โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าเนื่องจากกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานีด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Numerical modeling of blue swimming crab larval dispersal in Phum Riang coast, Surat Thani Province

ชื่อนิสิต นางสาวปิยาพัชร โกมลฤทธิ์ เลขประจำตัว 5932816323

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าเนื่องจากกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นางสาวปิยาพัชร โกมลฤทธิ์

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

NUMERICAL MODELING OF BLUE SWIMMING CRAB LARVAL DISPERSAL IN PHUM RIANG COAST, SURAT THANI PROVINCE

Miss Piyaphat Komollit

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2019

ชื่อโครงการ	การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าเนื่องจากกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานีด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ชื่อนิสิต	นางสาวปิยาพัชร โกมลฤทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริยัณห์ สาระมูล
ปีการศึกษา	2562
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงงานวิทยาศาสตร์

..... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริยัณห์ สาระมูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุจารี บุรีกุล)

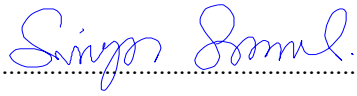
Project title	Numerical modeling of blue swimming crab larval dispersal in Phum Riang coast, Surat Thani Province
Name	Miss Piyaphat Komollit
Advisor	Assistant Professor Suriyan Saramul, Ph.D.
Academic year	2019
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree.

..... Head of Marine Science Department

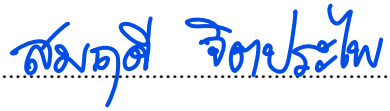
(Assoc. Prof. Voranop Viyakarn, Ph.D.)

Project committee



..... Project Advisor

(Asst. Prof. Suriyan Saramul, Ph.D.)

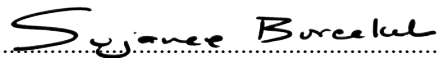


..... Member

(Asst. Prof. Somrudee Jitpraphai, Ph.D.)

..... Member

(Asst. Prof. Itchika Sivaipram, Ph.D.)



..... Member

(Sujaree Bureekul, Ph.D.)

ชื่อโครงการ	การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าเนื่องจากกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานีด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ชื่อนิสิต	นางสาวปิยาพัชร โกมลฤทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริยัณห์ สาระมูล
ปีการศึกษา	2562
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ปูม้าเป็นหนึ่งในสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ได้จากการทำประมงในตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรปูม้า ชาวบ้านได้จัดตั้งธนาคารปูม้าขึ้นมา การเลือกพื้นที่และฤดูกาลในการปล่อยตัวอ่อนปูม้าที่ได้จากธนาคารปูม้ามีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของลูกปูม้าเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงทำการศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าในบริเวณชายฝั่งตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Delft3D-FLOW) ควบคู่กับแบบจำลองคลื่น (Delft3D-WAVE) โดยมีลมเป็นแรงขับที่ผิว จากนั้นนำกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าว ไปใช้ศึกษาการกระจายของตัวอ่อนปูม้าด้วยแบบจำลอง Delft3D-PART เป็นระยะเวลา 1 ปี เปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปูม้าในแต่ละเดือน จากการปล่อยตัวอ่อนปูม้าที่ต่างกัน 2 พื้นที่ คือ เกาะเสร็จ และเกาะปราบ ผลการศึกษาพบว่าหากปล่อยตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea (อายุ 0-3 วัน) บริเวณเกาะเสร็จ ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และบริเวณเกาะปราบในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมและเดือนตุลาคม ตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยจะมีโอกาสลงเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนระยะ Megalopa (อายุ 10-15 วัน) สำหรับกรณีอื่น ๆ พบว่าตัวอ่อนเคลื่อนเข้าสู่ฝั่งก่อนถึงเวลาลงเกาะ หรือเคลื่อนออกนอกพื้นที่ศึกษาก่อนถึงเวลาลงเกาะ จึงไม่สามารถคาดคะเนตำแหน่งการลงเกาะได้อย่างแน่ชัด จากการศึกษาพบว่าลมมรสุมมีอิทธิพลอย่างมากต่อทิศทางการเคลื่อนตัวและพื้นที่ที่มีการลงเกาะของตัวอ่อนปูม้า ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปศึกษาต่อยอดและใช้ในการบริหารจัดการการปล่อยปูม้าของธนาคารปูม้าได้

คำสำคัญ: การกระจายตัวของตัวอ่อน ตัวอ่อนปูม้า แบบจำลองติดตามอนุภาค

Project title	Numerical modeling of blue swimming crab larval dispersal in Phum Riang coast, Surat Thani Province
Name	Miss Piyaphat Komollit
Advisor	Assistant Professor Suriyan Saramul, Ph.D.
Academic year	2019
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

Blue swimming crab is one of the economic aquatic animals in Phum Riang coast, Surat Thani Province. To increase the opportunity, success and sustainability of resources and ecosystems, villagers established the blue swimming crab bank. The selection of areas and seasons for releasing blue swimming crab larvae has a great effect on their survival rate. Therefore, the distribution of blue swimming crab larvae in Phum Riang coast, Surat Thani Province was investigated using numerical models. First, the coupled hydrodynamics (Delft3D-FLOW) and wave model (Delft3D-WAVE) with the wind driving at the surface were simulated. Then the results from coupled model were used to study the distribution of blue swimming crab larvae using Delft3D-PART model for 1 year. The movement of blue swimming crab larvae in each month and 2 different releasing sites, Koh Sed and Koh Prab, were compared. The results showed that Zoea stage (0-3 days) would have chance to recruit and grow into Megalopa stage (10-15 days), if the larvae are released from Koh Sed in May to October and Koh Prab in May to July and October. In other cases, the larvae moved into the shore before recruitment time or moved out of the study area before recruiting time, hence we cannot predict the specific recruitment location. It was also found that monsoonal winds had a great influence on the movement direction and recruitment area of blue swimming crab larvae. The result from this study can be used to manage the releasing of blue swimming crab larvae from crab banks.

Keywords: larvae distribution, blue swimming crab larvae, particle tracking model

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุริยัณห์ สาระมูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขมาโดยตลอด จนโครงการสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อโครงการ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนโครงการสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับโครงการนี้

ขอบพระคุณเจ้าของบทความ งานวิจัย ผู้เขียนหนังสือต่างๆ ที่ได้ให้ความรู้ในการทำโครงงานได้เป็นอย่างดี และสุดท้ายนี้ขอบพระคุณครอบครัวสำหรับการสนับสนุนที่มีให้เสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	3
1.1 น้ำขึ้นน้ำลง	3
2.2 ฤดูกาลของประเทศไทยและฤดูมรสุม	4
2.3 การเกิดลมบกลมทะเล	5
2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขอธิบายการไหลเวียนของน้ำต่อการเคลื่อนตัวของอนุภาค	5
2.5 วงจรชีวิตและลักษณะทั่วไปของปูม้า	6
2.5.1 ระยะ Fertilized egg	6
2.5.2 ระยะ Zoea (Pre-settlement)	6
2.5.3 ระยะ Megalopa (Settlement)	7
2.5.4 ระยะ First crab instar (Post-settlement)	8
2.5.5 ระยะ Mature (Migration)	9
2.6 การทำธนาคารปูม้า	9
2.6.1 การศึกษาจำนวนและน้ำหนักของไข่ปูม้า	9
2.6.2 วิธีดำเนินการของธนาคารปูม้า	9

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบริเวณพื้นที่ศึกษา ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 10
2.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลฐานของเทศบาลตำบลพุมเรียง 10
2.7.2 ธนาคารปูม้าในพื้นที่ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 10
2.7.2.1 ธนาคารปูม้าบ้านแหลมโพธิ์ 10
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 12
3.1 การจำลองรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำ 13
3.2 การจำลองการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปู 13
3.2.1 การสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของอนุภาค 13
3.3 กำหนดกรณีศึกษาในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 14
3.4 ทำการวิเคราะห์ระดับน้ำในแต่ละเดือน 15
บทที่ 4 ผลการศึกษา 20
4.1 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 20
4.2 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน 27
4.3 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 31
4.4 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน 36
4.5 การเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างช่วงน้ำตายและน้ำเกิด 43
4.5.1 กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จช่วงน้ำตายและน้ำเกิด 43
4.5.2 กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบช่วงน้ำตายและน้ำเกิด 49
บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ 55
เอกสารอ้างอิง 57

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพตัดขวางแนวเหนือ-ใต้ของโลก แสดงบริเวณที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำคู่ น้ำผสม และน้ำเดี่ยว	4
2.2 ระยะพัฒนาเอ็มบริโอของปูม้า	6
2.3 ลูกปูม้าระยะ Zoea 2	7
2.4 ลูกปูม้าระยะ Megalopa	8
2.5 ลูกปูม้าระยะ first crab instar	8
3.1 พื้นที่ศึกษา และจุดปล่อยตัวอ่อนปูม้า ได้แก่ เกาะเสร็จ (KS) และเกาะปราบ (KP)	12
3.2 รูปแบบกริดและความลึกน้ำของกริดขนาดใหญ่ (จิณห์นิภา การช่าง, 2560)	13
3.3 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมกราคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	16
3.4 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	16
3.5 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมีนาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	16
3.6 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนเมษายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	17
3.7 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนพฤษภาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	17
3.8 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมิถุนายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	17
3.9 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกรกฎาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	18
3.10 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนสิงหาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	18
3.11 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกันยายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	18
3.12 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนตุลาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	19
3.13 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนพฤศจิกายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	19
3.14 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนธันวาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย	19

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการเจริญของปูม้าระยะ Zoea จนถึง First crab instar	7
4.1 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ กรกฎาคมช่วงน้ำตาย	21
4.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ ตุลาคมช่วงน้ำตาย	24
4.3 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ มกราคมช่วงน้ำตาย	27
4.4 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เมษายนช่วงน้ำตาย	29
4.5 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ กรกฎาคมช่วงน้ำตาย	32
4.6 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ ตุลาคมช่วงน้ำตาย	34
4.7 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ มกราคมช่วงน้ำตาย	37
4.8 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เมษายนช่วงน้ำตาย	40
4.9 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ กันยายนช่วงน้ำตาย	43
4.10 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ กันยายนช่วงน้ำเกิด	46
4.11 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ พฤษภาคมช่วงน้ำตาย	49
4.12 ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ พฤษภาคมช่วงน้ำเกิด	52

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เป็นทรัพยากรสัตว์ทะเลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ผลผลิตปูม้าส่วนมากมาจากผลจับจากธรรมชาติ เนื่องจากการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ยังไม่ประสบความสำเร็จและใช้ต้นทุนสูง (สุดารัตน์ และคณะ, 2561) วงจรชีวิตของปูม้า ในช่วงวัยอ่อนจะมีลักษณะเป็นแพลงก์ตอน ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ดังนั้นจึงมีการแพร่กระจายไปจากแหล่งกำเนิด แต่เมื่อถึงระยะรุ่น จะเกิดการลงเกาะ และโตเต็มวัยจึงจะสามารถเคลื่อนที่ได้เอง ดังนั้นการศึกษาลักษณะการกระจายตัวเนื่องจากกระแสน้ำอาจช่วยเป็นข้อมูลในการศึกษาต่อยอด เช่น การศึกษาวงจรชีวิตของปู ผลกระทบต่อตัวอ่อนสัตว์ทะเลโดยกระแสน้ำ อาจรวมไปถึงการศึกษาการจัดการทรัพยากร การจับสัตว์น้ำเพื่อการบริโภค เป็นต้น

ปัจจัยที่ส่งผลให้มีการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ โดยมีทั้งปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พันธุกรรม แหล่งอาหาร และปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำทะเล รวมถึงลักษณะของกระแสน้ำ ส่งผลให้ในแต่ละพื้นที่มีชนิด ความหนาแน่น ความสมบูรณ์ของประชากรปูแตกต่างกันไป (กุศล เรืองประเทืองสุข, 2552)

กระแสน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูได้ และยังสามารถนำมาใช้อธิบายความเชื่อมโยงทางพันธุกรรมของประชากรในพื้นที่นั้นๆ ได้ กระแสน้ำบริเวณชายฝั่งมีความซับซ้อนเนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่น อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง คลื่น ลม และลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าจึงเป็นแนวทางใหม่สำหรับการศึกษาในประเทศไทย ซึ่งจะประกอบไปด้วยการศึกษาด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (hydrodynamics model) ร่วมกับแบบจำลองการติดตามอนุภาค (particle tracking model) ผลที่ได้จะสามารถนำมาอธิบายลักษณะการกระจายตัวของอนุภาค (ตัวอ่อนปูม้า) ได้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย พบการศึกษาของณัฐธิดา จันทศิริ (2557) ที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Delft3D (อุทกพลศาสตร์และการติดตามอนุภาค) ในการติดตามตัวอ่อนปะการังในบริเวณแนวปารังของอ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งคาดว่าจะสามารถนำมาประยุกต์ดูการกระจายตัวของปูม้าในการศึกษาครั้งนี้ได้

การศึกษาครั้งนี้จะศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้า โดยเริ่มจากการทำแบบจำลองควบคู่ระหว่างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW และแบบจำลองคลื่นซึ่งพัฒนาโดย (จิณห์นิภา การช่าง, 2560) จากนั้นจะนำผลที่ได้มาใช้ในแบบจำลองติดตามอนุภาค Delft3D-PART พื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณบ้านพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่คนในท้องถิ่นยึดอาชีพการทำประมงชายฝั่งเป็นหลัก ปูม้าเป็นหนึ่งในสัตว์น้ำ

เศรษฐกิจชนิดหลักที่ได้จากการประมงในพื้นที่ดังกล่าว (อติกานต์ วิชิต, 2559) และคาดว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำไปช่วยในการบริหารจัดการเรื่องการจัดการทรัพยากรปูม้า ในพื้นที่ที่มีโครงการธนาคารปูม้าในอนาคตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าด้วยแบบจำลองติดตามอนุภาคในบริเวณตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.3 ขอบเขตการศึกษา

จำลองกระแสน้ำและคลื่นบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี ละติจูดที่ 99 ถึง 100 องศาตะวันออก ลองจิจูดที่ 9 ถึง 10 องศาเหนือ โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข Delft3D-FLOW และ Delft3D-WAVE นำผลจากแบบจำลองชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี มาจำลองการกระจายตัวของตัวอ่อนปู ในบริเวณตำบลพุมเรียง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอ่าวบ้านดอน (ละติจูดที่ 99.1 ถึง 99.6 องศาตะวันออก ลองจิจูดที่ 9.1 ถึง 9.5 องศาเหนือ) โดยจำลองเป็นรายเดือน และแบ่งศึกษาในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายของแต่ละเดือน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองติดตามอนุภาคไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการทรัพยากรปูม้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาลักษณะแสน้ำบริเวณชายฝั่ง อิทธิพลของคลื่นและน้ำขึ้นน้ำลงที่มีผลต่อลักษณะกระแสน้ำที่ผิวบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมไปถึงการศึกษาการศึกษาวงจรชีวิตและการกระจายตัวของปูม้าโดยกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง

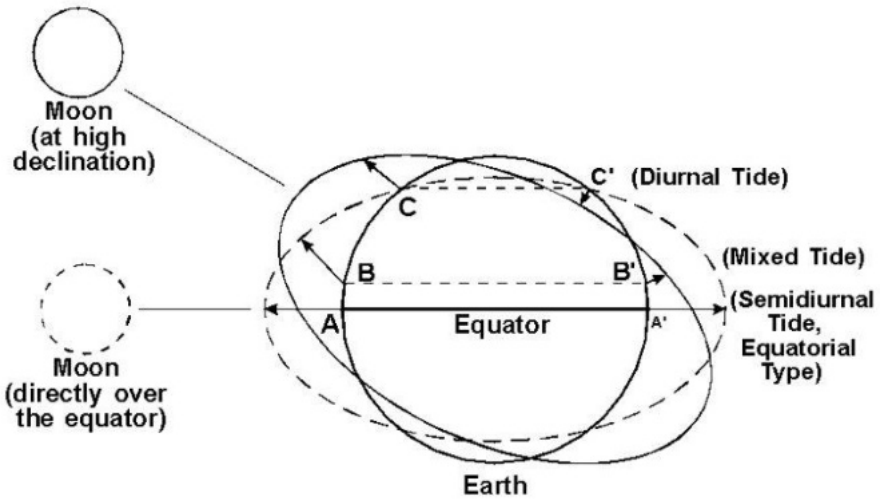
2.1 น้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากความต่างของแรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์กระทำต่อมวลน้ำในมหาสมุทรของโลก รวมไปถึงแรงเหวี่ยงจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้ผิวน้ำโป่งออกในด้านที่ใกล้กับดวงและด้านที่อยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ, 2563) รูปที่ 2.1 แสดงภาพตัดขวางแนวเหนือ-ใต้ของโลก ระบุบริเวณที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำคู่ น้ำผสม และน้ำเดี่ยว โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำคู่ (Semi-diurnal tide) ในหนึ่งวันจะเกิดน้ำขึ้น 2 ครั้ง และน้ำลง 2 ครั้ง โดยน้ำขึ้นทั้งสองครั้งจะขึ้นสูงสุดเท่ากัน และน้ำลงสองครั้งก็จะลงต่ำสุดเท่ากันเช่นกัน
2. น้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำผสม (Mixed tide) มีน้ำขึ้นน้ำลง 2 ครั้งใน 1 วัน แต่ระดับน้ำทั้งสองครั้งไม่เท่ากัน
3. น้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำเดี่ยว (Diurnal tide) มีน้ำขึ้นน้ำลง 1 ครั้งใน 1 วัน

ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จะมีมุมที่เปลี่ยนไปทุกวันในรอบเดือน เมื่อดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่ในระนาบเดียวกัน จะเป็นช่วงน้ำเกิด (Spring tide) หมายถึงช่วงที่มีความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้นสูงสุดและระดับน้ำลงต่ำสุดมากที่สุด และเมื่อดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ตั้งฉากกัน จะเป็นช่วงน้ำตาย (Neap tide) หมายถึงช่วงที่มีความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้นสูงสุดและระดับน้ำลงต่ำสุดน้อยที่สุด

สำหรับอ่าวไทยและทะเลอันดามันจะมีรูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงแตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละชายฝั่ง จากข้อมูลระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ (กรมอุทกศาสตร์, 2559) และจากงานศึกษาก่อนหน้าของนิคม อ่อนสี และปราโมทย์ โศจิศุภร (2553) และ Aungskul et al. (2007) เห็นว่ารูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงของบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นแบบน้ำเดี่ยว อาจสรุปได้ว่ารูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงที่พบได้ในบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีลักษณะเป็นแบบน้ำเดี่ยว (คชาภรณ์ เจตนาวณิชย์, 2559)



รูปที่ 2.1 ภาพตัดขวางแนวเหนือ-ใต้ของโลก แสดงบริเวณที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำคู่ น้ำผสม และน้ำเดี่ยว (NOAA, 2020)

2.2 ฤดูกาลของประเทศไทยและฤดูมรสุม

ประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

ฤดูร้อนอยู่ในช่วงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในระยะนี้ทางฝั่งซีกโลกเหนือจะหันเข้าหาดวงอาทิตย์โดยเฉพาะในเดือนเมษายนที่ประเทศไทยจะมีดวงอาทิตย์อยู่เกือบตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน จึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ อาจมีพายุฝนฟ้าคะนองหรือพายุฤดูร้อนเกิดขึ้นจากการปะทะกันของมวลอากาศเย็นที่แผ่ลงมาจากประเทศจีน

ฤดูฝน อยู่ในช่วงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยและมีร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทย โดยร่องความกดอากาศต่ำดังกล่าวจะพาดผ่านภาคใต้ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม และจะเลื่อนขึ้นมาทางเหนือตามลำดับ และอาจมีระยะฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนเนื่องจากร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านบริเวณประเทศจีนตอนใต้ ก่อนที่จะเลื่อนกลับลงมาพาดผ่านประเทศไทยอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม ส่งผลให้มีฝนตกชุกต่อเนื่องตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป จนกระทั่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยในช่วงกลางเดือนตุลาคม ทำให้ปริมาณฝนลดลงเว้นแต่ภาคใต้ที่ยังคงมีฝนตกต่อเนื่องไปจนถึงเดือนธันวาคม

ฤดูหนาว อยู่ในช่วงประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ หลังจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าปกคลุมประเทศไทยในช่วงกลางเดือนตุลาคม โดยในช่วงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเปลี่ยนผ่านฤดูกาล ทำให้มีสภาพอากาศที่แปรปรวนไม่แน่นอน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

2.3 การเกิดลมบกลมทะเล

ลมบกลมทะเลเกิดจากความไม่ต่อเนื่องของอุณหภูมิบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นดินและทะเล ส่งผลกะทบต่อการไหลของอากาศอย่างชัดเจนในช่วงอากาศสงบ ในเวลากลางวันเมื่อแผ่นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าผืนน้ำ ทำให้อากาศเหนือแผ่นดินยกตัวสูงขึ้น และอากาศเหนือทะเลก็จะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดเป็นวงจรการหมุนเวียนอากาศก่อนที่อากาศด้านบนจะจมตัวลงบริเวณผิวทะเล เรียกวงจรดังกล่าวว่าลมทะเล ส่วนในตอนกลางคืน จะเกิดเหตุการณ์สลับกัน นั่นคืออุณหภูมิบริเวณผิวน้ำทะเลจะสูงกว่าพื้นดิน อากาศจึงเกิดการยกตัวที่บริเวณแผ่นน้ำ และอากาศจากแผ่นดินจะไหลเข้าไปแทนที่ เกิดเป็นวงจรที่เรียกว่า ลมบก (Austin and Dirks, 2006 แปลและเรียบเรียงโดยอนุชา ศรีเริงหล้า)

2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่ออธิบายการไหลเวียนของน้ำต่อการเคลื่อนตัวของอนุภาค

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่ออธิบายการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงต่อการเคลื่อนตัวของไข่และตัวอ่อนปะการัง ของนิคม อ่อนสี และปราโมทย์ โศจิศุภร (2553) โดยพบว่าปะการังจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากที่ดวงจันทร์เต็มดวง จากแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงได้คาดคะเนการกระจายของไข่และตัวอ่อนปะการังบริเวณพื้นที่หาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย หากไข่และตัวอ่อนปะการังแพร่กระจายในช่วงน้ำเกิดซึ่งมีลักษณะน้ำเป็นแบบน้ำเดี่ยว คือแต่ละวันมียอดน้ำขึ้นสูงสุดและยอดน้ำลงต่ำสุดวันละครั้ง ทำให้มีแนวโน้มว่าตัวอ่อนปะการังจะเคลื่อนที่ออกไปได้ไกลจากแนวปะการังพ่อแม่ เนื่องจากกระแสน้ำเปลี่ยนทิศทางภายใน 12 ชั่วโมงในรอบวัน

หากปะการังปล่อยไข่หรือมีการแพร่กระจายของตัวอ่อนในมวลน้ำในช่วงน้ำตาย พบว่าน้ำขึ้นน้ำลงโดยส่วนใหญ่ในช่วงน้ำตายเป็นน้ำเดี่ยว ทำให้โอกาสที่ตัวอ่อนปะการังจะแพร่กระจายออกไปได้ไกลจากแนวปะการังพ่อแม่มีโอกาสสูงมากเช่นเดียวกับช่วงน้ำเกิด ไข่และตัวอ่อนของปะการังมีการแพร่กระจายในวงกว้าง แต่กระแสน้ำและระดับน้ำจะมีความเร็ว และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำน้อยกว่าในช่วงน้ำเกิดที่เป็นน้ำเดี่ยว ส่งผลให้มีโอกาสที่ตัวอ่อนปะการังสามารถกลับมาลงเกาะในพื้นที่แนวปะการังเดิม แต่จะมีโอกาสพบตัวอ่อนปะการังลงเกาะไกลออกไปจากแนวปะการังต้นกำเนิดได้มากกว่า

หากชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงน้ำเกิดเป็นน้ำผสม โอกาสที่ตัวอ่อนปะการังลงเกาะในแนวปะการังเดิมมีสูงกว่าในช่วงน้ำเกิดที่เป็นน้ำเดี่ยว กระแสน้ำจะเปลี่ยนทิศทางภายในช่วงเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้การเคลื่อนที่และแพร่กระจายของไข่และตัวอ่อนปะการังอยู่เป็นวงแคบ ส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีโอกาสกลับมาลงเกาะในพื้นที่แนวปะการังพ่อแม่หรือพื้นที่ใกล้เคียง

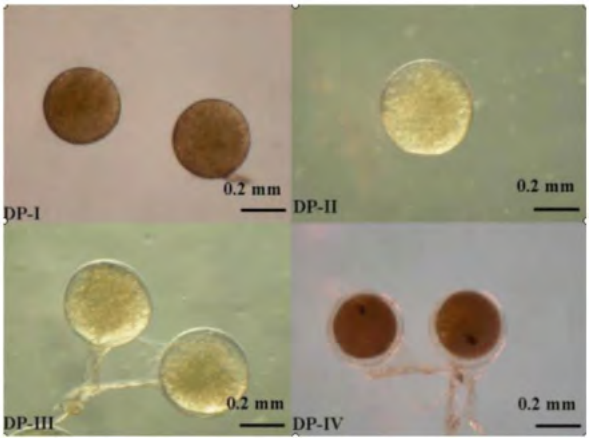
นอกจากนี้ยังพบการศึกษาของณัฐธิดา จันทศิริ (2557) ที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Delft3D (อุทกพลศาสตร์และการติดตามอนุภาค) ในการติดตามตัวอ่อนปะการังในบริเวณแนวปารังของอ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

2.5 วงจรชีวิตและลักษณะทั่วไปของปูม้า

วงจรชีวิตของปูม้า แบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ได้ดังนี้ (กุศล เรืองประเทืองสุข, 2552)

2.5.1 ระยะ Fertilized egg

เริ่มตั้งแต่ระยะที่ยังเป็นไข่จนกระทั่งเป็นแพลงก์ตอน ไข่ของปูม้ามีลักษณะเป็นทรงกลมสีเหลืองปนส้ม (รูปที่ 2.2) ระหว่างเจริญเติบโตสีของไข่จะเปลี่ยนจากสีเหลืองปนส้มไปเป็นสีเทาเข้ม ระยะตั้งแต่แรกพบจนถึงช่วงฟักเป็นตัวจะใช้เวลาประมาณ 10-15 วัน เมื่อมีการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอเต็มที่ แม่ปูจะใช้ขาเขี่ยไข่ออกจากจับปิ้งก่อนที่ไข่จะลอยไปในน้ำทะเล โดยเอ็มบริโอจะฟักออกมาเป็นตัวอ่อนแพลงก์ตอนระยะ Zoea ภายใน 1-2 วัน แม่ปูหนึ่งตัวจะมีไข่ประมาณ 120,000-2,300,000 ฟอง หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 766,651.3 ฟอง (Arshad *et al.,* 2006)



รูปที่ 2.2 ระยะพัฒนาเอ็มบริโอของปูม้า (Arshad *et al.,* 2006)

2.5.2 ระยะ Zoea (Pre-settlement)

ลูกปูในระยะ Zoea สามารถแบ่งพัฒนาการได้เป็น 4 ระยะ ตามลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2547) รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของ Zoea ระยะที่ 2 ตัวอ่อนระยะ Zoea จะใช้เวลาในการเจริญประมาณ 11-15 วัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยอุณหภูมิ และความเค็ม โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส และความเค็มอยู่ระหว่าง 27-28 Practical Salinity Units (PSU) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยในความหนาแน่นของอาหารในมวลน้ำมาเกี่ยวข้องสำหรับ Zoea ในระยะแรกๆ เนื่องจากยังไม่สามารถว่ายน้ำหาอาหารกินได้

รูปที่ 2.3 ลูกปูม้าระยะ Zoea 2 (Arshad *et al.,* 2006)

2.5.3 ระยะ Megalopa (Settlement)

ตัวอ่อนระยะ Zoea มีการเจริญเข้าสู้ระยะที่ 4 เกิดการลอกคราบเพื่อเข้าสู่ระยะ Megalopa ซึ่งเป็นระยะ settlement ระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน โดยในระยะนี้ตัวอ่อนจะอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำมากกว่าการว่ายบริเวณผิวน้ำ ตัวอ่อนสามารถว่ายน้ำหาอาหารกินได้ และเริ่มเปลี่ยนพฤติกรรมจากการกินแพลงก์ตอนพืชมากินแพลงก์ตอนสัตว์ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับตัวอ่อนจะอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส อัตราการรอดจะสูงหากสามารถควบคุมอุณหภูมิให้มีความผันแปรในช่วงวันน้อยกว่า 0.5 องศาเซลเซียส ส่วนความเค็มช่วงที่เหมาะสมกับ Megalopa จะอยู่ระหว่าง 17-23 PSU (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2547)

ระยะ	ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญ (วัน) (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2547)	ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญ (วัน) (Arshad *et al.,* 2006)
Zoea 1 – Zoea 2	2 – 3	3 – 4
Zoea 2 – Zoea 3	4 – 5	3 – 4
Zoea 3 – Zoea 4	3 – 4	2 – 3
Zoea 4 – Megalopa	2 – 3	2 – 3
Megalopa – First crab instar	4 - 5	3 – 4

ตารางที่ 2.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการเจริญของปูม้าระยะ Zoea จนถึง First crab instar

ช่วงเวลาการเจริญเฉลี่ยของระยะ Zoea เท่ากับ 10 วัน จากนั้นเปลี่ยนรูปร่างเข้าสู่ระยะ Megalopa (รูปที่ 2.4) และใช้เวลาเติบโตเฉลี่ย 5 วัน จึงเข้าสู่ระยะ First crab instar โดยอัตราการรอดตายเฉลี่ยตั้งแต่ระยะ Zoea ถึงระยะ First crab instar มีค่าน้อยมากเพียงร้อยละ 0.78 (โกวิทย์ เก้าเอี้ยน และทวี จินดามัยกุล, 2547)

รูปที่ 2.4 ลูกปูม้าระยะ Megalopa (Arshad *et al.,* 2006)

2.5.4 ระยะ First crab instar (Post-settlement)

เป็นระยะที่มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่ยังมีขนาดเล็ก (รูปที่ 2.5) มีอัตราการตายสูงเพราะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมการหากินมาเป็นการหากินตามหน้าดิน ใช้เวลาประมาณ 4 วันเพื่อลอกคราบเป็นระยะ First crab instar 2 แต่ถ้าหากมีอุณหภูมิและความเค็มที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้ใช้เวลาลอกคราบนานยิ่งขึ้น (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2547) หลังจากนั้นจะเจริญเข้าสู้ระยะ Juvenile

รูปที่ 2.5 ลูกปูม้าระยะ first crab instar (Arshad *et al.,* 2006)

2.5.5 ระยะ Mature (Migration)

เป็นระยะที่มีการอพยพออกจากฝั่ง เป็นปูระยะโตเต็มวัย (Mature) ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปูม้าในระยะนี้มีหลายปัจจัย จินตนา จินดาลิขิต และคณะ (2553) รายงานว่าแหล่งอาศัยของปูม้าขนาดเล็กจะอยู่บริเวณที่ลึกน้อยกว่า 10 เมตร ส่วนแหล่งวางไข่จะอยู่บริเวณลึกกว่า 10 เมตร ปูม้าเพศเมียที่มีไข่แก่จะออกไปสู่ทะเลลึกซึ่งมีความเค็มสูงกว่า อยู่ที่ 28-32 PSU เพราะน้ำที่มีความเค็มต่ำกว่า 17 PSU ไม่เหมาะต่อการอนุบาลลูกปูม้า (ชุตาภา คุณสุข, 2549)

2.6 การทำธนาคารปูม้า

2.6.1 การศึกษาจำนวนและน้ำหนักของไข่ปูม้า

จากการศึกษา Fecundities ในแม่ปูม้าของ (Arshad *et al.,* 2006) พบว่าปูม้าเพศเมียมีกระดองกว้างและยาวเฉลี่ยเป็น 141.04 และ 65.44 มิลลิเมตรตามลำดับ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 251.73 กรัม โดยมีน้ำหนัก Egg batch เฉลี่ยเท่ากับ 44.77 กรัม และปูม้าเพศเมียหนึ่งตัวจะมีความสามารถผลิตไข่ (Fecundity) เฉลี่ย 766,651.3 ฟองต่อหนึ่งฤดูการวางไข่

พบว่าความกว้างของกระดองกับจำนวนการวางไข่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยจำนวนของไข่ต่อฤดูการวางไข่ของปูม้าเพศเมียหนึ่งตัว จะเพิ่มขึ้นตามความกว้างของกระดองในลักษณะเชิงเส้น ในทำนองเดียวกันกับความยาวกระดอง น้ำหนักตัว และน้ำหนัก Egg batch ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนไข่ในแบบเชิงเส้นเช่นเดียวกัน

2.6.2 วิธีดำเนินการของธนาคารปูม้า

การจัดทำธนาคารปูม้าไข่แก่ในประเทศไทยมีหลายวิธี (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ, 2561)

1. การทำธนาคารปูม้าไข่แก่แบบตะกร้าลอยน้ำ นำปูม้าไข่แก่นอกกระดองใส่ตะกร้าละ 1 ตัว ด้านบนปิดด้วยอวน นำติดทุ่นลอยน้ำไว้เพื่อให้แม่ปูม้าเขี่ยไข่ออกและเจริญเติบโตไปเป็นลูกปูระยะ Zoea ต่อไป เมื่อแม่ปูเขี่ยไข่ออกแล้วจึงนำแม่ปูกลับไปคืนชาวประมง วิธีดังกล่าวนี้เป็นวิธีที่ลงทุนต่ำและไม่สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม แต่จะประสบปัญหาจากคราบน้ำมันเรือ คลื่นกระแทก และการที่ลูกปูถูกปลาหรือผู้ล่ากิน
2. การทำธนาคารปูม้าไข่แก่แบบโรงเรือน นำปูม้าไข่แก่นอกกระดองใส่ถังพลาสติก 20-30 ลิตรพร้อมให้อากาศ ถังละ 1 ตัว กระทั่งแม่ปูเขี่ยไข่เป็นลูกปูวัยอ่อนจึงรวบรวมไปปล่อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ ปัจจุบันชาวประมงพื้นบ้านนิยมทำธนาคารปูม้าในรูปแบบนี้มากขึ้น แต่วิธีนี้จะสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า

3. การทำธนาคารปูไข่คาร์บอนต่ำ นำปูม้าไข่แก่นอกกระดองมาแยกไข่ออกจากจับปิ้งโดยการใช้แปรงขนนุ่มแปรงออกเบาๆ รวบรวมไข่ปูม้าไปล้างทำความสะอาดและนำไปใส่ถังฟักไข่ที่ให้อากาศตลอดเวลาด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ จากนั้นจึงนำลูกปูในระยะ Zoea ไปปล่อยในบริเวณป่าชายเลน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบริเวณพื้นที่ศึกษา ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลฐานของเทศบาลตำบลพุมเรียง

จากการศึกษาของอติกานต์ วิชิต (2559) เทศบาลตำบลพุมเรียงเป็นชุมชนชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอำเภอไชยา ตั้งอยู่จุดเหนือสุดของอ่าวบ้านดอน พื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลตำบลพุมเรียงติดทะเล ประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพประมงพื้นบ้านหรือประมงขนาดเล็ก ออกเรือหาปู ปลา บริเวณชายฝั่ง เป็นอาชีพที่มีรายได้ไม่แน่นอน เนื่องจากอิทธิพลของมรสุม ชาวประมงจะสามารถออกเรือได้ 5-6 เดือนต่อปี

สำหรับปัญหาการประกอบอาชีพของชาวประมงพื้นบ้าน เช่น ด้านปัจจัยการผลิต พบว่ามีการบุกรุกพื้นที่ทางทะเลโดยการปักแนวเขตแดนเพื่อทำคอกหอยของนายทุนคาบเกี่ยวจากอ่าวพุมเรียงถึงอ่าวบ้านดอน ทำให้ชาวประมงถูกจำกัดสิทธิในการเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติ เกิดการแย่งชิงทรัพยากรสัตว์น้ำโดยใช้เครื่องมือทุ่นแรงและทำลายล้าง ปัญหาด้านปริมาณประชากรทรัพยากรสัตว์น้ำ พบว่า ชาวประมงบางกลุ่มยังมีการฝ่าฝืนกฎหมายโดยการลักลอบดัดแปลงอุปกรณ์เรือ และลักลอบออกทะเลเพื่อจับสัตว์น้ำในช่วงปิดอ่าว การใช้เรือลากหอยแครงและหอยครางของนายทุน ทำให้หน้าดินเลนเสื่อมสภาพส่งผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยและแหล่งอนุบาลลูกสัตว์น้ำทุกชนิด นอกจากนี้ยังมีการบุกรุกป่าชายเลนซึ่งเป็นที่อนุบาลของสัตว์ทะเลหลากหลายชนิด จึงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ทั้งระบบ

2.7.2 ธนาคารปูม้าในพื้นที่ตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.7.2.1 ธนาคารปูม้าบ้านแหลมโพธิ์

การทำธนาคารปูม้าเผยแพร่ความรู้ให้แก่คนในชุมชนและผู้เยี่ยมชมตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรในท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้อย่างรู้คุณค่าและเกิดความยั่งยืน ทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณปูในพื้นที่อ่าวพุมเรียง การริเริ่มทำธนาคารปูม้าช่วยให้มีกิจกรรมอื่นๆ ตามมา เช่นการท่องเที่ยว การแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่า และในการดำเนินการจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งชาวบ้านและภาครัฐ

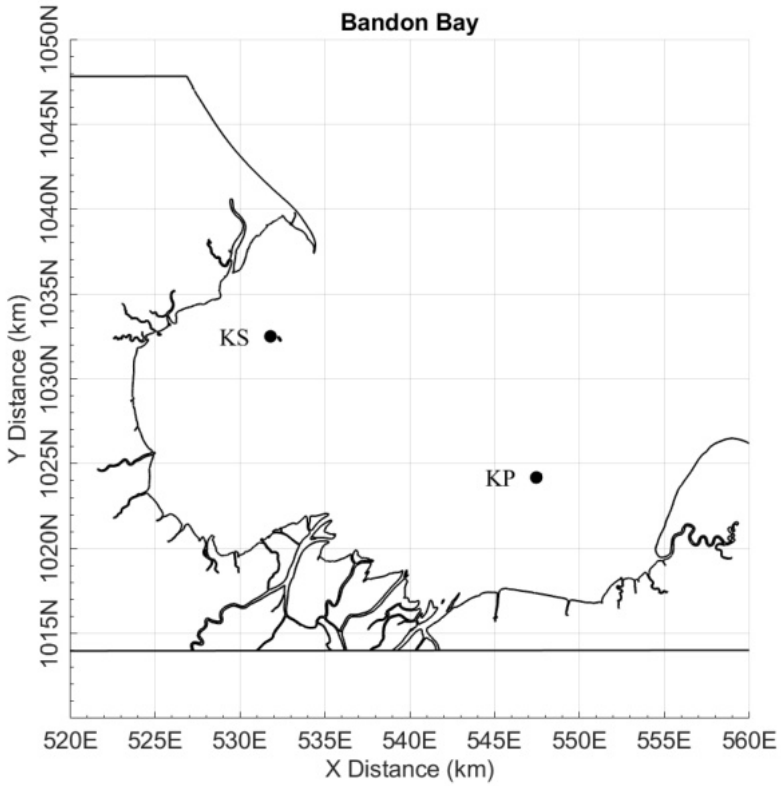
ขั้นตอนในการดำเนินงานของธนาคารปูม้าจะเริ่มจากการรับแม่ปูไข่แก่นอกกระดองมาจากชาวบ้าน โดยแม่ปูไข่แก่นอกกระดองที่มีไข่สีเหลืองอมส้มจะมีอัตราการรอดของลูกปูต่ำกว่าไข่นอกกระดองที่เป็นสีเทาไปจนถึงสีดำ เนื่องจากแม่ปูที่ถูกจับมาจะอยู่ในสภาวะเครียด ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณไข่และอัตราการรอดของ

ลูกปู เช่น ความสมบูรณ์ของแม่ปู ความสมบูรณ์ของอาหารและสภาพแวดล้อม เป็นต้น โดยแม่ปูไข่แก่นอกกระดองสีเทาไปจนถึงดำจะใช้ระยะเวลาประมาณ 1-3 วันในการเขี่ยไข่ออกและฟักออกมาเป็นลูกปูระยะ Zoea

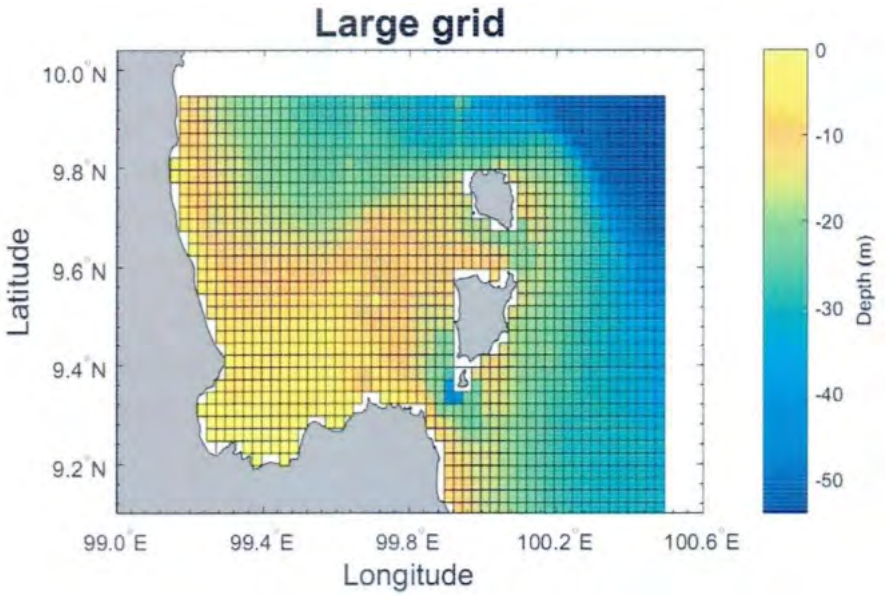
จากนั้นจึงนำลูกปูไปปล่อยในบริเวณเกาะเสร็จ ซึ่งเป็นเกาะขนาดเล็กเกิดจากการทับถมของตะกอนดินเลนและตะกอนทราย มีชายหาดด้านหนึ่งเป็นหาดทราย อีกด้านหนึ่งเป็นหาดดินเลน การปล่อยลูกปูควรจะทำในเวลากลางคืน เพราะมีโอกาสถูกกินโดยผู้ล่าน้อยกว่า นอกจากนี้ปัจจัยความเค็มก็มีส่วนสำคัญต่ออัตราการรอดและการเจริญของลูกปู เมื่อเข้าฤดูมรสุมน้ำจะมีความเค็มต่ำลงซึ่งไม่เป็นผลดีต่อลูกปู อย่างไรก็ตามการดำเนินงานของธนาคารปูม้านั้นมีตลอดทั้งปี และจำนวนแม่ปูม้าที่ธนาคารปูม้าได้รับในแต่ละวันนั้นไม่คงที่ โดยจะอยู่ในช่วงประมาณ 5-10 ตัว เมื่อเสร็จขั้นตอนการเขี่ยไข่ก็จะนำแม่ปูส่งคืนชาวประมง จรินทร์ เฉยเชยชม (สัมภาษณ์) 22 มีนาคม 2563

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Delft3D-FLOW ร่วมกับแบบจำลองคลื่น Delft3D-WAVE จากการศึกษาของจิณห์นิภา การช่าง (2560) บริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 3.2) ส่วนที่สองเป็นการศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้า โดยใช้แบบจำลอง Delft3D-PART (particle tracking model) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ในการศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าจะนำข้อมูลกระแสน้ำจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในส่วนแรกมาเป็นข้อมูลสำหรับการจำลองการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้า



รูปที่ 3.1 พื้นที่ศึกษา และจุดปล่อยตัวอ่อนปูม้า ได้แก่ เกาะเสร็จ (KS) และเกาะปราบ (KP)



รูปที่ 3.2 รูปแบบกริดและความลึกน้ำของกริดขนาดใหญ่ (จิณห์นิภา การช่าง, 2560)

3.1 การจำลองรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำ

ศึกษาลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 3.1) โดยการทำ nesting จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ Delft3D-FLOW ควบคู่กับแบบจำลองคลื่น Delft3D-WAVE ของบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี (จิณห์นิภา การช่าง, 2560) (รูปที่ 3.2)

3.2 การจำลองการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปู

ศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้า โดยใช้แบบจำลองการติดตามอนุภาค Delft3D-PART (particle tracking model) โดยนำกระแสน้ำที่ได้จากการศึกษาในหัวข้อที่ 1 มาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองการติดตามอนุภาค

3.2.1 การสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของอนุภาค

1. ปล่อยอนุภาคครั้งละ 76665 ตัว แม่ปูม้าหนึ่งตัวมีความสามารถผลิตไข่เฉลี่ย 766651.3 ฟอง ต่อ 1 ฤดูกาลวางไข่ (Arshad et al., 2006)

2. น้ำหนักอนุภาคที่ปล่อย 1 ครั้ง เท่ากับ 0.004 กิโลกรัม น้ำหนัก egg batch เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.04477 กิโลกรัม (Arshad et al., 2006)

3. ติดตามการเคลื่อนที่ของอนุภาคเป็นเวลา 10 วัน โดยตั้งค่า timestep เท่ากับ 15 นาที

3.3 กำหนดกรณีศึกษาในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

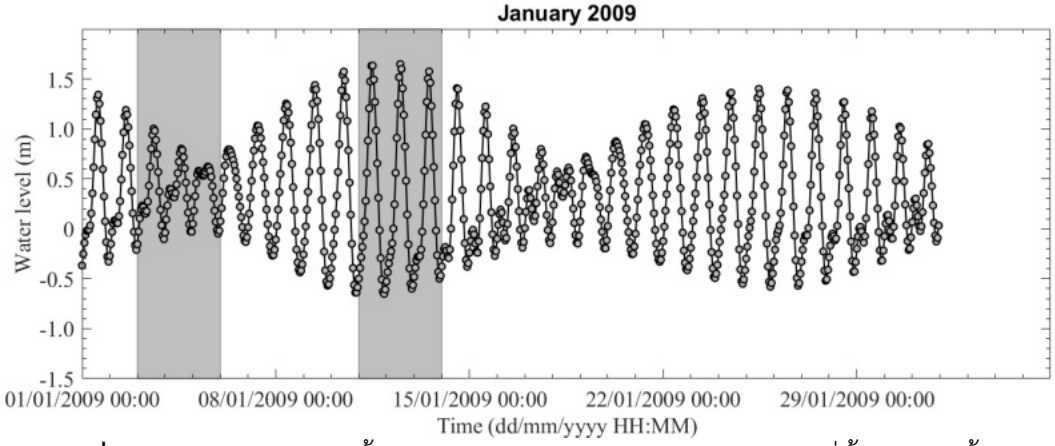
แบ่งการศึกษาออกเป็นกรณีปล่อยอนุภาคที่บริเวณเกาะเสร็จ (KS) และเกาะปราบ (KP) แต่ละที่แบ่งออกเป็นรายเดือน โดยในหนึ่งเดือนจะแบ่งเป็นกรณีน้ำเกิด และกรณีน้ำตาย รวมทั้งหมด 48 กรณี ดังนี้

1. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมกราคม ช่วงน้ำตาย
2. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมกราคม ช่วงน้ำเกิด
3. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกุมภาพันธ์ ช่วงน้ำตาย
4. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกุมภาพันธ์ ช่วงน้ำเกิด
5. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมีนาคม ช่วงน้ำตาย
6. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมีนาคม ช่วงน้ำเกิด
7. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนเมษายน ช่วงน้ำตาย
8. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนเมษายน ช่วงน้ำเกิด
9. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำตาย
10. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำเกิด
11. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมิถุนายน ช่วงน้ำตาย
12. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนมิถุนายน ช่วงน้ำเกิด
13. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำตาย
14. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำเกิด
15. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนสิงหาคม ช่วงน้ำตาย
16. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนสิงหาคม ช่วงน้ำเกิด
17. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกันยายน ช่วงน้ำตาย
18. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนกันยายน ช่วงน้ำเกิด
19. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนตุลาคม ช่วงน้ำตาย
20. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนตุลาคม ช่วงน้ำเกิด
21. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนพฤศจิกายน ช่วงน้ำตาย
22. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนพฤศจิกายน ช่วงน้ำเกิด
23. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนธันวาคม ช่วงน้ำตาย
24. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) เดือนธันวาคม ช่วงน้ำเกิด
25. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมกราคม ช่วงน้ำตาย
26. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมกราคม ช่วงน้ำเกิด
27. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกุมภาพันธ์ ช่วงน้ำตาย

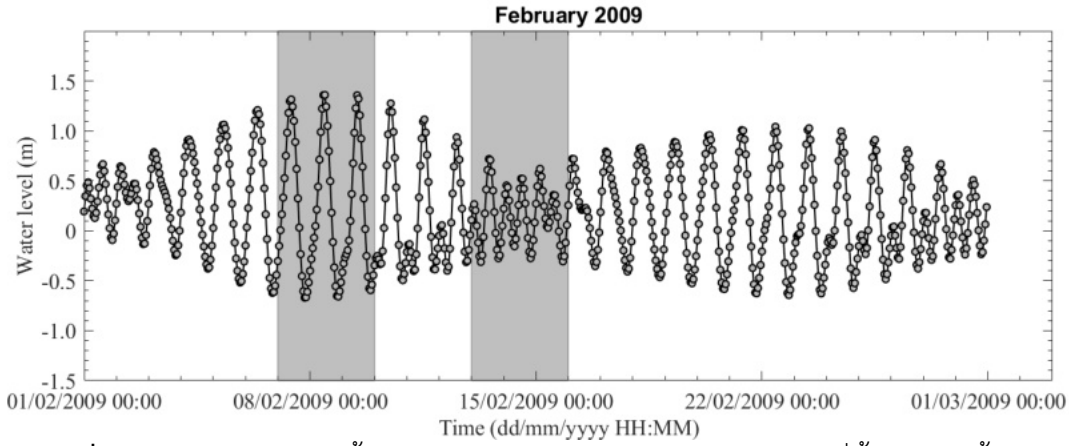
28. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกุมภาพันธ์ ช่วงน้ำเกิด
29. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมีนาคม ช่วงน้ำตาย
30. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมีนาคม ช่วงน้ำเกิด
31. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนเมษายน ช่วงน้ำตาย
32. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนเมษายน ช่วงน้ำเกิด
33. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำตาย
34. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำเกิด
35. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมิถุนายน ช่วงน้ำตาย
36. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนมิถุนายน ช่วงน้ำเกิด
37. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำตาย
38. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำเกิด
39. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนสิงหาคม ช่วงน้ำตาย
40. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนสิงหาคม ช่วงน้ำเกิด
41. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกันยายน ช่วงน้ำตาย
42. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนกันยายน ช่วงน้ำเกิด
43. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนตุลาคม ช่วงน้ำตาย
44. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนตุลาคม ช่วงน้ำเกิด
45. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนพฤศจิกายน ช่วงน้ำตาย
46. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนพฤศจิกายน ช่วงน้ำเกิด
47. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนธันวาคม ช่วงน้ำตาย
48. กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) เดือนธันวาคม ช่วงน้ำเกิด

3.4 ทำการวิเคราะห์ระดับน้ำในแต่ละเดือน

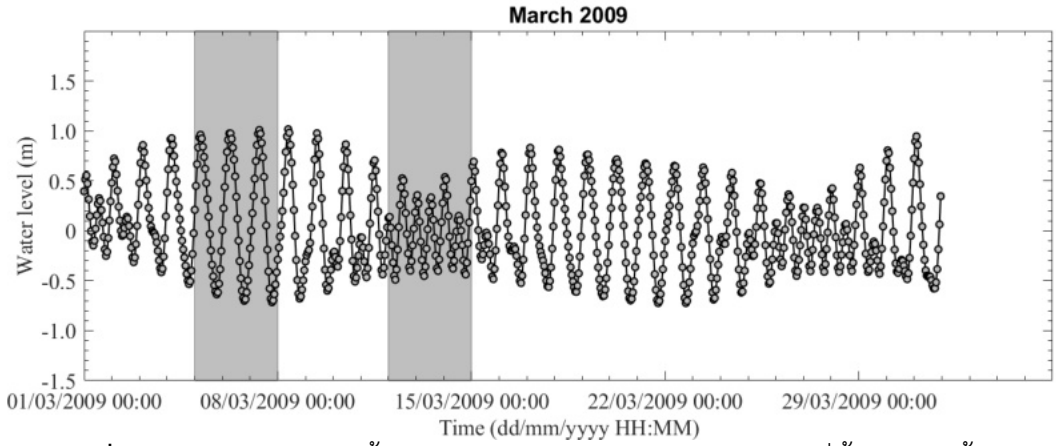
วิเคราะห์ระดับน้ำในแต่ละเดือน เพื่อหาช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตายในแต่ละเดือน จากข้อมูลระดับน้ำ



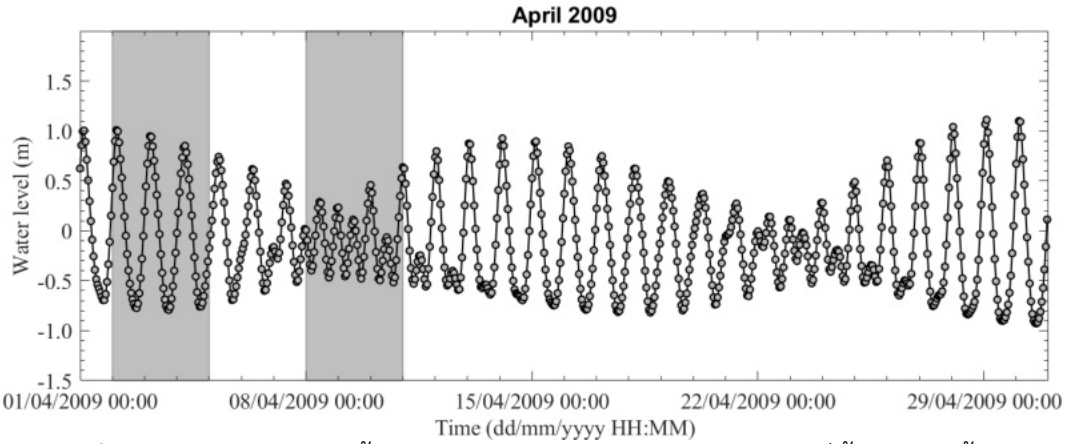
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมกราคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



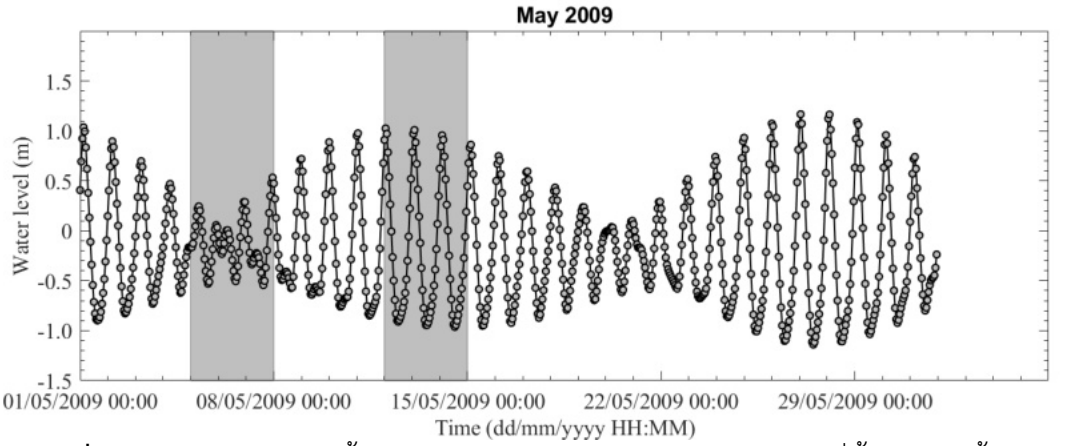
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



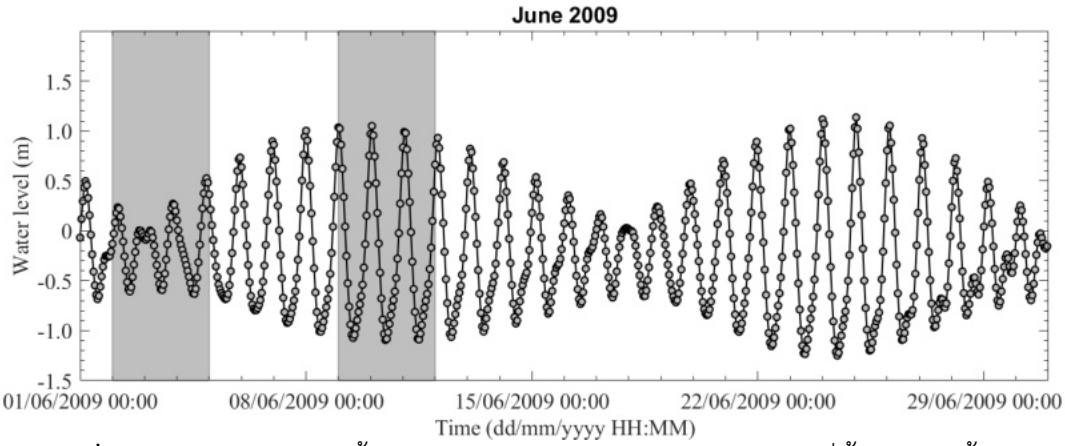
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมีนาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



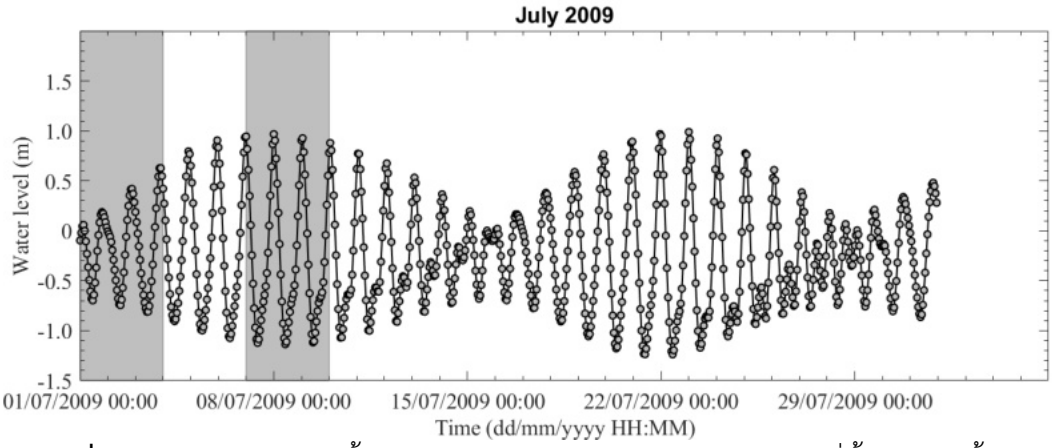
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนเมษายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



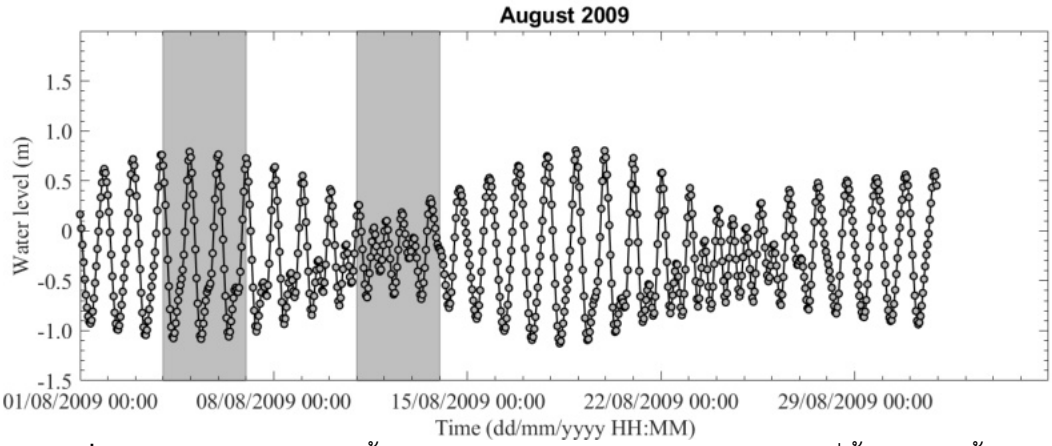
รูปที่ 3.7 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนพฤษภาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



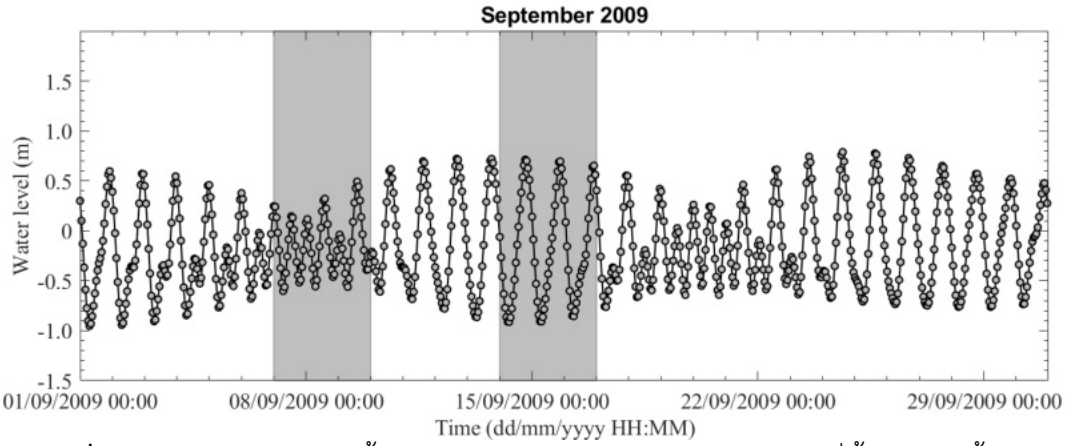
รูปที่ 3.8 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนมิถุนายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



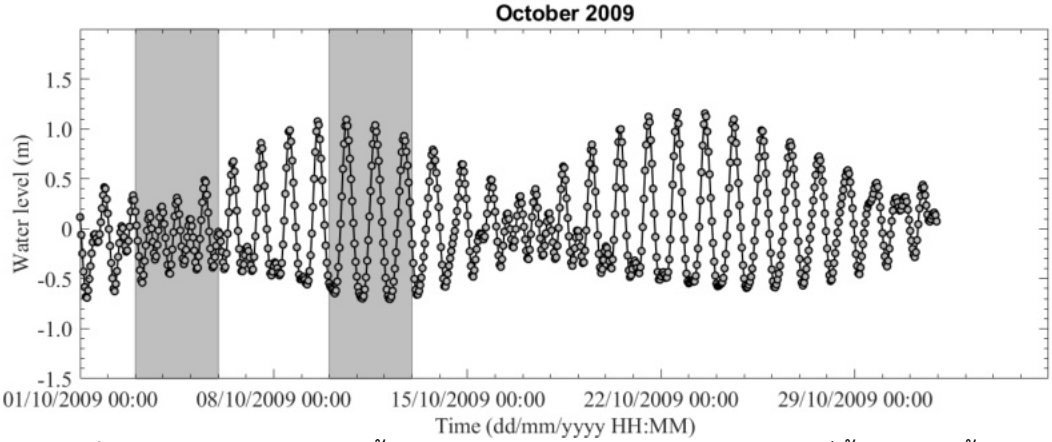
รูปที่ 3.9 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกรกฎาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



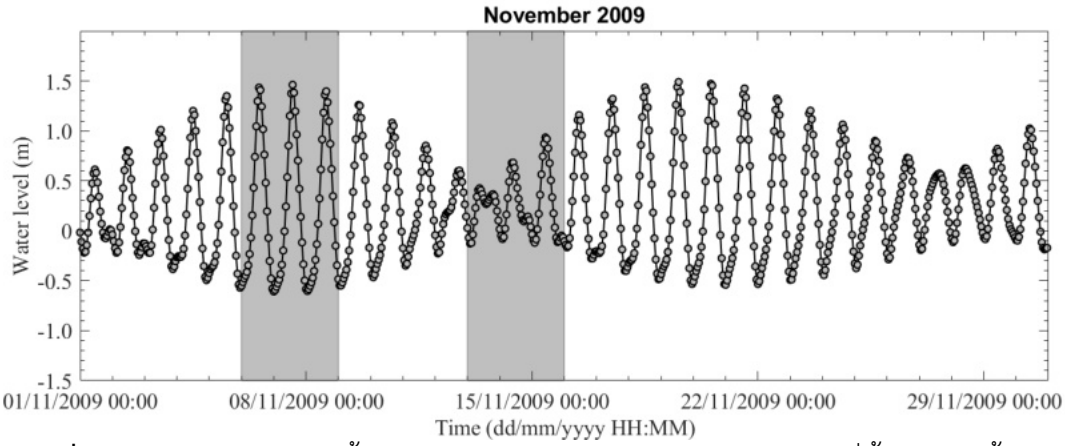
รูปที่ 3.10 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนสิงหาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



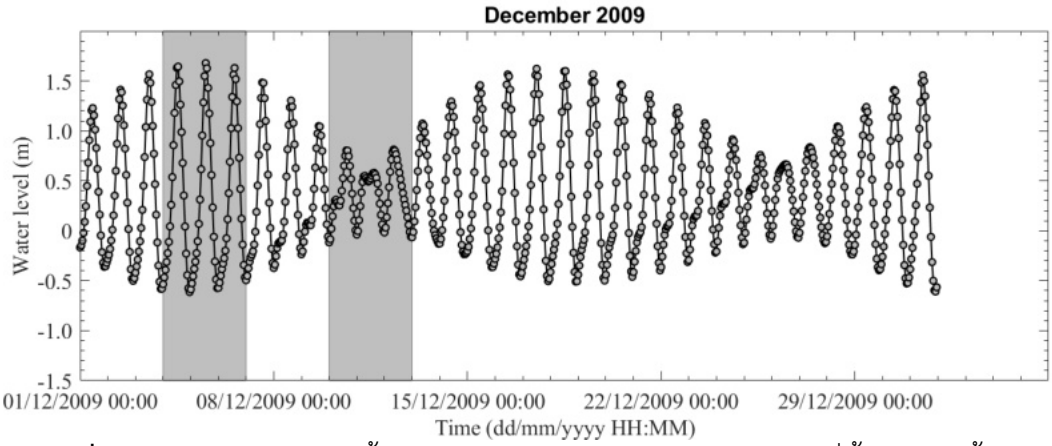
รูปที่ 3.11 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนกันยายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



รูปที่ 3.12 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนตุลาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



รูปที่ 3.13 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนพฤศจิกายน บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย



รูปที่ 3.14 กราฟแสดงระดับน้ำในเดือนธันวาคม บริเวณสีเทาคือช่วงวันที่น้ำเกิดและน้ำตาย

บทที่ 4 ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาทั้งหมด 48 กรณี ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์และจัดกลุ่มของผลการศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และมีความสัมพันธ์กับลักษณะของลมมรสุมที่พัดปกคลุมประเทศไทยในแต่ละช่วงของปี โดยแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 ช่วง แต่ละช่วงจะเลือกยกตัวอย่างกรณีเพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะผลการทดลองที่ได้ในแต่ละรูปแบบ

1. ผลการศึกษาช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ช่วงที่ 1) กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย
2. ผลการศึกษาช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน (ช่วงที่ 2) กลางเดือนตุลาคมไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย และตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงการเปลี่ยนผ่านจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

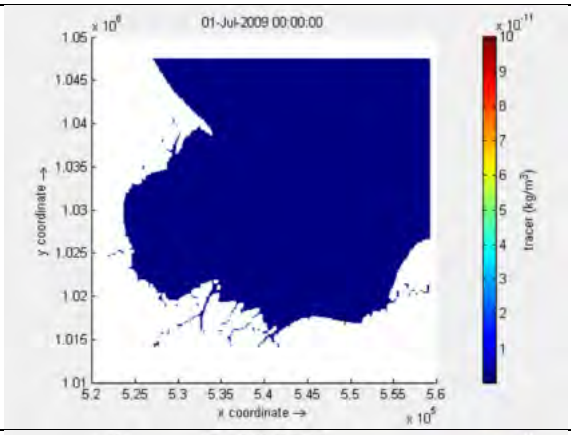
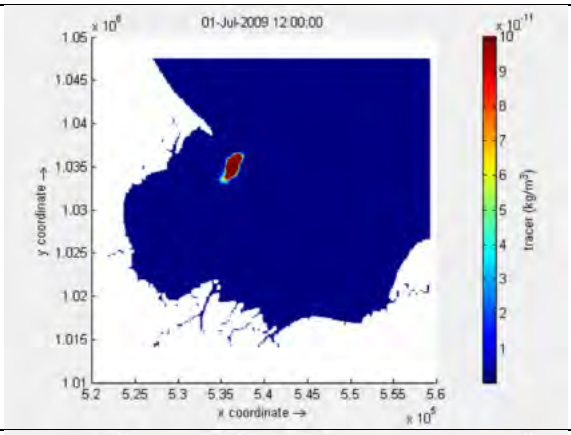
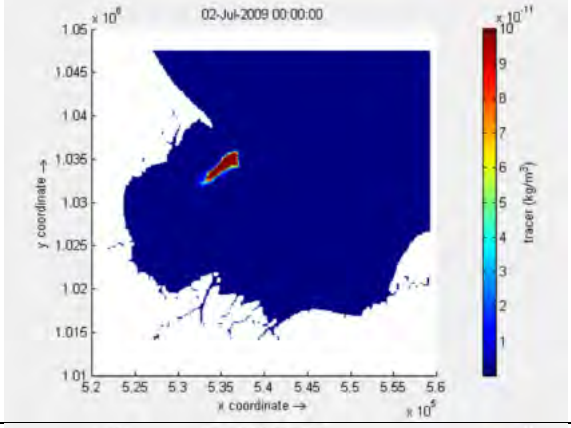
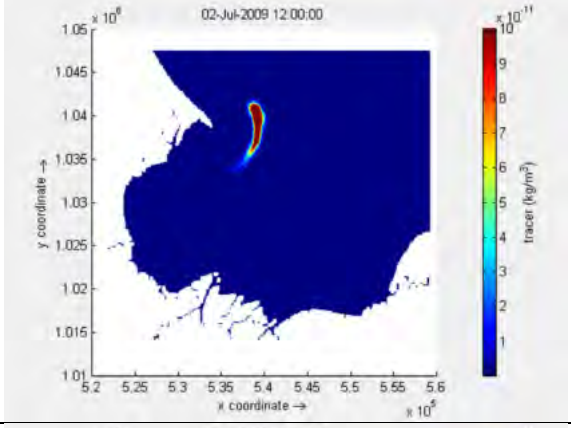
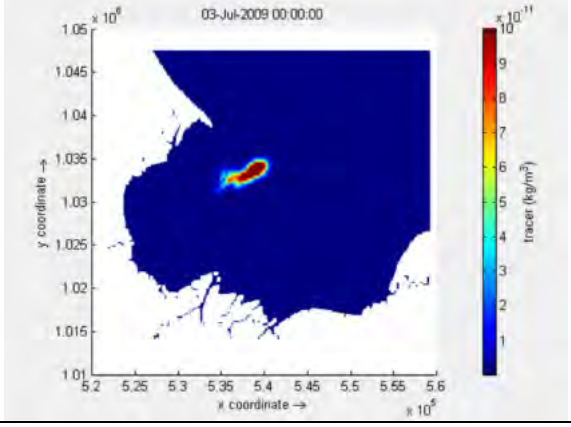
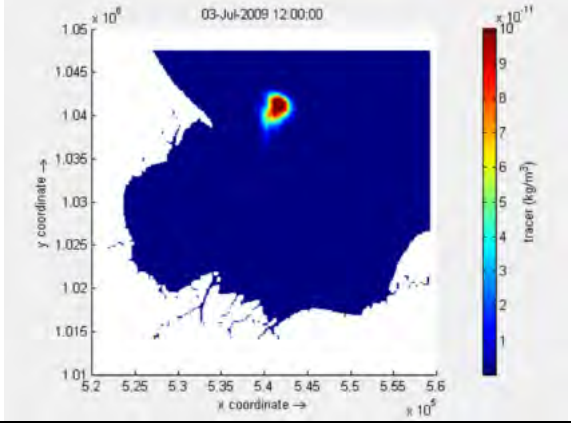
4.1 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ช่วงที่ 1)

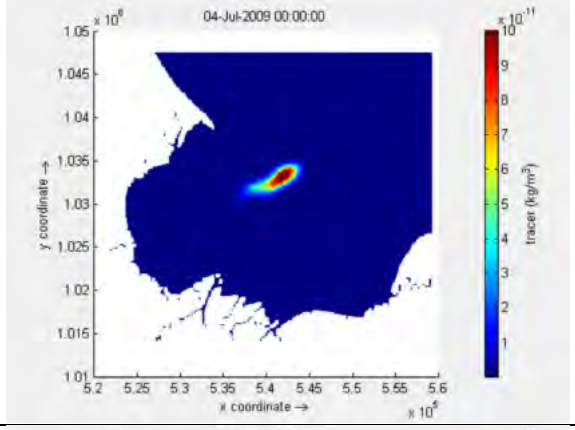
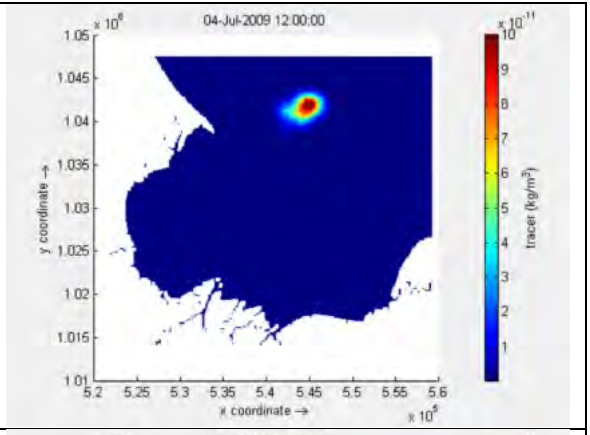
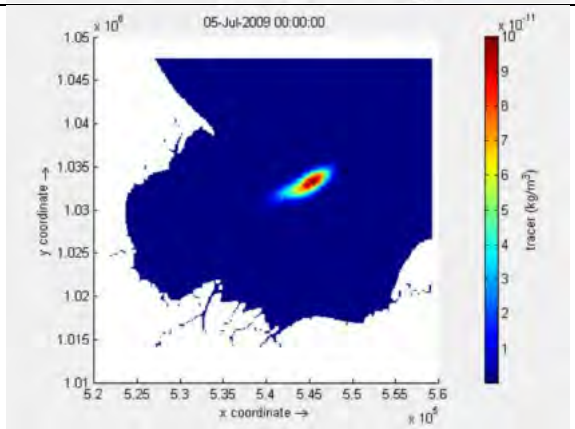
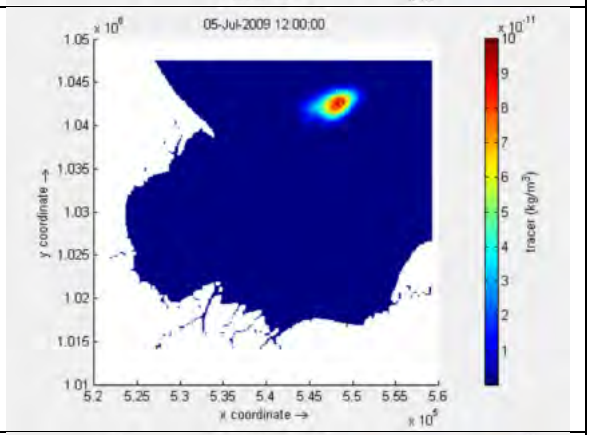
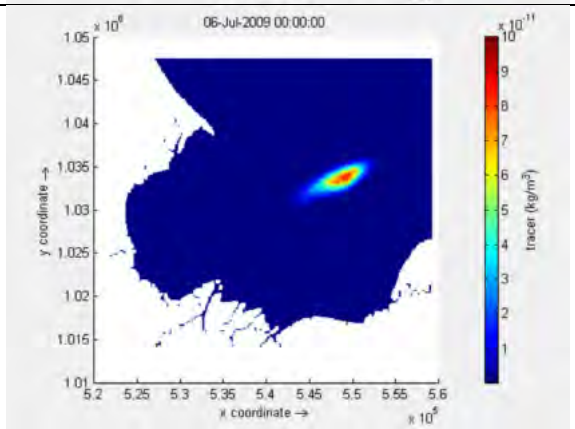
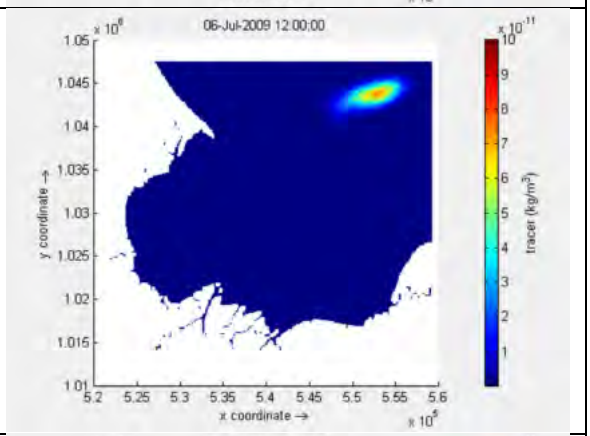
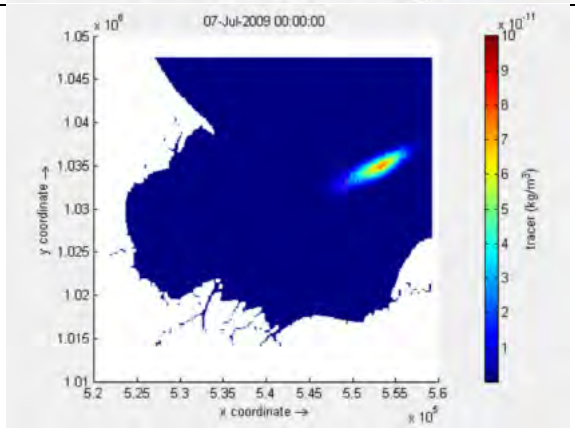
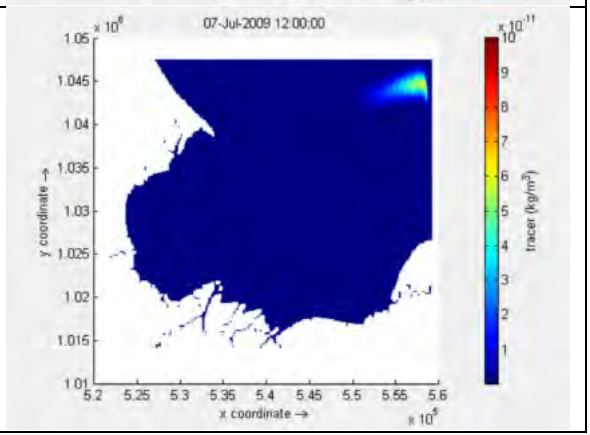
มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปจึงมีทิศทางออกจากชายฝั่ง และยังคงอยู่ในทะเลจนกระทั่งถึงระยะเวลาการลงเกาะ ยกตัวอย่างกรณี ได้แก่

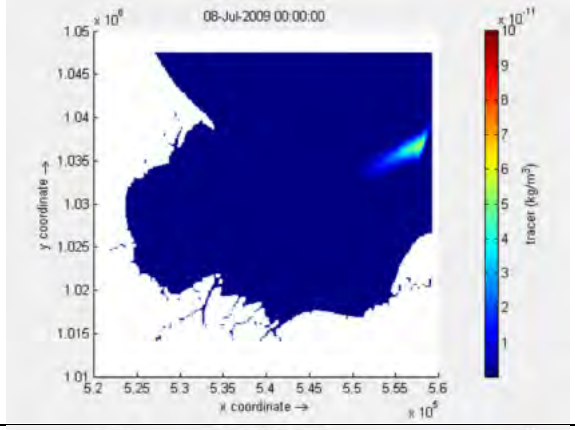
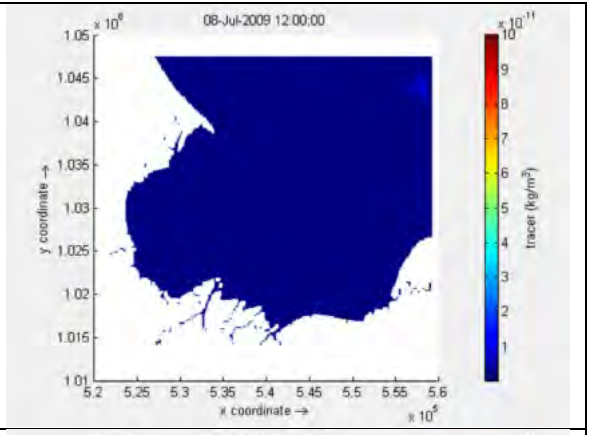
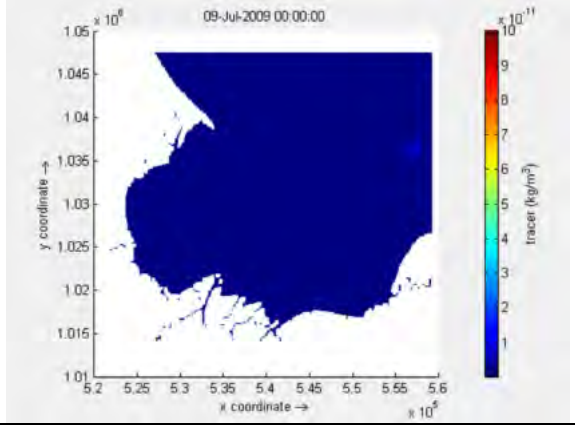
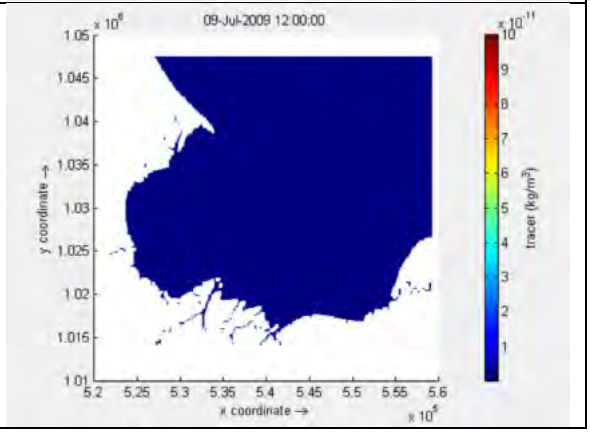
กรณี 13 เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 1-10 กรกฎาคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนกรกฎาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนขึ้นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและเริ่มออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 8 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะลงเกาะบริเวณถัดออกมาจากขอบเขตพื้นที่ศึกษาในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนกรกฎาคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (01/07)		
2 (02/07)		
3 (03/07)		

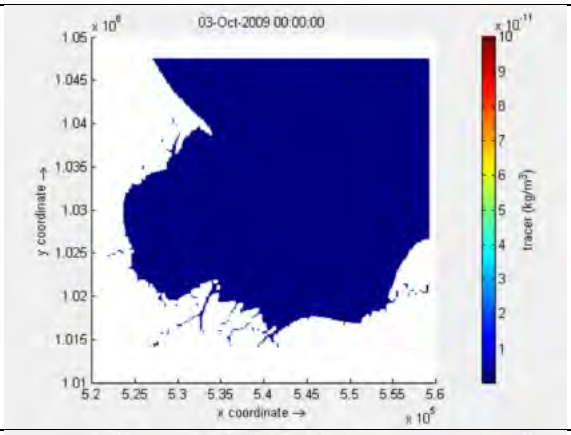
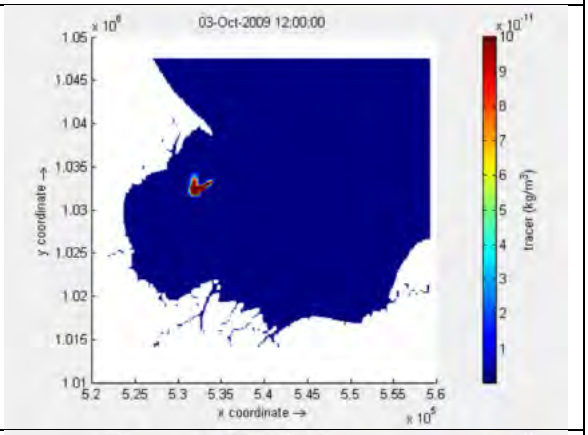
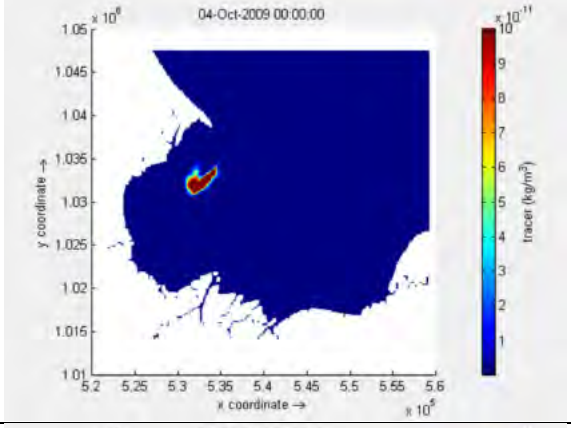
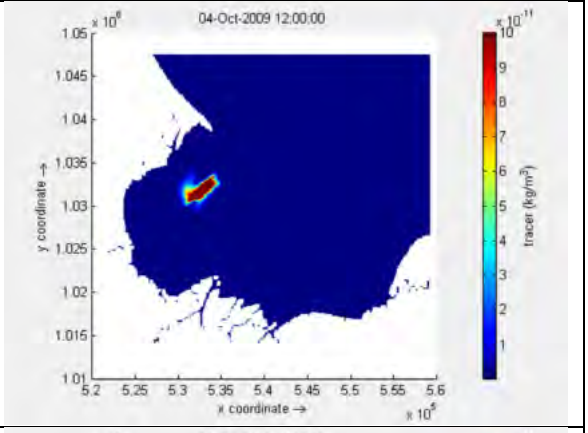
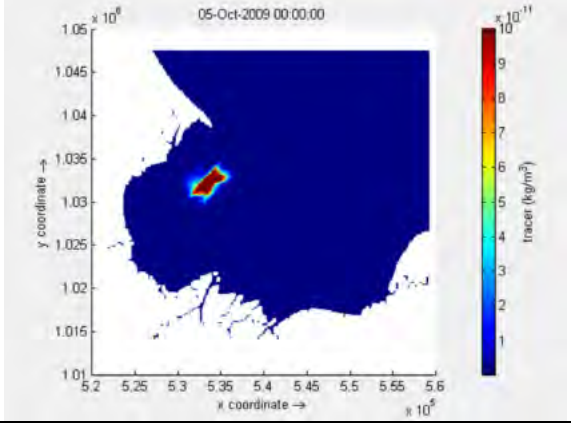
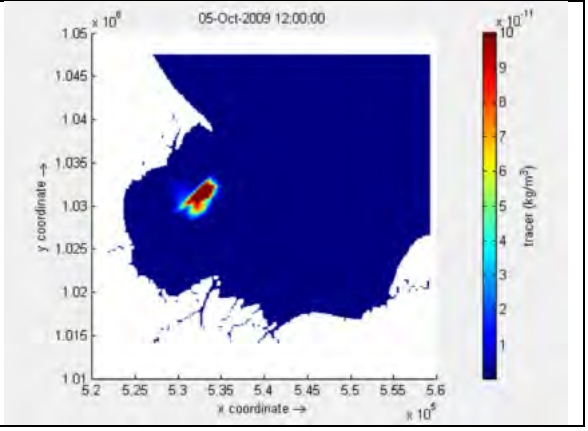
4 (04/07)		
5 (05/07)		
6 (06/07)		
7 (07/07)		

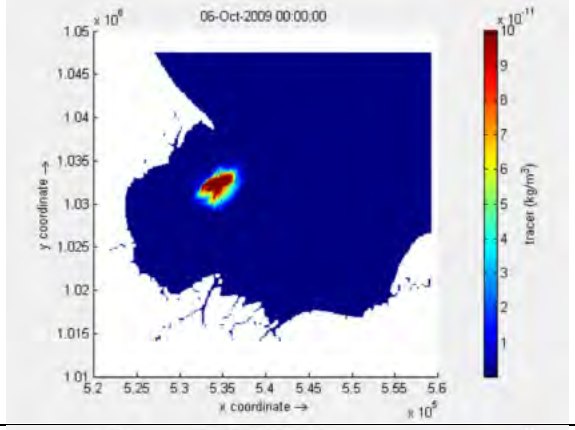
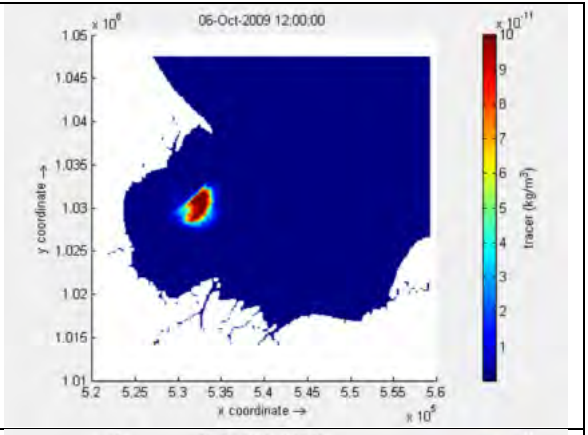
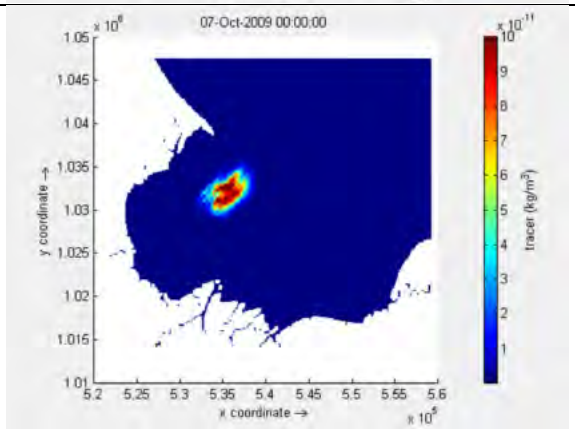
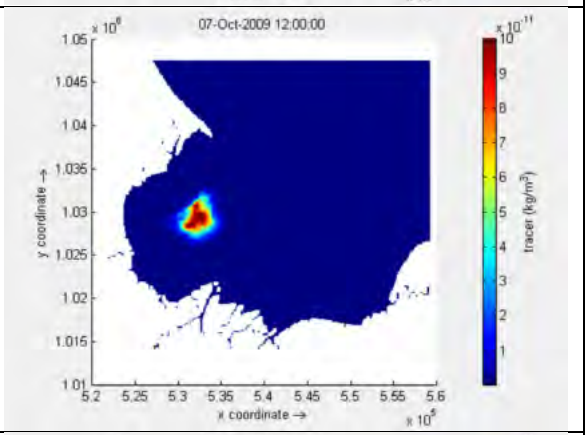
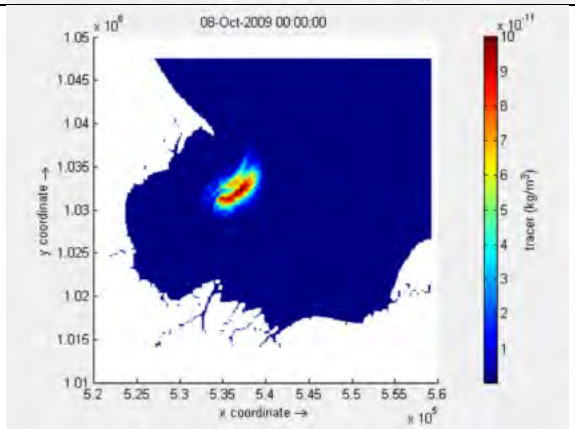
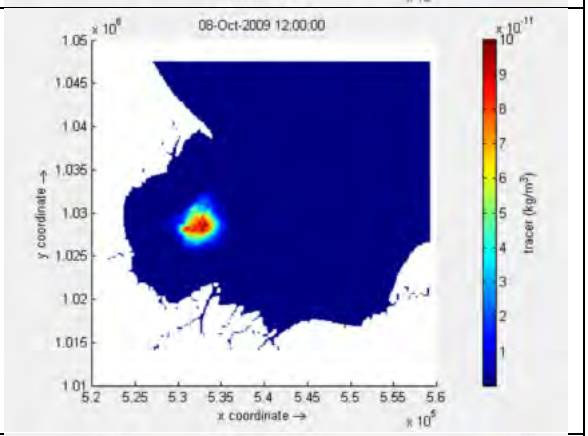
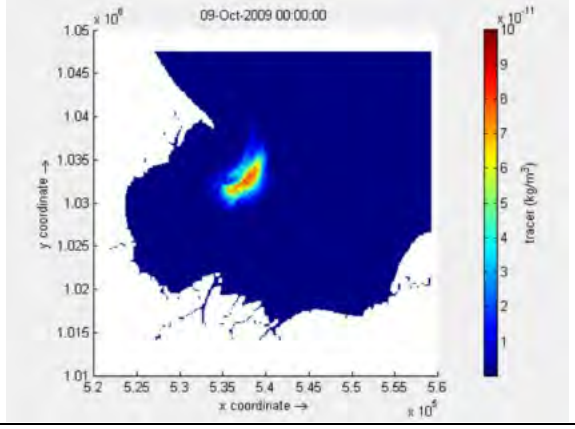
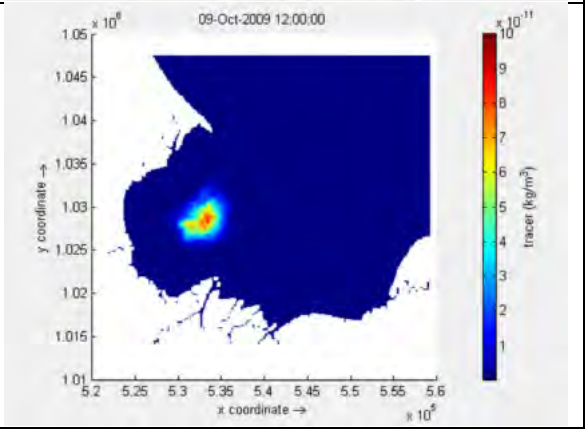
8 (08/07)		
9 (09/07)		

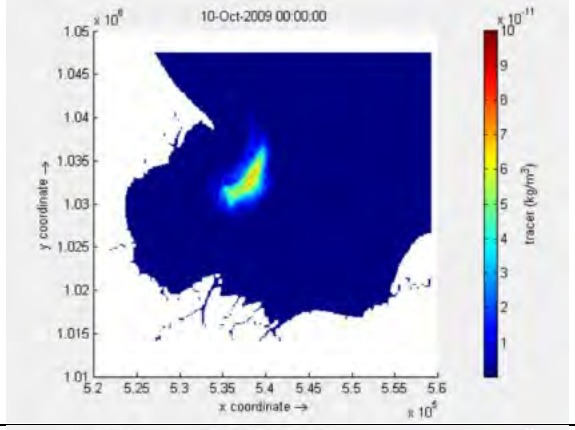
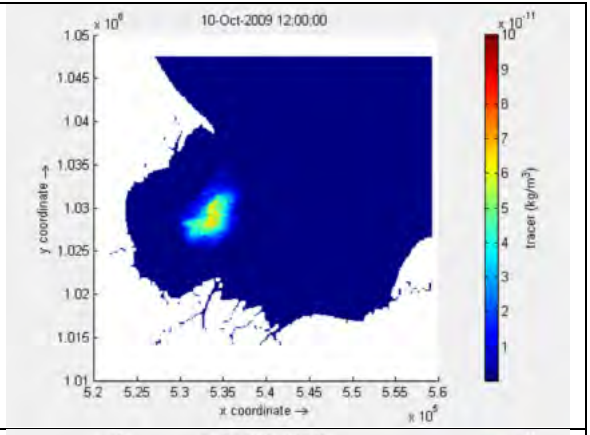
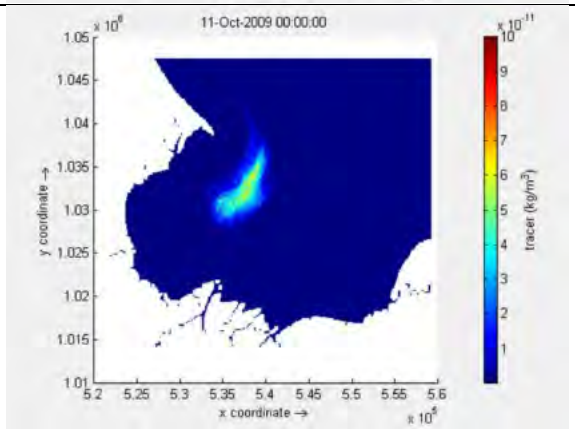
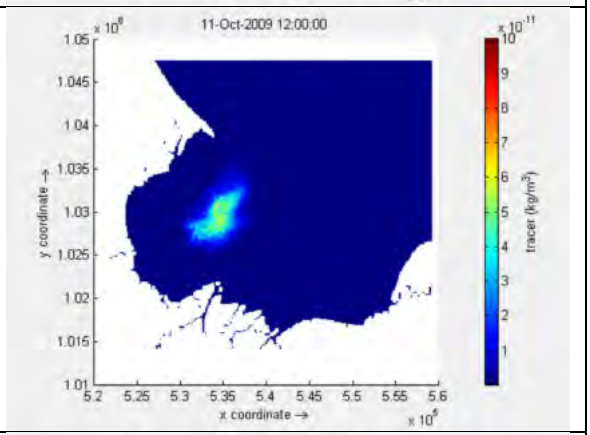
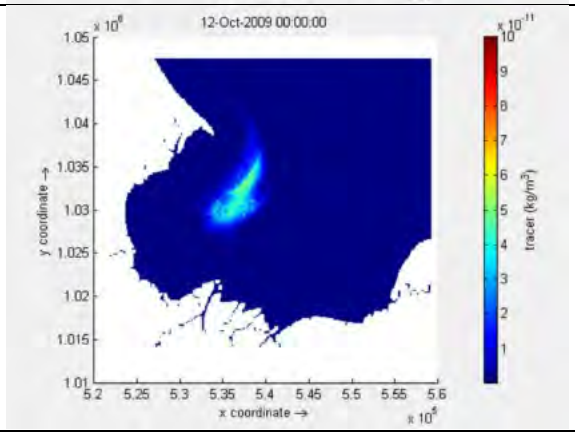
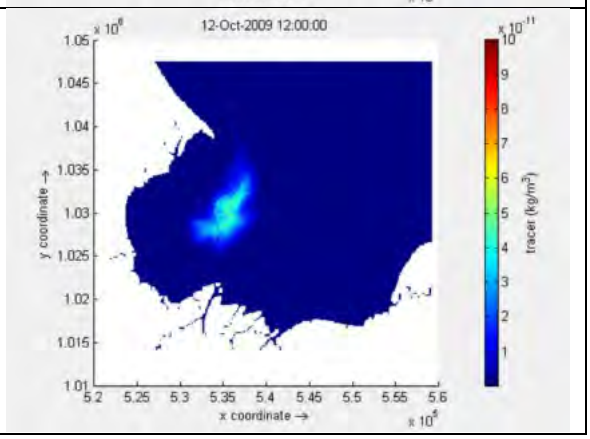
กรณีที่ 19 เดือนตุลาคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 3-12 ตุลาคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนตุลาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออกเล็กน้อย โดยยังอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาจนถึงวันที่ 10 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จในเดือนตุลาคมจะให้ผลลัพธ์การลงเกาะใกล้บริเวณอ่าวบ้านดอนมากที่สุด สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนตุลาคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (03/10)		
2 (04/10)		
3 (05/10)		

4 (06/10)		
5 (07/10)		
6 (08/10)		
7 (09/10)		

8 (10/10)		
9 (11/10)		
10 (12/10)		

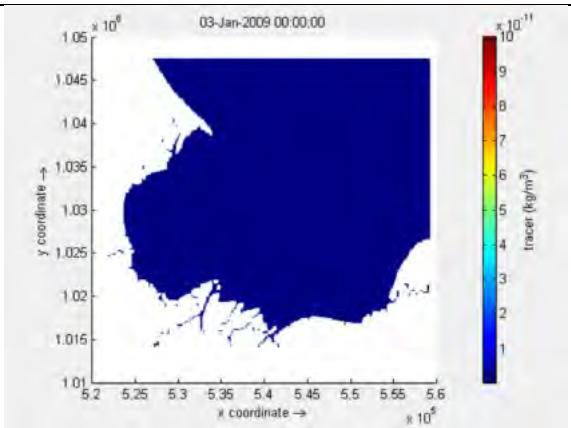
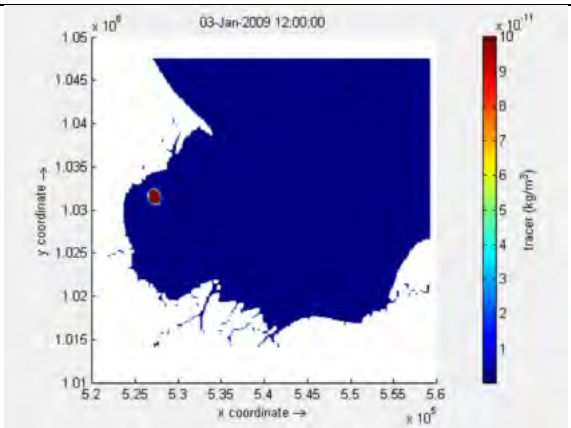
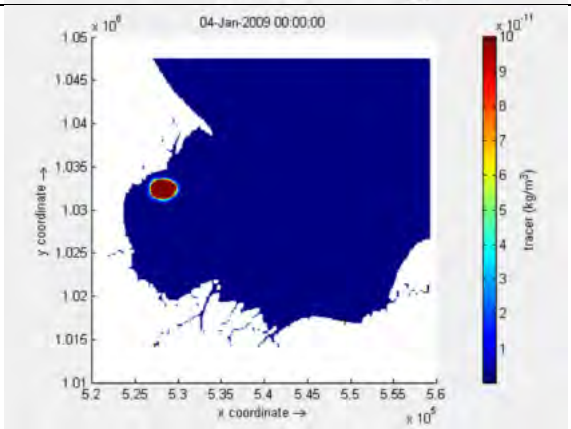
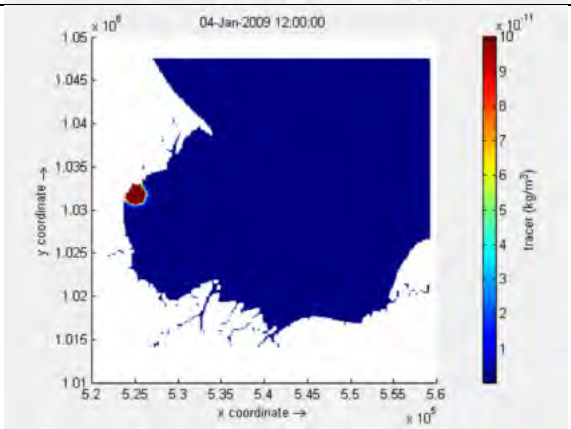
4.2 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน (ช่วงที่ 2)

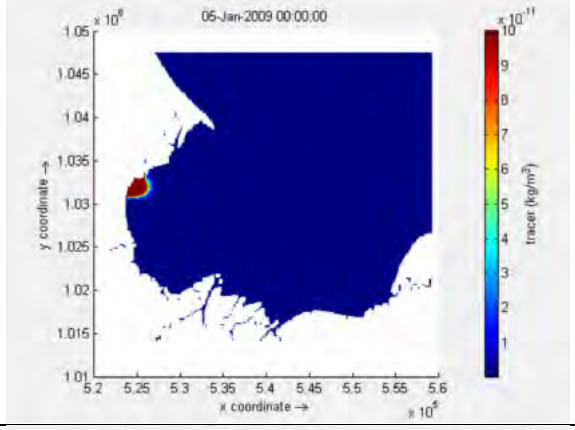
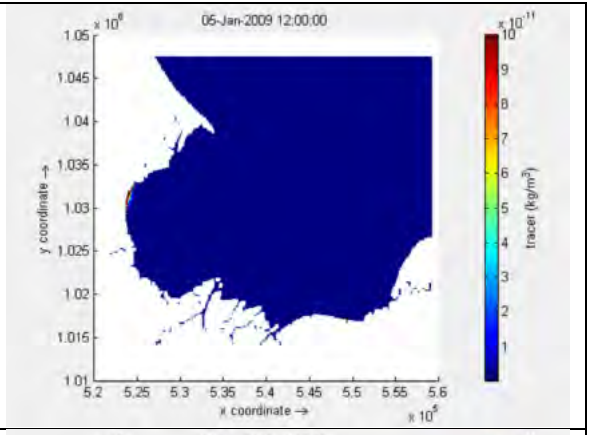
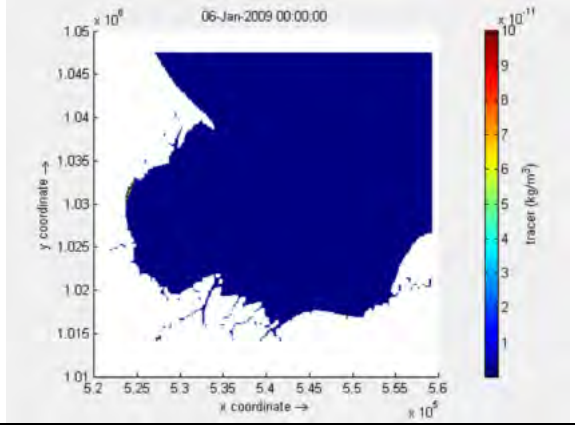
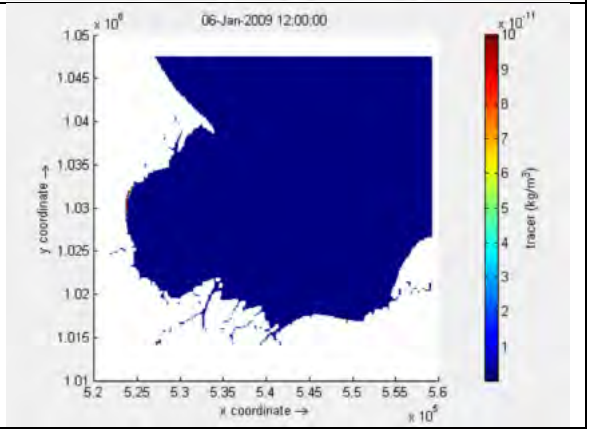
มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปจึงมีทิศทางเข้าสู่ชายฝั่งก่อนถึงระยะเวลาการลงเกาะ ยกตัวอย่างกรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 เดือนมกราคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 3-12 มกราคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล และยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้กลุ่มอนุภาคมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ก่อนที่กลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนที่เข้าฝั่งภายในวันที่ 4 หลังจากการปล่อยอนุภาค ซึ่งเป็นระยะเวลาก่อนการลงเกาะของตัวอ่อนปูม้า สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนมกราคมช่วงน้ำตาย

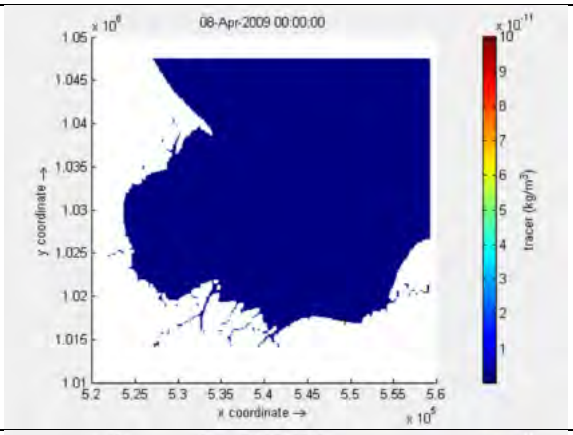
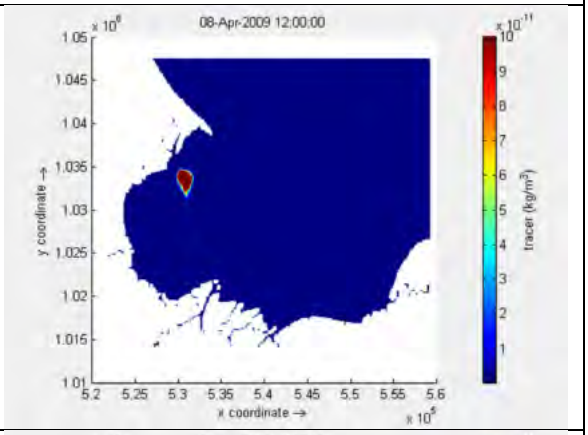
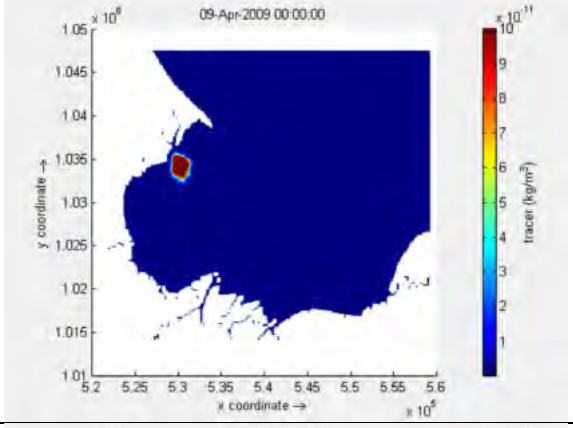
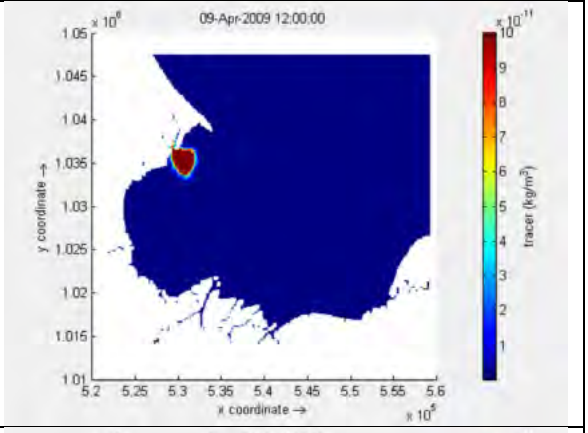
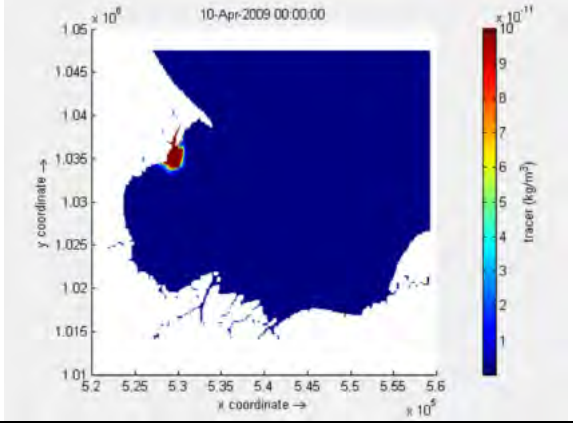
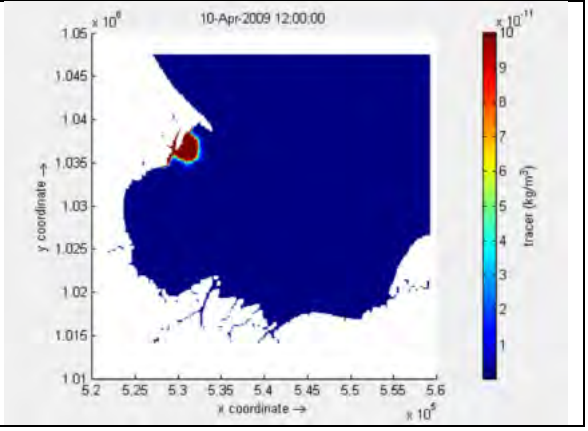
วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (03/01)		
2 (04/01)		

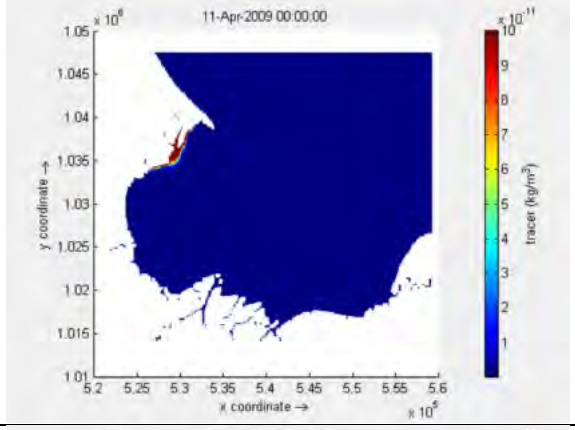
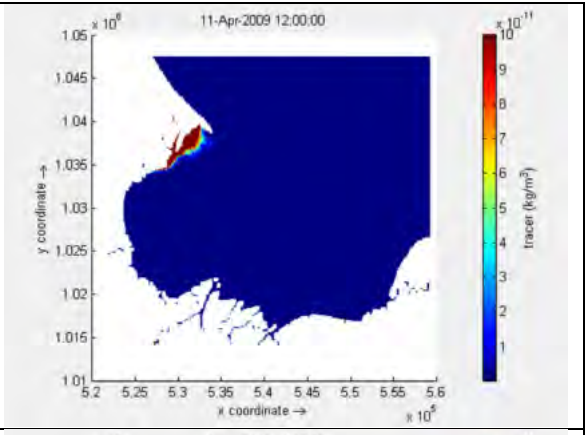
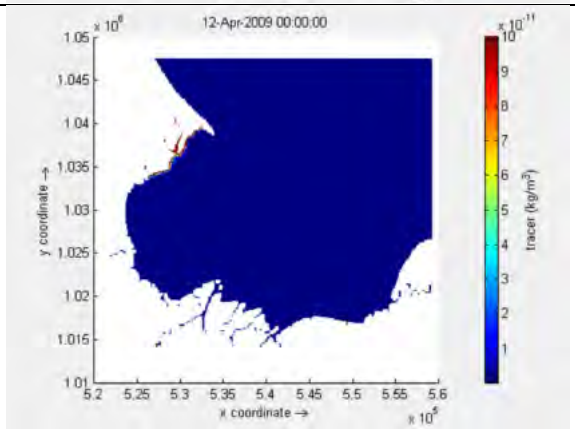
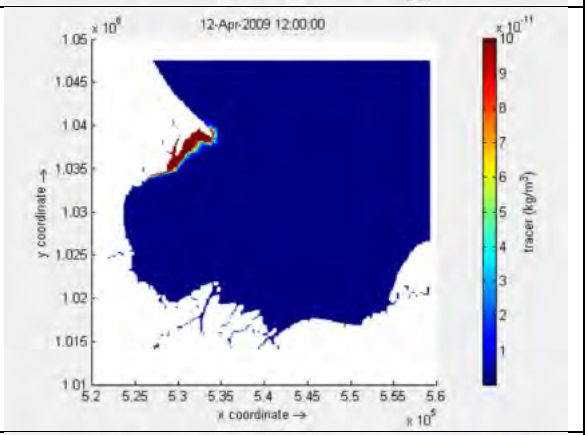
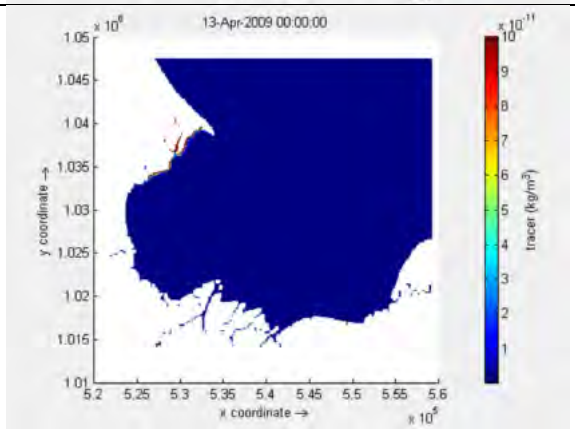
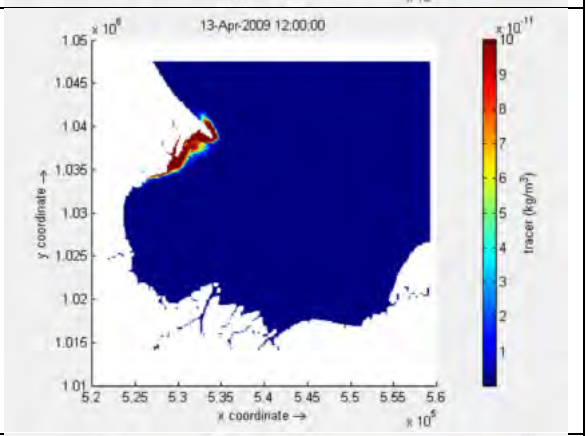
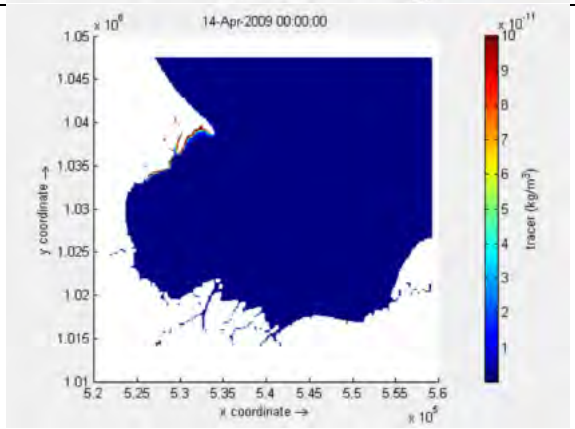
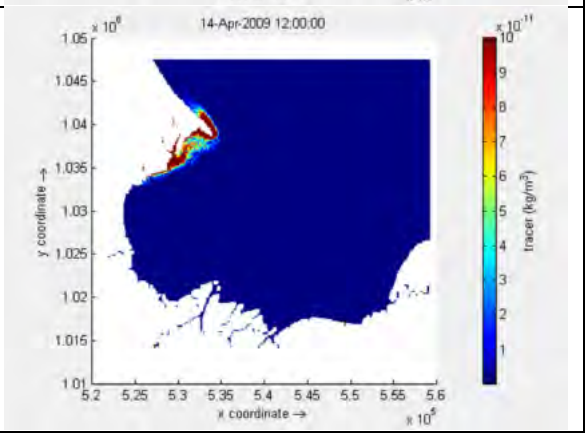
3 (05/01)		
4 (06/01)		

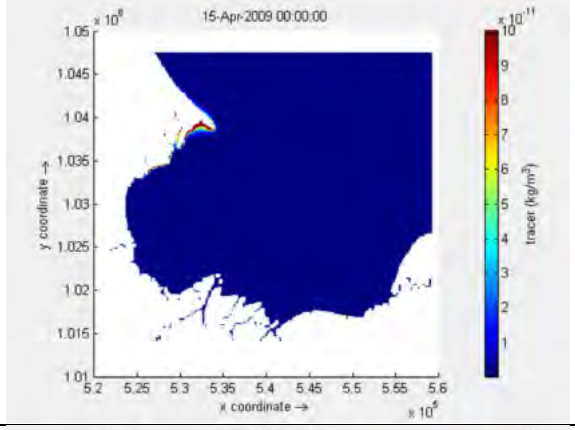
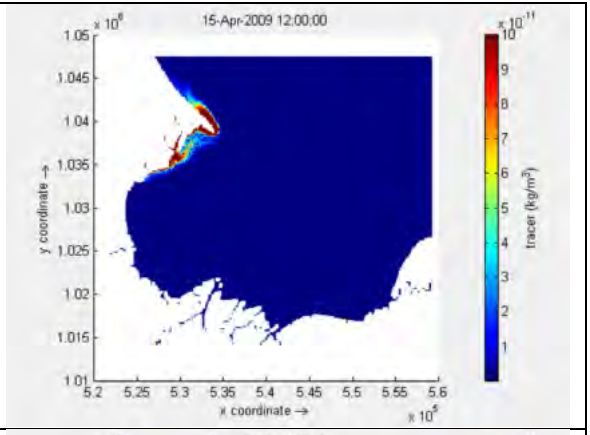
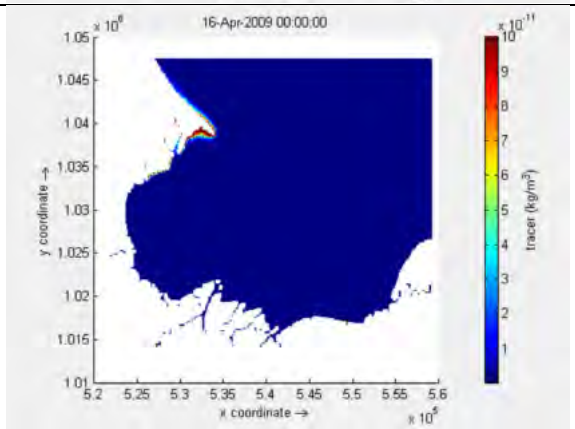
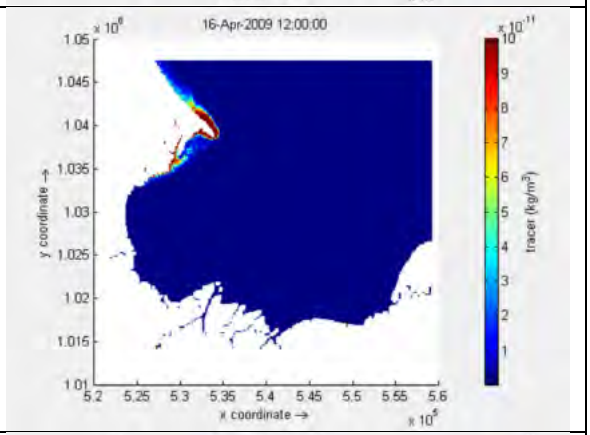
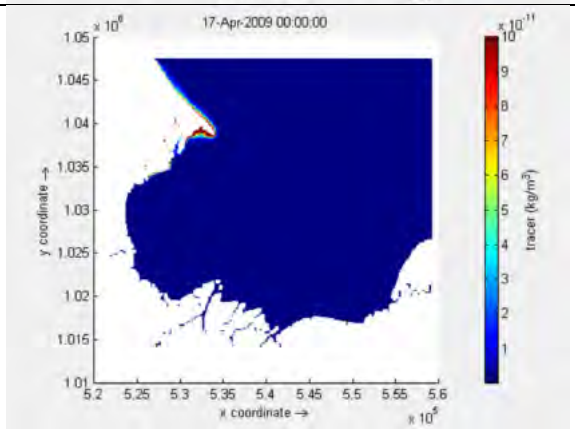
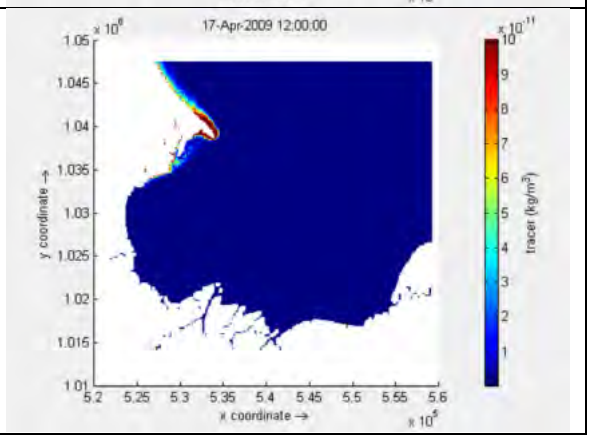
กรณีที่ 7 เดือนเมษายน ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 8-17 เมษายน 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล และยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้กลุ่มอนุภาคมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ก่อนที่กลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนที่เข้าฝั่งภายในวันที่ 10 หลังจากการปล่อยอนุภาค ซึ่งเป็นระยะเวลาก่อนการลงเกาะของตัวอ่อนปูม้า และยังมีตัวอ่อนปูม้าบางส่วนที่สามารถเคลื่อนขึ้นไปทางเหนือบริเวณหาดพุมเรียงได้ภายในวันที่ 5 ก่อนจะถูกพัดพาเข้าสู่ฝั่งเช่นกัน สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนเมษายนช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (08/04)		
2 (09/04)		
3 (10/04)		

4 (11/04)		
5 (12/04)		
6 (13/04)		
7 (14/04)		

8 (15/04)		
9 (16/04)		
10 (17/04)		

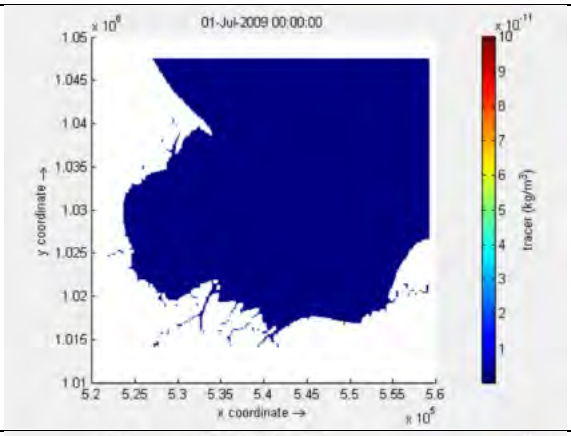
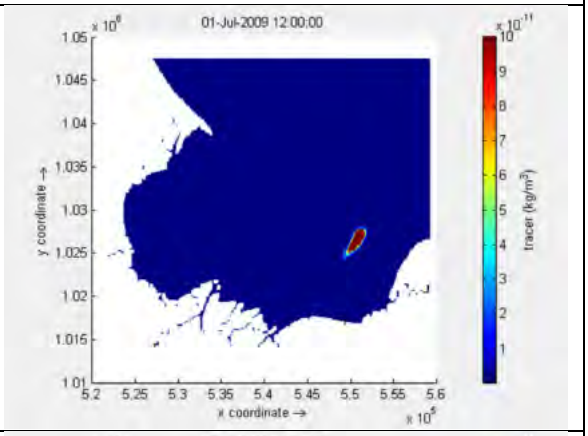
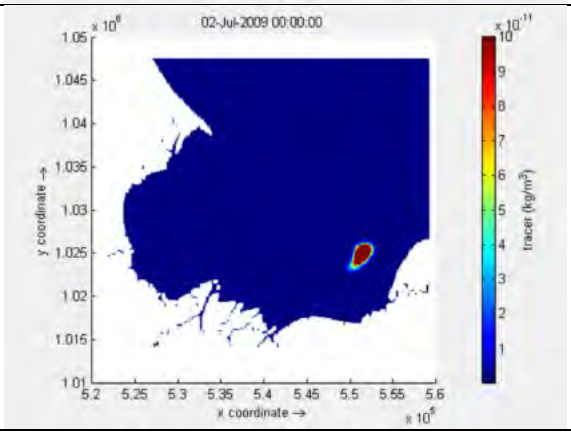
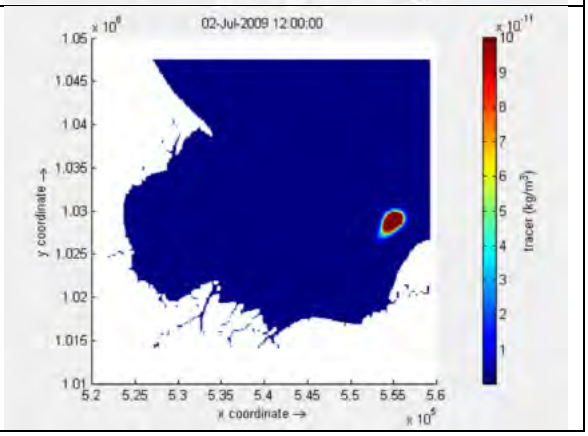
4.3 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (ช่วงที่ 1)

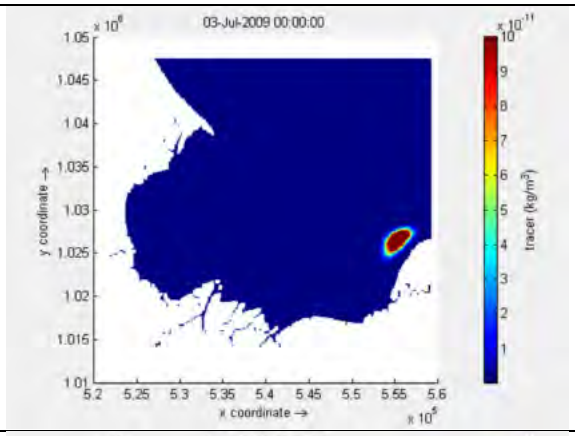
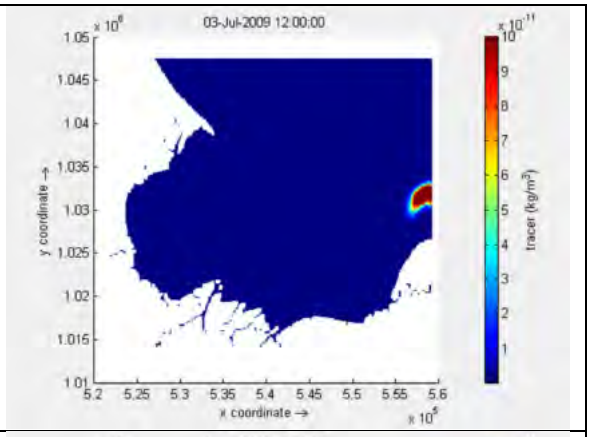
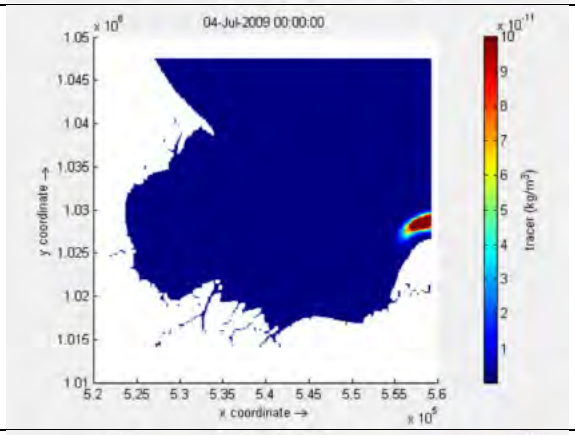
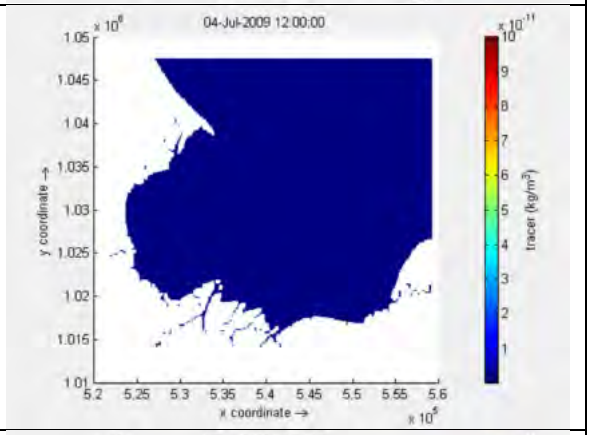
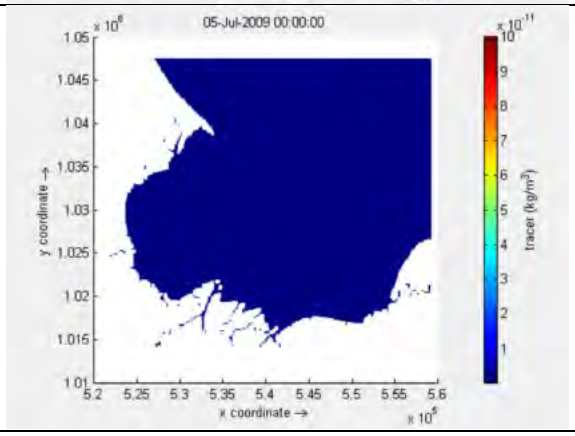
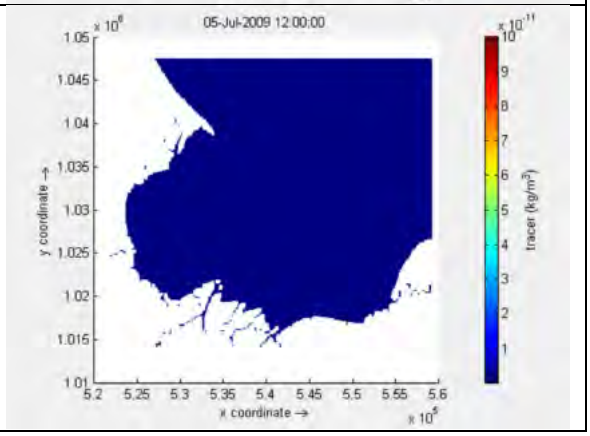
ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมนั้นไม่สามารถคาดคะเนพื้นที่การลงเกาะได้อย่างแน่ชัด เนื่องจากกลุ่มอนุภาคแทนตัวอ่อนปูม้าได้เคลื่อนที่ออกนอกพื้นที่ศึกษาก่อนที่จะถึงวันที่มีการลงเกาะ ช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ตัวอ่อนบางส่วนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งก่อนวันที่มีการลงเกาะ และเดือนตุลาคม ตัวอ่อนที่เคลื่อนที่ออกจากจุดปล่อยจะยังคงอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ยกตัวอย่างกรณี ได้แก่

กรณีที่ 37 เดือนกรกฎาคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 1-10 กรกฎาคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนกรกฎาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออก ก่อนจะออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 4 หลังจากการปล่อยอนุภาค ดังนั้นจึงไม่สามารถคาดคะเนโอกาสที่ตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนระยะ Megalopa จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบในเดือนกรกฎาคมช่วงน้ำตายได้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนกรกฎาคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (01/07)		
2 (02/07)		

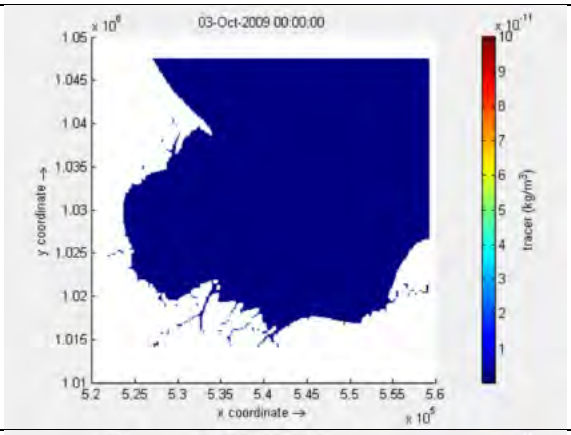
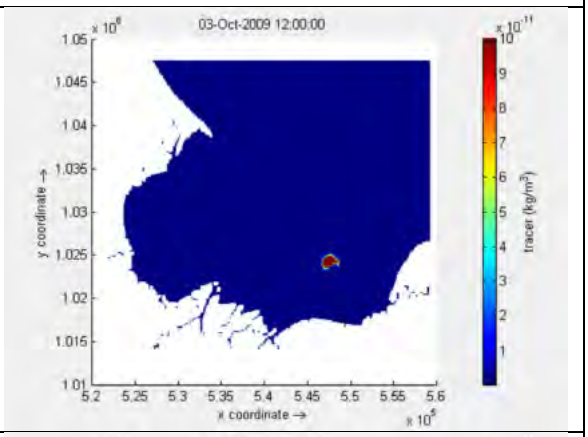
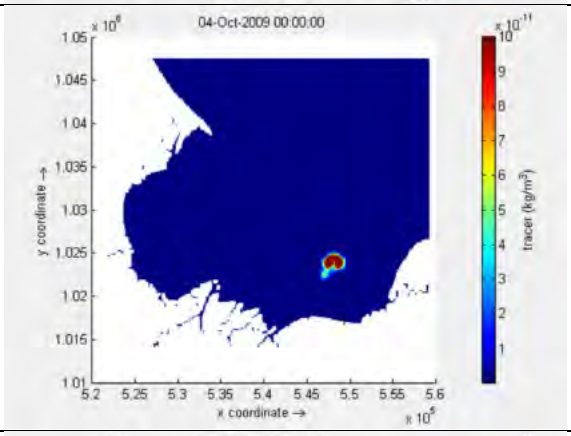
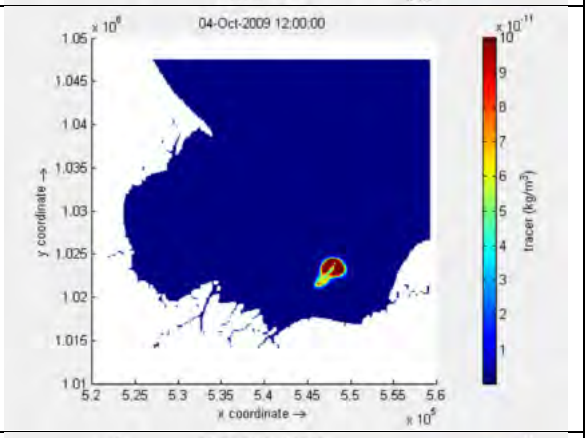
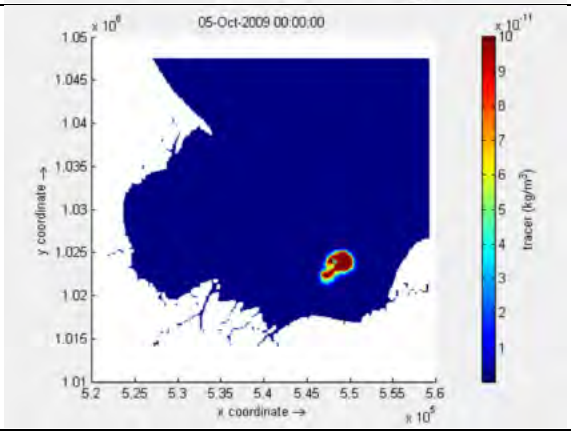
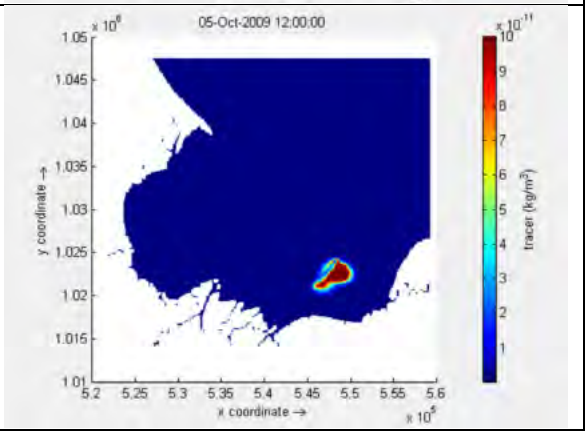
3 (03/07)		
4 (04/07)		
5 (05/07)		

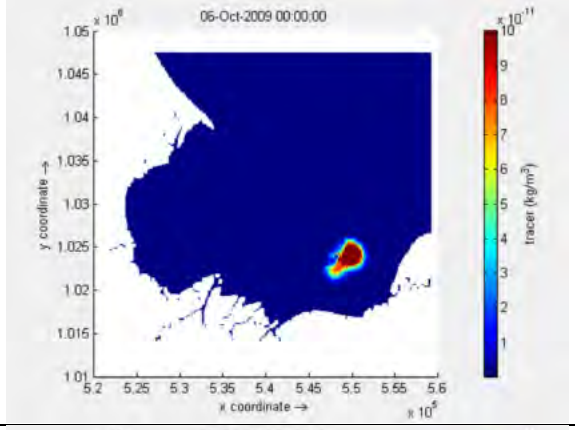
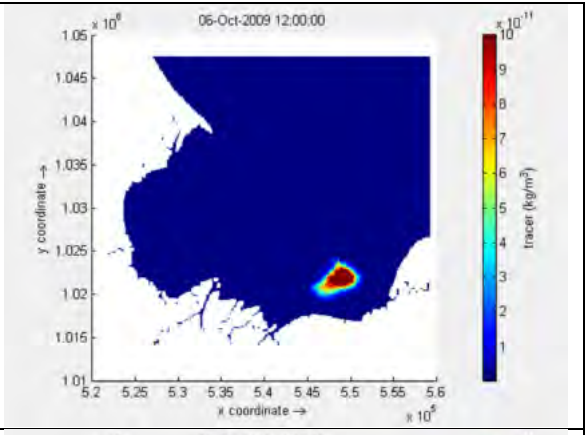
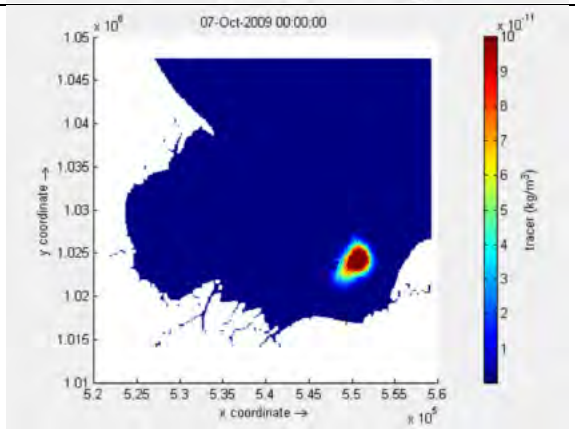
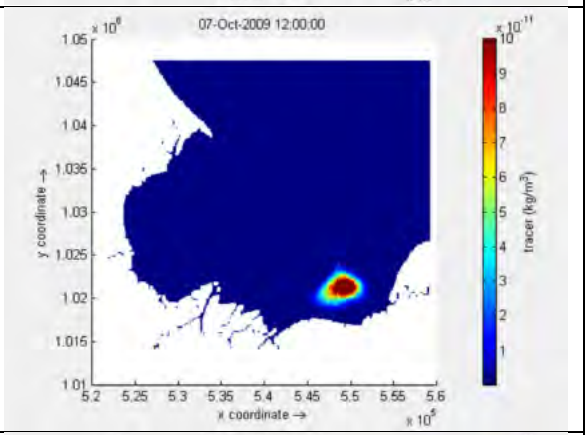
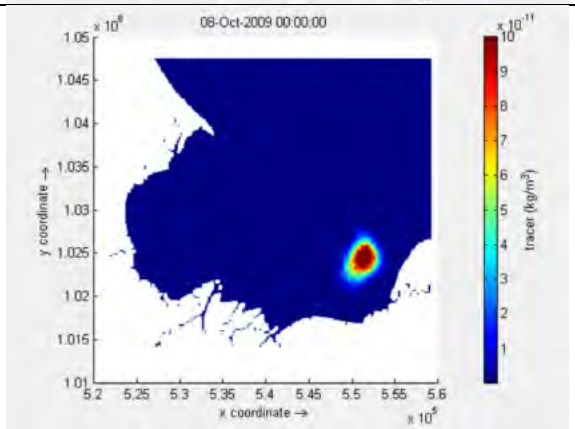
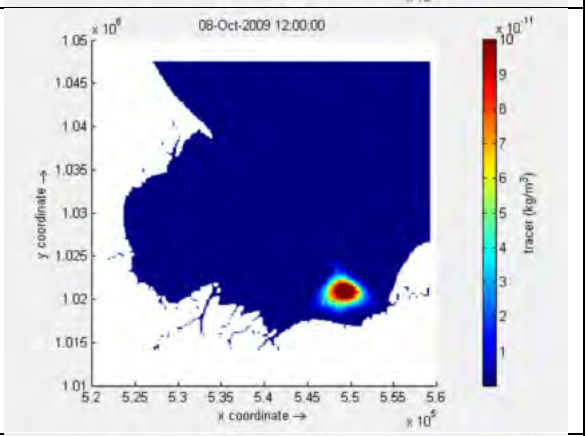
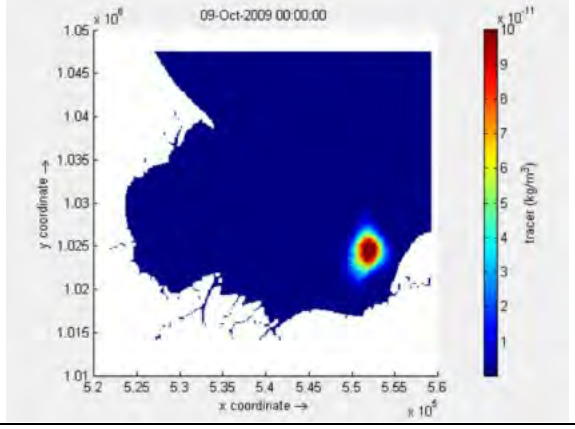
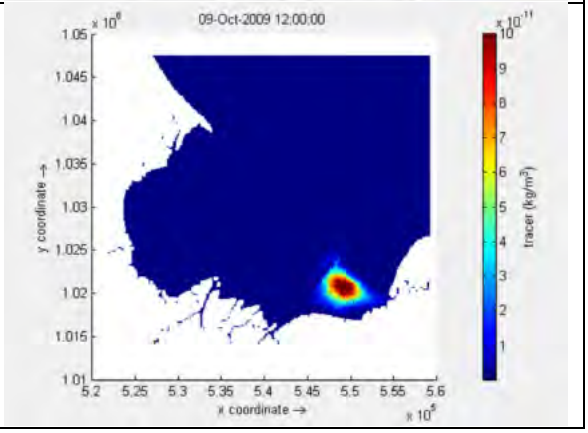
กรณีที่ 43 เดือนตุลาคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 3-12 ตุลาคม 2552)

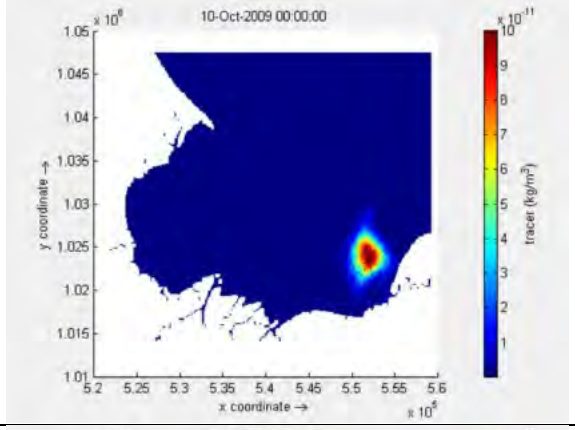
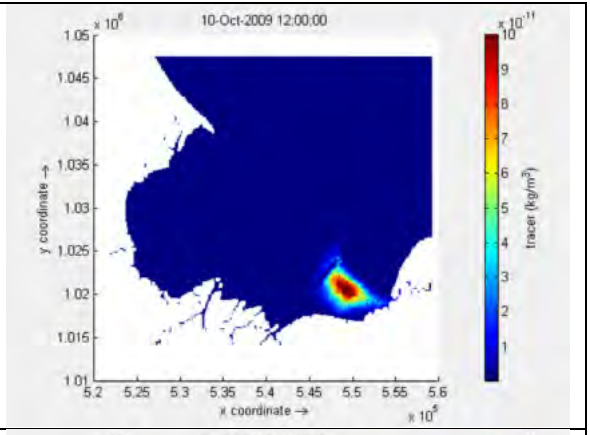
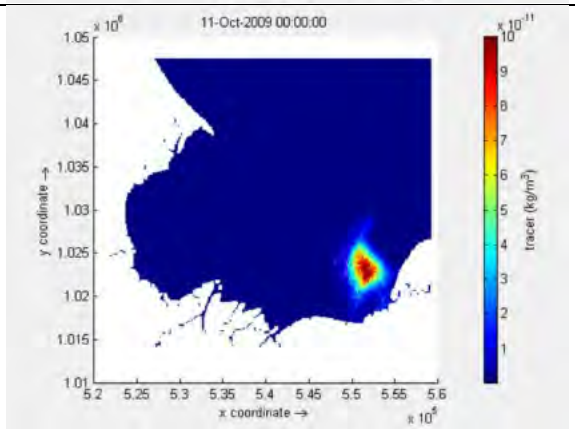
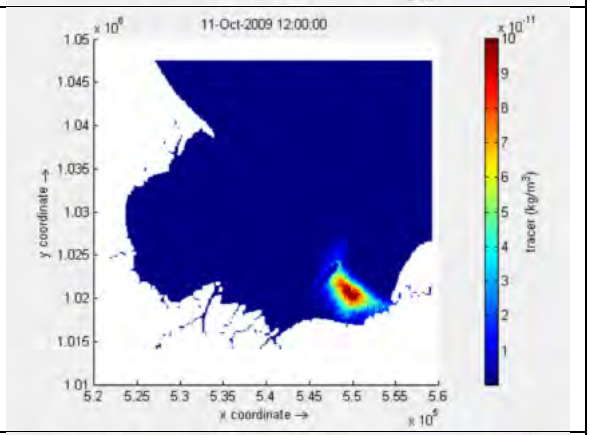
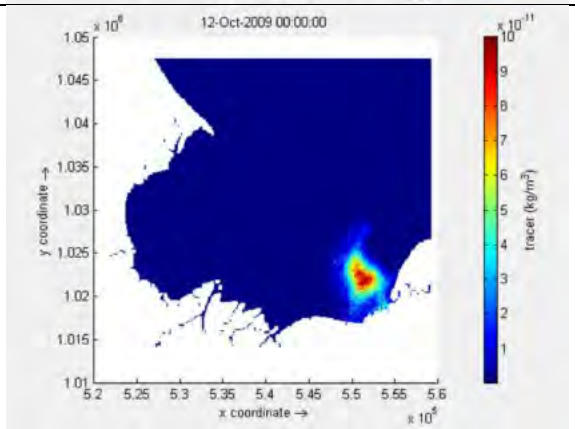
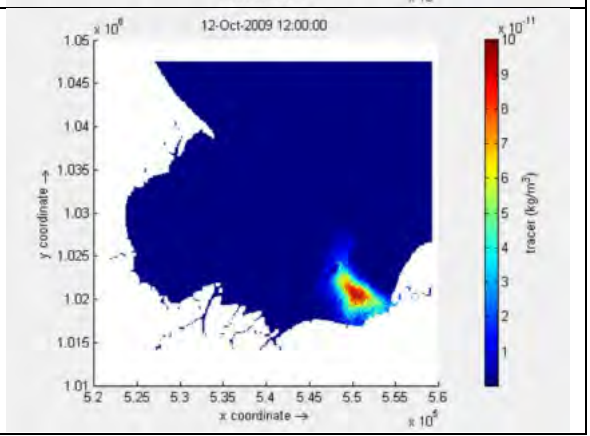
จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนตุลาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่อนลง จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปไม่ห่างจากจุดปล่อยนัก และยังอยู่ในพื้นที่ศึกษาจนถึงวันที่ 10 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะมีการลงเกาะในบริเวณถัดออกมาจาก

ชายฝั่งระหว่างอำเภอกาญจนดิษฐ์และเกาะปราบ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนตุลาคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (03/10)		
2 (04/10)		
3 (05/10)		

4 (06/10)		
5 (07/10)		
6 (08/10)		
7 (09/10)		

8 (10/10)		
9 (11/10)		
10 (12/10)		

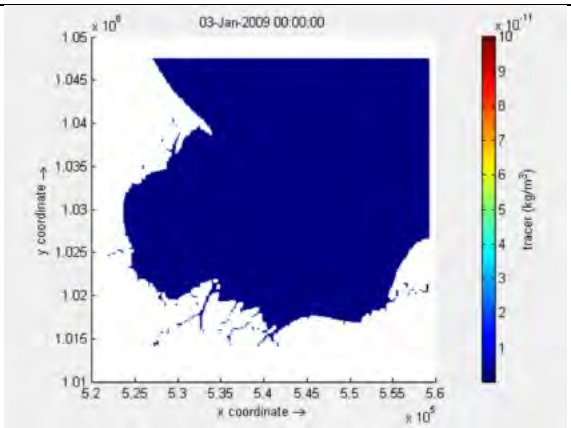
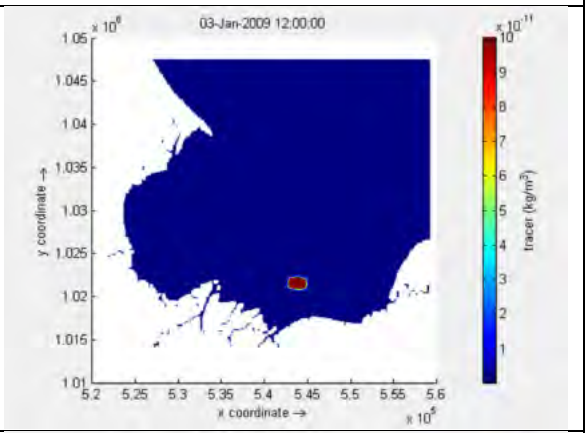
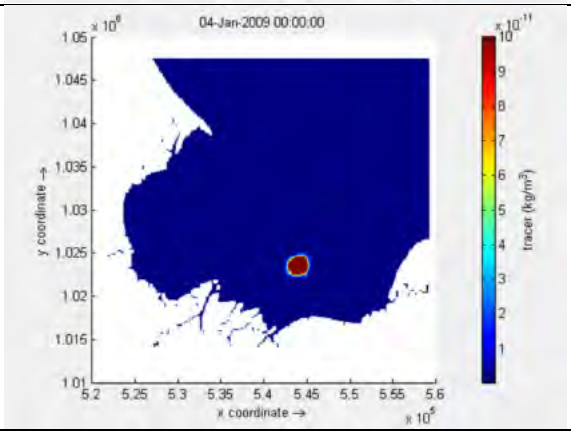
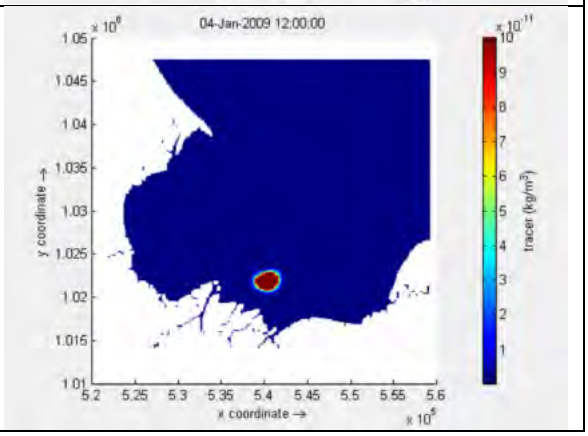
4.4 ผลการศึกษากรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน (ช่วงที่ 2)

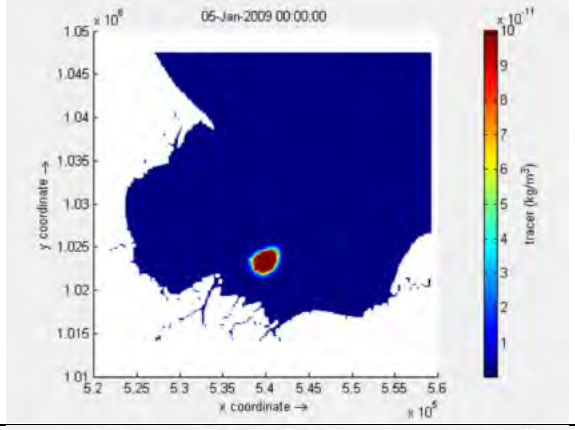
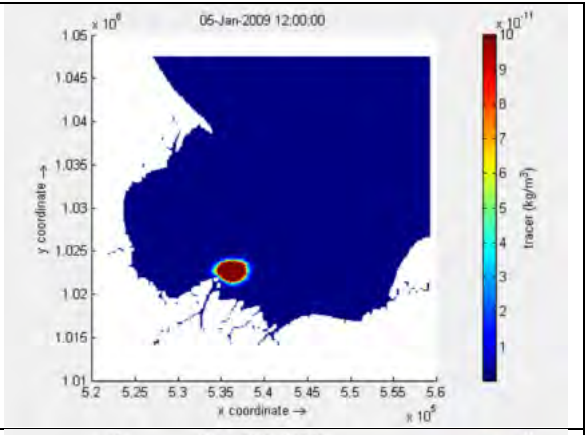
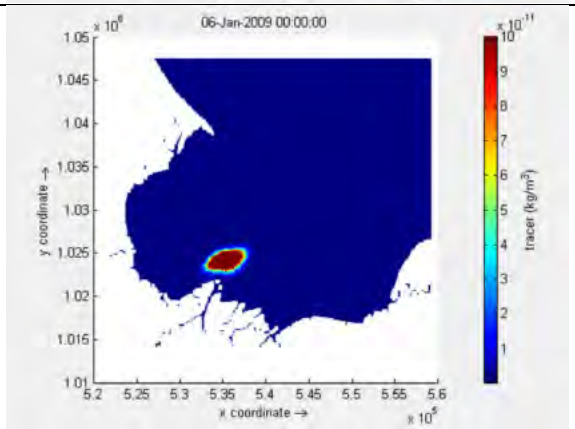
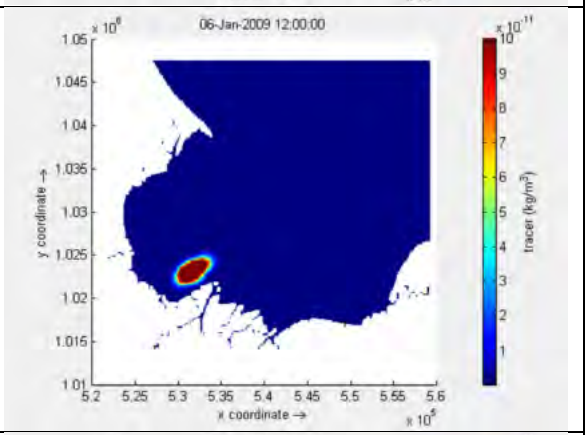
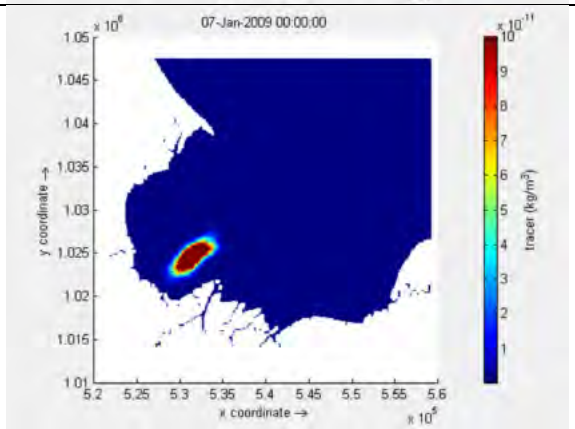
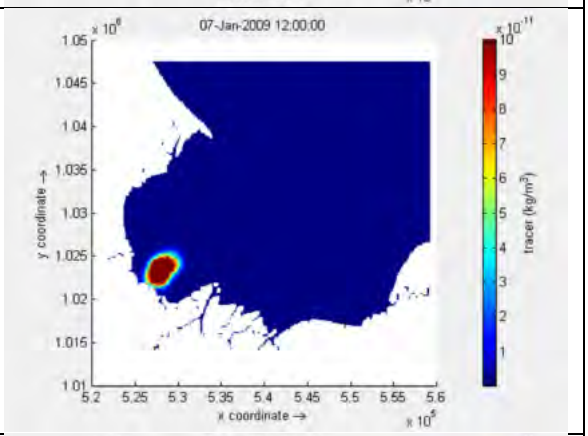
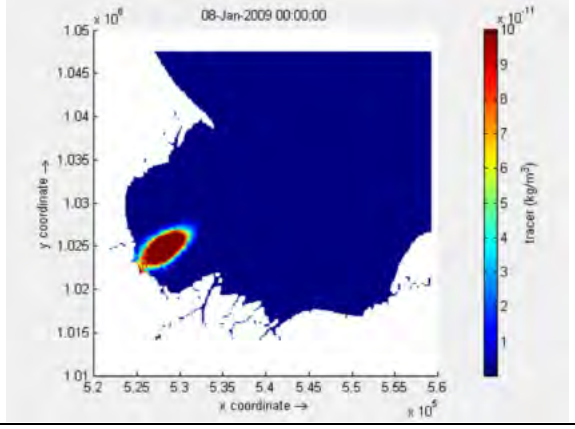
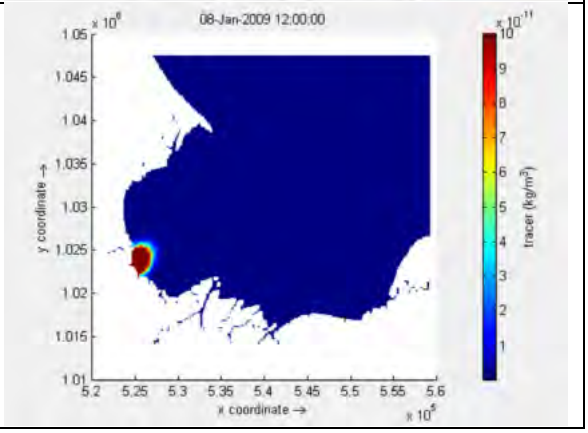
จากผลการศึกษามีเพียงเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนเท่านั้นที่ตัวอ่อนจะไม่เคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งจนกระทั่งถึงวันที่เริ่มลงเกาะ สำหรับเดือนที่เหลือต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบในการทำนายโอกาสรอดชีวิตของตัวอ่อน ยกตัวอย่างกรณี ได้แก่

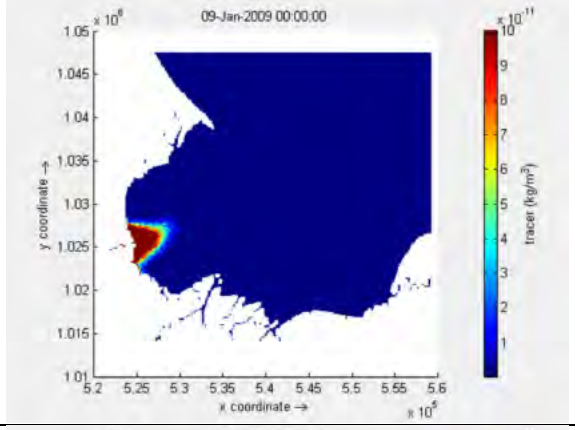
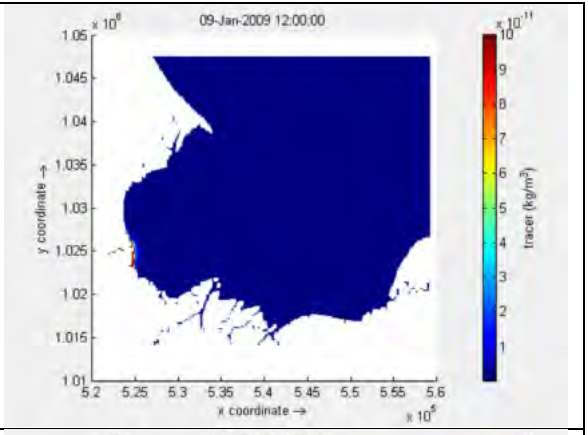
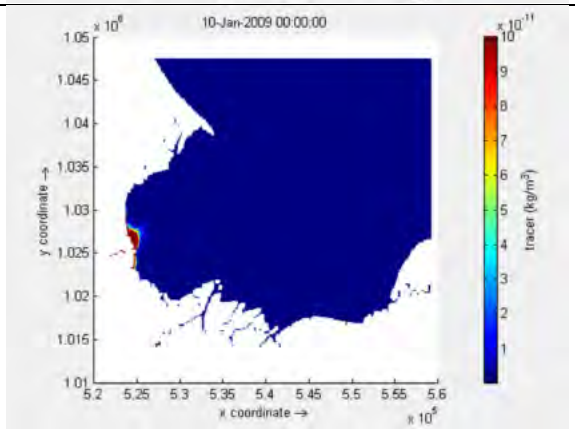
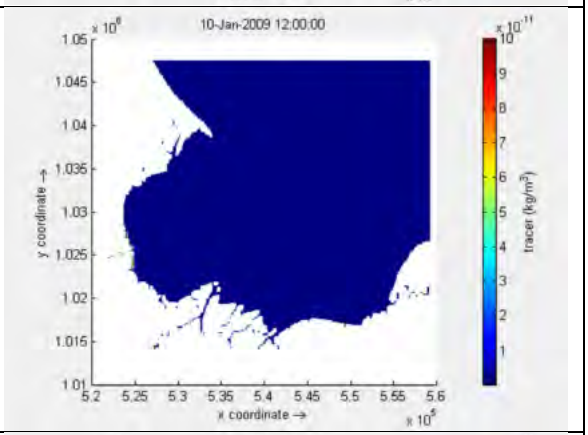
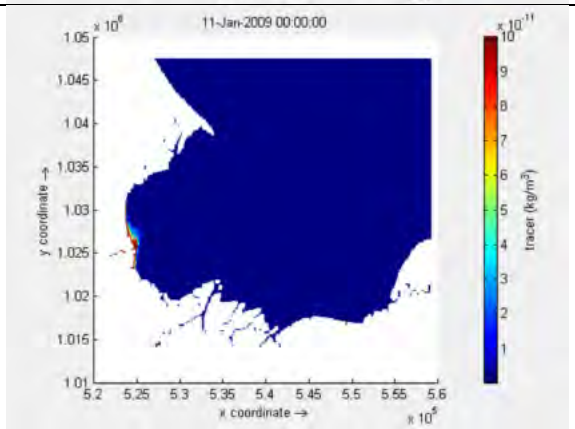
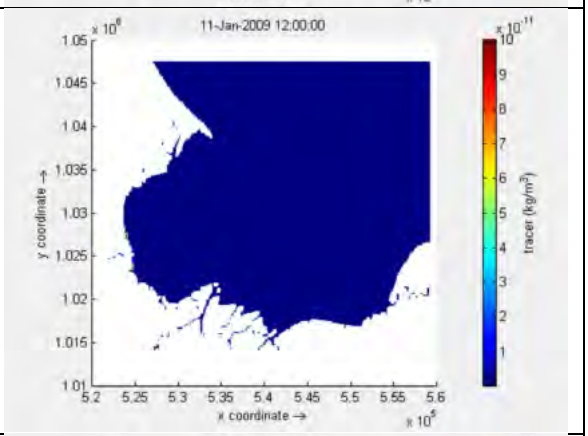
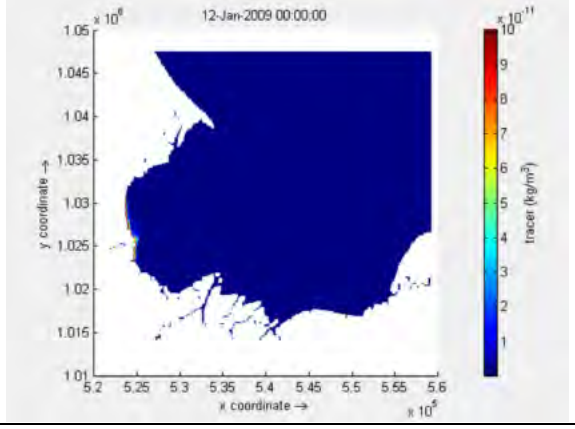
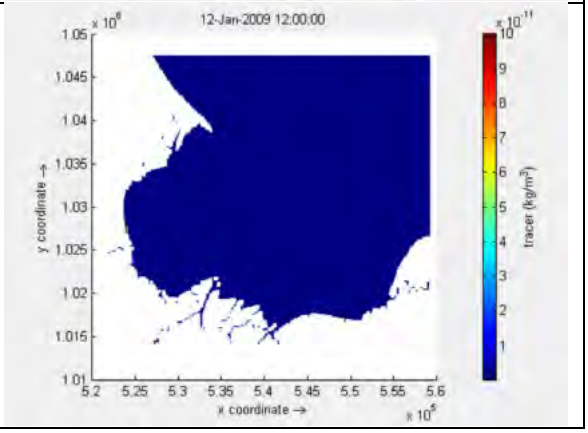
กรณีที่ 25 เดือนมกราคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 3-12 มกราคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนมกราคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ก่อนจะเข้าสู่ฝั่งภายในวันที่ 7 หลังจากการปล่อยอนุภาค ซึ่งเป็นระยะเวลาก่อนการลงเกาะของตัวอ่อนปูม้า ทั้งนี้การปล่อยอนุภาคในเดือนมกราคมช่วงน้ำตายบริเวณเกาะปราบจะมีระยะเวลาก่อนที่กลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนที่เข้าฝั่งยาวนานกว่าการปล่อยอนุภาคในเดือนมกราคมช่วงน้ำตายบริเวณเกาะเสร็จ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนมกราคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (03/01)		
2 (04/01)		

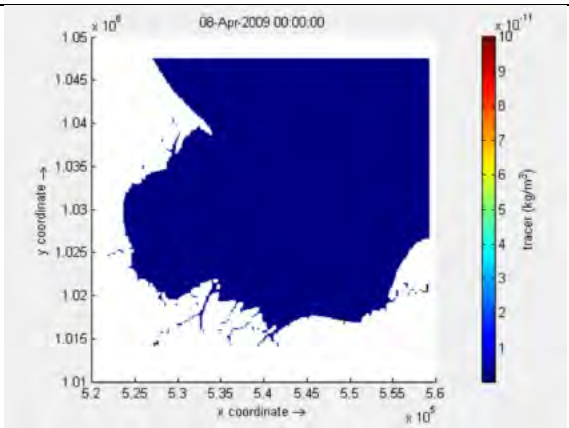
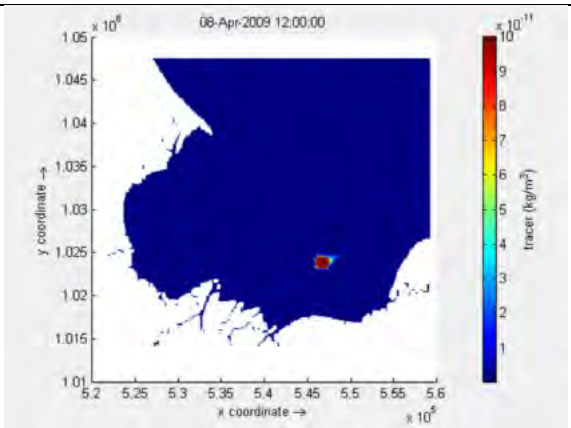
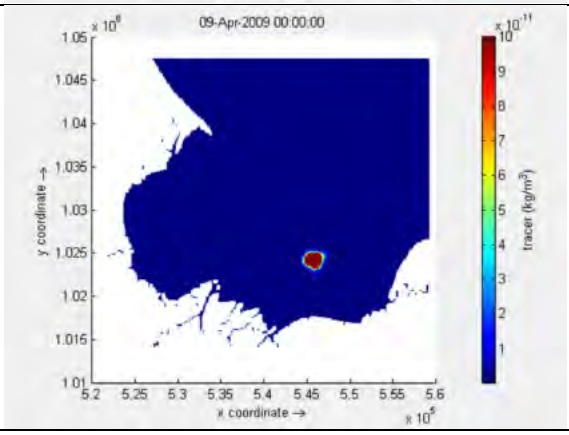
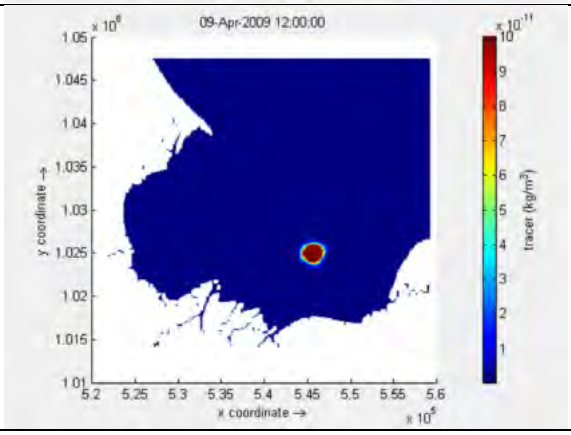
3 (05/01)		
4 (06/01)		
5 (07/01)		
6 (08/01)		

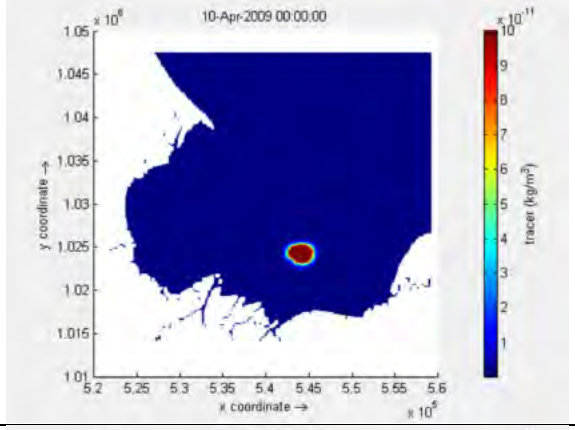
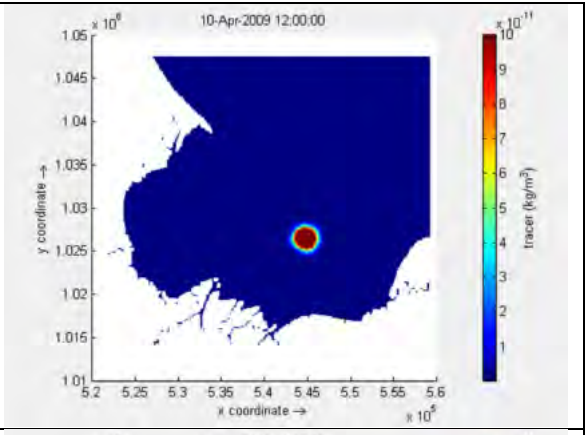
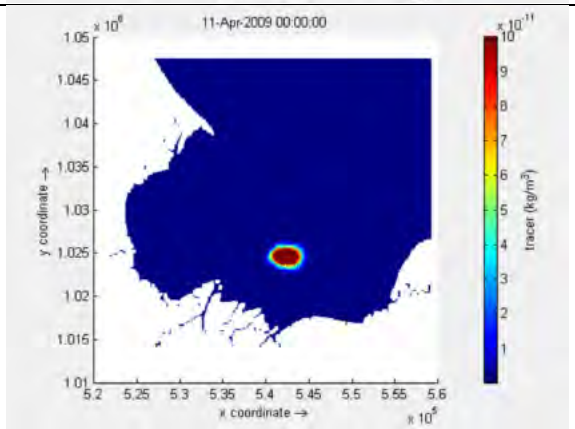
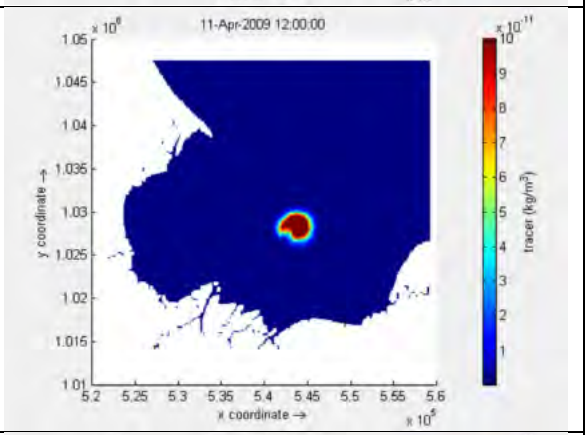
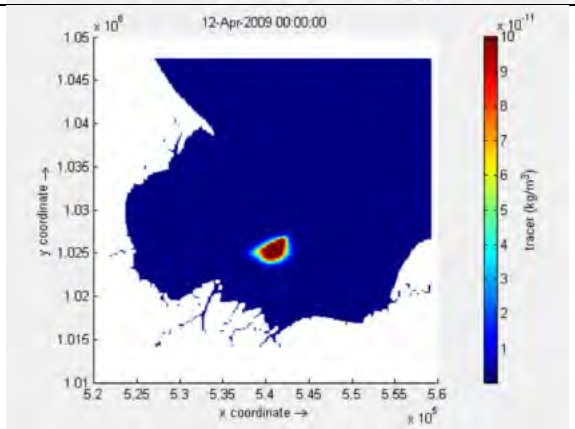
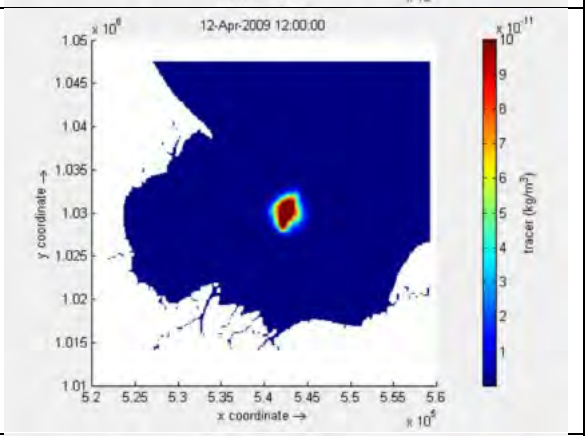
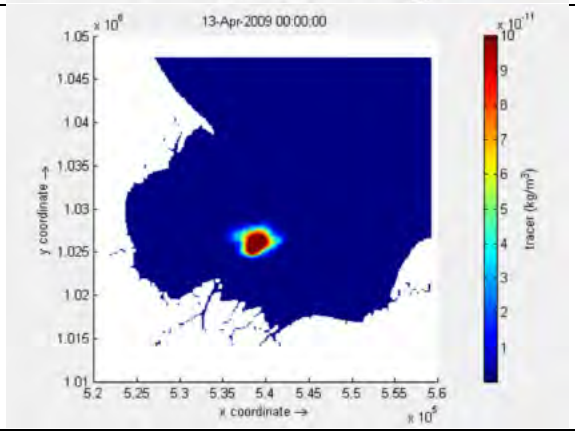
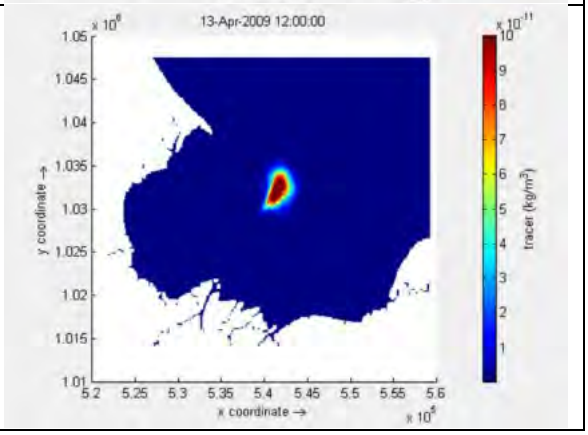
7 (09/01)		
8 (10/01)		
9 (11/01)		
10 (12/01)		

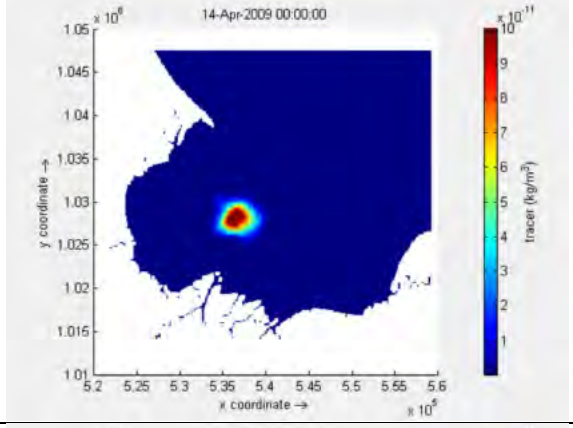
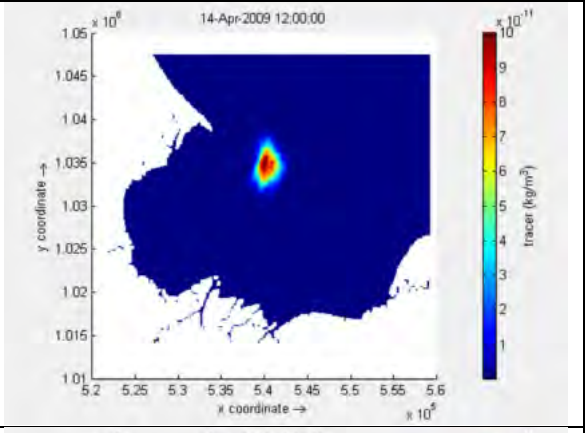
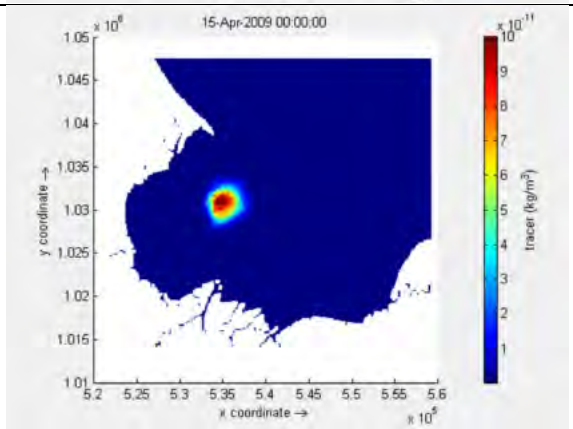
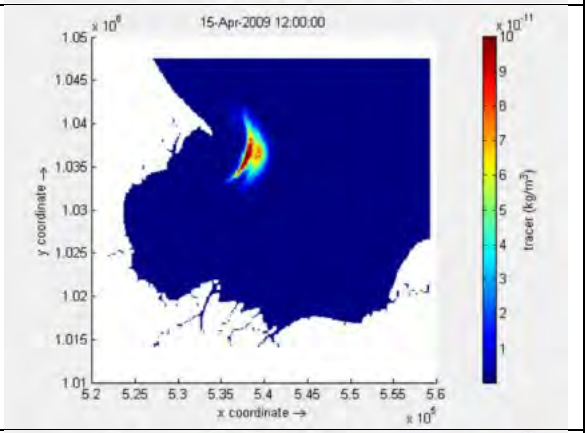
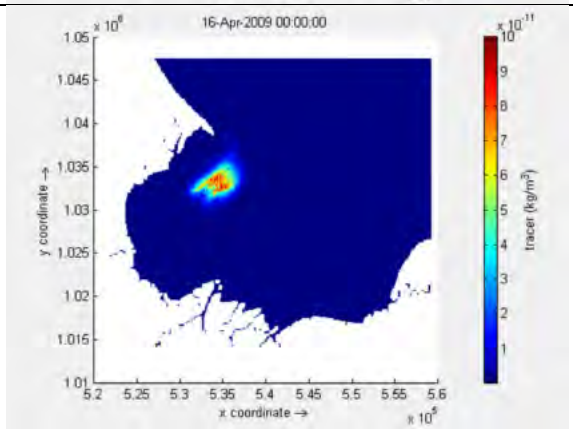
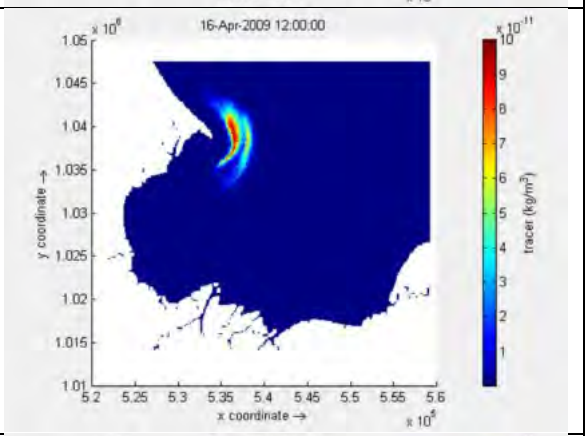
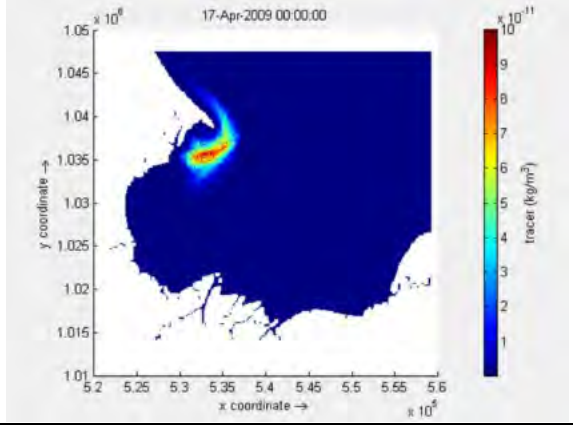
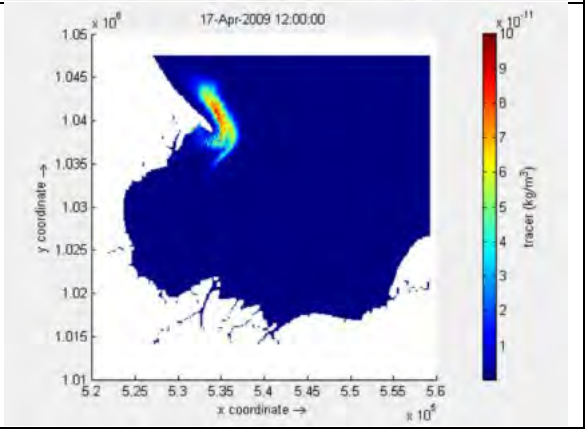
กรณีที่ 31 เดือนเมษายน ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 8-17 เมษายน 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนเมษายนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนลง จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกและขึ้นไปถึงหาดพุมเรียง โดยยังอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาจนถึงวันที่ 10 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบในเดือนเมษายนจะให้ผลลัพธ์การลงเกาะบริเวณถัดออกมาจากชายฝั่งหาดพุมเรียงลงมาถึงบริเวณเกาะเสร็จ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนเมษายนช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (08/04)		
2 (09/04)		

3 (10/04)		
4 (11/04)		
5 (12/04)		
6 (13/04)		

7 (14/04)		
8 (15/04)		
9 (16/04)		
10 (17/04)		

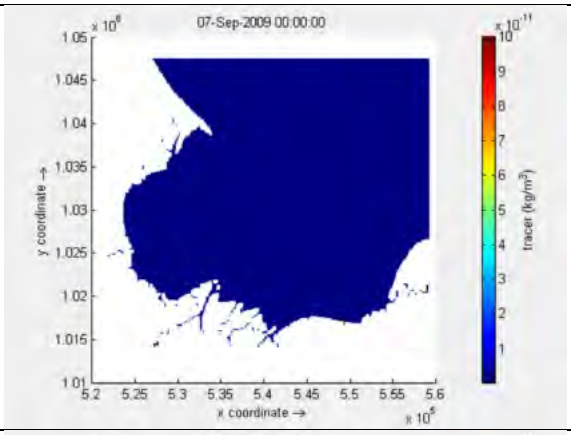
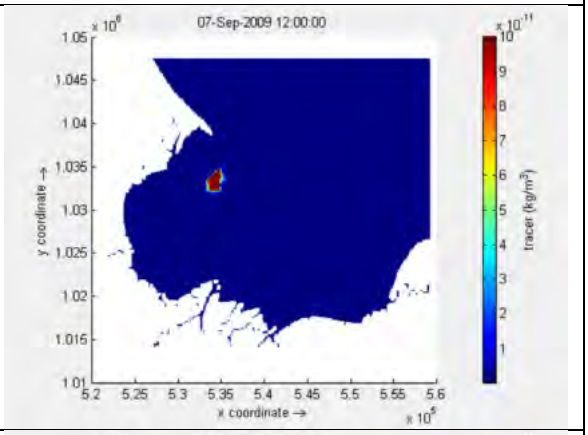
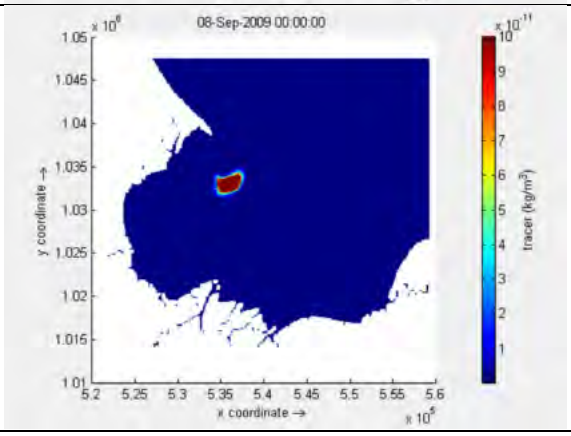
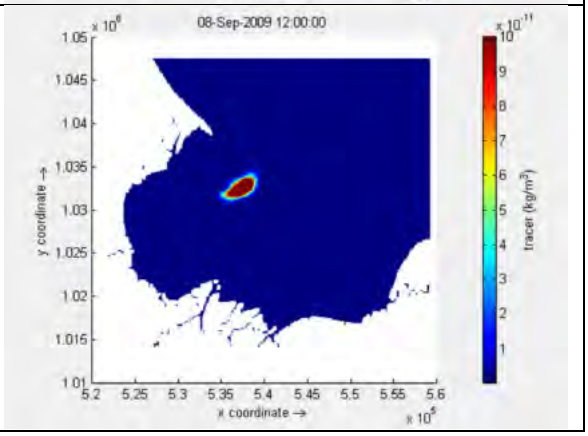
4.5 การเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างช่วงน้ำตายและน้ำเกิด

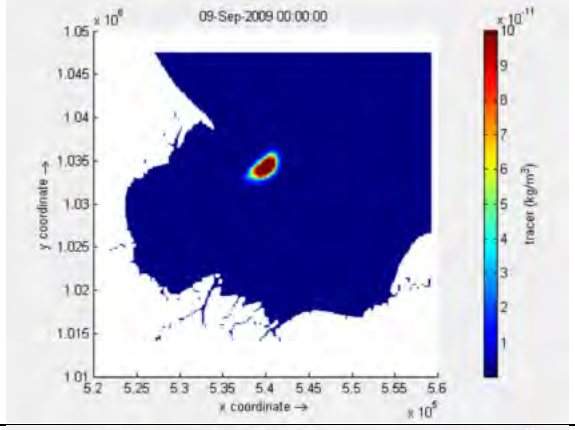
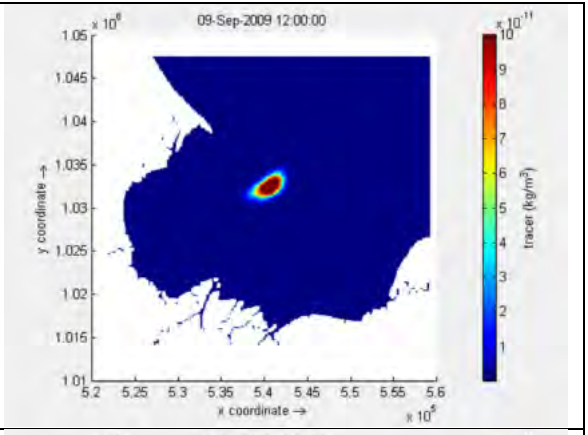
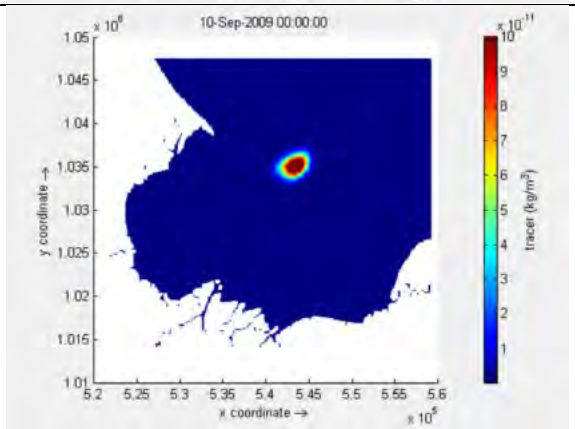
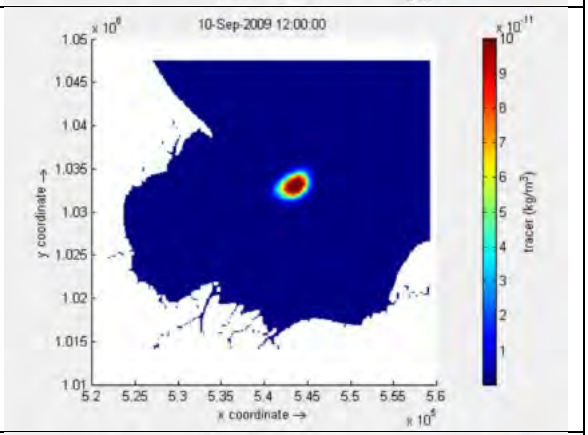
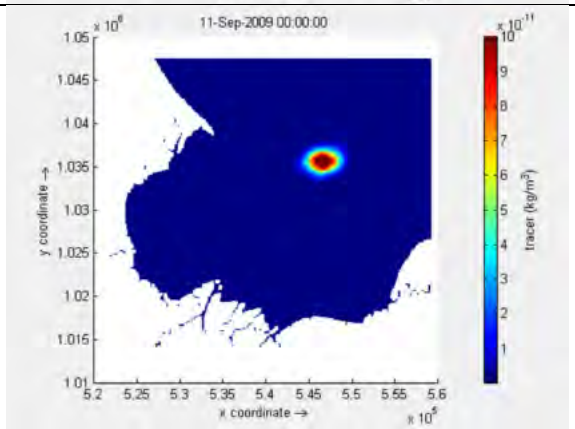
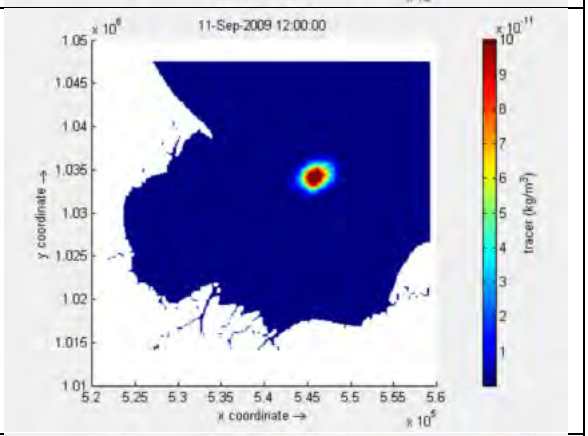
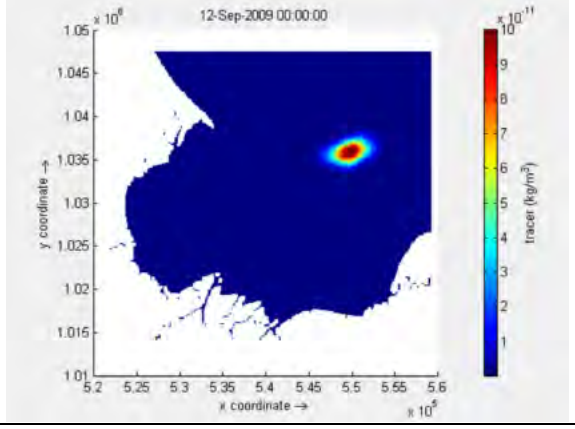
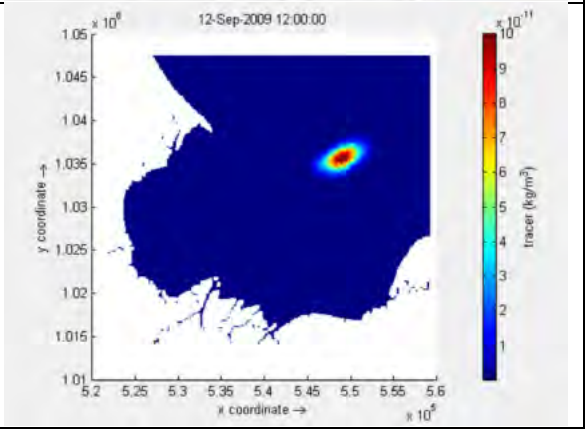
4.5.1 กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จ (KS) ช่วงน้ำตาย (กรณีที่ 17) และน้ำเกิด (กรณีที่ 18)

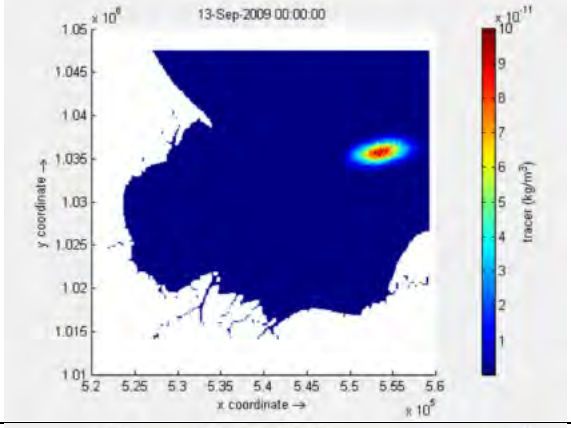
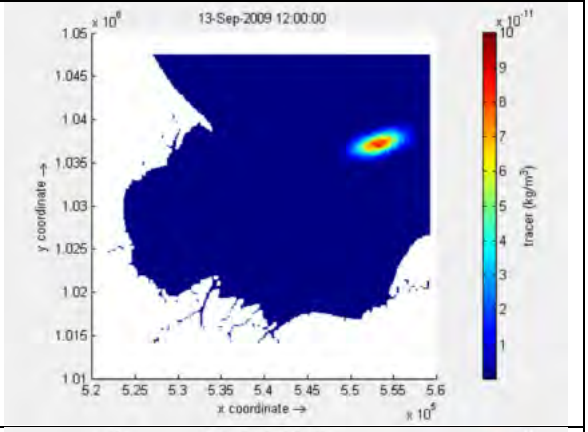
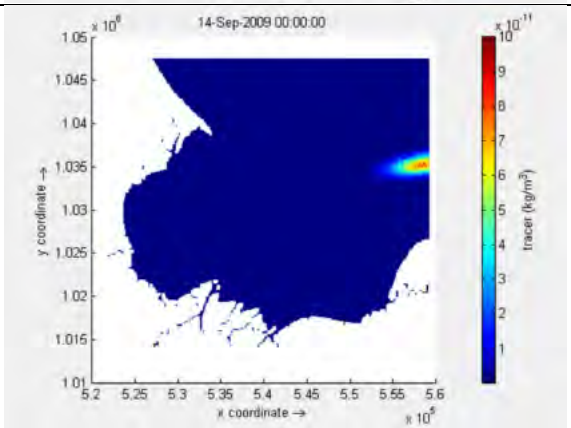
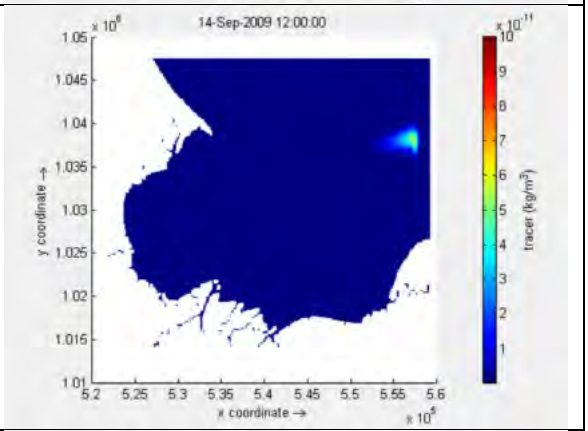
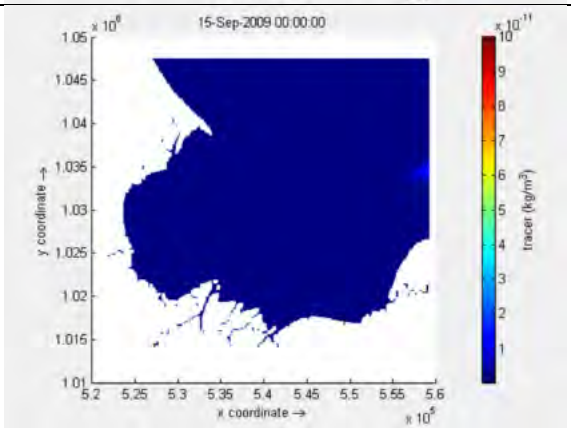
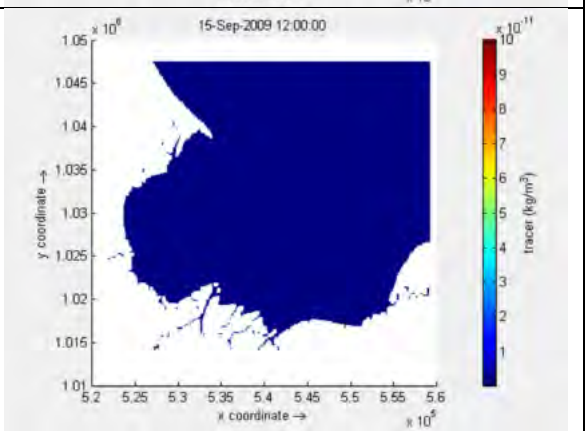
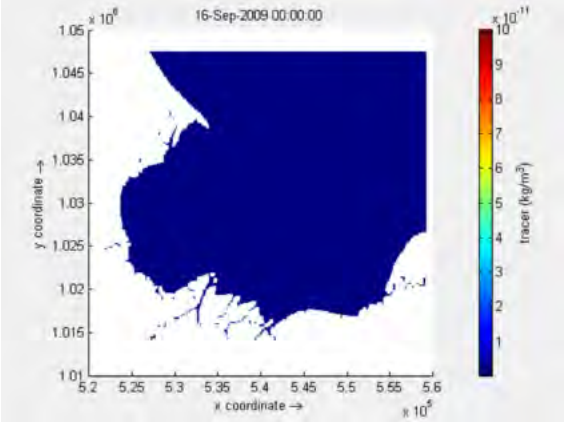
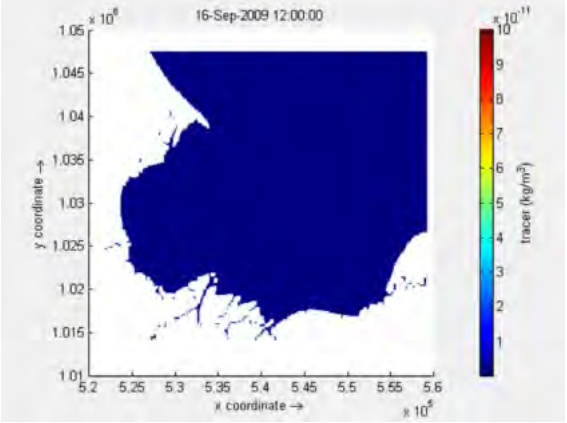
กรณีที่ 17 เดือนกันยายน ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 7-16 กันยายน 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนกันยายนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออกและเริ่มออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 9 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะลงเกาะบริเวณถัดออกมาจากขอบเขตพื้นที่ศึกษาในทิศตะวันออก สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนกันยายนช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (07/09)		
2 (08/09)		

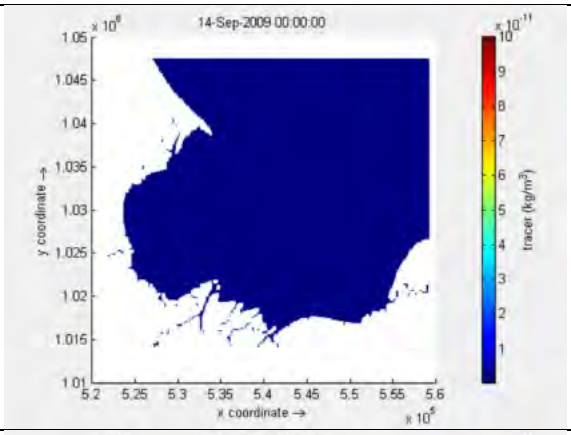
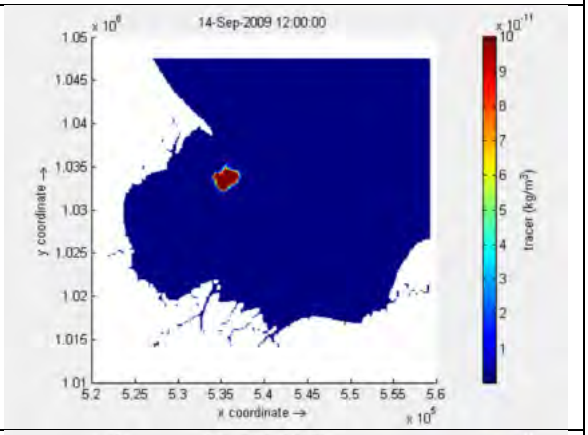
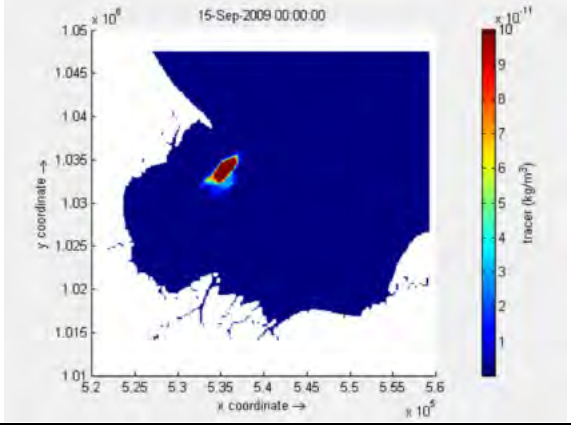
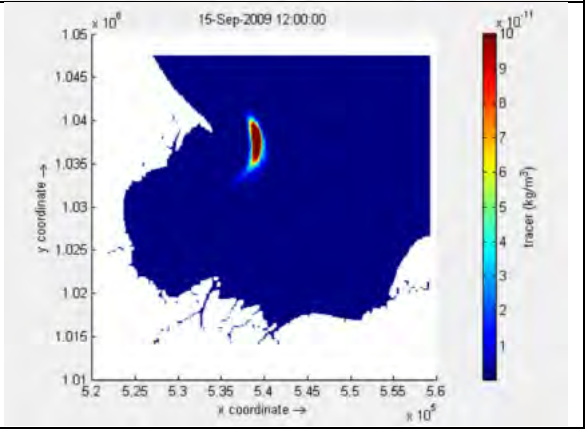
3 (09/09)		
4 (10/09)		
5 (11/09)		
6 (12/09)		

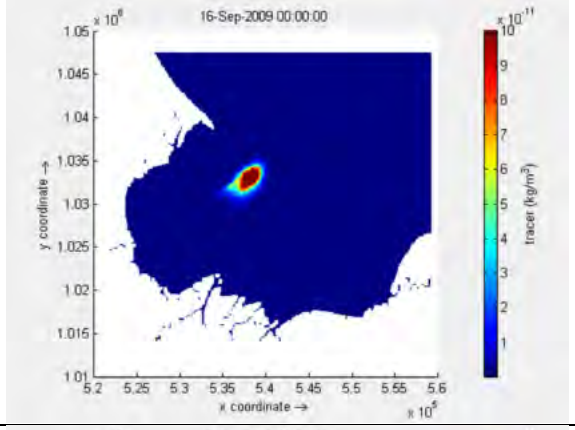
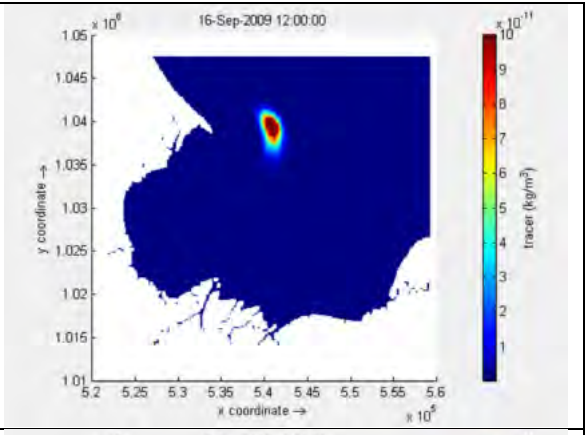
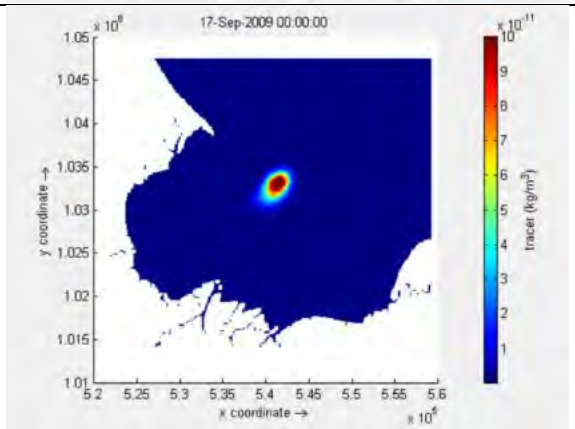
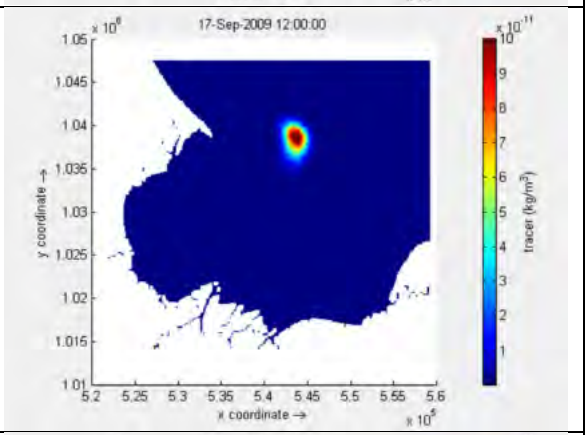
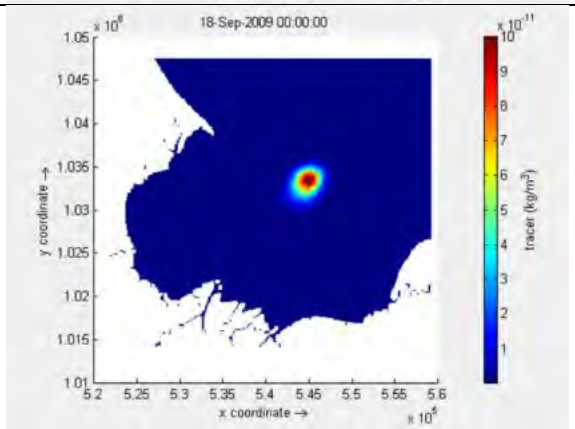
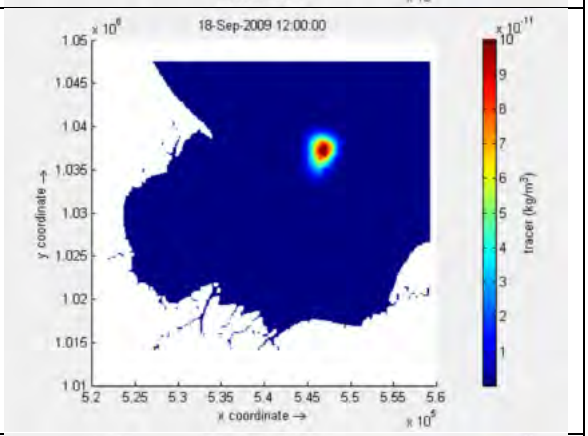
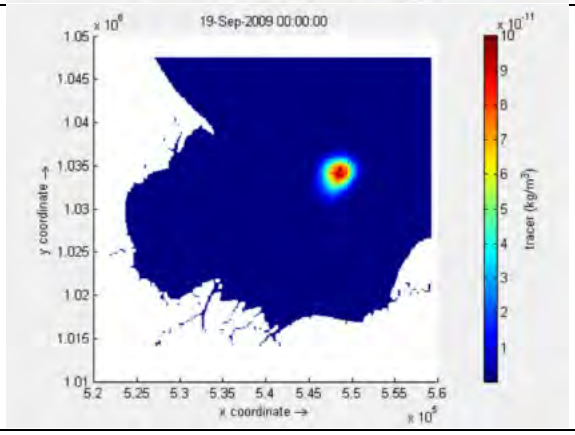
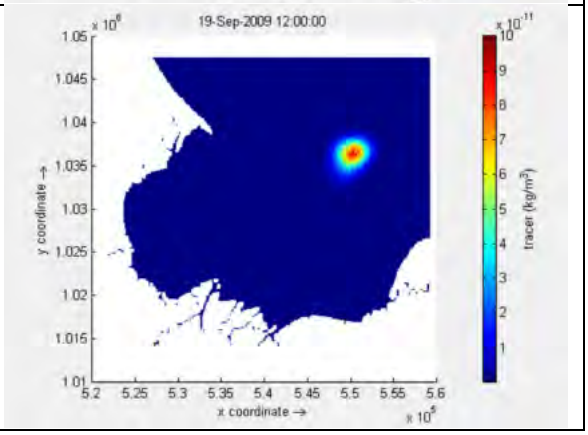
7 (13/09)		
8 (14/09)		
9 (15/09)		
10 (16/09)		

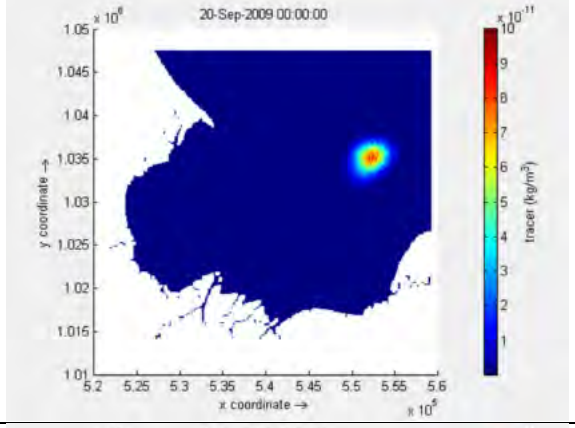
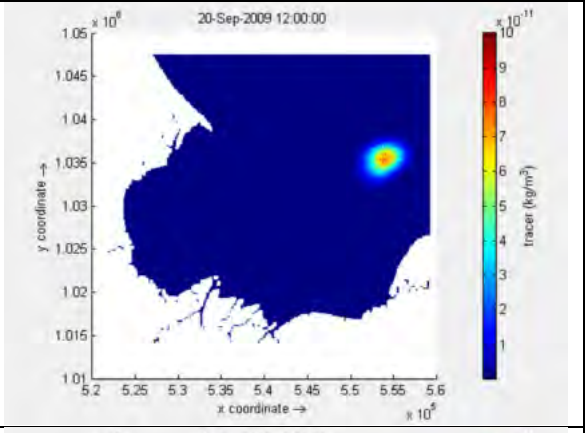
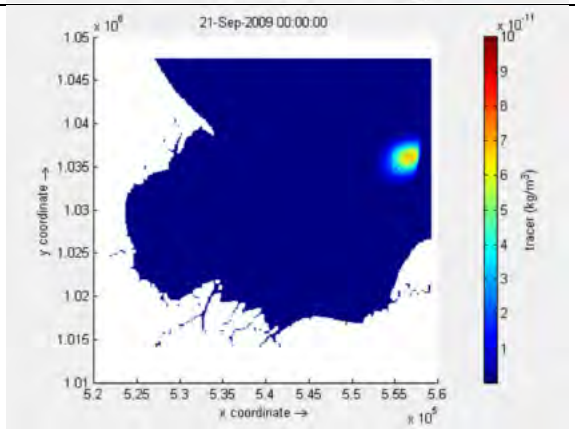
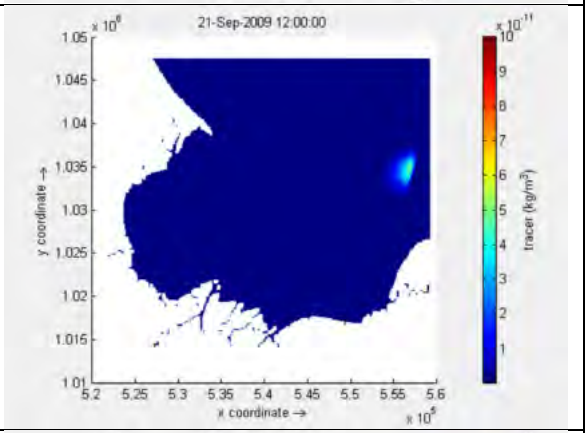
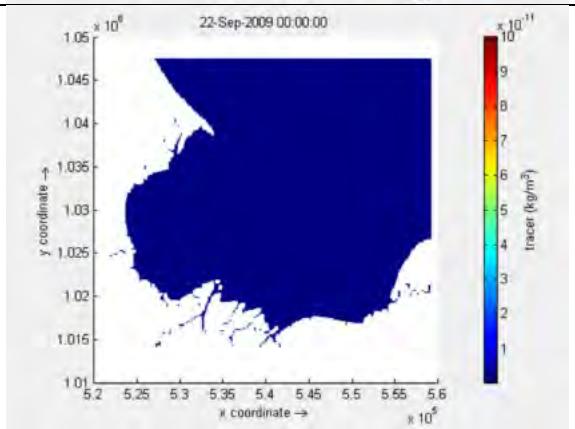
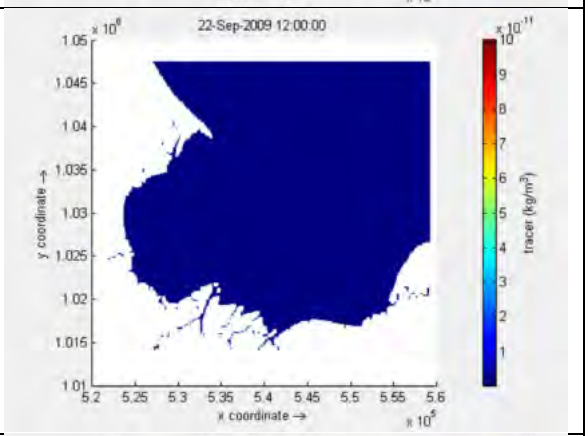
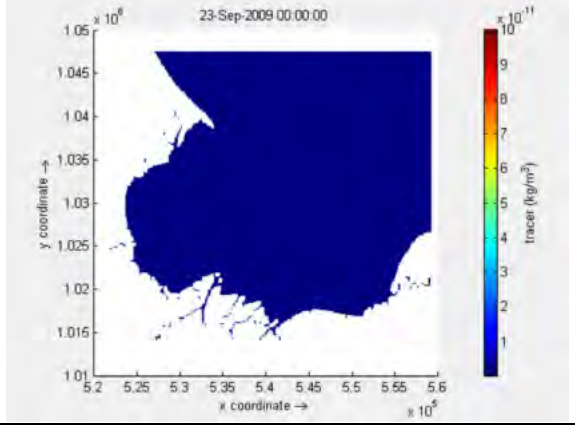
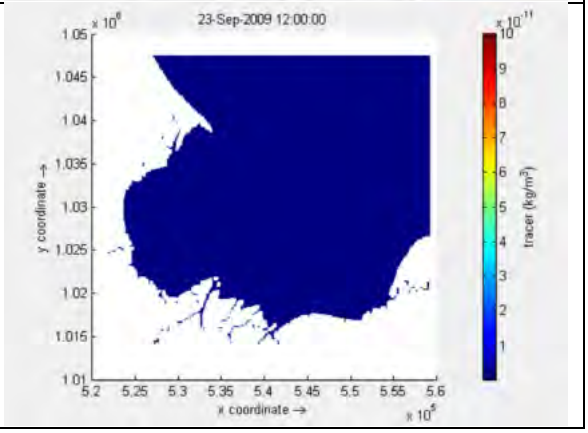
กรณีที่ 18 เดือนกันยายน ช่วงน้ำเกิด (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 14-23 กันยายน 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะเสร็จและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วันก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนกันยายนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออกและเริ่มออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 8-9 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะลงเกาะบริเวณถัดออกมาจากขอบเขตพื้นที่ศึกษาในทิศตะวันออก ทั้งนี้การปล่อยอนุภาคในเดือนกันยายนช่วงน้ำเกิดจะทำให้กลุ่มอนุภาคเคลื่อนที่ออกนอกพื้นที่ศึกษาเร็วกว่าช่วงน้ำตายประมาณ 1 วัน สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะเสร็จ เดือนกันยายนช่วงน้ำเกิด

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (14/09)		
2 (15/09)		

3 (16/09)		
4 (17/09)		
5 (18/09)		
6 (19/09)		

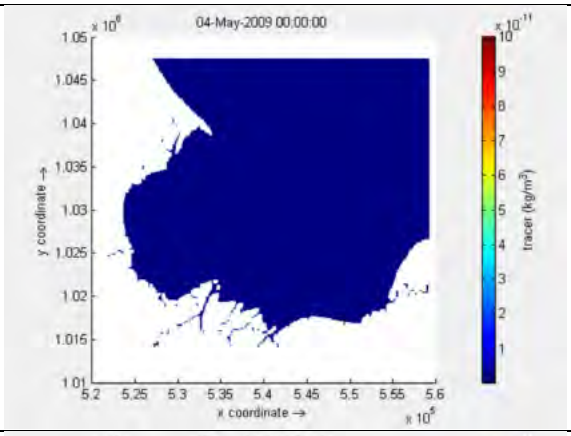
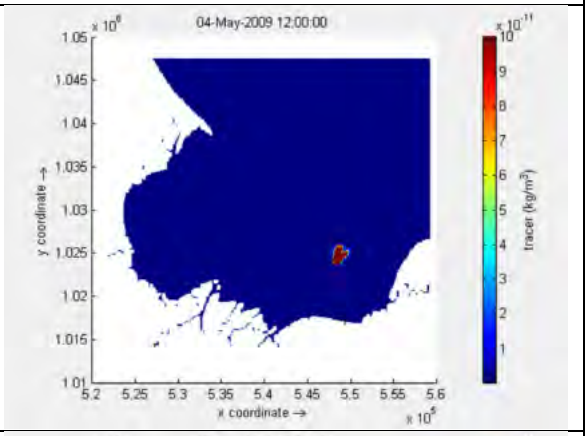
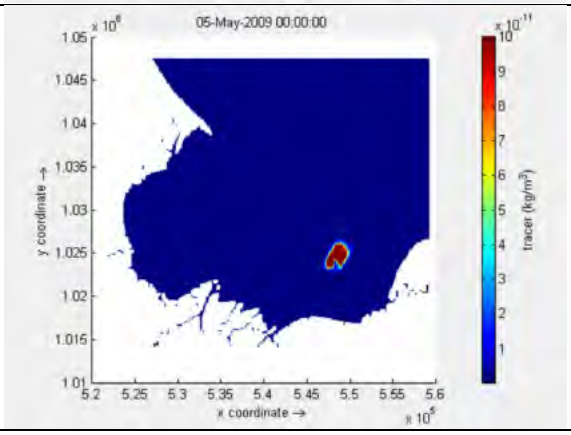
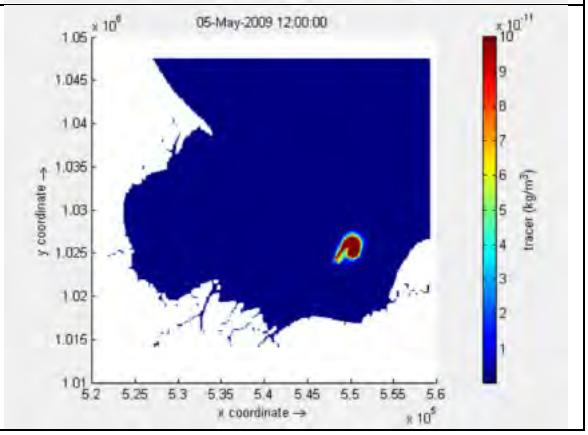
7 (20/09)		
8 (21/09)		
9 (22/09)		
10 (23/09)		

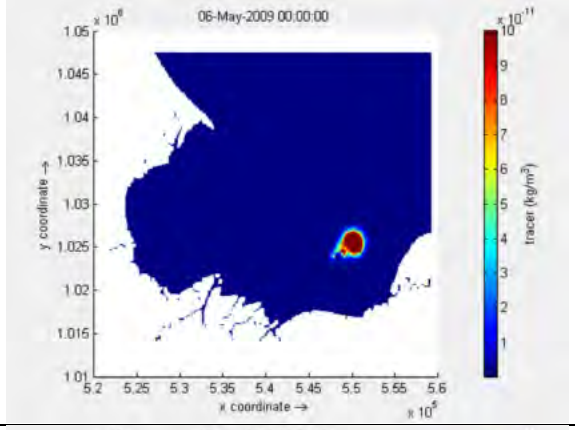
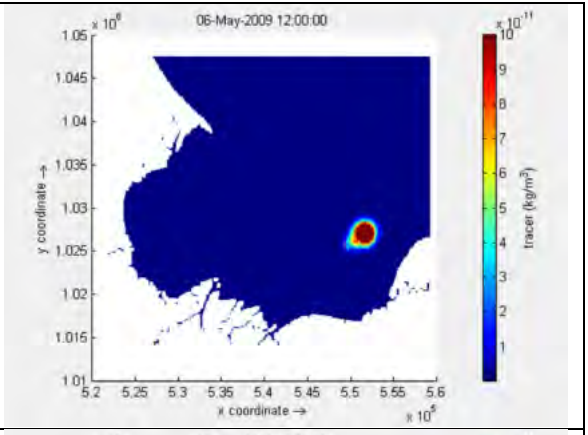
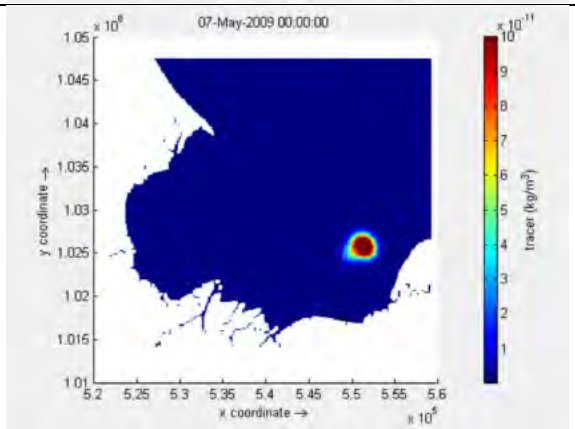
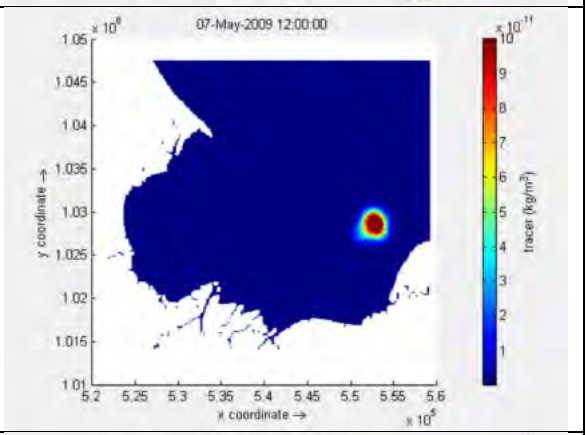
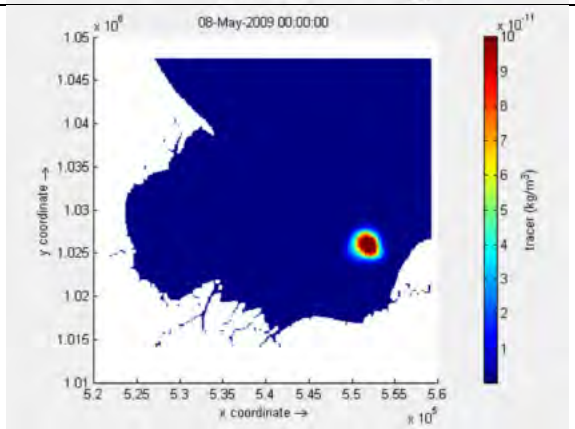
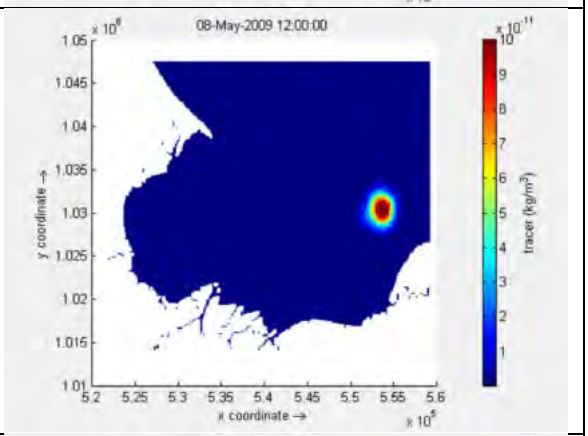
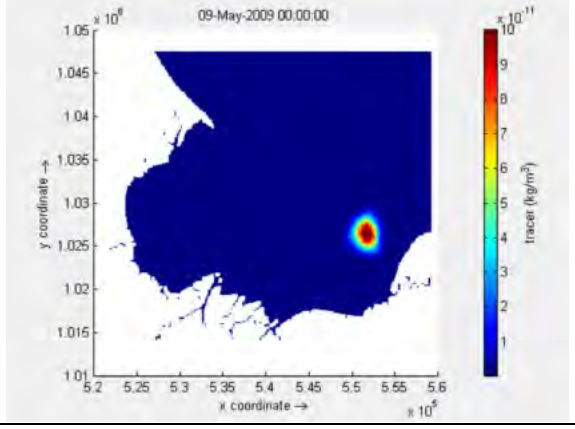
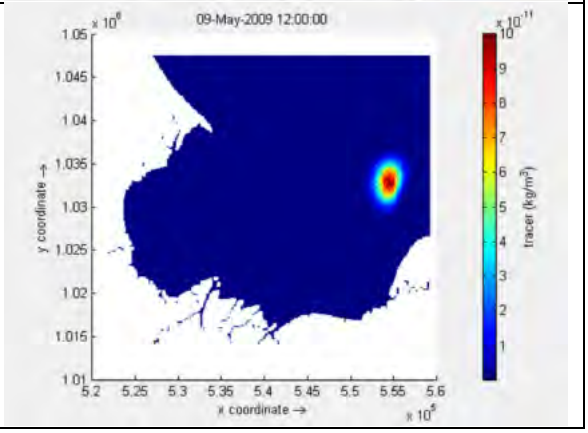
4.5.2 กรณีปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบ (KP) ช่วงน้ำตาย (กรณีที่ 33) และน้ำเกิด (กรณีที่ 34)

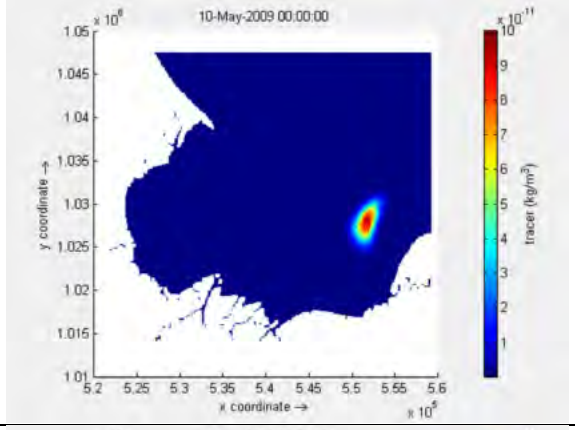
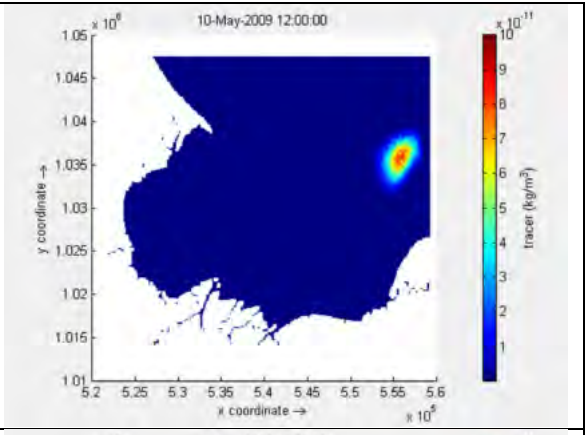
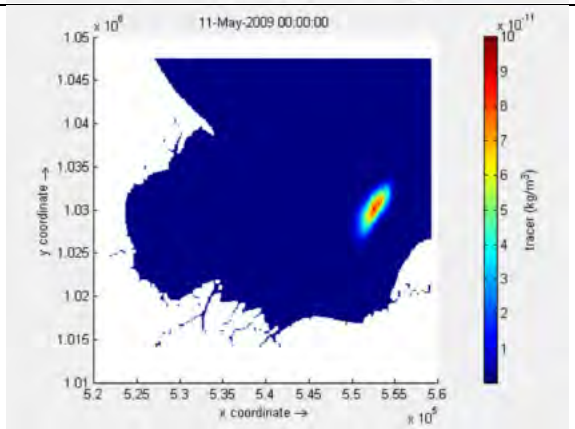
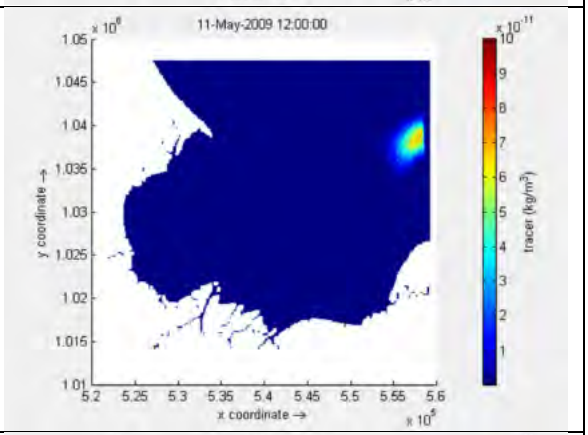
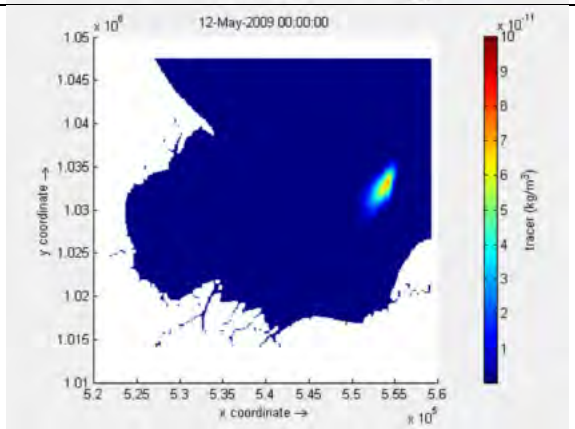
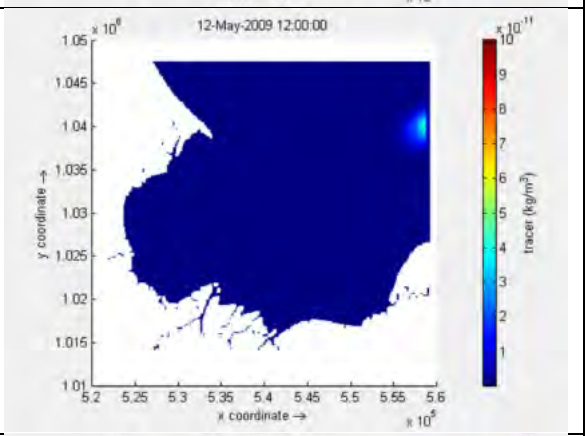
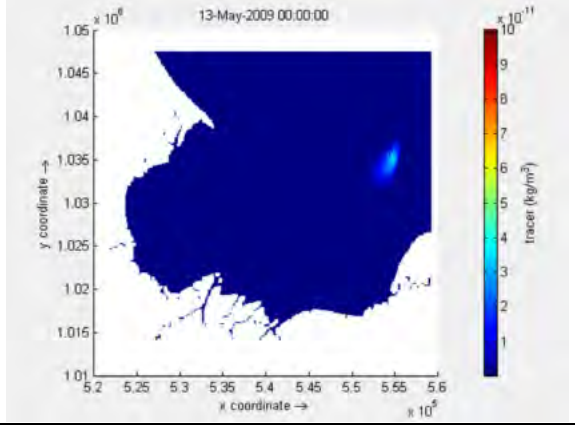
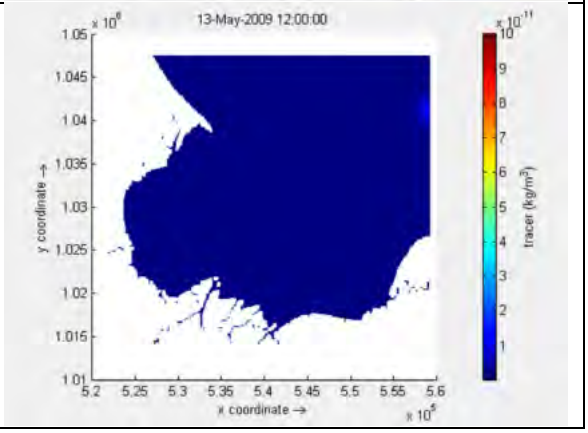
กรณีที่ 33 เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำตาย (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 4-13 พฤษภาคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนพฤษภาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนลง จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออก ก่อนจะออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 10 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะลงเกาะในพื้นที่ถัดออกมาจากชายฝั่งบริเวณอำเภอกาญจนดิษฐ์และบริเวณตะวันออกของพื้นที่ศึกษา สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนพฤษภาคมช่วงน้ำตาย

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (04/05)		
2 (05/05)		

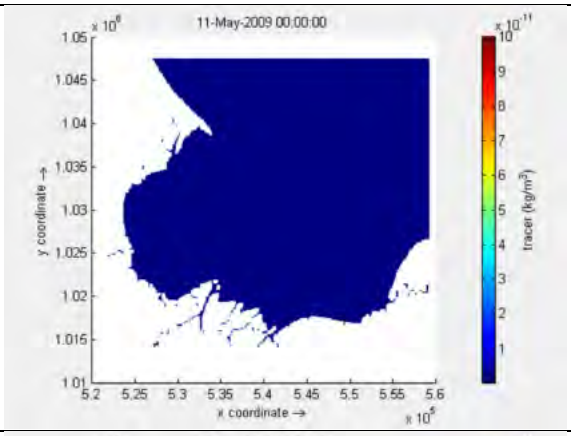
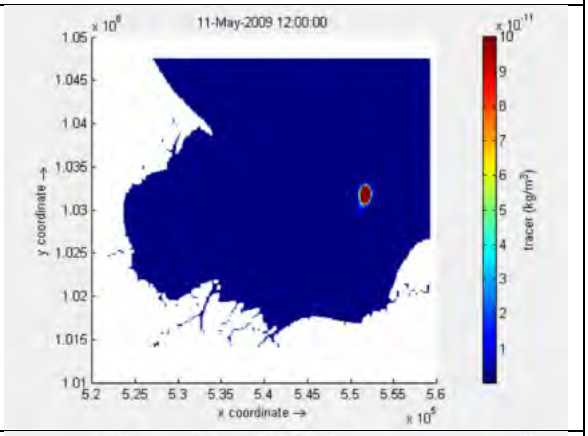
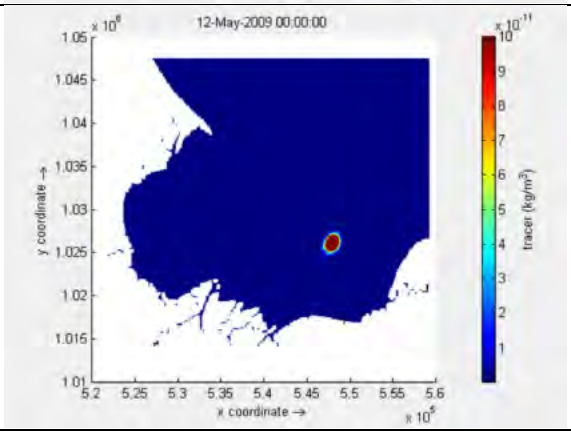
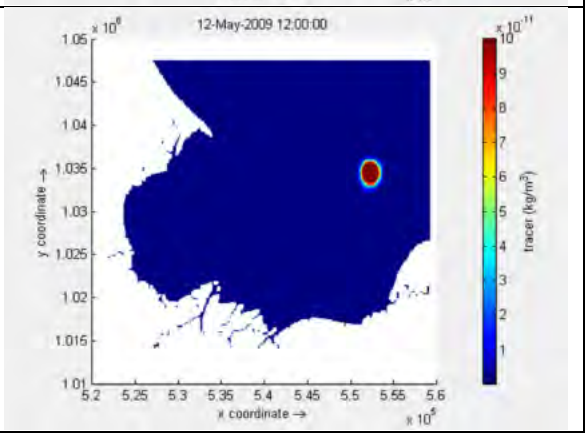
3 (06/05)		
4 (07/05)		
5 (08/05)		
6 (09/05)		

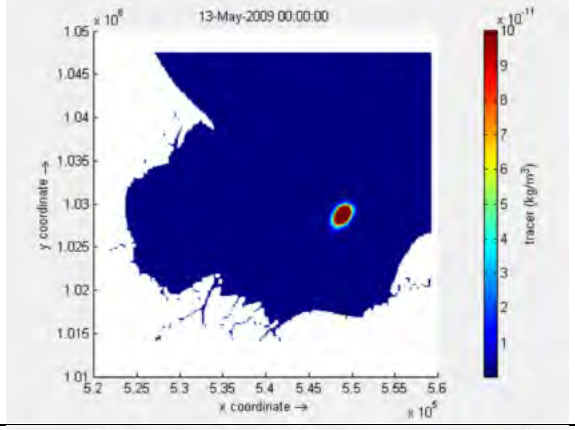
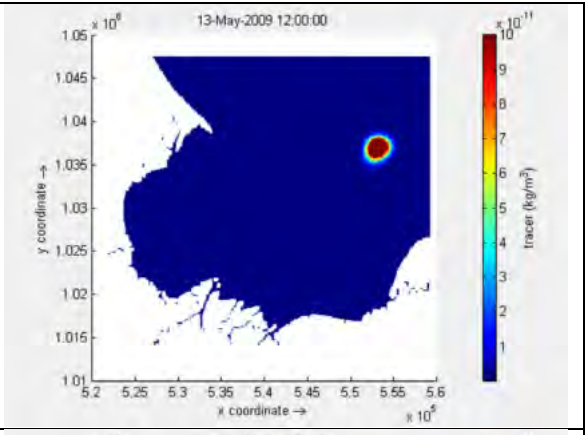
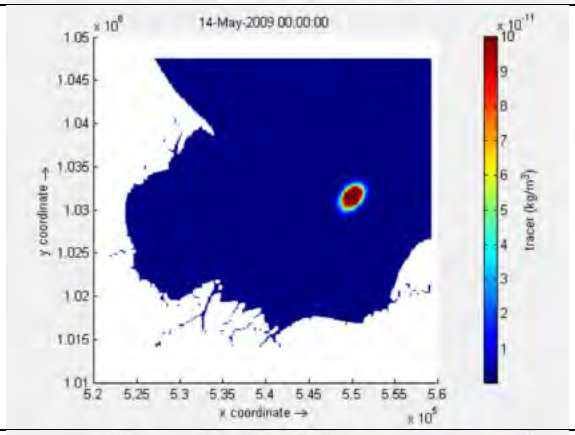
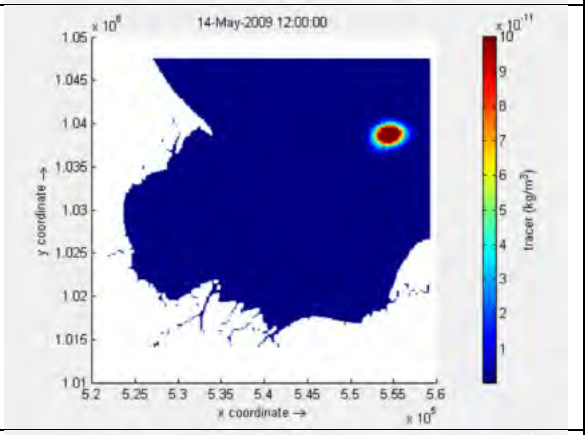
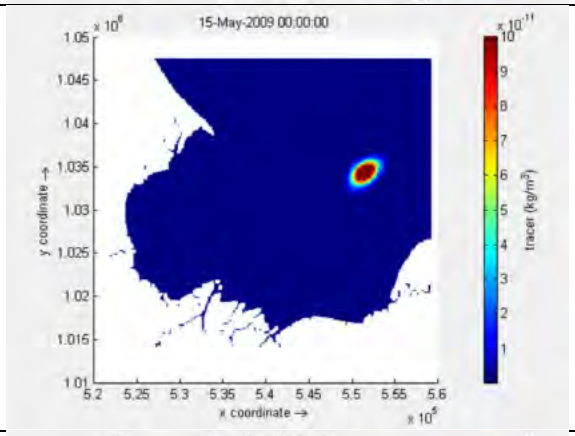
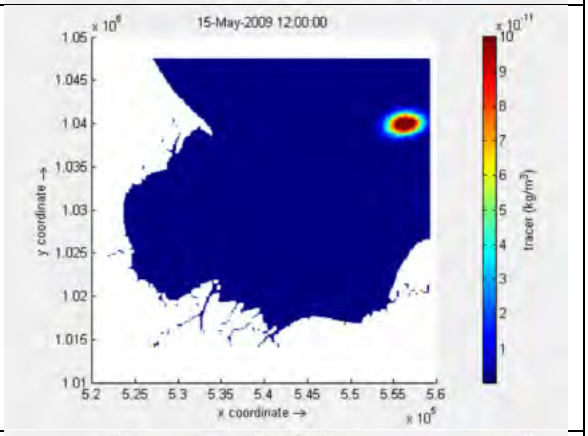
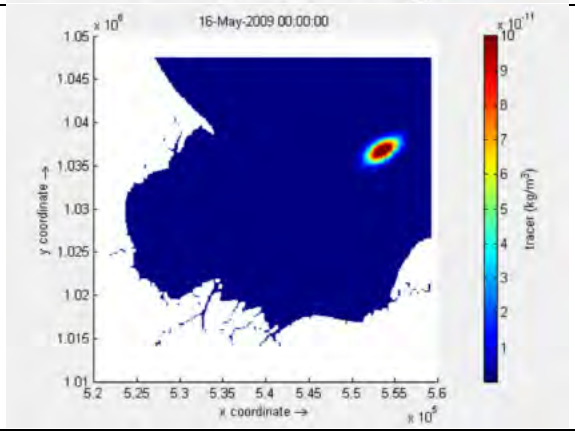
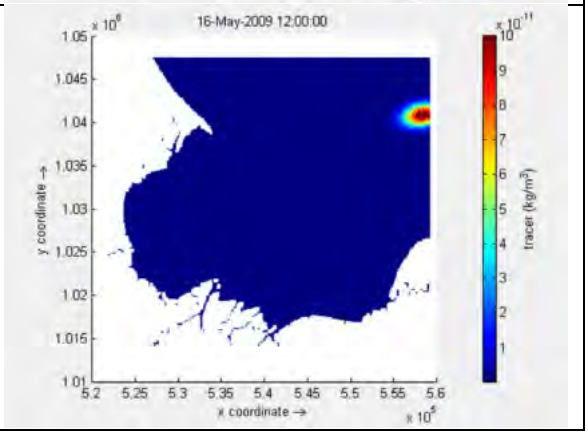
7 (10/05)		
8 (11/05)		
9 (12/05)		
10 (13/05)		

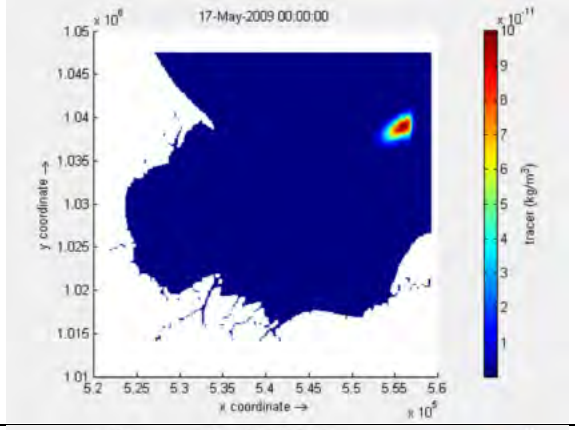
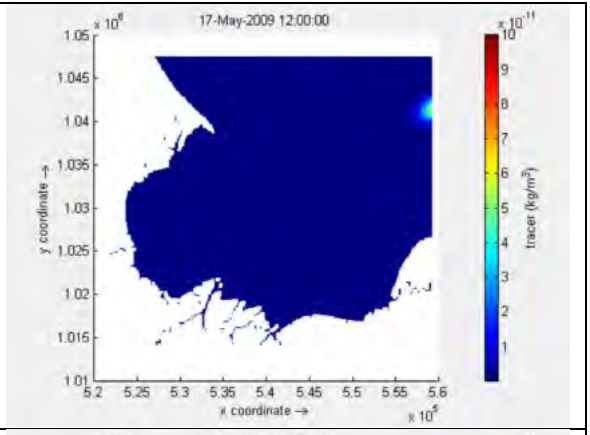
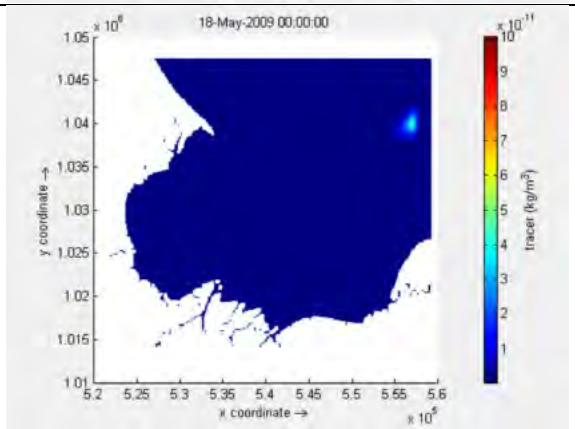
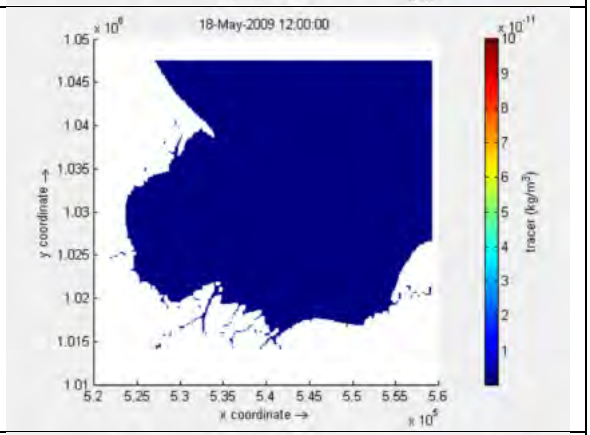
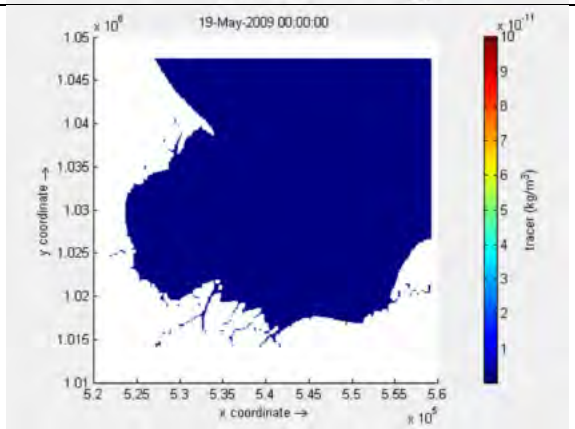
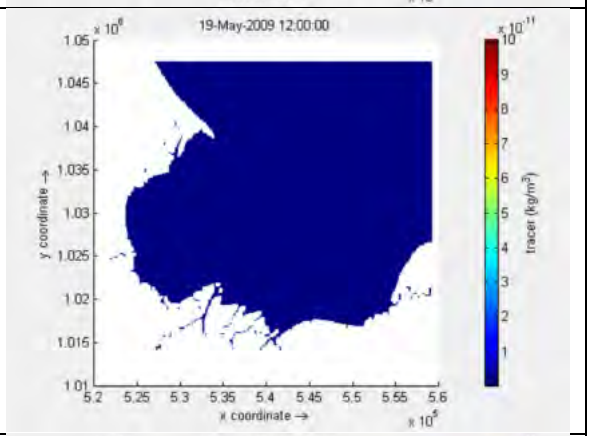
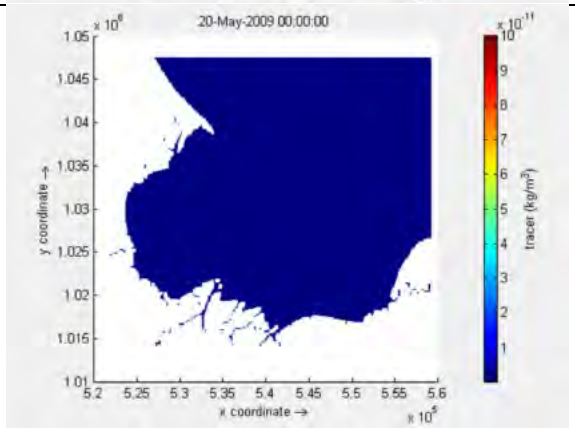
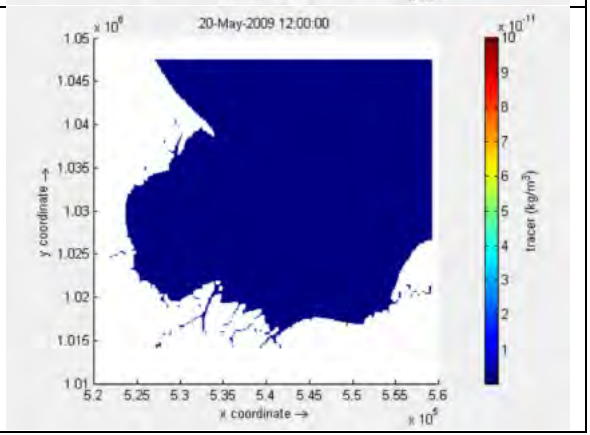
กรณีที่ 34 เดือนพฤษภาคม ช่วงน้ำเกิด (จากข้อมูลลมและกระแสน้ำในช่วงวันที่ 11-20 พฤษภาคม 2552)

จากการปล่อยอนุภาคบริเวณเกาะปราบและติดตามการเคลื่อนที่โดยลมและกระแสน้ำเป็นเวลา 10 วัน ก่อนช่วงเวลาลงเกาะ พบว่าจากกลุ่มของอนุภาคเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในเวลากลางวัน และเคลื่อนที่ออกจากฝั่งในเวลากลางคืน เป็นผลมาจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล สำหรับเดือนพฤษภาคมจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนลง จากการติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคพบว่ากลุ่มอนุภาคจะเคลื่อนไปทางทิศตะวันออก ก่อนจะออกนอกพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ 8 หลังจากการปล่อยอนุภาค โดยจะลงเกาะในพื้นที่ถัดออกมาจากชายฝั่งบริเวณอำเภอกาญจนดิษฐ์และบริเวณตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้การปล่อยอนุภาคจากเกาะปราบในเดือนพฤษภาคมช่วงน้ำเกิดจะทำให้กลุ่มอนุภาคเคลื่อนที่ออกนอกพื้นที่ศึกษาเร็วกว่าการปล่อยอนุภาคจากเกาะปราบในเดือนพฤษภาคมช่วงน้ำตายประมาณ 1-2 วัน สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคจากเกาะปราบ เดือนพฤษภาคมช่วงน้ำเกิด

วันที่	เวลา 00.00 น. (กลางคืน)	เวลา 12.00 น. (กลางวัน)
1 (11/05)		
2 (12/05)		

3 (13/05)		
4 (14/05)		
5 (15/05)		
6 (16/05)		

7 (17/05)		
8 (18/05)		
9 (19/05)		
10 (20/05)		

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองปล่อยอนุภาคแทนตัวอ่อนปูม้าด้วยแบบจำลอง โดยแบ่งเป็นกรณีปล่อยอนุภาคจากบริเวณเกาะเสร็จและเกาะปราบตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงธันวาคม ในแต่ละเดือนแบ่งเป็นกรณีน้ำตายและน้ำเกิด รวมเป็นทั้งหมด 48 กรณี และสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

กรณีปล่อยตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea บริเวณเกาะเสร็จช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะมีโอกาสที่ตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนระยะ Megalopa เนื่องจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปจึงมีทิศทางออกจากชายฝั่งและสามารถอยู่ในทะเลจนกระทั่งถึงระยะการลงเกาะ ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ช่วงเดือนตุลาคมไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย และหลังจากกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงการเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปมักจะเข้าสู่ชายฝั่งก่อนจะถึงวันที่เริ่มมีการลงเกาะ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

กรณีปล่อยตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea บริเวณเกาะปราบช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม มีโอกาสที่ตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนระยะ Megalopa แต่จะไม่สามารถคาดคะเนพื้นที่การลงเกาะได้อย่างแน่ชัดเนื่องจากกลุ่มอนุภาคแทนตัวอ่อนปูม้าได้เคลื่อนออกนอกพื้นที่ศึกษาก่อนที่จะถึงวันลงเกาะ ถัดมาในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน มีโอกาสที่ตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตไปเป็นตัวอ่อนระยะ Megalopa ได้ แต่จะมีตัวอ่อนบางส่วนเคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งก่อนวันที่มีการลงเกาะ ในเดือนตุลาคมตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปยังคงอยู่ในพื้นที่ศึกษาและไม่เคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งกระทั่งถึงวันที่มีการลงเกาะ สำหรับเดือนที่เหลือ ได้แก่ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤศจิกายน และธันวาคม มีเพียงเดือนมีนาคมและเมษายนเท่านั้นที่มีโอกาสที่ตัวอ่อนปูม้าระยะ Zoea ยังไม่ถูกกระแสน้ำพัดพาเข้าสู่ฝั่งจนกระทั่งถึงวันที่มีการลงเกาะ สำหรับการทำนายโอกาสรอดชีวิตของลูกปูจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ

กรณีปล่อยตัวอ่อนปูม้าในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายมีความแตกต่างกันคือ ตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยไปในช่วงน้ำเกิดจะเคลื่อนที่เร็วกว่าตัวอ่อนปูม้าที่ปล่อยในช่วงน้ำตายประมาณ 1-2 วัน สำหรับความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่ในเวลากลางวันและกลางคืน จะเห็นได้ชัดเจนว่าในเวลากลางวันตัวอ่อนปูม้าจะถูกพัดพาเข้าสู่ฝั่ง ส่วนในเวลากลางคืนตัวอ่อนปูม้าจะถูกพัดพาออกจากฝั่ง เนื่องมาจากอิทธิพลของลมบกที่พัดออกจากฝั่งในเวลากลางคืนและลมทะเลที่พัดเข้าสู่ฝั่งในเวลากลางวัน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนปูม้าด้วยแบบจำลอง จะสามารถทำนายพื้นที่การลงเกาะของตัวอ่อนโดยประมาณได้ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากกระแสน้ำ คลื่น และลม จึงสามารถคาดคะเนตำแหน่งที่ตัวอ่อนจะเคลื่อนที่ไปได้ แต่ยังไม่สามารถสรุปหรือทำนายโอกาสรอดชีวิตของตัวอ่อน เนื่องจากการพิจารณาโอกาสรอดชีวิตของตัวอ่อน จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือไปจากปัจจัยที่ทำการศึกษา เช่น ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำในบริเวณที่ตัวอ่อนเคลื่อนที่ไปมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตหรือไม่ จำนวนผู้ล่าในพื้นที่ที่ตัวอ่อนเคลื่อนที่ไปมีมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังมีอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนในสภาวะปกติที่ต้องพิจารณา กล่าวคือ โอกาสรอดชีวิตของลูกปูเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนไข่ทั้งหมดต่อการวางไข่ของแม่ปูหนึ่งครั้ง เป็นต้น

ควรมีการศึกษาในส่วนภาคสนามเพิ่มเติม เช่น การตรวจวัดคุณภาพน้ำ การศึกษาระบบนิเวศสภาพแวดล้อม ว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปูมากน้อยเพียงใด และนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาประกอบกับผลการศึกษาที่ได้จากแบบจำลอง หรือทำการสร้างแบบจำลองที่มีการพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและอัตราการรอดชีวิตควบคู่ไปด้วย จึงจะสามารถสรุปผลและสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรณ์ปูม้าโดยธนาคารปูม้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจมีการกำหนดพื้นที่ในการเลือกปล่อยตัวอ่อนที่ได้จากธนาคารปูม้าเพิ่มเติมนอกเหนือจากเกาะปราบ โดยคำนึงถึงความสามารถในทางปฏิบัติมากยิ่งขึ้น เช่น การเลือกพื้นที่ที่ไม่ไกลจากธนาคารปูม้า หรือเป็นสถานที่ที่ชาวบ้านต้องเดินทางไป เดินทางผ่านเป็นประจำ หรือเป็นสถานที่ท่องเที่ยว (เช่น เกาะเสร็จ) เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของธนาคารปูม้า

ดังนั้นเพื่อให้ผลการศึกษามีประสิทธิภาพมากพอและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรปูม้า นอกจากจะต้องทำการศึกษาวิจัยเชิงวิชาการเพิ่มเติมให้ครบทุกด้านทั้งทางกายภาพและชีวภาพแล้ว ในการเลือกพื้นที่ปล่อยตัวอ่อนยังต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า ลักษณะการดำเนินงานของชาวบ้านในพื้นที่ ปัจจัยทางสังคมอื่นๆ ที่จำเป็นต้องมีความสอดคล้องกัน เพื่อให้สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาต่อยอดในอนาคตมาปรับใช้ได้จริง

รายการอ้างอิง

กุศล เรืองประเทืองสุข. 2552. ความสัมพันธ์ระหว่างพลวัตประชากรปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) กับปัจจัยทางกายภาพของแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ (วท.ม.) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกวิทย์ เก้าเอี้ยน และทวี จินดามัยกุล. 2547. การเพาะและอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus,* Linnaeus, 1758). ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งพังงา.

คชาภรณ์ เจตนาวณิชย์. 2559. ลักษณะกระแสน้ำที่ผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรินทร์ เฉยเชยชม. 22 มีนาคม 2563. คณะกรรมการจัดการทรัพยากรชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี. สัมภาษณ์.

จิณห์นิภา การช่าง. 2560. การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและน้ำขึ้นน้ำลงที่มีผลต่อลักษณะกระแสน้ำที่ผิวน้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินตนา จินดาลิขิต. 2545. ชีววิทยาของปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยตอนบน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน.

ชุตาภา คุณสุข. 2549. พลวัตประชากรปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ (วท.ม.) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2547. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปูม้า. สำนักพิมพ์สตาร์ทีมแมนเนจ กรุ๊ป.

ณัฐธิดา จันทศิริ. 2557. แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อศึกษาการกระจายตัวอ่อนปะการังโดยกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ (วท.ม.) ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2561. การบริหารจัดการทรัพยากรปูม้าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ธนาคารปูไข่โซล่าเซลล์.

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ. 2563. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง (OceanTides). [ออนไลน์]. เว็บไซต์: http://old.narit.or.th/index.php/astronomy-article/96-oceantides [20 เมษายน 2563]

อติกานต์ วิชิต. 2559. การพัฒนาศักยภาพของชาวประมงพื้นบ้าน ในเขตเทศบาลตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. Veridian E-Journal, Silpakorn University 9(2): 2452-2467.

Austin GL, Dirks KN. Topographic effects on precipitation. Encyclopedia of Hydrological Sciences. 3: John Wiley and Sons; 2006. p. 1–7. แปลและเรียบเรียงโดยอนุชา ศรีเริงหลา นักอุตุนิยมวิทยาปฏิบัติการ ศูนยอุตุนิยมวิทยาทะเล.

Arshad, A., Efrizal, M. S. Kamaruddin and Saad, C. R. 2006. Study on fecundity, embryology and larval development of Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus* (Linaeus, 1758) under laboratory Conditions. Research Journal of Fisheries and Hydrology 1(1): 35-44.