



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี
ด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM (Monitoring Change of Marine Fish
Landing Amount in Chonburi with CUSUM Control Chart)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติการ สายธนู

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2559A10802117

สัญญาเลขที่ 83/2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม
CUSUM (Monitoring Change of Marine Fish Landing Amount in Chonburi with
CUSUM Control Chart)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติการ สายธนู
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 83/2559

Acknowledgement

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 83/2559).

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.กิตติการ สายธนู ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัยเรื่อง การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วย แผนภูมิควบคุม CUSUM (Monitoring Change of Marine Fish Landing Amount in Chonburi with CUSUM Control Chart) รหัสโครงการ 2559A10802117 / สัญญาเลขที่ 83/2559 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 220,000 บาท ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยในครั้งนี้คือตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย ด้วยแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมหรือแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกนี้จะถูกสำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2553 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีการจับปลาทะเลมากที่สุดในฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม นอกจากนี้แผนภูมิควบคุม CUSUM ยังแสดงให้เห็นภาพได้ดีกว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นแน่นอนอย่างรวดเร็วด้วยค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่าหรือ S_i^- ซึ่งส่งสัญญาณเตือนที่ชัดเจนว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และยังคงลดลงต่อเนื่องไปจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2553

คำสำคัญ: ปลาทะเลที่นำขึ้นบก แผนภูมิควบคุม CUSUM

ผลลัพธ์ที่ได้และข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากงานวิจัย “การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM” สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุม CUSUM สามารถตรวจสอบได้จริงว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันกับแผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2553 ที่มีค่าลดลง โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในแต่ละปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งหากทราบถึงสาเหตุของการลดลงของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีแล้ว ก็จะสามารถนำผลที่ได้นี้ไปใช้ในการวางแผน หรือป้องกันไม่ให้เกิดการจับปลาทะเลมากเกินไปจนอาจทำให้ปลาทะเลบางชนิดสูญพันธุ์ได้

2. สามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นตัวชี้แนะหรือข้อแนะนำในการพัฒนาแผนภูมิควบคุม CUSUM เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีได้ โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุม CUSUM เช่น อาจจะปรับค่าพารามิเตอร์ที่แสดงค่าอ้างอิงเป็น $k = 0.5$ และค่าพารามิเตอร์ที่แสดงช่วงของการตัดสินใจเป็น $h = 2$ เป็นต้น

3. สามารถขยายผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ได้ โดยนำแผนภูมิควบคุม CUSUM ไปตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกสำหรับจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีพื้นที่ติดทะเลได้
4. สามารถขยายผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยประยุกต์แผนภูมิควบคุม CUSUM ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสัตว์ทะเลอื่น ๆ นอกเหนือจากปลาทะเลได้
5. สามารถนำผลที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ให้กับกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง

บทคัดย่อภาษาไทย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยในครั้งนี้คือตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย ด้วยแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมหรือแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกนี้จะถูกสำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2553 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจับปลาทะเลมากที่สุดในทุกฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม นอกจากนี้แผนภูมิควบคุม CUSUM ยังแสดงให้เห็นภาพได้อีกว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นแน่นอนอย่างรวดเร็วด้วยค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่าหรือ S_i^- ซึ่งส่งสัญญาณเตือนที่ชัดเจนว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และยังคงลดลงต่อเนื่องไปจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2553

คำสำคัญ: ปลาทะเลที่นำขึ้นบก แผนภูมิควบคุม CUSUM

Abstract

The main objective of this research was to monitor the change of marine fish landing amount in Chonburi, Thailand by cumulative sum or CUSUM control chart. The marine fish landing was investigated during 2001 to 2010. The research results indicated the marine fishery catches were the most in rainy season particularly in July and August. Furthermore, the CUSUM control chart illustrated to ascertain abnormality abruptly with the lower CUSUM or S_i^- gave a clear alarm signal that the amount of marine fish landing in Chonburi was decreasing since 2006 and continually lessened until 2010.

Keywords: Marine Fish Landing, CUSUM Control Chart

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศภาษาอังกฤษ	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญเรื่อง	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 แนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	6
2.1 คำอธิบายข้อมูล	6
2.2 การประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือน	6
2.2.1 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544	6
2.2.2 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545	6
2.2.3 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546	6
2.2.4 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547	6
2.2.5 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548	6
2.2.6 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549	6
2.2.7 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550	6
2.2.8 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551	6
2.2.9 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552	6
2.2.10 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553	6
2.3 การตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM	6
2.3.1 ประมวลค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม	6
2.3.2 คำนวณค่าสถิติที่จะนำมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM	7
2.3.3 คำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม CUSUM	7
2.3.4 สร้างแผนภูมิควบคุม CUSUM	7

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	8
3.1 ผลการประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือน	8
3.1.1 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544	8
3.1.2 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545	9
3.1.3 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546	9
3.1.4 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547	10
3.1.5 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548	10
3.1.6 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549	11
3.1.7 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550	11
3.1.8 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551	12
3.1.9 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552	12
3.1.10 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553	13
3.2 ผลการตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM	14
3.2.1 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม	14
3.2.2 ผลการคำนวณค่าสถิติที่จะนำมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM	14
3.2.3 ผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม CUSUM	15
3.2.4 ผลการสร้างแผนภูมิควบคุม CUSUM	15
บทที่ 4 บทสรุป	17
4.1 สรุปผลการวิจัย	17
4.2 อภิปรายผลการวิจัย	17
บทที่ 5 ผลผลิต	19
5.1 การตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการ	19
5.2 การจดสิทธิบัตร	19
5.3 ผลงานเชิงพาณิชย์	19
5.4 ผลงานเชิงสาธารณะ	19
รายงานสรุปการเงิน	20
บรรณานุกรม	21
ประวัตินักวิจัยและคณะ	22

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^+)	14
2	ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^-)	15

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544	8
2	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545	9
3	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546	9
4	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547	10
5	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548	10
6	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549	11
7	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550	11
8	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551	12
9	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552	12
10	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553	13
11	แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายโดยภาพรวม	13
12	แผนภูมิควบคุม CUSUM ของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายในจังหวัดชลบุรี	16

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

สัญลักษณ์/คำย่อ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

x_i	ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก ณ จุดเวลาที่ i
z_i	ค่ามาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก ณ จุดเวลาที่ i
S_i^+	ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i
S_i^-	ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i
μ_0	ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม
σ_0	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม
\bar{x}	ค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม
s	ค่าประมาณของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม
CUSUM	ผลรวมสะสม (Cumulative Sum)
CL	เส้นกลาง (Center Line)
LCL	ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit)
UCL	ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การประมงมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากการประมงเป็นการจัดการของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดแหล่งอาหารขนาดใหญ่ของโลก อีกทั้งการดำเนินงานและกระบวนการทางประมงยังช่วยในการสร้างรายได้ให้กับประเทศและประชาชนในประเทศเป็นมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี นอกจากนี้การประมงยังมีผลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเพราะสินค้าส่งออกที่สำคัญจากการประมงมีทั้งในรูปแบบของอาหารทะเลสดและอาหารแปรรูป ประกอบกับความต้องการสินค้าจากการประมงของผู้บริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศมีมากขึ้น ดังนั้นปริมาณและมูลค่าของอาหารทะเลจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามปริมาณของสัตว์ทะเลกลับลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ทางทะเลที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงการจับสัตว์ทะเลที่มากเกินไปเกินความต้องการ และมลภาวะที่เป็นพิษจากฝีมือของมนุษย์ สภาพแวดล้อมทั้งลักษณะทางกายภาพและชีวภาพจึงมีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณสัตว์ทะเลเป็นอย่างมาก กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทำให้ระบบนิเวศน์ขาดความสมดุลซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้การระเหยของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นและทำให้มีฝนตกเพิ่มมากขึ้นในบางพื้นที่ รูปแบบของฝนและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปยังทำให้ระบบของน้ำทะเลและลักษณะทิศทางการไหลของน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งภาวะดังกล่าวนี้ทำให้สัตว์ทะเลและทรัพยากรต่าง ๆ ทางทะเลตกอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์หรือลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ต้องปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากก๊าซเรือนกระจกยังทำให้เกิดภัยธรรมชาติรุนแรงมากขึ้น อุณหภูมิ ระดับน้ำทะเลและความเป็นกรดต่างของน้ำทะเลมีค่าสูงมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ผลกระทบทางชีวภาพและกายภาพ ผลกระทบทางสังคมเศรษฐกิจ และผลกระทบทางตรง จึงทำให้สิ่งแวดล้อมของทะเลเปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งยังส่งผลต่อการดำเนินงานและกระบวนการทางประมง เช่น การลงแรงทำการประมง การดำรงชีวิต และการบริหารจัดการที่ต้องปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงตัวเองให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีพื้นที่ติดกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทยในภาคตะวันออกและยังเป็นที่ตั้งของท่าเรือที่มีความสำคัญของประเทศ เนื่องจากมีลักษณะทางทะเลที่เหมาะสมสำหรับจะเป็นท่าจอดเรือซึ่งส่งผลให้ชายฝั่งทะเลของจังหวัดมีท่าเทียบเรือประมงเป็นจำนวนมาก และเป็นเมืองที่มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรทางทะเลที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย การประมงในจังหวัดชลบุรีแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ ประมงน้ำเค็ม ประมงน้ำจืด และการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการประมงประเภทประมงน้ำเค็ม เนื่องจากเป็นอาชีพหลักที่สำคัญและเป็นแหล่งสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับประชาชนในพื้นที่ แหล่งประมงน้ำเค็มหลักของจังหวัดชลบุรีคือบริเวณอำเภอ 5 อำเภอที่มีพื้นที่ติดกับชายฝั่งทะเลได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอพัทยา ซึ่งอำเภอเหล่านี้เป็นอำเภอที่มีท่าเทียบเรือของชาวประมงอยู่เป็นจำนวนมาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีว่ามีค่าลดลงหรือไม่ โดยประยุกต์แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative Sum control chart) หรือแผนภูมิควบคุม CUSUM

1.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก มีอาทิเช่น

Stergiou, Christou & Petrakis (1997) ประเมินค่าประสิทธิภาพในการพยากรณ์สัตว์ทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนจำนวน 16 ชนิดของทะเลในประเทศกรีซ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 ถึงปี ค.ศ. 1989 ด้วยตัวแบบซึ่งใช้เทคนิคในการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ ตัวแบบการถดถอยเชิงกำหนด (Deterministic models) ที่เป็นทั้งตัวแบบการถดถอยอย่างง่าย (Simple regression model) และตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression models) ตัวแบบอนุกรมเวลาตัวแปรเดียว (Univariate time series model) และตัวแบบอนุกรมเวลาหลายตัวแปร (Multivariate time series model) โดยมีตัวแปรอิสระเป็นจำนวนชาวประมง มูลค่าขายส่งของสัตว์ทะเลแต่ละชนิด เวลาที่ใช้ในการประมงมาตรฐาน และตัวแปรสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์ (Forecasting accuracy) มากที่สุดคือ ตัวแบบอนุกรมเวลาตัวแปรเดียวแบบ ARIMA รองลงมาเป็นตัวแบบอนุกรมเวลาหลายตัวแปรแบบ DREG ซึ่งตัวแบบทั้งสองนี้สามารถอธิบายถึงความผันแปรของสัตว์ทะเลที่นำขึ้นบกได้ว่ามีค่ามากกว่า 80% โดยมีค่าคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Errors: MAPE) ของการพยากรณ์สัตว์ทะเลที่นำขึ้นบกจำนวน 11 ชนิดที่ต่ำกว่า 28.2%

ฎีกา รัตนขำทอง (2542) สร้างแบบจำลองปริมาณปลาและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2530 ถึงปี พ.ศ. 2540 โดยศึกษาจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลการจับปลารายเดือนและปัจจัยทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ระดับกักเก็บน้ำ (X_1) ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (X_2) ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในอ่างเก็บน้ำ (X_3) พื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำ (X_4) และปริมาตรกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ (X_5) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณผลการจับปลารายเดือนและปัจจัยทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำมีความสัมพันธ์กันที่ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ยกเว้นปริมาณผลการจับปลาของปลาสดและปลาชัง ส่วนระดับของความสัมพันธ์พบว่ามีระดับความสัมพันธ์น้อยมากถึงปานกลาง ขณะที่การสร้างแบบจำลองปริมาณปลาด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ระหว่างปริมาณผลการจับปลารายเดือนและปัจจัยทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำแสดงได้ด้วยสมการถดถอยที่อยู่ในรูปของลอการิทึมของปริมาณปลารวมที่จับได้ (Y) ดังนี้

$$\hat{Y}=4.165+0.0018X_4$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted coefficient of determination) เท่ากับ 24 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) เท่ากับ 0.036 และเมื่อสร้างสมการถดถอยซึ่งจำแนกตามชนิดของปลาที่จับได้พบว่าสมการถดถอยที่ได้มีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.07–0.35

Miyahara, Ota, Kohno, Ueta & Bower (2005) ศึกษาความผันผวนของการจับหมึกเพชรในทะเลของประเทศญี่ปุ่น บริเวณเกาะสีซิมะ ในช่วงปี ค.ศ. 1989 ถึงปี ค.ศ. 2002 ด้วยการสร้างตัวแบบการถดถอยอย่างง่ายและตัวแบบการถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์ผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง (Catch per unit effort: CPUE) ซึ่งเป็นค่าดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของประชากรสัตว์น้ำ โดยมีตัวแปรอิสระ 4 ตัว คือ อุณหภูมิของน้ำ

ทะเลในช่องแคบสีซิมะ (X_1) ความเค็มของน้ำทะเลในช่องแคบสีซิมะ (X_2) ระดับน้ำทะเลที่เกาะสีซิมะ (X_3) และความแตกต่างของระดับน้ำทะเลที่เกาะคิ้วชู (X_4)

ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นค่อนข้างสูงกับผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง คือ อุณหภูมิของน้ำทะเลในช่องแคบสีซิมะและระดับน้ำทะเลที่เกาะสีซิมะ นอกจากนี้ยังเกิดปัญหาการมีพหุสัมพันธ์ (Multicollinearity) ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวนี้อีกด้วย ดังนั้นจึงได้พิจารณาตัวแบบการถดถอยอย่างง่ายแค่ 2 ตัวแบบ คือตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระเป็นอุณหภูมิของน้ำทะเลในช่องแคบสีซิมะและระดับน้ำทะเลที่เกาะสีซิมะ และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: r) ของสมการถดถอยที่ได้พบว่า

1. สมการถดถอยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ

$$\hat{Y} = -1098.4 + 61.71X_4 \quad ; r = 0.911$$

2. สมการถดถอยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ

$$\hat{Y} = 7728.5 - 222.4X_2 + 9.2X_4 \quad ; r = 0.697$$

Meynecke, Lee, Duke & Warnken (2006) ศึกษาถึงปริมาณน้ำฝน และรูปแบบของอุณหภูมิว่ามีอิทธิพลต่อการจับปลาปริมาณมากของอุตสาหกรรมปลาในประเทศออสเตรเลีย โดยคาดคะเนจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองความคิด (Conceptual model) ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองความคิดแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงทางนิเวศน์วิทยาและชีวฟิสิกส์ของแหล่งที่อยู่บริเวณน้ำกร่อยมีอิทธิพลต่อการจับปลา ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้นำไปสู่การพัฒนาตัวแบบในการพยากรณ์ผลผลิตปลาและการจัดการการจับปลาที่อยู่บริเวณน้ำกร่อยโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

Teixeira & Cabral (2009) ศึกษาปริมาณปลาซีกเดียว (Flatfishes) ที่นำขึ้นบก บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศโปรตุเกส โดยประยุกต์ตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป (General linear model: GLM) ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ซึ่งเป็นค่ารายเดือนของดัชนี NAO อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ปริมาณลม ปริมาณน้ำฝน และเดือน เพื่ออธิบายถึงปริมาณปลาซีกเดียวที่นำขึ้นบกต่อหน่วยการลงแรงประมง (Landing per unit effort: LPUE) ในระหว่างปี ค.ศ. 1992 ถึงปี ค.ศ. 2005 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณปลาซีกเดียวที่นำขึ้นบกต่อหน่วยการลงแรงประมงมีแนวโน้มลดลง และตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและเดือน โดยที่ถ้าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลต่ำแล้ว ปลาซีกเดียวจะถูกนำขึ้นบกมาก และส่วนใหญ่อแล้วปลาซีกเดียวทุกชนิดจะถูกนำขึ้นบกมากในเดือนของช่วงฤดูหนาว

Ligas et al. (2010) ศึกษาและประเมินค่าการแปรผันของความอุดมสมบูรณ์ของประชากรสัตว์น้ำหน้าดิน 5 ชนิด คือ *Eledone cirrhosa*, *Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, *Nephrops norvegicus* และ *Parapenaeus longirostris* บริเวณทะเลแถบไทรเนเนียนซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 ถึงปี ค.ศ. 2006 โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 3 ตัว ได้แก่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความเร็วลม และดัชนี NAO และตัวแปรที่เกี่ยวกับความพยายามในการทำประมง 3 ตัว ได้แก่ จำนวนวันของการทำประมง ขนาดและกำลังเครื่องยนต์เฉลี่ยของเรืออวนลาก ผลการศึกษาพบว่า การลดลงของตัวแปรที่เกี่ยวกับความพยายามในการทำประมงมีอิทธิพลต่อปริมาณสัตว์น้ำหน้าดินที่นำขึ้นบกมากกว่าตัวแปรที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

Ghani & Ahmad (2010) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามคือปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (Y) และตัวแปรอิสระคือ จำนวนชาวประมง (X_1) จำนวนเรือประมง (X_2) และจำนวนเครื่องมือจับสัตว์น้ำที่ได้รับอนุญาต (X_3) ด้วยการถดถอยพหุคูณซึ่งใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบทีละขั้นตอน (Stepwise method) โดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากสถิติประจำปีของกรมประมงประเทศมาเลเซีย ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกคือ จำนวนชาวประมง และจำนวนเครื่องมือจับสัตว์น้ำที่ได้รับอนุญาต ซึ่งมีสมการถดถอยที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกคือ

$$\hat{Y}=88359-6.41X_1+29.72X_3$$

โดยมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 26082 ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดเท่ากับ 47.94 และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดที่ปรับค่าแล้วเท่ากับ 45.13

งานวิจัยดังกล่าวข้างต้นนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านสภาพภูมิอากาศและสภาพทางทะเลเพื่อพยากรณ์ปริมาณสัตว์ทะเลที่นำขึ้นบกด้วยการวิเคราะห์การถดถอย แต่ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสัตว์ทะเลที่นำขึ้นบกนั้นเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอย จึงได้มีการนำแผนภูมิควบคุม (Control chart) มาประยุกต์ เพื่อตรวจสอบปริมาณการเปลี่ยนแปลงสัตว์ทะเลที่นำขึ้นบก และงานวิจัยเหล่านี้ยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด เช่น

Mesnil & Petitgas (2009) ประยุกต์แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative sum control chart: CUSUM) หรือแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ทางทะเล โดยได้แสดงตัวอย่างของการใช้แผนภูมิควบคุม CUSUM ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาโคดในทะเลเหนือจากโครงการ FISHBOAT ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของปี ค.ศ. 1985 ถึงปี ค.ศ. 2005 โดยกำหนดให้ข้อมูลในช่วง 10 ปีแรกคือปี ค.ศ. 1985 ถึงปี ค.ศ. 1994 เป็นช่วงที่กระบวนการอยู่ในการควบคุม (In-control process) เพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ ผลการศึกษาพบว่าแผนภูมิควบคุม CUSUM สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาโคดได้ว่าปลาโคดที่นำขึ้นบกในทะเลเหนือมีค่าลดลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 1999 เป็นต้นมา

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม CUSUM สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการทำวิจัยระหว่างนักวิจัยร่วมองค์กรและเตรียมความพร้อมของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาเข้าสู่การเป็นนักวิจัยรุ่นใหม่

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนของอำเภอ 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา และอำเภอสัตหีบ โดยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2544 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2553

1.5 แนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

เนื่องจากข้อมูลปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา จึงมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณปลาทะเลที่จับได้ขึ้นอยู่กับลำดับของเวลาในแต่ละฤดูกาล กล่าวคือหากเป็นฤดูการวางไข่ของปลาทะเลแล้วก็จะจับปลาทะเลที่ได้ในปริมาณที่น้อยลง หรือหากสภาพแวดล้อมทางทะเลเป็นพิษมากขึ้น หรือมีการจับปลาด้วยอวนที่มีขนาดของตาอวนเล็กลงแล้วจะทำให้จับปลาได้แต่ปลาตัวเล็ก ๆ จึงทำให้ปลาไม่มีโอกาสที่จะเจริญเติบโตเพื่อการขยายพันธุ์ต่อไป เป็นต้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นองค์ความรู้สำหรับการวิจัยต่อไปในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสัตว์ทะเลอื่น ๆ นอกเหนือจากปลาทะเล และยังอาจขยายพื้นที่ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสัตว์ทะเลอื่น ๆ รวมถึงปลาทะเล ไปยังจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีพื้นที่ติดทะเลได้
2. เป็นการบริการความรู้แก่กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง
3. เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารในระดับประเทศและ/หรือนานาชาติ

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย “การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM” มีดังนี้

2.1 คำอธิบายข้อมูล

หน่วยงานที่เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกที่ใช้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้คือกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือน (หน่วย: เมตริกตัน) จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ปลาหู ปลาหลัง ปลาอินทรี ปลาโอ ปลาหูแขก ปลาชังไก่ ปลาสีกุน ปลาหลังเขียว ปลากระทัก ปลาทรายแดง ปลาปากคม ปลากระพง ปลาดำโตตาหวาน ปลาเลย และปลาเป็ด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 จากอำเภอ 3 อำเภอ ในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอสัตหีบ

2.2 การประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือน

ในการประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในจังหวัดชลบุรีนั้นทำได้โดยศึกษารูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนของอำเภอทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรี ในแต่ละปี ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของ

- 2.2.1 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544
- 2.2.2 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545
- 2.2.3 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546
- 2.2.4 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547
- 2.2.5 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548
- 2.2.6 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549
- 2.2.7 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550
- 2.2.8 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551
- 2.2.9 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552
- 2.2.10 ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553

2.3 การตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM

ในการตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีโดยประยุกต์แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative Sum control chart) หรือแผนภูมิควบคุม CUSUM มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ประเมินค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม คือ

1. ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (μ_0) ด้วยค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (\bar{x})

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (σ_0) ด้วยค่าประมาณของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (s)

2.3.2 คำนวณค่าสถิติที่จะนำมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM

เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการใช้แผนภูมิควบคุม CUSUM เพื่อการเฝ้าระวังและป้องกันหากตรวจสอบแล้วพบว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมีการเปลี่ยนแปลงโดยอาจจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างมาก จึงประยุกต์ค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM ตามคำแนะนำของ Mesnil & Petitgas (2009) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

1. ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i (One-sided upper CUSUM: S_i^+) เป็นค่าเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวก (Positive deviations) โดยคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$S_i^+ = \max[0, S_{i-1}^+ + z_i - k] \quad (1)$$

2. ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i (One-sided lower CUSUM: S_i^-) เป็นค่าเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบ (Negative deviations) โดยคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$S_i^- = \min[0, S_{i-1}^- + z_i + k] \quad (2)$$

โดยที่ z_i เป็นค่ามาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก ณ จุดเวลาที่ i ซึ่งหาค่าได้จาก $z_i = \frac{x_i - \mu_0}{\sigma_0}$

เมื่อ x_i คือปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก ณ จุดเวลาที่ i

k เป็นค่าพารามิเตอร์ที่แสดงค่าอ้างอิง (Reference value) ของแผนภูมิควบคุม CUSUM

สำหรับค่าเริ่มต้นของ S_i^+ และ S_i^- มักจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ($S_i^+ = S_i^- = 0$)

2.3.3 คำนวณค่าขีดจำกัดควบคุม (Control limit) ของแผนภูมิควบคุม CUSUM

ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงช่วงของการตัดสินใจ (Decision interval: h) ของแผนภูมิควบคุม CUSUM คือค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งประกอบด้วย

1. ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper control limit: UCL) มีค่าเป็น $UCL = +h$
2. เส้นกลาง (Center line: CL) มีค่าเป็น $CL = 0$
3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower control limit: LCL) มีค่าเป็น $LCL = -h$

2.3.4 สร้างแผนภูมิควบคุม CUSUM

โดยนำค่าสถิติที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i และค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i มาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM ที่มีขีดจำกัดควบคุมซึ่งคำนวณได้จากขั้นตอนที่ 3

บทที่ 3

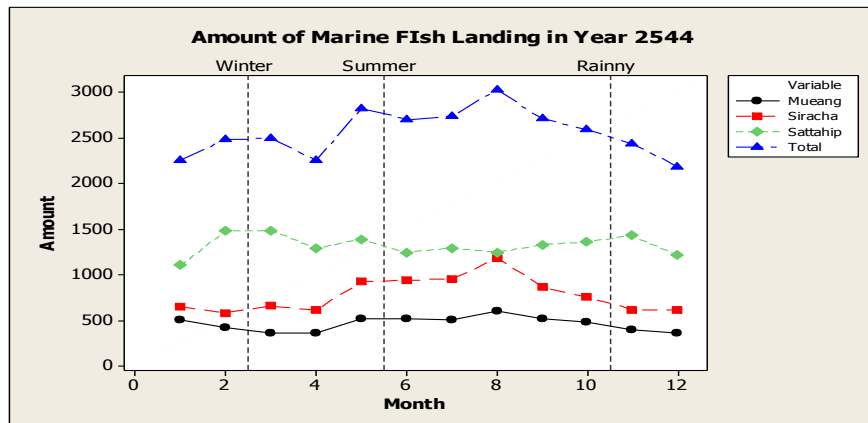
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM มีผลการวิจัย ดังนี้

3.1 ผลการประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือน

เมื่อประเมินค่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนของอำเภอทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา และอำเภอสัตหีบ เพื่อศึกษารูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกซึ่งพิจารณาตามฤดูกาล 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) และฤดูฝน (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายได้ผลดังนี้

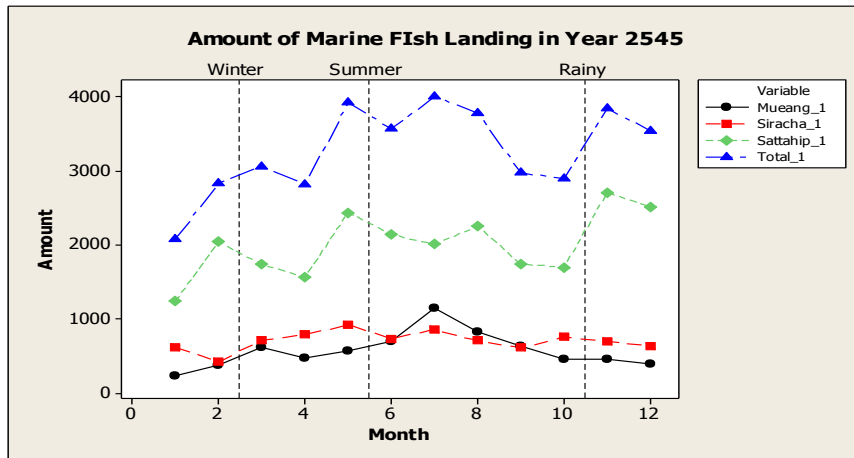
3.1.1 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544 แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2544

จากภาพที่ 1 พบว่าอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากที่สุด รองลงมาคืออำเภอศรีราชา ส่วนอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกน้อยที่สุด และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกมากที่สุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม

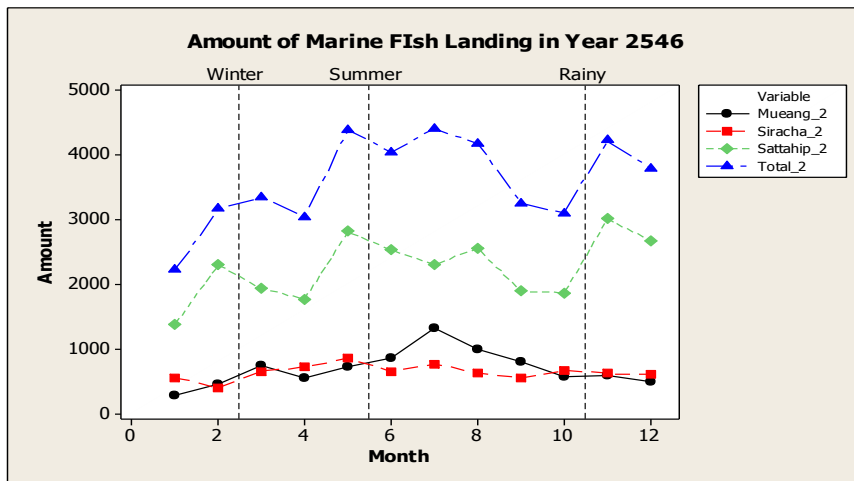
3.1.2 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2545

จากภาพที่ 2 พบว่าอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ส่วนอำเภอศรีราชาจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอเมืองชลบุรีเพียงเล็กน้อย ยกเว้นในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมที่อำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอศรีราชา และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนสูงสุดในเดือนกรกฎาคม

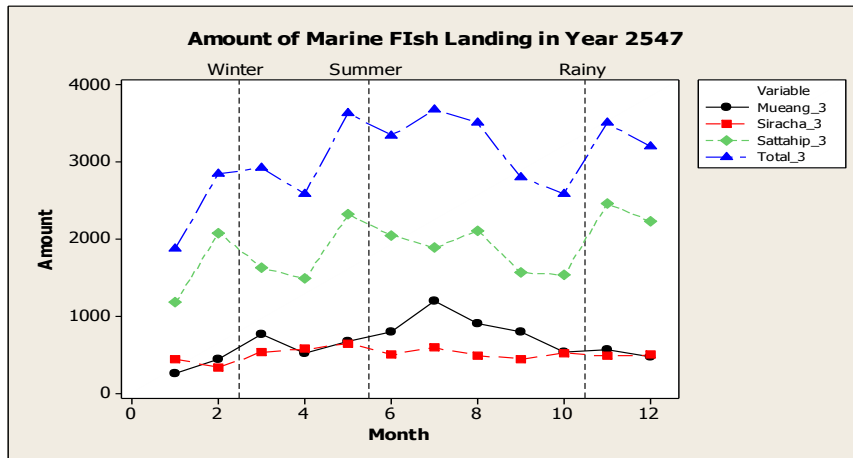
3.1.3 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546 แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2546

จากภาพที่ 3 พบว่าอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ส่วนอำเภอศรีราชาและอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงฤดูฝนอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอศรีราชา และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนสูงสุดในเดือนกรกฎาคม

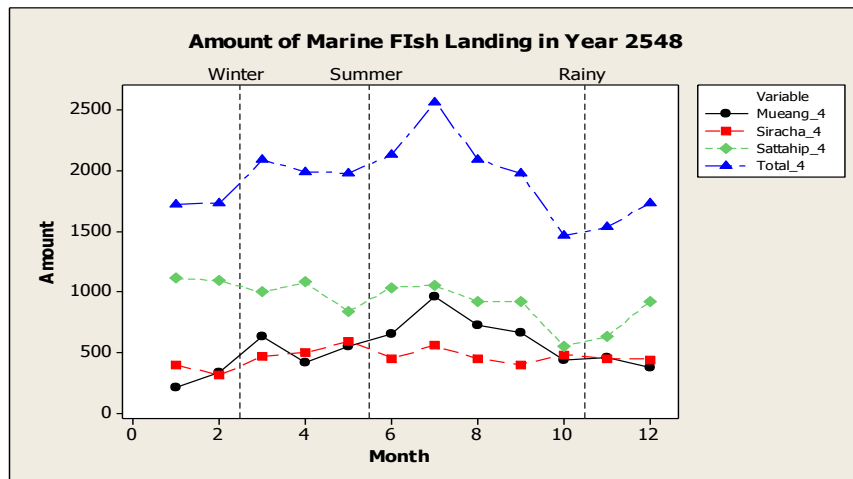
3.1.4 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547 แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2547

จากภาพที่ 4 พบว่าอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ส่วนอำเภอศรีราชาและอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงฤดูฝนอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอศรีราชาและโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม

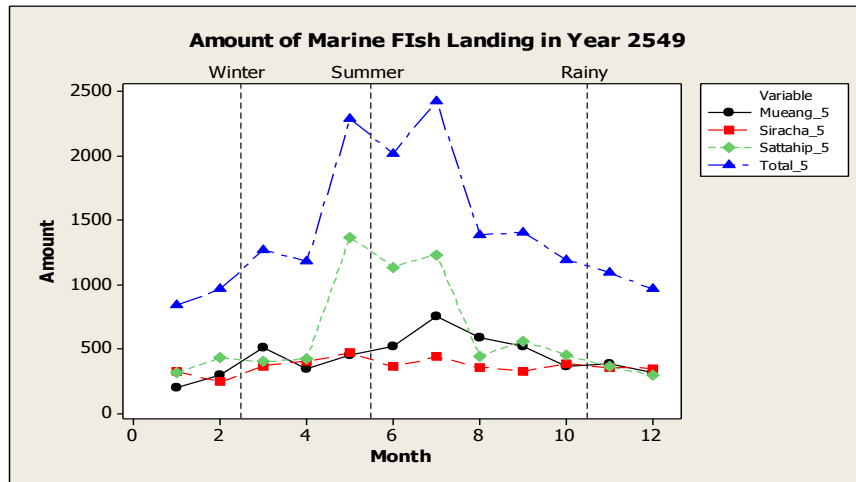
3.1.5 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548 แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2548

จากภาพที่ 5 พบว่าอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ส่วนอำเภอศรีราชาและอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกันในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม

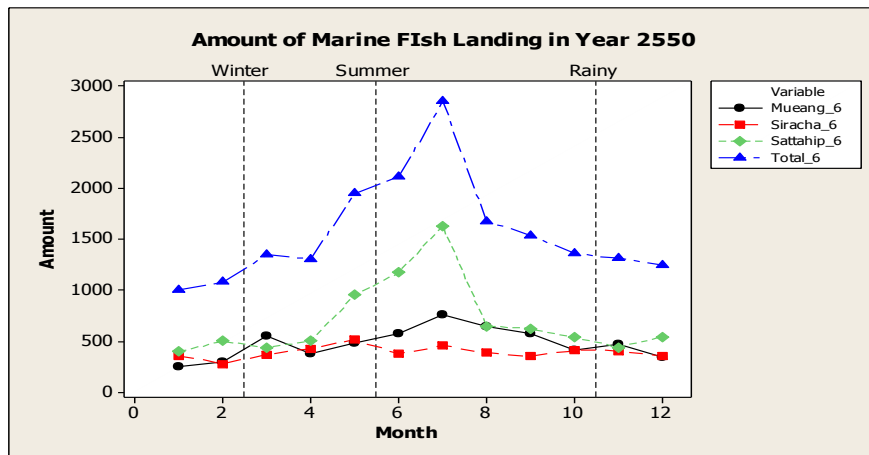
3.1.6 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549 แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2549

จากภาพที่ 6 พบว่าอำเภอทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรีมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคมที่อำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอศรีราชา และอำเภอเมืองชลบุรี โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม แต่โดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในช่วงฤดูฝน

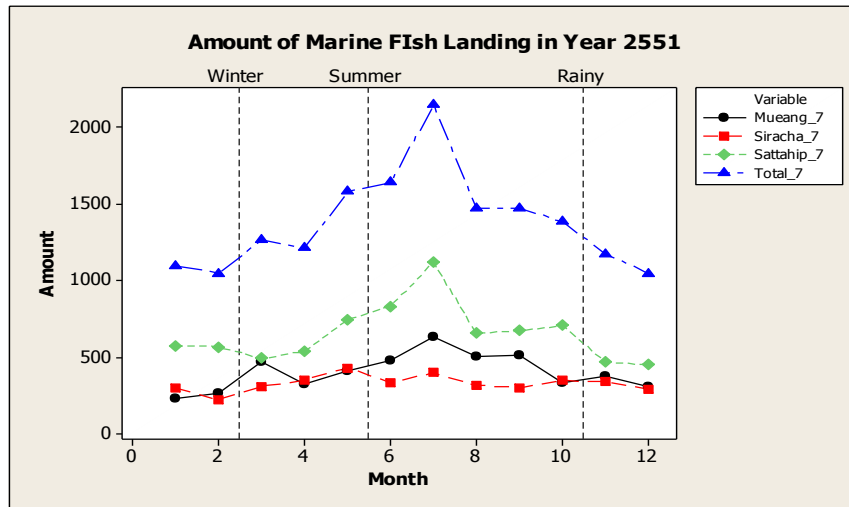
3.1.7 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550 แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2550

จากภาพที่ 7 พบว่าอำเภอทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรีมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคมที่อำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอศรีราชา และอำเภอเมืองชลบุรี และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม

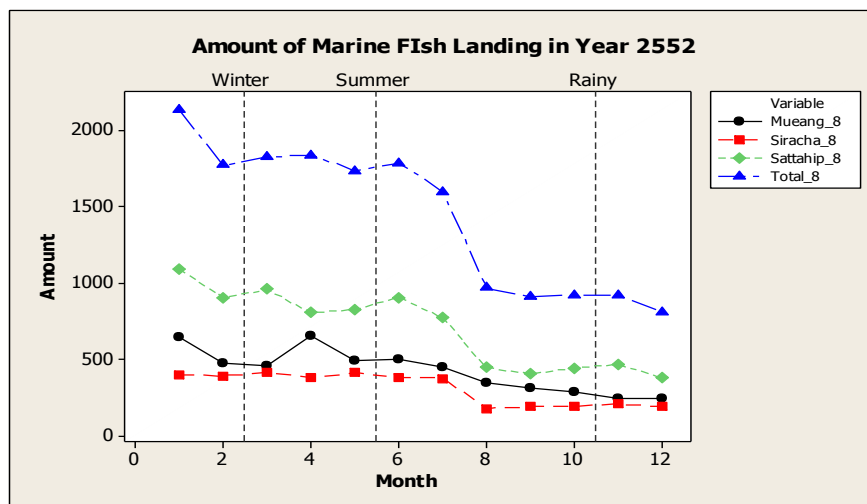
3.1.8 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551 แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2551

จากภาพที่ 8 พบว่าอำเภอสตึกที่มีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ส่วนอำเภอเมืองชลบุรีและอำเภอสัตหีบมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนใกล้เคียงกัน และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม

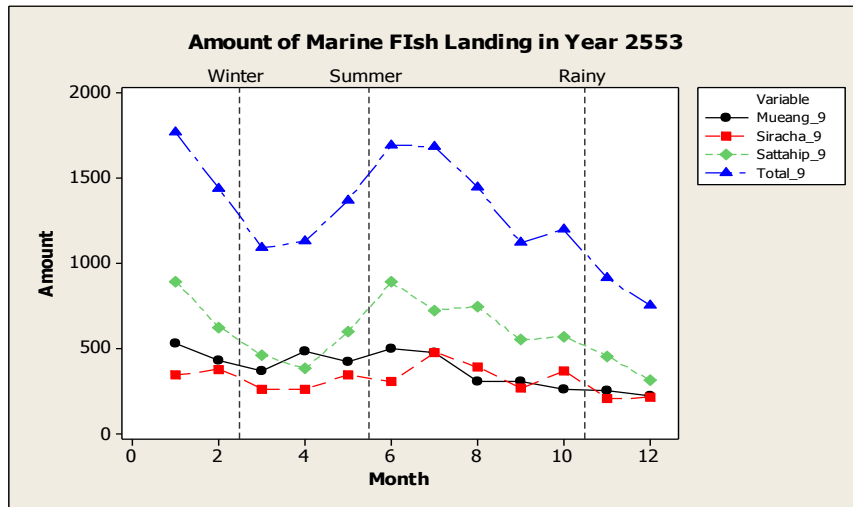
3.1.9 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552 แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2552

จากภาพที่ 9 พบว่าอำเภอทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในช่วงต้นปี จากนั้นปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนจะค่อย ๆ ลดลงจนเกือบคงที่ตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงเดือนธันวาคม และจะพบว่าเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนน้อยที่สุด

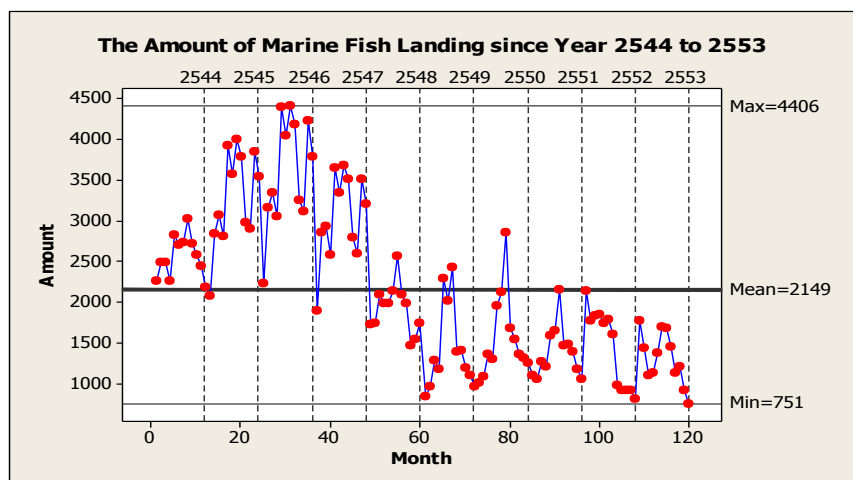
3.1.10 รูปแบบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553 แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในปี พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 10 พบว่าอำเภอสัตหีบจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากที่สุด ยกเว้นในเดือนเมษายนที่อำเภอเมืองชลบุรีมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนมากกว่าอำเภอสัตหีบ และโดยส่วนใหญ่แล้วปลาทะเลจะถูกนำขึ้นบกรายเดือนในช่วงฤดูฝน โดยจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนสูงสุดในเดือนมิถุนายน

สำหรับแผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนโดยภาพรวม ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปีพ.ศ. 2553 แสดงได้ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนโดยภาพรวม

จากภาพที่ 11 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 มีค่าเท่ากับ 2,149 เมตริกตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2547 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย หลังจากนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนจะมีค่าลดลง และโดย

ส่วนใหญ่แล้วจะเห็นได้ว่าฤดูฝนเป็นฤดูที่มีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากที่สุด ซึ่งเดือนที่ปลาทะเลถูกนำขึ้นบกมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม

3.2 ผลการตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM

เมื่อใช้แผนภูมิควบคุม CUSUM ตรวจสอบปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี ได้ผลดังนี้

3.2.1 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม

เนื่องจากปลาทะเลถูกนำขึ้นบกมากในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีค่ามากกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2553 โดยปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกเริ่มจะมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา จึงได้กำหนดให้ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2548 เป็นช่วงเวลาที่กระบวนการอยู่ในการควบคุม ซึ่งเมื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดให้กระบวนการอยู่ในการควบคุม พบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมีค่าเท่ากับ

$$\bar{x} = 34,545.6 \quad \text{เมตริกตัน}$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมีค่าเท่ากับ

$$s = 7,904.038512 \quad \text{เมตริกตัน}$$

3.2.2 ผลการคำนวณค่าสถิติที่จะนำมาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM

เมื่อใช้ค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM ตามคำแนะนำของ Mesnil & Petitgas (2009) โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ที่แสดงค่าอ้างอิงของแผนภูมิควบคุม CUSUM $k = 1.3$ แล้ว จะสามารถคำนวณค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM ได้ดังนี้

1. ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^+) คำนวณค่าได้จากสมการที่ 1 ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^+)

ปี (i)	ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (x_i)	ค่ามาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (z_i)	$z_i - k$	S_i^+
2544	30,678	-0.4893	-1.7893	0
2545	39,347	0.60746	-0.6925	0
2546	43,191	1.0938	-0.2062	0
2547	36,511	0.24866	-1.0513	0
2548	23,001	-1.4606	-2.7606	0
2549	17,036	-2.2153	-3.5153	0
2550	18,775	-1.9953	-3.2953	0
2551	16,543	-2.2776	-3.5776	0
2552	17,227	-2.1911	-3.4911	0
2553	15,615	-2.3951	-3.6951	0

2. ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^-) คำนวณค่าได้จากสมการที่ 2 ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^-)

ปี (i)	ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (x_i)	ค่ามาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบก (z_i)	$z_i + k$	S_i^-
2544	30,678	-0.4893	0.81068	0
2545	39,347	0.60746	1.90746	0
2546	43,191	1.0938	2.3938	0
2547	36,511	0.24866	1.54866	0
2548	23,001	-1.4606	-0.1606	-0.1606
2549	17,036	-2.2153	-0.9153	-1.0759
2550	18,775	-1.9953	-0.6953	-1.7711
2551	16,543	-2.2776	-0.9776	-2.7488
2552	17,227	-2.1911	-0.8911	-3.6399
2553	15,615	-2.3951	-1.0951	-4.7349

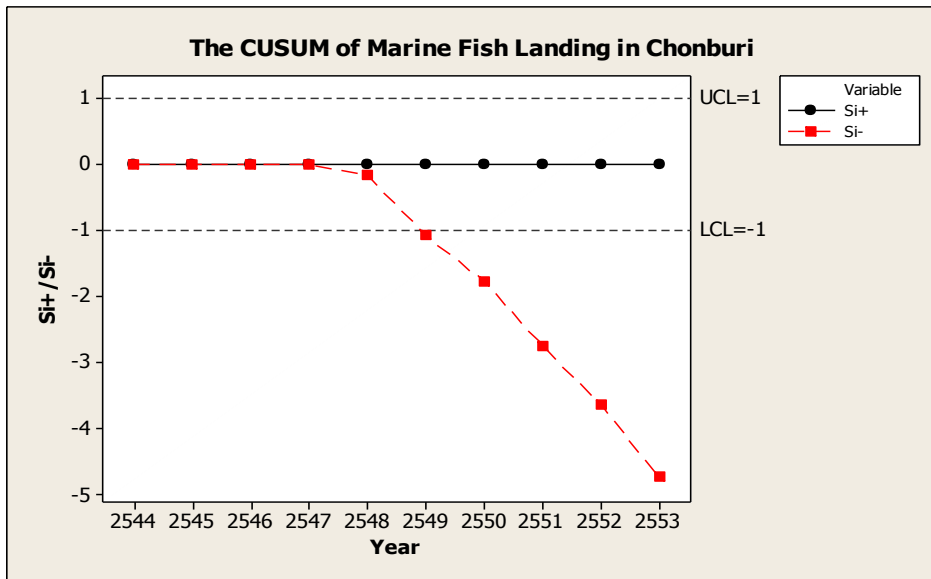
3.2.3 ผลการคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม CUSUM

เมื่อใช้ค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM ตามคำแนะนำของ Mesnil & Petitgas (2009) โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ที่แสดงช่วงของการตัดสินใจของแผนภูมิควบคุม CUSUM $h=1$ แล้ว จะได้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม CUSUM ดังนี้

1. ขีดจำกัดควบคุมบนมีค่าเท่ากับ $UCL=1$
2. เส้นกลางมีค่าเท่ากับ $CL=0$
3. ขีดจำกัดควบคุมล่างมีค่าเท่ากับ $LCL=-1$

3.2.4 ผลการสร้างแผนภูมิควบคุม CUSUM

เมื่อนำค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM ทั้ง 2 ค่า คือค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^+) และค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i (S_i^-) มาพล็อตลงในแผนภูมิควบคุม CUSUM ที่มีขีดจำกัดควบคุมคือ $UCL/LCL = \pm 1$ แล้วจะได้แผนภูมิควบคุม CUSUM ที่แสดงถึงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แผนภูมิควบคุม CUSUM ของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรี

จากภาพที่ 12 พบว่าค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านมากกว่า ณ จุดเวลาที่ i หรือ S_i^+ ทุกค่ามีค่าอยู่ในขีดจำกัดควบคุม ขณะที่ค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i หรือ S_i^- จะอยู่ในขีดจำกัดควบคุมในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2548 และหลังจากนั้นคือตั้งแต่ปีพ.ศ. 2549 เป็นต้นมา S_i^- จะมีค่าลดลงน้อยกว่าขีดจำกัดควบคุมล่าง จึงแสดงให้เห็นว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีออกนอกการควบคุมตั้งแต่ปีพ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553

บทที่ 4

บทสรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัย “การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM” สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. อำเภอสัตหีบเป็นอำเภอที่มีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากที่สุด ส่วนอำเภอศรีราชาและอำเภอเมืองชลบุรี จะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกใกล้เคียงกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอำเภอเมืองชลบุรีจะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากกว่าอำเภอศรีราชา
2. ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกจะมีค่ามากที่สุดในช่วงฤดูฝน ซึ่งเดือนที่ปลาทะเลถูกนำขึ้นบกมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม แต่ในเดือนพฤษภาคมซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนก็มีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากเช่นกัน
3. ในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2547 จะมีปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมากและปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกเริ่มจะมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา
4. ถ้ากำหนดให้ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2548 เป็นช่วงเวลาที่กระบวนการอยู่ในการควบคุมแล้ว ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมีค่าเท่ากับ 34,545.6 เมตริกตัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกมีค่าเท่ากับ 7,904.038512 เมตริกตัน
5. เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุม CUSUM มีค่า $k=1.3$ และ $h=1$ แล้ว แผนภูมิควบคุม CUSUM สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีได้ กล่าวคือ ปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีจะมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งจะพิจารณาได้จากค่าผลรวมสะสมด้านเดียวทางด้านน้อยกว่า ณ จุดเวลาที่ i หรือ S_i^- มีค่าน้อยกว่าขีดจำกัดควบคุมล่าง ($LCL = -1$)

4.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลที่ได้จากงานวิจัย “การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM” สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุม CUSUM สามารถตรวจสอบได้จริงว่าปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีมีค่าลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันกับแผนภาพการกระจายของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2553 ที่มีค่าลดลง โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกรายเดือนในแต่ละปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งหากทราบถึงสาเหตุของการลดลงของปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีแล้ว ก็จะสามารถนำผลที่ได้นี้ไปใช้ในการวางแผน หรือป้องกันไม่ให้เกิดการจับปลาทะเลมากเกินไปจนอาจทำให้ปลาทะเลบางชนิดสูญพันธุ์ได้
2. สามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นตัวชี้แนะหรือข้อแนะนำในการพัฒนาแผนภูมิควบคุม CUSUM เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีได้ โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุม CUSUM เช่น อาจปรับค่าพารามิเตอร์ที่แสดงค่าอ้างอิงเป็น $k=0.5$ และค่าพารามิเตอร์ที่แสดงช่วงของการตัดสินใจเป็น $h=2$ เป็นต้น
3. สามารถขยายผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ได้ โดยนำแผนภูมิควบคุม CUSUM ไปตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกสำหรับจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีพื้นที่ติดทะเลได้

4. สามารถขยายผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยประยุกต์แผนภูมิควบคุม CUSUM ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสัตว์ทะเลอื่น ๆ นอกเหนือจากปลาทะเลได้
5. สามารถนำผลที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ให้กับกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศกรมประมง

บทที่ 5

ผลผลิต

5.1 การตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการ

Saithanu, K., & Mekpanyup, J. (201X). Monitoring Change of Marine Fish Landing Amount in Chonburi with CUSUM Control Chart. *Interventional Medicine & Applied Science*, X(X), xxx-xxx.

5.2 การจดสิทธิบัตร

ไม่มี

5.3 ผลงานเชิงพาณิชย์

ไม่มี

5.4 ผลงานเชิงสาธารณะ

เป็นองค์ความรู้สำหรับการวิจัยต่อไปในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสัตว์ทะเลอื่น ๆ นอกเหนือจากปลาทะเล และยังสามารถขยายพื้นที่ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสัตว์ทะเลอื่น ๆ รวมถึงปลาทะเลไปยังจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีพื้นที่ติดทะเลได้

รายงานสรุปการเงิน
 เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย 2559A10802117 สัญญาเลขที่ 83/2559
 โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณปลาทะเลที่นำขึ้นบกในจังหวัดชลบุรีด้วยแผนภูมิควบคุม CUSUM (Monitoring Change of Marine Fish Landing Amount in Chonburi with CUSUM Control Chart)

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ผศ.ดร.กิตติการ สายธนู

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2559

ระยะเวลาในการดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2558 – 30 กันยายน พ.ศ. 2559

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%)	99,000 บาท	เมื่อวันที่ เดือน ปี 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558
งวดที่ 2 (40%)	79,200 บาท	เมื่อวันที่ เดือน ปี 19 เมษายน พ.ศ. 2559
งวดที่ 3 (10%)	_____ บาท	เมื่อวันที่ เดือน ปี _____
รวม	178,200 บาท	(หนึ่งแสนเจ็ดหมื่นแปดพันสองร้อยบาทถ้วน)

รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
๑. ค่าตอบแทน	30,000.00	30,000.00	0.00
๒. ค่าจ้าง	26,600.00	26,600.00	0.00
๓. ค่าวัสดุ	85,400.00	85,400.00	0.00
๔. ค่าใช้สอย	41,000.00	41,000.00	0.00
๕. ค่าครุภัณฑ์	15,000.00	15,000.00	0.00
๖. ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	22,000.00	22,000.00	0.00
รวม	220,000.00	220,000.00	0.00

(_____)
 ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

บรรณานุกรม

- ฎีกา รัตนชำนอง. (2542). แบบจำลองผลจับปลาและความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ghani, I. M. M., & Ahmad, S. (2010). Stepwise multiple regression method to forecast fish landing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 549-554.
- Ligas, A., De Ranieri, S., Micheli, D., Reale, B., Sartor, P., Sbrana, M., & Belcari, P. (2010). Analysis of the landings and trawl survey time series from the Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, 105(1), 46-56.
- Mesnil, B., & Petitgas, P. (2009). Detection of changes in time-series of indicators using CUSUM control charts. *Aquatic Living Resources*, 22(2), 187.
- Meynecke, J. O., Lee, S. Y., Duke, N. C., & Warnken, J. (2006). Effect of rainfall as a component of climate change on estuarine fish production in Queensland, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69(3), 491-504.
- Miyahara, K., Ota, T., Kohno, N., Ueta, Y., & Bower, J. R. (2005). Catch fluctuations of the diamond squid *Thysanoteuthis rhombus* in the Sea of Japan and models to forecast CPUE based on analysis of environmental factors. *Fisheries research*, 72(1), 71-79.
- Stergiou, K. I., Christou, E. D., & Petrakis, G. (1997). Modelling and forecasting monthly fisheries catches: comparison of regression, univariate and multivariate time series methods. *Fisheries Research*, 29(1), 55-95.
- Teixeira, C. M., & Cabral, H. N. (2009). Time series analysis of flatfish landings in the Portuguese coast. *Fisheries Research*, 96(2), 252-258.