราะห์ผลผลิตในอนาคตของปลาเผา โดยใช้ตัวแบบการทำนายของธอมป์สันและเบลล์คำนวณผลผลิตรวม มวลชีวภาพเฉลี่ย และมูลค่ารวมของปลาเผาตามกลุ่มความยาว โดยกำหนดให้ปัจจัย X (F-factor) มีค่าระหว่าง 0 – 3 โดยให้เพิ่มครั้งละ 0.2 และราคาปลาเผาตามกลุ่มความยาวตามตารางที่ 9 (อัตราณ และ ณรงค์ศักดิ์, 2550) ผลการศึกษาพบว่า ผลจับรวมสูงสุด เท่ากับ 2.44 ตัน โดยมีค่า F-factor เท่ากับ 1.2 ส่วนมูลค่ารวมสูงสุดเท่ากับ 141,755.39 บาท ณ จุดที่ได้กำไรสูงสุดนี้มีผลผลิตรวมเท่ากับ 2.41 ตัน และมีค่า F-factor เท่ากับ 1.0 (อยู่ในสภาวะการทำประมงในปัจจุบัน) (ตารางที่ 10 และภาพที่ 17) มวลชีวภาพเฉลี่ยของปลาเผามีค่ามากที่สุดที่ความยาวแรกทอดแทน (L_r) และอยู่ในสภาวะที่ไม่มีการทำการประมง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.63 ตัน และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีการเพิ่มปัจจัย X หรือเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแรงงานประมง ดังนั้นมวลชีวภาพเฉลี่ยจึงแปรผกผันกับปริมาณแรงงานประมง

ตัวแบบการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ให้ค่าประมาณ MSY เท่ากับ 2.44 ตัน F_{MSY} เท่ากับ 1.2 ให้ค่าประมาณ MEY เท่ากับ 2.41 ตัน F_{MEY} เท่ากับ 1.0 และให้มูลค่าสูงสุด เท่ากับ 141,755.39 บาท (ภาพที่ 17) จากผลการศึกษาดังกล่าว เมื่อพิจารณาค่า F_{MEY} ปัจจุบัน ก็อาจกล่าวได้ว่าการทำประมงปลาเผาในปัจจุบัน อยู่ที่ระดับได้กำไรสูงสุด เพราะมีอัตราการลงแรงประมงเท่ากับ 1 แต่ถ้าหากพิจารณาค่า F_{MSY} ซึ่งเท่ากับ 1.2 ก็อาจจะกล่าวได้อีกอย่างว่า การทำประมงปลาเผาเกินกำลังผลิต เพียงเล็กน้อยคือ 0.2 เท่านั้น อย่างไรก็ตามถ้าหากนำค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) ณ ปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.25 มาพิจารณาด้วย ก็จะพบว่า การทำประมงปลาเผายังไม่เกินกำลังผลิต และเมื่อพิจารณามวลชีวภาพ ณ จุด MSY พบว่า มวลชีวภาพยังคงเหลืออยู่ 2.67 ตัน ซึ่งสามารถเติบโต สืบพันธุ์วางไข่ และให้ลูกให้หลานต่อไปในอนาคตได้ ดังนั้นการทำประมงปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคายอยู่ในภาวะสมดุล ยังไม่ก่อให้เกิดปัญหาการทำประมงเกินกำลังผลิต (over-fishing)

ข้อมูลที่น่ามาศึกษาผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนและระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมของปลาเผาตามวิธีการของธอมป์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวนั้น จากการเก็บตัวอย่างในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคายเท่านั้น ไม่สามารถยกค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปของผลจับรวม (total landing) ได้ ดังนั้นผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนและระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมจึงเป็นเพียงข้อมูลเฉพาะตัวที่เกิดจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างภาคสนามในการศึกษาครั้งนี้เท่านั้น

การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย ประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากการทดลอง เครื่องมืออวนลอยทั้ง 14 เครื่อง ซึ่งประกอบด้วยจำนวนปลาเพาะที่ถูกจับ จำแนกตามกลุ่มความยาวของอวนลอยแต่ละปาก (C_a และ C_b) และขนาดตาอวนลอยแต่ละปาก (ma และ mb) โดยจับคู่ตาอวนขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ได้ 3 คู่ ได้แก่ตาอวนขนาด 4 และ 7, 7 และ 9 และ 9 และ 14 เซนติเมตรตามลำดับ และใช้วิธีการประมาณตามวิธีของ Holt (1963) พบว่าปลาเพาะมีความยาวแรกจับเท่ากับ 19.86, 26.56 และ 29.12 เซนติเมตรตามลำดับ มีค่าปัจจัยการเลือกจับร่วมเท่ากับ 3.61, 3.32 และ 2.53 (ภาพที่ 18) เมื่อพิจารณาภาพที่ 18 พบว่า ความยาวแรกจับมีความผันแปรตามขนาดตาอวน นั่นคือเมื่อใช้ขนาดตาใหญ่ขึ้น ก็จะจับปลาที่มีขนาดความยาวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ค่าปัจจัยการเลือกจับร่วมที่ได้สามารถนำไปประมาณค่าขนาดแรกจับของอวนแต่ละขนาดตาได้โดยใช้สมการที่ (61) (มาลา และ เจริญ, 2544; Holt, 1963)

การเพิ่มปริมาณแรงงานประมง ของการทำประมงอวนขนาด 4 และ 7 เซนติเมตรนั้น ถือว่าเป็นการเร่งให้สัตว์น้ำขนาดเล็กถูกจับเพิ่มขึ้น และอาจเป็นปัญหานำไปสู่การเติบโตไม่ทันจับ (growth over-fishing) (Amarasinghe, 1988) อย่างไรก็ตามการใช้วิธีนี้ในการประมาณค่าความยาวที่เหมาะสมในการจับสัตว์น้ำ Holt (1963) ให้คำแนะนำไว้ 3 ประการคือ (1) ความยาวที่เหมาะสม L_m (ส่วนบนสุดของเส้นโค้งการเลือกจับที่เป็นรูปประฆังคว่ำ) เป็นสัดส่วนกับขนาดตาอวนลอย, (2) เส้นโค้งการเลือกจับทั้งสองมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเดียวกัน และ (3) อวนติดตาทั้งสองปากมีกำลังในการจับปลาเท่ากันซึ่งหมายความว่า เมื่อวางอวนลอยแล้วอวนลอยติดตาทั้งสองปากจะมีความยาวและความสูงเท่ากันและเนื้ออวนลอยที่ทำมาจากวัสดุชนิดเดียวกัน

การประมาณค่าความยาวที่เหมาะสมในการจับด้วยวิธีวิเคราะห์ตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาดในแม่น้ำโขง เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการทำการประมงในปัจจุบันและเพื่อป้องกันปัญหาการทำการประมงเกินกำลังผลิต (Dincer and Bahar, 2008) การศึกษาการเลือกจับของเครื่องมืออวน (gillnet selectivity) จะไม่สมบูรณ์ ถ้าหากไม่ได้วิเคราะห์ขนาดตาอวนที่แตกต่างกันหลายขนาดในคราวเดียวกัน (Grégoire and Lefebvre, 2003) จากผลการศึกษา ค่าความยาวที่เหมาะสมของแต่ละขนาดตาอวนมีค่าเท่ากับ 11.60, 20.29, 26.09 และ 40.59 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 19) โดยมีค่าปัจจัยการเลือกจับร่วม (SF) เท่ากับ 2.90 ค่าความแปรปรวนร่วม (S^2_{common}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม (SD_{common}) เท่ากับ 34.56 และ 5.88 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าอายุที่เหมาะสมในการจับปลาเพาะของแต่ละขนาดตาอวน (4, 7, 9 และ 14 เซนติเมตร) พบว่าปลาเพาะมีอายุเท่ากับ 0.04, 0.77, 1.07 และ 2.17 ปี ตามลำดับ และได้สมการ

ความสัมพันธ์ความยาวที่เหมาะสมในการจับและขนาดตาอวน ดังสมการที่ (65) เมื่อพิจารณาสมการที่ (65) และภาพที่ 19 จะพบว่า ความยาวที่เหมาะสมในการจับมีความผันแปรตามกับขนาดตาอวน และเมื่อนำค่าความยาวแรกสืบพันธุ์ (23.3 เซนติเมตร) มาพิจารณาประกอบกับค่าความยาวที่เหมาะสมในการจับ พบว่าขนาดตาอวน 9 เซนติเมตรมีความเหมาะสมในการนำมาใช้จับปลาเผาะในแม่น้ำโขง

ถ้าหากชาวประมงเลือกใช้อวนขนาดตาที่ใหญ่ขึ้น ชาวประมงจะจับปลาที่มีขนาดความยาวมากขึ้นด้วย และในทางตรงกันข้าม ถ้าหากชาวประมงเลือกใช้อวนขนาดตาเล็ก (4 เซนติเมตร) ความยาวแรกจับก็จะมีขนาดความยาวน้อยตามไปด้วย ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อทรัพยากรประมง เนื่องจากสัตว์น้ำถูกจับก่อนที่จะสืบพันธุ์วางไข่ และอาจเป็นสาเหตุของการเติบโตไม่ทันการจับหรือเรียกว่า growth overfishing และถ้าสถานการณ์การจับสัตว์น้ำไม่เปลี่ยนแปลง ภายใน 1-2 ปี ระดับความรุนแรงของการทำการประมงก็จะสูงขึ้น เช่นการทดแทนไม่ทันการจับ (recruitment overfishing) และอาจถึงขั้นรุนแรงคือสัตว์น้ำสูญพันธุ์หรือเรียกว่า (stock collapse) ดังนั้นมาตรการหรือแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรปลาเผาะให้มีความยั่งยืน สมควรที่จะต้องรณรงค์ให้ชาวประมงใช้อวนขนาดตา 9 เซนติเมตรขึ้นไป (Preecha *et al.*, 2011) ทำการประมงปลาเผาะในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคายและพื้นที่อื่นๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ชีวิตวิทยาประมง

1.1 ผลจับในรูปของจำนวนและน้ำหนัก

ได้ตัวอย่างปลาเผาทั้งหมด 2,673 ตัว แยกเป็นปลาเพชผู้, เพชเมีย และไม่สามารถแยกเพศได้ จำนวน 1,065, 806 และ 802 ตัว คิดเป็นร้อยละ 39.84, 30.15 และ 30.01 ตามลำดับ มีผลจับในรูปของน้ำหนักรวมทั้งหมด 330.83 กิโลกรัม แยกเป็นปลาเพชผู้, เพชเมีย และไม่สามารถแยกเพศได้ จำนวน 158.46, 124.48 และ 47.79 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 47.90, 37.64 และ 14.46 ตามลำดับ

ผลจับรวมในรูปของจำนวน (ตัว) แยกตามสถานี สถานีที่ 3 มีผลจับมากที่สุดเท่ากับ 833 ตัว (ร้อยละ 31.16) ส่วนสถานีที่ 1 มีผลจับรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 193 ตัว (ร้อยละ 7.22) ผลจับรวมในรูปของน้ำหนักแยกตามสถานี สถานีที่ 4 มีผลจับมากที่สุดเท่ากับ 76.92 กิโลกรัม (ร้อยละ 23.25) ส่วนสถานีที่ 5 มีผลจับรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 56.14 กิโลกรัม (ร้อยละ 16.97)

1.2 ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง

ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงเฉลี่ยรวมทั้งปีเท่ากับ 1.35 กิโลกรัมต่อวันต่อลำ สถานีที่ 4 มีค่ามากที่สุด 0.62 กิโลกรัมต่อวันต่อลำ ค่า CPUE ของแต่ละเดือนและระหว่างสถานี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้น การประมงปลาเผาในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย มีความผันแปรตามฤดูกาลและพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3 อัตราส่วนเพศ

อัตราส่วนเพศของปลาเผาเพชผู้มีมากกว่าปลาเผาเพชเมียอย่างมีนัยสำคัญ คือ อัตราส่วนเพชผู้ต่อเพชเมียเท่ากับ 1:1.32 ($p < 0.05$) ดังนั้น โครงสร้างทางสังคมของปลาเผามีเพชผู้มากกว่าเพชเมียประมาณ 1.32 เท่า อัตราส่วนเพศแยกตามสถานี มีความแตกต่างกันไปตามสถานี

ทุกสถานีพบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ดังนั้นอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียจึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกสถานี ยกเว้นสถานีที่ 2 ที่อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด และน้ำหนักของปลาเผา ทั้งหมด ปลาเผาเพศผู้ และปลาเผาเพศเมีย มีค่าเท่ากับ $W = 0.0077TL^{3.0056}$; $R^2 = 0.9568$, $W = 0.0078TL^{3.0022}$; $R^2 = 0.9538$ และ $W = 0.0066TL^{3.0479}$; $R^2 = 0.925$ ตามลำดับ มีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก นั่นคือ การเติบโตทุกส่วนของร่างกายเป็นสัดส่วนกันและเป็นไปตามกฎกำลังสาม

1.5 ปัจจัยสภาวะ

ปัจจัยสภาวะเฉลี่ยของปลาเผาเพศผู้และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1.23 ± 0.09 และ 1.27 ± 0.21 ในเดือนมกราคมเพศเมียมีค่าปัจจัยสภาวะสูงที่สุด และในเดือนกรกฎาคมมีค่าต่ำสุด ส่วนปลาเผาเพศผู้มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม ดังนั้นปลาเผามีสภาวะความอยู่ดีกินดี 2 ช่วงคือ เดือนมกราคม และเดือนกันยายน

1.6 ขนาดแรกสืบพันธุ์

ขนาดแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาเพศผู้ และปลาเผาเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 24.41 และ 23.28 เซนติเมตร มีระยะการเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่อยู่ระหว่าง 19.72 - 29.10 และ 18.57 - 27.99 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวแรกสืบพันธุ์ของปลาเผาเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าปลาเผาเพศเมีย

1.7 ดัชนีสมบูรณ์เพศของสัตว์น้ำ

ค่าเฉลี่ยดัชนีสมบูรณ์เพศของปลาเผาเพศผู้และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 0.25 ± 0.32 และ 0.18 ± 0.17 ตามลำดับ เพศเมียมีค่าดัชนีสมบูรณ์เพศสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 และต่ำสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ส่วนเพศผู้มีค่าดัชนีสมบูรณ์เพศสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และต่ำสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

ฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ของปลาเผาคือเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ช่วงที่มีการสืบพันธุ์วางไข่มากที่สุดคือ เดือนเมษายน-พฤษภาคม

1.8 ความตกไข่

ปลาเผามีความตกไข่เฉลี่ย $95,671 \pm 99,285$ ฟอง มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและความตกไข่คือ $Fe = 0.0115TL^{4.1330}$ $R^2 = 0.8784$ ไข่มีลักษณะกลมและรี สีขาวอมเหลือง มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.15 ± 0.86 มิลลิเมตร เป็นไข่ติดจมน้ำ

2. พลวัตประชากร

2.1 การเติบโต

ค่าพารามิเตอร์ VBGF ของปลาเผา ได้แก่ ค่า L_∞ เท่ากับ 57.62 เซนติเมตร, ค่า K เท่ากับ 0.56 ต่อปี และค่า t_0 (กรณีที่ไม่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล) เท่ากับ -0.0163 ปี ส่วนค่า t_0 (กรณีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล) มีค่าเท่ากับ -0.1387 ปี สมการการเติบโตรูปแบบของความยาวและน้ำหนักคือ $L_t = 57.62 * (1 - e^{-0.56(t+0.0163)})$ และ $W_t = 1511.14 * (1 - e^{-0.56(t+0.0163)})^3$ ปลาเผามีอายุขัยประมาณ 5.36 ปี

2.2 การตาย

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) มีค่าเท่ากับ 2.29 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.04 ต่อปี (อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 °C) และค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) มีค่าเท่ากับ 1.25 ต่อปี

2.3 รูปแบบการทดแทน

การทดแทนของประชากรปลาเผาในแม่น้ำโขงเฉลี่ยร้อยละ 8.33 ± 7.21 มีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายน มีรูปแบบการทดแทนเป็นแบบหนึ่งครั้งในรอบปี ดังนั้นประชากรรุ่นใหม่ที่จะเข้าข่ายการประมงจะอพยพเข้ามาสู่มแม่น้ำโขงมากที่สุดในเดือนมิถุนายน หลังจากแม่ปลาวางไข่ 1-2 เดือน

3. การประเมินสถานะทรัพยากรประมง

3.1 มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R)

ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มจากการวิเคราะห์ B'/R เท่ากับ 0.34 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.64 ซึ่งมากกว่าค่า E ปัจจุบัน ดังนั้นการใช้ประโยชน์ปลาเพาะในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย ยังสามารถเพิ่มการลงแรงงานได้อีก เพื่อให้ชาวประมงมีอาหารโปรตีนบริโภค และเพื่อให้เกิดรายได้จากการประกอบอาชีพการประมง

3.2 วิเคราะห์ประชากรเสมือน

ปลาเพาะมีความยาวค่ากลางแรกทดแทนประมาณ 9.5 ซม. มีจำนวนตัวทดแทน (recruitment) ประมาณ 6,794 ตัว มีแบบแผนการประมงซึ่งจะตอบสนองต่ออัตราการตายโดยการประมงที่เพิ่มขึ้นตามความยาว ซึ่งปลาเพาะที่มีความยาวค่ากลาง 22.0 ซม. จะตอบสนองต่อการตายโดยการประมงสูงที่สุด คือมีค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่ 1.47 ต่อปี

3.3 อัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง (E)

ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมงในปัจจุบันของการทำประมงของปลาเพาะ มีค่าเท่ากับ 0.54 ค่า E เกินระดับที่เหมาะสมเพียงเล็กน้อย (0.04) ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมของชาวประมง และประชาชนที่อาศัยบริเวณแม่น้ำโขง ดังนั้นสามารถเพิ่มอัตราการลงแรงทำการประมงปลาเพาะได้อีกประมาณร้อยละ 10 ของค่า E ปัจจุบัน การทำการประมง ณ ดังกล่าวจะไม่ทำให้เกินค่า E ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุด หรือไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรประมง และถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปลาเพาะให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

3.4 ตัวแบบการทำนายของรอมพ์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

ผลผลิตรวมสูงสุดของปลาเผา มีค่าเท่ากับ 2.44 ตัน โดยมีค่าปัจจัย X (F-factor) เท่ากับ 1.2 มีมูลค่ารวมสูงสุดเท่ากับ 141,755.39 บาท ซึ่งมีผลผลิตรวมสูงสุดที่ 2.41 ตัน และมีค่าปัจจัย X เท่ากับ 1.0 หรืออยู่ในสถานะการทำการประมงในปัจจุบัน ส่วนมวลชีวภาพเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดในช่วงที่มีการทดแทน หรืออยู่ในสถานะที่ไม่มีการทำการประมง มีค่าเท่ากับ 7.63 ตัน มวลชีวภาพดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีการเพิ่มปัจจัย X หรือเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแรงงานประมง ดังนั้นมวลชีวภาพเฉลี่ยจึงแปรผกผันกับปริมาณแรงงานประมง ระดับการทำการประมงที่ให้ค่าผลผลิตรวมมากที่สุด จะส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 2.67 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 34.99 ของมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงสุด

3.5 ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืนและระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม

ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.44 ตัน และมีระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมที่ทำให้เกิด MSY (F_{MSY}) เท่ากับ 1.2 ส่วนมูลค่าสูงสุดที่ยั่งยืน (MEY) มีค่าผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 2.41 ตัน มีค่าประมาณ F_{MEY} เท่ากับ 1.0 และมีมูลค่าสูงสุด เท่ากับ 141,755.39 บาท ดังนั้นระดับการทำการประมงปลาเผาในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย ณ ปัจจุบัน เป็นระดับที่ทำให้เกิด MEY

3.6 การเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย

3.6.1 ตัวแบบของโฮลท์สำหรับตาอวนลอยสองขนาด

ปลาเผามีความยาวแรกจับเท่ากับ 19.86, 26.56 และ 29.12 เซนติเมตรตามลำดับ มีค่าปัจจัยการเลือกจับรวมเท่ากับ 3.61, 3.32 และ 2.53 ตามลำดับ

3.6.2 ตัวแบบสำหรับตาอวนลอยหลายขนาด

ค่าความยาวที่เหมาะสมของขนาดตาอวน 4, 7, 9 และ 14 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 11.60, 20.29, 26.09 และ 40.59 เซนติเมตรตามลำดับ โดยมีค่าปัจจัยการเลือกจับรวม (SF) เท่ากับ 2.90 ค่าความแปรปรวนร่วม (S^2_{common}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วม (SD_{common}) เท่ากับ 34.56

และ 5.88 ตามลำดับ และมีค่าอายุที่เหมาะสมของแต่ละขนาดตาอวน เท่ากับ 0.04, 0.77, 1.07 และ 2.17 ปี

ข้อเสนอแนะ

1. ชีววิทยาประมง

ศึกษาชีววิทยาประมงของปลาเผา ถ้ามีงบประมาณและเวลามากพอ ก็ควรเก็บรวบรวม ตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของแม่น้ำโขง เนื่องจากแม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่และมีความยาวมาก นอกจากนี้แม่น้ำโขงถูกใช้เป็นเส้นแบ่งประเทศ ระหว่างประเทศไทย และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวด้วย ดังนั้นทรัพยากรปลาเผาในแม่น้ำโขงจึงถูกใช้ประโยชน์ร่วมกันของทั้งสองประเทศ

ถ้าหากสามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาเผาได้ครอบคลุมทุกพื้นที่ ก็จะทำให้ผลจับในรูปแบบของจำนวนและน้ำหนัก, ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง, อัตราส่วนเพศ, ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนัก, ปัจจัยสภาวะ, ขนาดแรกสืบพันธุ์, ดัชนีสมบรูณ์เพศของสัตว์น้ำ และ การศึกษาความคืบหน้า มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ของแม่น้ำโขงนั้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากแม่น้ำโขงไหลผ่าน 6 ประเทศ จำเป็นต้องใช้งบประมาณ และเวลามากพอสมควร ดังนั้นการนำข้อมูลสถิติผลจับปลาเผาทั้งหมดในแม่น้ำโขงมาใช้ในการวิเคราะห์ผลอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการศึกษาชีววิทยาของปลาเผาให้มีความสมบรูณ์มากยิ่งขึ้น

การศึกษาชีววิทยาประมงที่ดีนั้นต้องศึกษาจากตัวอย่างปลาเผาที่มีความยาวครอบคลุมทุกช่วงความยาว ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องมือจับปลาเผาขนาดเล็กก็ควรที่จะนำมาพิจารณาด้วย เช่น การใช้ถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์ มาช่วยเก็บตัวอย่างปลาเผาขนาดเล็ก เพื่อที่จะให้การศึกษาชีววิทยาประมงปลาเผามีความสมบรูณ์มากยิ่งขึ้น

2. พลวัตประชากร

การศึกษาพลวัตประชากรประกอบด้วย การศึกษาการเติบโต, การตาย และรูปแบบการทดแทน ควรเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับชนิดของสัตว์น้ำ ข้อกำหนดของตัวแบบ และความเหมาะสมของพื้นที่ด้วยเช่นกัน การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติของปลาเพาะต้องอาศัยค่าพารามิเตอร์การเติบโต ค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยทั้งปี ดังนั้นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะอุณหภูมิผิวน้ำทั้งปีด้วย

3. การประเมินสถานะทรัพยากรประมง

ศึกษาสถานภาพทรัพยากรปลาเพาะด้วยการศึกษามวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R) วิเคราะห์ประชากรเสมือน, อัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง (E), ศึกษาตัวแบบการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว, ผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน, ระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม และการเลือกจับของเครื่องมืออวนลอย จำเป็นต้องใช้ข้อมูลองค์ประกอบของผลจับรวม (total landing) ที่ครอบคลุมทั้งพื้นที่เวลาที่ศึกษา ดังนั้นข้อมูลที่น่านำมาใช้ศึกษาการประเมินสถานะทรัพยากรจะต้องได้มาจากการปรับค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปผลจับรวม การศึกษาการประเมินสถานภาพทรัพยากรปลาเพาะจำเป็นต้องใช้ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญเช่นค่า L_∞ , K , M , F , และ Z ดังนั้นขั้นตอนการศึกษาพลวัตประชากรเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลนำเข้าที่สำคัญดังกล่าวจะต้องถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ดังนั้นผู้วิจัยควรที่จะตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวให้ถูกต้อง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาการอพยพย้ายถิ่นของปลาเพาะอย่างจริงจัง เนื่องจากปลาชนิดนี้เป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่น (MRC, 2005) นอกจากนี้ควรเฝ้าระวังผลกระทบจากการสร้างเขื่อนทั้งในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวด้วย โดยเฉพาะเขื่อนไซยะบุรีที่กำลังก่อสร้างอยู่ขณะนี้ ทั้งนี้เนื่องมาจากเขื่อนเป็นเครื่องกีดขวางเส้นทางการอพยพย้ายถิ่นของสัตว์น้ำหลายชนิดรวมทั้งปลาเพาะด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2546. รายงานประจำปี 2546. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

_____. 2547. รายงานประจำปี 2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

_____. 2550. รายงานประจำปี 2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป. ระบบฐานข้อมูลชุดดินเขต 5. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ฉัตรชัย ปรีชา และ ธนิษฐา ทรรพนันท์ ใจดี. 2552. การประมงปลาเผาในแม่น้ำโขง เขตจังหวัดหนองคาย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 3 (2): 72-78.

_____, ทวนทอง จุฑาเกตุ และธนิษฐา ทรรพนันท์ ใจดี. 2554. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาเผา (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 5 (1): 1-12.

ชวลิต วิทยานนท์. 2536. อนุกรมวิธานของปลาบึกและปลาสาวย (วงศ์ Pangasiidae). ใน รายงานการสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2536. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

_____ และ สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2536. พรรณปลาสาวยและสังกะวาดวงศ์ Schilbeidae และ Pangasiidae ของประเทศไทย. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 150. สถาบัน ประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ดวงพร อมรเลิศพิศาล และเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2553. ปัญหาและแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลาบึกและปลาหนังเนื้อขาว. วารสารการประมง. 63 (3): 252-262.

- ทวีป บุญวานิช. 2536. ความสัมพันธ์ของขนาดและการเจริญของกุ้งแชบ๊วยในอ่าวไทยตอนล่าง. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ธนัญญา ทรรพนันทน์. 2543. ชีววิทยาประมง. พลวัตประชากรเบื้องต้น II: อายุของสัตว์น้ำกับการเติบโต. น. 43-64. ใน ธนัญญา ทรรพนันทน์, บรรณาธิการ. ชีววิทยาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____ และ อมรศักดิ์ สวัสดิ์. 2550. คู่มือชีววิทยาประมง ภาคปฏิบัติ มีสเตอร์ก๊อบปี, กรุงเทพฯ.
- _____. 2552. พลวัตประชากรสัตว์น้ำในเขตร้อน. มีสเตอร์ก๊อบปี, กรุงเทพฯ.
- มาลา สุพงษ์พันธุ์ และเจริญ นิตินธรรมขง. 2544. การประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำในเขตร้อน เล่มที่ 1: คู่มือ. องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ สำนักงานประจำภูมิภาค เอเชียและแปซิฟิก, กรุงเทพฯ.
- วรัญญู ชุนเจริญ, โสภิศ ไชยว และสุพัทธ์ ศรีพัฒน์. 2549. การเพาะพันธุ์ปลาโมงรุ่น F1. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 69/2549. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดพิษณุโลก กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิวัฒน์ ปรารมภ์ และ ชัยศิริ ศิริกุล. 2538. การศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาโมง. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 22/2538. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดเชียงราย กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สาวิกา กัลปพฤกษ์ และ ธนัญญา ทรรพนันทน์ ใจดี. 2552. ช่วงเวลาการกินอาหารของปลาโมง. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 3 (2): 33-38.
- _____. 2553. นิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาโมง (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880) ในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรินทร์ นิยมางกูร. 2548. สถิติวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

อุปถัมภ์ ภาณุตานนท์ ฅ มหาสารคาม. 2550. แนะนำการประมงในแม่น้ำโขงของไทย. **ชุดเอกสาร
พัฒนาแม่น้ำโขง ฉบับที่ 5**. คณะกรรมการจัดการแม่น้ำโขง นครเวียงจันทน์ สาธารณรัฐ
ประชาธิปไตยประชาชนสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนสาธารณรัฐประชาธิปไตย
ประชาชนลาว.

อรรถนพ อิมศิริปป์ และ ณรงค์ศักดิ์ ศรีชัยพันธ์. 2550. การเลี้ยงปลาโพงในกระชังที่ระดับความ
หนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 16/2550**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมง
น้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

Amarasinghe, U.S. 1988. Growth overfishing: a potential danger in the Sri Lankan reservoir
Fishery, pp. 105-112. *In Reservoir Fishery Management and Development in Asia*
IDRC, Ottawa.

Baird, L. G. 2007. Fishes and forests: the importance of seasonally flooded riverine habitat for
Mekong river fish feeding. **Natural History Bulletin of Siam Society** 55(1): 121-148.

Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative Theory of Organic Growth. (Inquires on Growth
law.2). **Human Biology**. 10 (2): 181-213.

Beverton, R. J. H., and S. J. Holt. 1956. A Review of Methods for Estimating Mortality Rates in
Exploited Fish Populations, with Species to Sources of Bias in Catch
Sampling. **Rapp. P. -v. Reun. CIEM** 140: 67-83.

_____, _____ and _____. 1957. On the Dynamics of Exploited Fish Populations.
Fish. Invest. Mionist. Agric. Fish. Food G. B. 19: 533

Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of adistribution into Gaussian
component. **Biometrics** 23: 115 - 135.

- Cacot, P., M. Legendre, T.Q. Dan, Tung, L.T., P.T. Liem, C. Mariojouis C. and J. Lazard. 2002. Induced ovulation of *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) with a progressive HCG treatment. **Aquaculture**, 213 (1-4): 199-206.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.** 5: 513-522.
- Cushing, D.H. 1968. **Fisheries Biology: A study in population dynamics**. University of Wisconsin Press, Madison.
- De Silva, S.S. 1973. Aspects of the reproductive biology of *Oreochromis mossambicus* populations of man-made lakes in Sri Lanka: a comparative study. **Aquaculture and Fisheries Management** 17: 31-47.
- Dincer, A.C. and M. Bahar. 2008. Multifilament gillnet selectivity for the red mullet (*Mullus barbatus*) in the Eastern Black Sea Coast of Turkey, Trabzon. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science** 8: 355-359.
- Froese, R. and C. Binohlan. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fish, with a simple method to evaluate length frequency data. **Journal of Fish Biology** 56: 758-773.
- _____, R. and D. Pauly. (eds). 2010. **FishBase-electronic publication**. Available Source: <http://www.fishbase.org>, version (02/2010), July 15, 2010.
- Gayanilo, F.C., P. Sparre, D. Pauly (Eds.). 2002. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT II) Program Package**. FAO, Rome.

- Grégoire, F. and L. Lefebvre. 2003. Estimation of gillnet selectivity for Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) from the west coast of Newfoundland, 1997-2001. Maurice Lamontagne Institute, Québec. **Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Science** 272: 1-22.
- Haddon, M. 2001. **Modeling and Quantitative methods in Fisheries**. Chapman and Hall/CRC, Florida.
- Harding, J. P., 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution. **J. Mar. Biol. Assoc. U. K.**, 28: 141-153.
- Holland, J. 2007. Pangasius 2007: Growth on shaky ground. **Seafood International**, 22 (8): 27-31.
- Holt, S.J. 1963. A method for determining gear selectivity and its application. **ICNAF Spec. Publ.** 5: 106-115.
- Hovgård, H. and H. Lassen. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. **FAO Fisheries Technical Paper. No. 397**. Rome, Italy. 84 p.
- Hortle, K.G. and S.R. Bush. 2003. Consumption of fish and other aquatic animals in the Lower Mekong Basin. **MRC Technical Series**. 11: 102.
- Hung, L. T., Bui, M. Tam., P. Cocot and J. Lazard. 1999. Larval rearing of the Mekong catfish, *Pangasius bocourti* (Pangasiidae, Siluroidei): Substitution of artemia nauplii with live and artificial feed. **Aquaculture**. 12 (3): 229-232.
- Jones, S. and N.P. van Zalinge. 1981. Estimates of Mortality Rate and Population Size for Shrimps in Kuwait Water. **Kuwait Bull. Mar. Sci.**, 2: 273-288.

- Juatagate, T., N. Mattson, M. Kumsri and R. Panjun. 2001. Gillnet selectivity as a fishery resource management proposal at Sirinthorn Reservoir, Thailand. **Proceeding 39th Kasetsart University**. 80-87.
- Kang, B. 2008. Fish biodiversity in the upper Mekong: cases of Erhai Lake, Manwan reservoir and Buyuan River. *In* Sustaining fish diversity, fisheries and aquaculture in the Mekong. **International Symposium**. Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University Ubon Ratchathnai, Thailand.
- Kesteven, G.L. 1960. **Manual of field method in fisheries biology**. F.A.O Manuals in Fisheries Sciences, No. 1, FAO, Rome. 152 pp.
- King, M.G. 2007. **Fisheries Biology, Assessment and Management**, 2nd ed. Blackwell Publishing, Singapore.
- Kottelat, M. 2001. **Fishes of Laos**. Gunaratne Offset Ltd, Sri Lanka.
- Lack, D. 1954. **The Natural Regulation of Animal Number**. Oxford University Press, UK.
- Mekong River Commission. 2005. Overview of the Hydrology of the Mekong Basin. **Mekong River Commission**, Vientiane, November 2005.
- Munro, J.L. and D. Pauly. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. **ICLARM Fishbyte**, 1(1): 5-6.
- Nelson, J. S. 2006. **Fishes of the World**. 4 ed. John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Pauly, D. 1980. A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stock. **FAO Fish. Circ.** 729:1-54.

- Pauly, D. and N. David. 1981. ELEFAN 1, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung** 28(4): 205-211.
- and J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **ICLARM Fishbyte** 2(1): 20-21.
- and M.L. Soriano. 1986. Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield -per-recruit model. *In: The First Asian Fisheries Forum* (eds. J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos), pp. 491-496. Asian Fisheries Society, Manila.
- Pitcher, T.J. and P.D.M. Macdonald. 1973. Two models of seasonal growth. **J. App. Ecol.**, 10: 599-606.
- Poulsen, A. F., K.G. Hortle, J.Valbo-Jorgensen, S. Chan, C.K. Chhuon, S. Viravong, K. Bouakhamvongsa, U. Suntornratana, N. Yoorong, T.T. Nguyen and B.Q. Tran. 2004. Distribution and Ecology of Some Important Riverine Fish Species of the Mekong River Basin. **MRC Technical Paper**. 10: 116.
- Preecha, C., T. Juatagate and T. T. Chaidee. 2011. Estimation of desirable gillnet mesh size for an exploited population of a Pangasiid *Pangasius bocourti* in Thailand's fishing ground of the Mekong mainstem. **Asian Fisheries Science**. 24 (3): 304-313
- R Development Core Team. 2007. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available Source: <http://www.R-project.org>, January 15, 2010.
- Rainboth, W. T. 1996. **Fishes of the Cambodian Mekong**. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. **Bull. Fish. Res. Board Can.**, 191: 382.

- Roberts, T.R. 1991. Systematic Revision of Asian Catfish Family Pangasiidae, with Biological Observation and Description of three New Species. **Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**. 143: 97-144.
- _____, T. R. and C. Vidthayanon. 1991. Systematic revision of the Asian catfish family Pangasiidae, with biological observation and descriptions of three new species. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia**. 143: 97-144.
- _____, T.R. 1993. Artisanal fisheries and fish ecology below the great waterfalls of the Mekong River in southern Laos. **Natural History Bulletin of Siam Society**. 41: 31-62.
- Russell, E.S. 1942. **The overfishing problem**. Cambridge University Press. London. 390 p.
- Sluiter, L. 1992. **Mekong Currency**. Duang Kamol Co., Ltd, Bangkok.
- Sparre, P. and S.C. Venema. 1998. Introduction to fish stock assessment. Part 1: Manual. FAO Fish. **Tech. Pap. 306/1** Rev. 2.
- Tanaka, S. 1953. Precision of age-composition of fish estimated by double sampling method using the length for stratification. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.**, 19: 657-670.
- Thapanand, T. 2006. Shark Catfish (*Helicophagus waandersii* Bleeker, 1858) Gillnetting in the Mun River, Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 40 (5): 229-234.
- Thompson, W. F. and F. H. Bell. 1934. Biological Statistics of the Pacific Halibut Fishery 2 Effect of Changes in Intensity Upon Total Yield and Yield Per Unit of Gear. **Rep. Int. Fish. Comm.**, 8: 49.

van Zalinge, N., P. Degen, C. Pongsri, S. Nouv, J.G. Jensen, H. N. Van and X. Choulamany.

2004. The Mekong River System, pp. 335-357. *In Proceedings of the Second*

International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume

I. Welcomme R. and T. Petr, Eds., FAO Regional Office for Asia and the Pacific,

Bangkok, Thailand.





ตารางผนวกที่ 1 ความถี่ของตามความยาว (LFD) ของปลาเผา (อันตรายชั้นเท่ากับ 2 ชม.)

ความยาวค่ากลาง (ชม.)	เดือน													
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
	50	50	50	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	2	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	14	3	0	0	0
18	2	0	0	0	1	2	0	0	0	21	8	1	1	1
20	3	1	0	4	0	2	2	4	1	23	21	1	0	1
22	9	3	3	6	1	2	6	5	0	14	39	3	4	6
24	14	10	6	13	2	8	8	8	0	13	19	8	9	11
26	13	15	8	14	2	6	9	8	0	5	5	11	25	28
28	12	7	26	25	10	6	20	7	0	5	7	14	32	26
30	14	22	25	19	8	8	21	26	1	4	1	25	34	16
32	13	14	22	22	9	14	19	26	2	3	1	21	42	15
34	5	15	21	29	3	18	24	29	3	0	0	20	32	19
36	8	17	12	15	3	16	12	10	5	2	0	22	21	29

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ความยาวค่า กลาง (ซม.)	เดือน													
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
	50	50	50	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
38	6	11	11	16	3	13	18	10	10	3	3	9	9	31
40	14	7	11	17	2	2	8	9	11	6	5	6	6	31
42	7	4	11	11	3	5	6	4	14	11	11	5	4	20
44	4	2	11	7	2	2	5	8	14	18	12	1	2	14
46	7	5	5	5	0	1	4	2	18	12	12	4	1	8
48	2	4	4	5	0	1	2	3	16	10	18	6	0	4
50	5	3	4	3	1	1	2	6	14	8	11	2	2	7
52	5	2	2	3	1	2	3	6	8	3	4	2	0	1
54	2	4	3	2	0	3	2	4	6	7	7	2	0	2
56	0	1	2	2	0	3	0	3	8	5	7	0	3	0

ตารางผนวกที่ 2 อุณหภูมิผิวน้ำในแม่น้ำโขง บริเวณจังหวัดหนองคาย

เดือน	สถานีเก็บตัวอย่าง				
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
ก.ย. 50	27.26	27.82	27.95	27.40	27.20
ต.ค. 50	25.60	26.93	25.03	26.80	26.30
พ.ย. 50	25.10	25.27	25.54	25.40	25.83
ธ.ค. 50	24.90	24.63	24.70	24.50	24.50
ม.ค. 51	26.20	26.60	26.10	26.10	26.60
ก.พ. 51	30.35	30.18	30.80	30.20	30.90
มี.ค. 51	34.24	34.15	34.50	33.60	34.40
เม.ย. 51	34.20	34.40	34.30	34.55	34.53
พ.ค. 51	33.60	33.10	33.60	33.90	33.50
มิ.ย. 51	32.40	32.85	32.40	32.82	32.87
ก.ค. 51	31.30	31.70	31.40	31.40	31.26
ส.ค. 51	29.50	29.30	30.50	29.20	28.52
ก.ย. 51	29.20	29.91	29.00	29.80	29.40
ต.ค. 51	27.30	27.40	27.43	27.20	27.74

ตารางผนวกที่ 3 การแบ่งระยะพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์

ระยะ	รังไข่
I	Virgin เป็นระยะปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ ปลายังไม่มีการพัฒนารังไข่และถุงน้ำเชื้อขนาดเล็กลอยใกล้กับแนวติดกับกระดูกสันหลัง ไม่สามารถแยกเพศได้
II	Developing เป็นระยะที่อวัยวะสืบพันธุ์เริ่มมีวิวัฒนาการรังไข่มีความยาว 1/2 หรือ 2/3 ของช่องท้อง เห็นเป็นรังไข่ชัดเจน แต่ยังไม่แตก
III	Gravid รังไข่มีขนาดโตขึ้น เต็มช่องท้อง ไข่มีลักษณะกลมมีเยื่อติดกัน เมื่อรีดดูมีไข่ไหลออกมา
IV	Spawning เป็นระยะที่รังไข่มีขนาดสมบูรณ์พร้อมที่จะวางไข่ หรือกำลังวางไข่ รังไข่ขยายเต็มช่องท้องพอดี ไข่รีดออกได้ง่าย
V	Spent เป็นระยะที่ปลาได้วางไข่ไปแล้ว และรังไข่เหี่ยวแฟบมีสีแดง บางครั้งอาจมีสีขุ่น ๆ เหลืออยู่เล็กน้อยในลักษณะที่ถูกดูดซึมไป

ที่มา: Kestevan (1960); De Silva (1973)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายฉัตรชัย ปรีชา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	8 กรกฎาคม พ.ศ. 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วท.บ การประมง (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วท.ม วิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พนักงานมหาวิทยาลัย (อาจารย์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท อยู่ในระดับดี
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	กองทุนสนับสนุน 40 ปี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	