



การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา  
โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์  
Analysis of Suspended Sediment at Choa Phraya Delta Using Remote  
Sensing Methods and Geographic Information Systems

กมลพรรณ จั๋ยมวก

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤศจิกายน 2562

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชา  
ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้  
พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปาก  
แม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” เห็นสมควรรับ  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของ  
มหาวิทยาลัยนเรศวร



.....  
(อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....  
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



.....  
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์เรื่องการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ จากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอถือโอกาสนี้ กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้คำแนะนำและถ่ายทอดความรู้วิทยาการอันมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและด้านการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้คำปรึกษา หากการศึกษาครั้งนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัย จึ่งใคร่ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กมลพรรณ จุ้ยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ผู้วิจัย	กมลพรรณ จ๋ยมมาก
ประธานที่ปรึกษา	อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ
ประเภท	วิทยานิพนธ์ ว.ทบ สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา, ตะกอนแขวนลอย, NDSSI, NSMI, SSC

### บทคัดย่อ

จากเหตุการณ์การเกิดอุทกภัยหลายครั้ง ทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนที่มากขึ้นบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา การศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ศึกษา งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย และความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ในแต่ละช่วงเวลา รวม 3 ปี (2552 – 2554) จากการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย ผลการศึกษาพบว่าค่าของสมการ NDSSI สูงสุดจะอยู่ที่ 0.78 และต่ำสุดจะอยู่ที่ -0.21 ค่าของสมการ NSMI สูงสุดจะอยู่ที่ 0.18 และต่ำสุดจะอยู่ที่ -0.21 และผลลัพธ์ของสมการ NSMI จะเห็นชัดกว่าผลลัพธ์ของสมการ NDSSI ค่าความเข้มข้นของปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) สูงสุดจะอยู่ที่ 958.87 มก.ต่อลิตร และต่ำสุดจะอยู่ที่ 193.19 มก.ต่อลิตร ผลที่ได้จากขั้นตอนการดำเนินการวิจัยจะได้กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด ค่าสูงสุดคือ 15,752,189.75 ตันต่อปี ค่าต่ำสุดคือ 505,156.21 ตันต่อปี ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ ค่าสูงสุดคือ 199,394.81 ตันต่อตร.กม.ต่อปี และค่าต่ำสุดคือ 6,394.38 ตันต่อตร.กม.ต่อปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

Title Analysis of Suspended Sediment at Choa Phraya Delta Using Remote Sensing Methods and Geographic Information Systems

Authors Kamonpan Juimak

Advisor Tanyaluck Chansombat

Academic Paper Thesis B.S. in Geography , Naresuan University, 2019

Keywords Choa Phraya Delta, Suspended Sediment, NDSSI, NSMI, SSC

### ABSTRACT

Flood resulting in an increase in sediment accumulation at the mouth of the Chao Phraya Delta. This study selected the area of the Chao Phraya Delta. The objective of this research is to analyze the amount of suspended sediment in the Chao Phraya Delta. Analyze the amount of suspended sediment and the sediment concentration of suspended sediments from the Landsat-5 satellite images in each period for a total of 3 years (2009 - 2011). The results of the highest NDSSI value are 0.78 and the lowest is -0.21. The highest NSMI value is 0.18 and the lowest is -0.21. The NSMI result is more noticeable than the NDSSI. results of the suspended sediment concentrations (SSC) the highest is 958.87 mg/L and the lowest is 193.19 mg/L. The results from the research will show a graph of total suspended sediment. The highest value is 15,752,189.75 tons/year. The lowest is 505,156.21 tons/year. Suspended sediment per area's highest value is 199,394.81 tons/km<sup>2</sup>/year. And the lowest value is 6,394.38 tons/km<sup>2</sup>/year.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	3
กรอบแนวคิด.....	5
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	6
ตะกอน.....	6
ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load).....	7
ตะกอนท้องน้ำ (Bed Load).....	7
ขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน.....	7
การพัดพาตะกอนโดยลม (Eolian transportation).....	8
การพัดพาตะกอนโดยน้ำ (Alluvium transportation).....	8
ขบวนการทับถมตัวของตะกอน.....	9
สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา.....	9
ปรากฏการณ์อุทกภัย.....	11
การรับรู้ระยะไกล.....	12
ดาวเทียม LANDSAT.....	18

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ทฤษฎีที่ใช้ศึกษา .....	20
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	22
<b>3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>25</b>
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
สมการที่ใช้ในการศึกษา .....	25
ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	27
ข้อมูลปริมาณน้ำและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม .....	27
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	28
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	28
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	28
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>30</b>
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NDSSI).....	30
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NSMI).....	34
ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC).....	37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด .....	41
ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่.....	42
ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณ ตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่.....	43
5 บทสรุป .....	44
สรุปผลการศึกษา .....	44
อภิปรายผลการศึกษา .....	45
ข้อเสนอแนะ .....	45
บรรณานุกรม.....	46
ประวัติผู้วิจัย.....	49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 การบันทึกข้อมูลของดาวเทียม Landsat-5.....	20
2 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และแหล่งข้อมูล.....	28
3 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด.....	41
4 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่.....	42
5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่.....	43



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	3
2 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
3 ภาพกระบวนการสำรวจระยะไกล.....	13
4 ภาพหลักการสำรวจจากระยะไกล.....	14
5 ภาพแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum).....	15
6 ภาพลายเซ็นช่วงคลื่นจากพืชที่สมบูรณ์ ดิน และน้ำ.....	16
7 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552.....	31
8 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552.....	31
9 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553.....	32
10 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553.....	32
11 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554.....	33
12 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554.....	33
13 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552.....	34
14 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552.....	35
15 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553.....	35
16 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553.....	36
17 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554.....	36
18 แผนที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย(NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554.....	37
19 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552.....	38

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
20 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552.....	38
21 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553 .....	39
22 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553.....	39
23 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554.....	40
24 แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย(SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554.....	40
25 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด .....	41
26 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ .....	42
27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่.....	43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากเหตุการณ์การเกิดอุทกภัยหลายครั้งทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนที่มากขึ้นบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา สถานการณ์น้ำท่วมในปีพ.ศ. 2554 จะเห็นได้ว่ามีปริมาณน้ำไหลผ่านท้ายเขื่อนเจ้าพระยาสูงสุดถึง 3,721 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (กรมชลประทาน, 2554) เนื่องจากฝนตกหนัก สถานการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง คือ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งในแม่น้ำเจ้าพระยาและพื้นที่ที่อยู่ในคันกั้นน้ำด้วย เหตุการณ์น้ำท่วมทำให้มีการพัดพาดินตะกอน, โคลน, และกรวดมาสะสมบริเวณปากแม่น้ำเป็นจำนวนมาก การสะสมตัวของตะกอนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำ ส่งผลกระทบต่อสภาพทางเคมี และชีววิทยา เช่น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินจะถูกตะกอนทับถมจนสูญเสียสภาพแวดล้อมเดิมไป ทำให้แม่น้ำลำคลองตื้นเขิน การเปลี่ยนแปลงระบบไหลของน้ำเนื่องจากการสะสมตัวของตะกอนที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น

ตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนเป็นสาเหตุให้ลำน้ำตื้นเขิน ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป การเกิดตะกอน และการตกตะกอนในลำน้ำ เป็นการรักษาสสมดุลของลำน้ำ และเป็นการทำลายหรือเปลี่ยนแปลงสมดุลของลำน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของลำน้ำ และระบบนิเวศวิทยาของกลุ่มน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงของระดับท้องน้ำ ความกว้างลำน้ำ และทิศทางการไหลของลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของลำน้ำเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากลำน้ำ เช่น การทับถมของตะกอนส่งผลกระทบต่อ การเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติจากน้ำท่วมหรือภัยแล้ง เนื่องจากแม่น้ำตื้นเขินทำให้ระบายน้ำได้น้อยลง ทำให้น้ำล้นตลิ่งได้ง่ายขึ้น เป็นต้น ตะกอนในแม่น้ำคือวัสดุที่อยู่ในแม่น้ำ การขนส่งตะกอนอาจเป็นในลักษณะแขวนลอยไปกับน้ำ หรือตกตะกอนทับถมกันที่ท้องน้ำ ซึ่งตะกอนเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมแม่น้ำหลายประการ เช่น การพัดพาและตกตะกอนในบริเวณท่าเรือ ทำให้เรือแล่นเข้าออกไม่สะดวก การพัดพาของตะกอนเข้าสู่เครื่องจักรกลใต้น้ำ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การกัดเซาะของตะกอนที่ฐานรากของโครงสร้างในน้ำ ทำให้โครงสร้างเอียงหรือทรุดได้ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงกระบวนการเคลื่อนตัว การกัดกร่อน และการทับถมของตะกอนด้วย (ชัยยุทธ, 2550) ในทางธรณีวิทยา คำจำกัดความของตะกอนในลำน้ำ คือ ส่วนวัสดุที่เคลื่อนตัวไป หรือแขวนลอยไป หรือตกตะกอนโดยน้ำเป็นตัวการ ตะกอนเกิดจากการสึกกร่อนผุพัง ด้วยอิทธิพลของกระแส น้ำ ปฏิกิริยาเคมี ความร้อน และกระแสลม ตะกอนจะถูกพัดพาไปด้วยความแรงของกระแสน้ำหรือกระแสลม เมื่อความแรงลดลงจะเกิดการทับถมของตะกอนที่พัดพามา การเกิดการทับถมของตะกอน ตะกอนจะทับถมกันเป็นชั้น ๆ ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะถูกพัดพาไปตกที่ไกล ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปตกที่ใกล้ การทับถมของตะกอนมีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะของภูมิประเทศและกระแสน้ำที่พัดผ่าน

บริเวณปากแม่น้ำของไทยเป็นแหล่งที่สำคัญแหล่งหนึ่งที่มีตะกอนสะสมตัวอยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นแหล่งที่ปล่อยตะกอนสู่ทะเล สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ เกิดจากตะกอนที่ถูกพัดพามาจากต้นน้ำทั้งแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสาขาแล้วค่อย ๆ ตกสู่ท้ายน้ำบริเวณนี้เป็นอุปสรรคขัดขวางการระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาลงสู่ทะเลอ่าวไทย บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัยบ่อยครั้งทำให้เลือกเป็นพื้นที่ศึกษา ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการศึกษา โดยการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรโดยจรวด McDonald Douglas Delta 3920 จากฐานทัพอากาศ Vandenberg, California ประเทศสหรัฐอเมริกา มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง 80 เมตร (MSS) และ 30 เมตร (TM) เหนือพื้นดินและน่านน้ำชายฝั่ง เราใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ในการศึกษาครั้งนี้ มีเป้าหมายหลักเพื่อหาปริมาณตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา การสำรวจระยะไกลโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมคำนวณหาปริมาณตะกอน ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่ทะเล

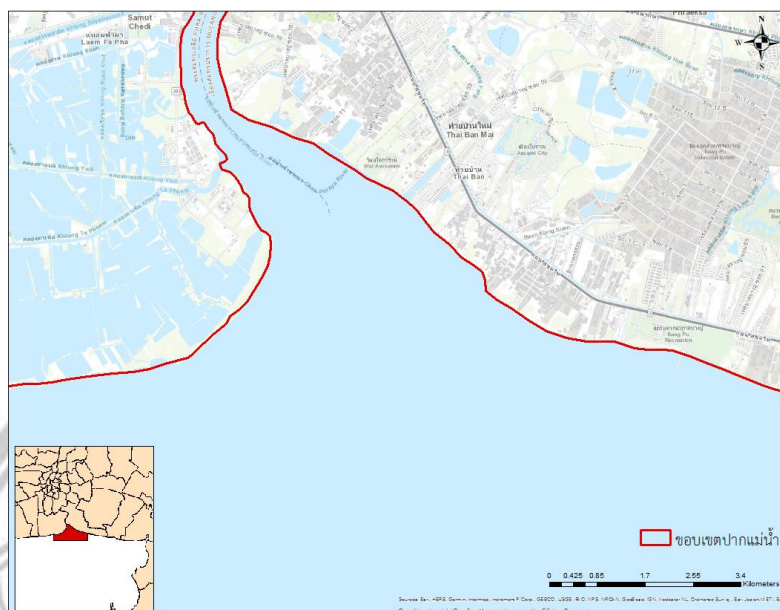
## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาก่อนออกสู่อ่าวไทย ซึ่งอยู่ระหว่างเขตตำบลท้ายบ้าน ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย พิกัดภูมิศาสตร์ละติจูดที่ 13 องศา 32 ลิปดา 25ฟิลิปดาเหนือ ลองจิจูดที่ 100 องศา 35 ลิปดา 23 ฟิลิปดาตะวันออก หรือพิกัด WGS1984 UTM Zone47N คือ 672030.88 E, 1497443.16 N ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 79 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 49,375 ไร่

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยามีลำน้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลัก และยังมีลำน้ำอีกสองสายขนานข้าง คือลำน้ำแม่กลองทางด้านตะวันตก และลำน้ำบางปะกงทางด้านตะวันออก ไหลมาจากเทือกเขาทั้งสองฝั่ง ปริมาณน้ำจำนวนมากที่ไหลมาจากที่สูงภายในเมื่อรวมกับน้ำฝนในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้พื้นที่บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมีปริมาณน้ำมหาศาลและปกคลุมพื้นที่เป็นเวลาหลายเดือนก่อนจะไหลลงทะเล สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่ซึ่งมีการยกตัวของแผ่นดินค่อนข้างต่ำ พื้นที่จึงลาดลงสู่ทะเลที่ละน้อย ทำให้ลำน้ำไหลเอื่อยและไหลคดเคี้ยวกว่าบริเวณต้นน้ำที่สูง จึงเกิดเป็นเกาะกลางน้ำหรือสันดอนซึ่งเป็นจุดกำเนิดสาขาแยกของแม่น้ำออกเป็นหลายสายก่อนที่จะไหลลงสู่อ่าวไทย สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ในแถบพาดผ่านมรสุมเขตร้อน (Tropical Monsoon Belt) ในระหว่างช่วงปีอุณภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก ฤดูฝนเริ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในฤดูฝนสภาพแวดล้อมจึงเต็มไปด้วยน้ำ ทำให้น้ำฝนรวมกับน้ำเหนือที่ไหลหลากทำให้มีผืนน้ำปกคลุมพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมสูงราว ๕๐ เซนติเมตรถึง 1 เมตรเป็นเวลาหลายเดือนเพราะไม่สามารถระบายน้ำลงทะเลได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มเป็นบริเวณที่มีการสะสมของโคลนตะกอนเกิด เป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์ ลักษณะทางกายภาพเป็นรูปพัด เพราะมีลำน้ำสาขาของลำน้ำใหญ่แผ่กระจาย



ภาพ 1.1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา

#### 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถคาดการณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
2. สามารถคาดการณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ไหลลงทะเลได้
3. สามารถวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยได้

#### 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 (TM) ที่ความละเอียด 30 เมตร ย้อนหลัง 10 ปีในช่วงเดือนก่อนน้ำท่วมและช่วงเดือนหลังน้ำท่วม เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บางปีพ.ศ. มีปัญหาคือมีเมฆเยอะเกินไปจนทำให้ไม่สามารถใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ ผู้วิจัยจึงศึกษา ทั้งหมด 3 ปี คือตั้งแต่ปีพ.ศ. 2552 - 2554 เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปาก แม่น้ำเจ้าพระยา

#### 1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

ตะกอน หมายถึง อินทรีย์วัตถุ หรือ อนินทรีย์วัตถุที่มีขนาดเล็ก เช่น กรวด หิน ดิน ทราย ที่เกิดจากกระบวนการสลายตามธรรมชาติ ถูกพัดพาปะปนกับกระแสน้ำ และทับถมกันบริเวณด้านล่างที่ กระแสน้ำไหลผ่าน ตะกอนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับสิ่งปะปนในกระแสน้ำนั้น ๆ เช่น ดิน หิน ทราย หรือ ตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลาย มีลักษณะเป็นสีคล้ำ มีความหยุ่น เรียกว่า โคลน อีกความหมาย หนึ่งคือ อนุภาคที่แยกตัวออกมาจากสารละลายเมื่อทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง เช่น น้ำผสมผงแป้ง เมื่อทิ้งไว้ ระยะเวลาหนึ่ง ผงแป้งจะตกตะกอนลงสู่ด้านล่าง เห็นเป็นชั้นแป้งและน้ำอย่างชัดเจน

ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load) หมายถึง ตะกอนขนาดที่มีอนุภาคขนาดเล็กที่แขวนลอยไปกับน้ำ ทำให้น้ำมีแรงพยุลงอนุภาคเหล่านั้นไม่ให้จม และสามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสน้ำ จะถูกพยุด้วยกระแสน้ำในการไหล มีการไหลแบบปั่นป่วน ตะกอนชนิดนี้จะคงสภาพแขวนลอยไปกับน้ำด้วยระยะเวลาอันพอสมควร และสามารถลอยไปไกล

การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) หมายถึง เป็นวิทยาศาสตร์และศิลป์ของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที หรือปรากฏการณ์ จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปของสัญญาณโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) เป็นการสำรวจจากระยะไกล โดยเครื่องมือวัดไม่มีการสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการตรวจวัดโดยตรง กระทำการสำรวจโดยให้เครื่องวัดอยู่ห่างจากสิ่งที่ต้องการตรวจวัด โดยอาจติดตั้งเครื่องวัดเช่น กล้องถ่ายภาพ วิทยุที่สูง บนบอลูน บนเครื่องบิน ยาวอวกาศ หรือดาวเทียม แล้วอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ หรือสะท้อนมาจากสิ่งที่ต้องการสำรวจเป็นสื่อในการวัด การสำรวจโดยใช้วิธีนี้เป็น การเก็บข้อมูลที่ได้ออกมาจำนวนมาก ในบริเวณกว้างกว่าการสำรวจภาพสนาม จากการใช้เครื่องมือสำรวจระยะไกล โดยเครื่องมือสำรวจไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุตัวอย่าง เช่น เครื่องบินสำรวจเพื่อถ่ายภาพในระยะไกล การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรทำการเก็บข้อมูลพื้นผิวโลกในระยะไกล

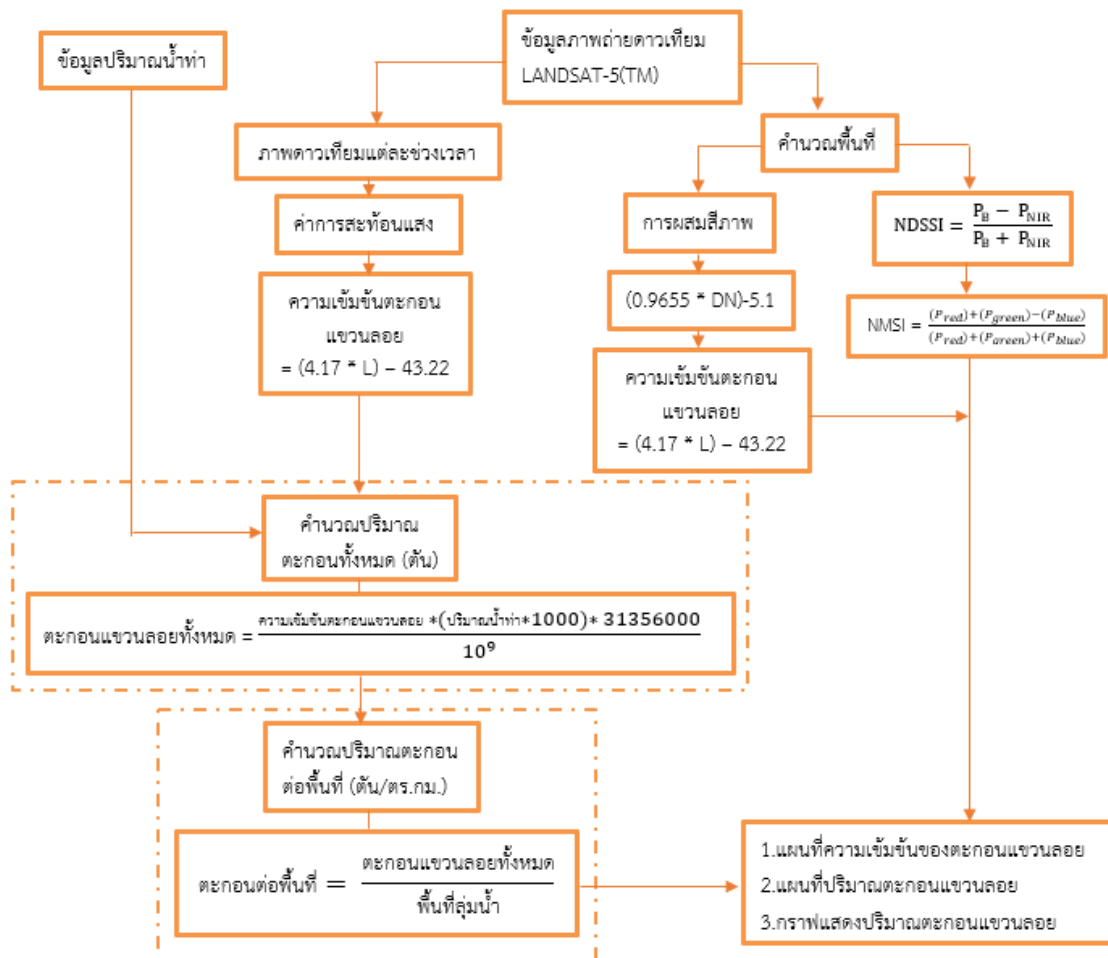
ปากแม่น้ำ (Delta) หมายถึง ปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำจืดและน้ำเค็มบรรจบกัน บริเวณที่แม่น้ำบรรจบกับทะเลหรือบรรจบกับแม่น้ำสายใหญ่ที่กว่า บริเวณชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำที่มีชุมชนหนาแน่น เป็นแหล่งก่อให้เกิดมลพิษจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในบ้านเรือน ตลาดสด บริเวณที่แม่น้ำบรรจบกับทะเล หรือบรรจบกับแม่น้ำสายใหญ่กว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## 1.7 กรอบแนวคิด



ภาพ 1.2 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพที่ 1.2 แสดงการนำเข้าสู่ข้อมูลที่เราใช้ในการศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า กระบวนการวิจัยโดยการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย การคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอย และผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาที่แสดงออกมาในรูปแบบแผนที่ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย แผนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอย กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวคิดในการศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 2.1 ตะกอน

##### 2.1.1 ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load)

##### 2.1.2 ตะกอนท้องน้ำ (Bed Load)

#### 2.2 ขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน

##### 2.2.1 การพัดพาตะกอนโดยลม (Eolian transportation)

##### 2.2.2 การพัดพาตะกอนโดยน้ำ (Alluvium transportation)

##### 2.2.3 ขบวนการทับถมตัวของตะกอน

#### 2.3 สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา

#### 2.4 ปรากฏการณ์น้ำท่วม

#### 2.5 การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

##### 2.5.1 ดาวเทียม LANDSAT

##### 2.5.1.1 ดาวเทียม LANDSAT-5

#### 2.6 ทฤษฎีที่ใช้ศึกษา

#### 2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ตะกอน

ตะกอน หมายถึง เศษวัสดุที่มีแหล่งกำเนิดจากขบวนการแตกสลายของดินและหินที่ประกอบขึ้นเป็นเปลือกโลก โดยทางกลศาสตร์ ทางกายภาพ และทางเคมี จะเคลื่อนที่ไปตามแรงโน้มถ่วงโดยมีตัวกลางประกอบด้วย แรงลม แรงแน้ำ ธารน้ำแข็ง หรือโดยตัวการหลายตัวการรวมกัน ขนาดของเม็ดตะกอนจะมีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงเศษวัสดุแขวนลอย แตกต่างกันในรูปทรงตั้งแต่กลมไปจนถึงเหลี่ยมมุม นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันในความถ่วงจำเพาะ และส่วนประกอบแร่ธาตุ ตะกอนแม่น้ำ คือ วัสดุที่อยู่ในแม่น้ำ การขนส่งตะกอนอาจเป็นในลักษณะ แขวนลอยไปกับน้ำ หรือตกตะกอนทับถมกันที่ท้องน้ำ ซึ่งตะกอนเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมแม่น้ำหลายประการ เช่น การพัดพาและตกตะกอนในบริเวณท่าเรือ ทำให้เรือแล่นเข้าออกไม่สะดวก การพัดพาของตะกอนเข้าสู่เครื่องจักรกลใต้น้ำ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การกัดเซาะของตะกอนที่ฐานรากของโครงสร้างในน้ำ

ทำให้โครงสร้างเอียงหรือทรุดได้ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงกระบวนการเคลื่อนตัว การกัดกร่อน และการทับถมของตะกอนด้วย (ชัยยุทธ, 2550) ในทางธรณีวิทยา คำจำกัดความของตะกอนในลำน้ำ คือ ส่วนวัสดุที่เคลื่อนตัวไป หรือ แขนวลอยไป หรือ ตกตะกอนโดยน้ำเป็นตัวการ ในทางอุทกวิทยาจะพิจารณาตะกอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำและอนุภาคของตะกอน โดยนับเริ่มต้นตั้งแต่เม็ดฝนตกกระทบพื้นผิวดินไปจนถึงการไหลของแม่น้ำลำคลอง ตะกอนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการเคลื่อนตัวของตะกอนไปกับกระแส น้ำ โดยสัมพันธ์กับขนาดของตะกอน ได้แก่

**2.1.1 ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load)** เป็นตะกอนขนาดที่มีอนุภาคขนาดเล็กที่แขวนลอยไปกับน้ำ ทำให้น้ำมีแรงพุงอนุภาคเหล่านั้นไม่ให้จม และสามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแส น้ำ จะถูกพุงด้วยกระแส น้ำในการไหล มีการไหลแบบปั่นป่วน ตะกอนชนิดนี้จะคงสภาพแขวนลอยไปกับน้ำด้วยระยะเวลาานพอสมควร และสามารถลอยไปไกล โดยทั่วไปตะกอนแขวนลอยจะมีสัดส่วนมากที่สุดเมื่อเทียบกับปริมาณตะกอนทั้งหมดในลำน้ำ ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS) เป็นสารที่ทำให้เกิดสี และความขุ่น มีขนาดอนุภาคของสารใหญ่กว่า 1 ไมโครเมตร ได้แก่ เศษอาหารซากสิ่งมีชีวิต และแพลงตอนบางชนิด สารเหล่านี้ มักพบมากในน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียชุมชน (กรมชลประทาน, 2554)

**2.1.2 ตะกอนท้องน้ำ (Bed Load)** เป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ มีการเคลื่อนตัวสัมผัสไปกับท้องน้ำ โดยสไลด์ หมุน หรือกลิ้งไป ตามกระแส น้ำไปตามแรงโน้มถ่วง แต่ความเร็วในการเคลื่อนที่ไปจะน้อยกว่าตะกอนแขวนลอย ซึ่งเป็นตะกอนขนาดหยาบถึงขนาดใหญ่ ตะกอนชนิดนี้มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของท้องน้ำและตลิ่ง การตกตะกอนเกิดจากขบวนการกัดเซาะ เคลื่อนที่ พัดพา ตกตะกอน และการอัดตัวของตะกอน ขบวนการเหล่านี้เป็นไปตามธรรมชาติตลอดยุคธรณีวิทยา และทำให้เกิดรูปร่างที่วิเศษของโลกเราในปัจจุบัน พลังงานจลน์ภายนอกที่สำคัญในการเกิดตะกอน คือ น้ำ ลม แรงโน้มถ่วง และน้ำแข็ง แต่ละอย่างอาจมีความสำคัญในแต่ละท้องถิ่น การกัดเซาะ หมายถึงการแตกออก และเคลื่อนที่อนุภาคหินโดยน้ำ และลม (กรมชลประทาน, 2554)

## 2.2 ขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน

การพัดพาและทับถมเกิดจากการสึกกร่อนผุพัง ด้วยอิทธิพลของกระแส น้ำ ปฏิกริยาเคมี ความร้อน และกระแสลมจะถูกพัดพาไปด้วยความแรงของกระแส น้ำหรือกระแสลม เมื่อความแรงลดลงจะเกิดการทับถมของตะกอนที่พัดพามา การเกิดการทับถมของตะกอน ตะกอนจะทับถมกันเป็นชั้น ๆ ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะถูกพัดพาไปตกที่ใกล้ ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปตกที่ไกล การทับถมของตะกอนมีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะของภูมิประเทศ และกระแส น้ำที่พัดผ่าน (โลกและการเปลี่ยนแปลง, 2560) ดังนี้

1) การทับถมของตะกอนรูปพัด เกิดจากกระแส น้ำไหลจากภูเขาตกลงสู่ที่ราบต่ำกว่า มีร่องน้ำ ขนาดใหญ่กว่าร่องน้ำเดิมมาก ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนรูปพัด

2) การทับถมของตะกอนรูปดินดอนสามเหลี่ยม เกิดจากการทับถมของตะกอนที่บริเวณปากแม่น้ำ เป็นรูปสามเหลี่ยม เนื่องจากกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำเคลื่อนที่ช้าลง จึงเกิดการทับถมของตะกอน อยู่ตลอดเวลา

สาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการพัดพามี 2 สาเหตุใหญ่ คือ เกิดจากกระแสลม ส่วนมาก จะเกิดบริเวณที่ราบสูง บนภูเขาในทะเลสูง เช่น การเกิดเป็นเนินทราย และเกิดจากน้ำ เมื่อดิน หิน ถูก กัดกร่อนจะถูกน้ำพัดพาไปสู่ที่ต่ำกว่า เกิดการทับถมเป็นลักษณะต่าง ๆ เช่น แม่น้ำที่พาตะกอนไปทับถมที่ปากแม่น้ำเกิดเป็นดินดอนปากแม่น้ำ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น

**2.2.1 การพัดพาตะกอนโดยลม (Eolian transportation)** หมายถึง ตะกอนที่จะถูกพัดพา โดยลมจะเป็นตะกอน ที่มีขนาดเล็กและเบา หรือเป็นผงละเอียดขนาดที่ลมสามารถพัดพาไปได้ จะทำให้เห็นเป็นลักษณะของ deflation ถูกพัดพามาจากบริเวณที่มีความแห้งแล้ง ตะกอนเกาะกันไม่หนาแน่น หรือเกิดจากการพัดถ้ำถ่านที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่ตกลงสู่พื้นดินหรือล่องลอยไปใน อากาศ อาจถูกลมพัดพาลงสู่มหาสมุทรได้ ตะกอนที่จะถูกพัดพาโดยลมจะสามารถถูกพัดพาไปได้ไกลมาก ๆ จนพัดพาข้ามทวีปได้ ตะกอนที่มากับตัวกลางแบบนี้จะพบมากบริเวณระหว่างละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ ซึ่งเป็นเขตแห้งแล้งมีภูเขาและทะเลทราย (กรมชลประทาน, 2560)

**2.2.2 การพัดพาตะกอนโดยน้ำ (Alluvium transportation)** หมายถึง ตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะโดยความแรง และความเร็วของน้ำ และถูกพัดพาโดยมีอัตราการไหลที่มีความแรงพอที่จะพาตะกอนขนาดต่าง ๆ ไปได้ ตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากจะเคลื่อนที่ไปได้ไม่ไกลนัก ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็กและสารแขวนลอยต่าง ๆ จะถูกพัดพาไปพร้อมกับการไหลของน้ำ และจะไปตกสะสมในบริเวณที่ ๆ มีความเร็วและความแรงของน้ำน้อยมาก ๆ โดยตะกอนในลักษณะนี้จะมีความหลากหลายในเรื่องของแหล่งกำเนิดมาก เพราะมีการพัดพามาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันไป การพัดพาโดยกระแสน้ำ เป็นขบวนการที่สำคัญที่สุด ซึ่งแบ่งออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้ (กรมชลประทาน, 2560) คือ

1) การพัดพาในสภาพสารละลาย (solution load) สารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำในรูปของสารละลายและอนุมูล (colloid and ion) จะถูกพัดพาออกไปไกลที่สุด เมื่อพบสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม สารละลายจะตกตะกอน ได้แก่ อนุมูลโซเดียม แคลเซียม คาร์บอเนต เหล็ก ซิลิกา ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น

2) การพัดพาในสภาพแขวนลอย (suspension) เป็นขบวนการที่น้ำพัดพาอนุภาคเล็ก ๆ ในรูปของสารแขวนลอย เช่น อนุภาคดินเหนียว เป็นต้น จะตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลง หรือน้ำหยุดไหล

3) การพัดพาโดยการกระดอน (saltation) เป็นขบวนการที่อนุภาคเคลื่อนย้ายไปตามพื้นของท้องน้ำ ในลักษณะกระดอนไปตามความลาดชันของพื้นลำธาร อนุภาคที่เคลื่อนย้ายไปมีขนาดเท่าเม็ด

ทราย หรือโตกว่าเล็กน้อย ปัจจัยสำคัญที่ควบคุม คือ แรงเหวี่ยงของกระแสน้ำ จะตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำไม่สามารถจะยกอนุภาคเหล่านี้ได้

4) การพัดพาโดยกลิ้งไป (rolling) เป็นการกลิ้งไปโดยไม่มีการกระเด็นหรือกระดอน เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่กระแสน้ำจะยกขึ้นได้ เช่น ก้อนหินขนาดใหญ่ การเคลื่อนย้ายของอนุภาคดังกล่าว ก่อให้เกิดการขัดสีระหว่างอนุภาคกับพื้นลำธาร หรือฝั่งน้ำ ขนาดของอนุภาคจะเล็กลงเรื่อย ๆ ขณะเดียวกันอนุภาคจะมีความกลมในมากขึ้น ในช่วงของการพัดพานี้จะเห็นได้ว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ น้ำจะไม่สามารถพัดพาไปได้นั้น จะตกตะกอนใกล้กับบริเวณต้นกำเนิด แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปได้ไกล ลักษณะการจัดขนาดของอนุภาคโดยกระแสน้ำแบบนี้เรียกว่า การจัดขนาดตามแนวระนาบ (lateral sorting) กระบวนการพัดพายังขึ้นอยู่กับความลาดชัน ปริมาณน้ำ การไหลของตะกอนในลักษณะของโคลนถล่ม สามารถพัดพาตะกอนเป็นปริมาณมากที่ไหลมาจากต้นกำเนิดได้ แม้กระทั่งก้อนหินขนาดใหญ่

**2.2.3 ขบวนการทับถมตัวของตะกอน** การทับถมตัวของตะกอนแม่น้ำแต่ละสายจะมีความสามารถในการพัดพาอนุภาคต่าง ๆ ได้แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทับถมจึงแตกต่างกันไปตามขนาดของอนุภาค บริเวณสุดท้ายที่ตะกอนจะไปทับถมกันมากที่สุด คือ ระดับฐานของแม่น้ำ (base level of river) นอกจากนี้ระหว่างทางที่แม่น้ำไหลผ่านจะมีการทับถมมาตลอดทางในสภาพน้ำนิ่งหรือค่อนข้างจะนิ่ง การตกตะกอนจะมีการแยกขนาดโดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก หรือมีความถ่วงจำเพาะมากจะตกตะกอนก่อน ส่วนตะกอนที่มีขนาดเล็ก หรือมีความถ่วงจำเพาะน้อยจะตกตะกอนทีหลัง ลักษณะการตกตะกอนทับถมจะทำให้มีการแยกขนาดขึ้น เรียกว่า การจัดขนาดตามแนวตั้ง (vertical sorting) สาเหตุของการตกตะกอนทับถม (กรมชลประทาน, 2560) มีดังนี้

- 1) ความเร็วของกระแสน้ำลดลง อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความลาดชัน หรือการคดเคี้ยวของแม่น้ำ
- 2) น้ำท่วมฝั่ง เช่น ฤดูน้ำหลาก เมื่อน้ำท่วมฝั่งความเร็วของกระแสน้ำก็จะลดลงบนฝั่งทั้งสองด้านของลำน้ำ
- 3) มีสิ่งกีดขวางทางน้ำ อาจเกิดจากแผ่นดินเลื่อนลงขวางในแม่น้ำ หรือการมีสันทราย แพซุงต่าง ๆ หรือเขื่อน
- 4) ปริมาณน้ำลดลง เกิดจากฝนตกน้อย มีอัตราการระเหยสูง
- 5) การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของทางน้ำ (drainage pattern change)

### 2.3 สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา

ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (river delta) จะเกิดเฉพาะกับแม่น้ำที่พัดพาเอาตะกอนขนาดเล็ก ๆ จำพวกทรายละเอียดและโคลนมากับลำน้ำเป็นปริมาณมาก แล้วมาตกตะกอนทับถมกันบริเวณปากแม่น้ำ เมื่อแม่น้ำไหลลงสู่ทะเลหรือทะเลสาบ ความเร็วของน้ำในแม่น้ำจะลดลงและตะกอนที่แม่น้ำพัดมาจะค่อย ๆ สะสมตัวบริเวณดังกล่าว ในบางแห่งขณะน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำจะพัดพาเอาทรายและโคลนออกไปสู่ทะเลจึงไม่มีดินดอนปากแม่น้ำเกิดขึ้น ในกรณีที่กระแสน้ำขึ้นลงไม่ส่งอิทธิพล

รุนแรง แม่น้ำก็จะพัดพาเอาตะกอนมาสะสมอยู่เรื่อย ๆ โดยทรายหยาบจะตกตะกอนลงเป็นพวกแรก และนาน ๆ เข้าก็จะปรากฏเป็นสันทรายบริเวณปากแม่น้ำ ในที่สุดแม่น้ำก็จะแตกแขนงออกเป็น 2 สาขา ในเวลาต่อมาแม่น้ำทั้ง 2 สาขาจะถูกปิดกั้นด้วยสันทราย ทำให้สาขาแม่น้ำแตกออกเป็นสาขาลำน้ำย่อยลงไปอีก ดินดอนโดยทั่วไปมักมีสาขาของลำน้ำที่แตกแขนงจากแม่น้ำใหญ่ โคลนเนื้อละเอียดจะถูกพัดพาไปไกลจากสันทรายและตกตะกอนสะสมตัวกันแผ่คลุมท้องทะเลหรือทะเลสาบในบริเวณที่กว้างขวางเป็นรูปคล้ายพัด โดยธรรมชาติแล้วแม่น้ำทุกสายที่ไหลลงทะเลหรือทะเลสาบจะมีดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเกิดขึ้นเสมอ ที่เราเรียกกันว่า "เดลต้า" (delta) เพราะว่าบริเวณดังกล่าวมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม ถึงแม้ว่าดินดอนจะไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมโดยทั่วไปนักภูมิศาสตร์ก็เรียกว่า "เดลต้า" คำว่า DELTA มาจากชื่อเรียกอักษรกรีกลำดับที่สี่ และปรากฏใช้เรียกพื้นที่รูปสามเหลี่ยมซึ่งเป็นที่ตกตะกอนของผืนดินที่อุดมสมบูรณ์บริเวณปากแม่น้ำไนล์เป็นครั้งแรกเมื่อราว 540 ปีก่อนคริสตกาล โดยนักประวัติศาสตร์ชาวกรีก "เฮโรโดตัส" (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2550)

สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำหรือ DELTA คือ แผ่นดินที่ราบต่ำซึ่งกำเนิดที่ปากแม่น้ำทั้งใหญ่หรือเล็ก บริเวณปลายสุดของลำน้ำก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเล เป็นบริเวณที่มีการสะสมของโคลนตะกอนเกิดเป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ มีลักษณะทางกายภาพเป็นรูปพัด เพราะมีลำน้ำสาขาของลำน้ำใหญ่แผ่กระจาย และกลายเป็นพื้นที่ซึ่งแหล่งอารยธรรมสำคัญของโลก ตั้งอยู่แทบทุกแห่ง สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya Delta) เป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญ เพราะมีการใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก พื้นที่ภายในสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่แห่งแรก ๆ ในโลกที่สามารถผลิตข้าวเพื่อการส่งออกได้ สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya Delta) จังหวัดสมุทรปราการ เกิดจากตะกอนที่ถูกพัดพามาจากต้นน้ำ ทั้งแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสาขา แล้วค่อย ๆ ตกสู่ท้ายน้ำบริเวณนี้ ซึ่งเป็นอุปสรรคขัดขวางการระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาลงสู่ทะเลอ่าวไทย สภาพภูมิศาสตร์ในเขตสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ในเขตดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยานอกจากจะมีลำน้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักแล้ว ยังมีลำน้ำอีกสองสายขนานข้าง คือลำน้ำแม่กลองทางด้านตะวันตกและลำน้ำบางปะกงทางด้านตะวันออก ซึ่งไหลมาจากเทือกเขาทั้งสองฝั่ง จากปริมาณน้ำจำนวนมากที่ไหลมาจากที่สูงภายในเมื่อรวมกับน้ำฝนในช่วงฤดูฝน จึงส่งผลให้พื้นที่บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมีปริมาณน้ำมหาศาลและปกคลุม พื้นที่เป็นเวลาหลายเดือนก่อนจะไหลลงทะเล สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยาประกอบด้วยส่วนฐานกว้างกว่า 100 กิโลเมตรเป็นที่ราบกว้างใหญ่ ความสูงเฉลี่ย 2.5 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลักษณะตามธรรมชาติของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยายังมีแม่น้ำสำคัญอีกสามสายคือ บางปะกง ท่าจีน และแม่กลอง ทางฝั่งตะวันตกและตะวันออกตามลำดับ (กรมทรัพยากรธรณี, 2561)

โครงสร้างทางกายภาพของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วยพื้นที่ซึ่งแบ่งออกตามสภาพทางภูมิศาสตร์หลายส่วน (วัลย์ลักษณ์ ทรงศิริ, 2559) ดังนี้

1) ชายฝั่งทะเล (Coastal Zone) อยู่ใกล้ชายฝั่งของทะเลในเขตสามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหม่ มีลำน้ำสายเล็ก ๆ อยู่มากมาย ซึ่งกระแสน้ำขึ้นลงตามอิทธิพลของน้ำทะเล ในช่วงหน้าน้ำน้ำก็จะท่วมพื้นดินไปทั่วซึ่งเป็นดินเค็ม บริเวณนี้มีป่าไม้ที่เรียกว่า ป่าชายเลน (Mangrove) ในช่วงหน้าแล้งจะแห้งและน้ำจืดจากแผ่นดินภายในจะมีปริมาณน้อย ทำให้น้ำทะเลจะหนุนเข้ามาภายในแผ่นดิน

2) สามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหม่ (Young Delta) ได้แก่สภาพภูมิประเทศแบบที่ได้กล่าวถึงข้างต้น คือพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นส่วนฐานซึ่งกว้างกว่า 100 กิโลเมตรเป็นที่ราบกว้างใหญ่ ความสูงเฉลี่ย 2.5 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

3) สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเก่า (Old Delta) อยู่ในบริเวณใกล้กับยอดของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำซึ่งมีอายุทางธรณีราว 10,000 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับสามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหม่ พื้นที่นี้จะมีระดับสูงกว่า และพื้นที่มีระดับแตกต่างกันมากกว่า ทำให้มีพืชพรรณเป็นป่าไม้ในที่ดอนและหนองน้ำในที่ลุ่ม ความสูงต่างจากพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงราว 4-5 เมตร ทำให้น้ำหน้าน้ำน้ำจะไม่ท่วม และเขตที่เป็นรอยต่อระหว่างสามเหลี่ยมปากแม่น้ำใหม่และเก่าคือบริเวณเกาะ เมืองอยุธยา

4) ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) คือ บริเวณพื้นที่ระหว่างเชิงเขา ซึ่งมีแม่น้ำสายใหญ่ไหลผ่าน พื้นที่ขนานกับลำน้ำทั้งสองฝั่งขนาดราว 10-20 กิโลเมตร คือบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง เมื่อมีน้ำท่วมใหญ่ในช่วงฤดูฝนก็จะท่วมล้นเข้ามาในพื้นที่นี้

5) ภูเขาและแนวเชิงเขา (Mountain and Foothill) เป็นส่วนขอบปีกทั้งสองด้านของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ แม้จะไม่ใช่เป็นบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโดยตรง แต่ก็เป็นที่ซึ่งกระแสน้ำได้ไหลพัดพาเอาตะกอนมาทับถมในบริเวณดังกล่าว

## 2.4 ปรากฏการณ์อุทกภัย

อุทกภัย คือ ภัยและอันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วม หรือน้ำท่วมฉับพลัน มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักหรือฝนต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจาก หย่อมความกดอากาศต่ำ, พายุหมุนเขตร้อน ได้แก่ พายุดีเปรสชัน, พายุโซนร้อน, พายุไต้ฝุ่น เป็นต้น, ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำ, ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้, ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ, เขื่อนพัง ซึ่งลักษณะของอุทกภัยมีความรุนแรง และรูปแบบต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ (กรมอุตุฯ, 2560) มีลักษณะดังนี้

1) น้ำป่าไหลหลาก หรือน้ำท่วมฉับพลัน มักจะเกิดขึ้นในที่ราบต่ำหรือที่ราบลุ่มบริเวณใกล้ภูเขาต้นน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากฝนตกหนักเหนือภูเขาต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้จำนวนน้ำสะสมมีปริมาณมากจนพื้นดิน และต้นไม้ดูดซับไม่ไหวไหลบ่าลงสู่ที่ราบต่ำ เบื้องล่างอย่างรวดเร็ว มีอำนาจทำลายร้ายแรงระดับหนึ่ง ที่ทำให้บ้านเรือนพังทลายเสียหาย และอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้

2) น้ำท่วม หรือน้ำท่วมขัง เป็นลักษณะของอุทกภัยที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำสะสมจำนวนมากที่ไหลบ่าในแนวระนาบ จากที่สูงไปยังที่ต่ำเข้าท่วมอาคารบ้านเรือน และไร่นาได้รับความเสียหาย หรือเป็นสภาพน้ำท่วมขัง ในเขตเมืองใหญ่ที่เกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน มีสาเหตุมาจากระบบ

การระบายน้ำไม่เพียงพอ มีสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางระบายน้ำ หรือเกิดน้ำทะเลหนุนสูงกรณีพื้นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล

3) น้ำล้นตลิ่ง เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำจำนวนมากที่เกิดจากฝนหนักต่อเนื่อง ที่ไหลลงสู่ลำน้ำหรือแม่น้ำมีปริมาณมากจนระบายลงสู่ลุ่มน้ำด้านล่าง หรือออกสู่ปากน้ำไม่ทัน ทำให้เกิดสถานะน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมสวน, ไร่นา และบ้านเรือนตาม 2 ฝั่งน้ำ จนได้รับความเสียหาย ถนน หรือสะพานอาจชำรุด ทางคมนาคมถูกตัดขาดได้

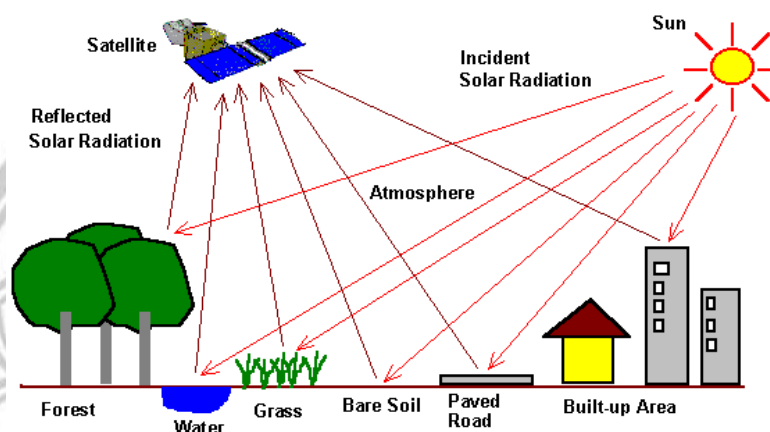
ปีพ.ศ. 2554 ประเทศไทยประสบปัญหาอุทกภัยครั้งรุนแรงที่สุดเป็นประวัติการณ์ ตั้งแต่ต้นปีจนถึงปลายปี และมีพื้นที่ประสบภัยกระจายตัวในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางที่เกิดน้ำท่วมหนักเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ยิ่งไปกว่านั้นพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นพื้นที่หนึ่งซึ่งเกิดน้ำท่วมหนักในรอบ 70 ปี หากนับจากเหตุการณ์น้ำท่วมกรุงเทพมหานครในปี 2485 อุทกภัยครั้งนี้ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างหนักทั้งทางภาคการเกษตร อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ สังคม และส่งผลกระทบต่อเป็นลูกโซ่ไปยังภาคส่วนอื่นอีกเป็นจำนวนมาก (คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ)

## 2.5 การรับรู้ระยะไกล

การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์บนพื้นโลก จากเครื่องรับรู้ (Sensor) โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral characteristics) ลักษณะเชิงพื้นที่ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial characteristics) และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal characteristics) ซึ่ง Remote Sensing ในภาษาไทยมีคำแปลที่ใช้กันอยู่หลายคำ ได้แก่ “การรับรู้จากระยะไกล” “การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล” “โทรสัมผัส” และ “โทรนิทัศน์” เป็นต้น โดยราชบัณฑิตยสถานใช้คำว่า “การรับรู้จากระยะไกล” คำว่า “รีโมทเซนซิง” (Remote Sensing) ประกอบขึ้นมาจากการรวม 2 คำ ซึ่งแยกออกได้ดังนี้ คือ Remote = ระยะไกล, Sensing = การรับรู้ หากรวมคำ 2 คำเข้าด้วยกัน "Remote Sensing" จึงหมายถึง "การรับรู้จากระยะไกล" โดยมีนิยามความหมายนี้ได้กล่าวไว้ว่า “เป็นการสำรวจตรวจสอบคุณสมบัติสิ่งใด ๆ ก็ตาม โดยที่มิได้สัมผัสกับสิ่งเหล่านั้นเลย” คำจำกัดความของรีโมทเซนซิง คือ การใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในการบันทึกภาพสิ่งที่อยู่โดยรอบ สามารถนำภาพมาทำการแปลความเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ การสำรวจจากระยะไกลจะเกี่ยวข้องกับการสำรวจเก็บบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย แหล่งข้อมูลที่ต้องการศึกษา (Data Source) พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Sensor) และกรรมวิธีประมวลผลข้อมูล (Data Processing) ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า รีโมทเซนซิงเป็นเครื่องมือทางการวิจัยที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะได้ข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์ เป็นข้อมูลที่ครอบคลุมบริเวณกว้าง และสามารถบันทึกภาพในบริเวณเดิมในเวลาที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่เพิ่มประสิทธิภาพของมนุษย์ที่จะใช้ในการวางแผนงาน และการตัดสินใจได้ดีขึ้น (การสำรวจระยะไกล, 2557)

กระบวนการสำรวจระยะไกล ประกอบด้วย 2 หลัก คือ การรับข้อมูลและบันทึกสัญญาณข้อมูล (Data Acquisition) และการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)



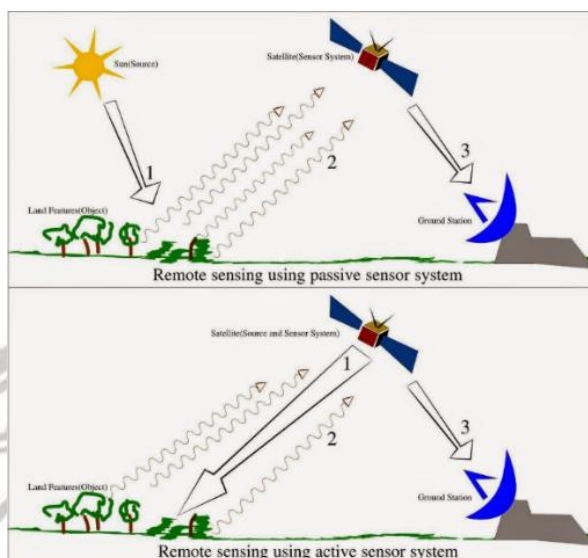
ภาพ 2.1 ภาพกระบวนการสำรวจระยะไกล

ระบบรีโมทเซนซิง แบ่งตามแหล่งกำเนิดพลังงานที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มี 2 กลุ่ม คือ

1) Passive remote sensing เป็นระบบที่ใช้กันกว้างขวางตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน โดยมีแหล่ง พลังงานที่เกิดตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝนหรือเมื่อมีเมฆหมอกฝน

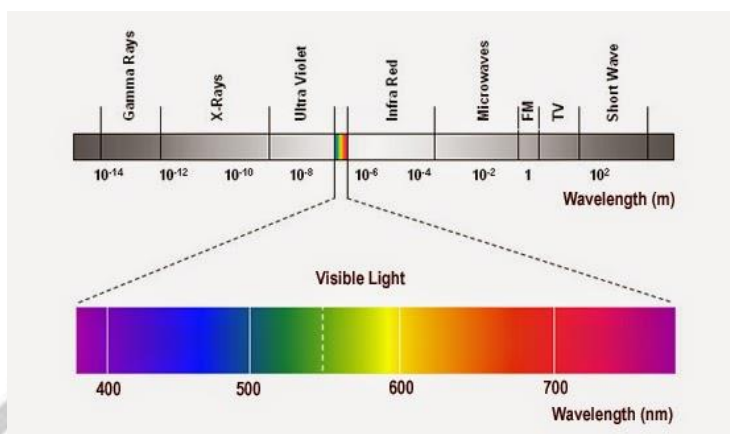
2) Active remote sensing เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัวเครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ แล้วส่งพลังงานนั้นไปยังพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูลได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา หรือด้านสภาวะภูมิอากาศ คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาลในช่วงแรกระบบ passive remote sensing ได้รับการพัฒนามาก่อน และยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนระบบ active remote sensing มีการพัฒนาจากวงการทหาร แล้วจึงเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ต่อกิจการพลเรือนในช่วงหลัง การสำรวจในด้านนี้ได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะกับประเทศในเขตร้อนที่มีปัญหาเมฆ หมอก ปกคลุมอยู่เป็นประจำ





ภาพ 2.2 ภาพหลักการสำรวจจากระยะไกล

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในงานสำรวจจากระยะไกล ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานตามธรรมชาติที่สำคัญที่ใช้เป็นสื่อในการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก พลังงานจากแสงอาทิตย์นี้มีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวแตกต่างกันออกไป เรียกว่า “แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” (Electromagnetic Spectrum) ประกอบด้วยช่วงคลื่นที่สั้นที่สุด คือ รังสีคอสมิก (Cosmic Ray) ซึ่งมีความยาว 10 - 12 เมตร ไปจนถึงช่วงคลื่นยาวที่สุด คือ คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ (Radio and television wave) มีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตรขึ้นไป รังสีแกมมา (Gamma Ray) และรังสีเอกซเรย์ (X-ray) จะถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงไม่ได้นำมาใช้ในงานสำรวจข้อมูลระยะไกล ช่วงคลื่นที่มักนำมาใช้ในการทำงานของระบบรีโมทเซนซิงคือช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Rays) ได้แก่ช่วงคลื่นที่มีความยาวระหว่าง 0.4- 0.7 ไมโครเมตร ( $\mu\text{m}$ ) ซึ่งประกอบไปด้วยช่วงคลื่นสีม่วง คราม น้ำเงินเขียว เหลือง แสด และแดง สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มแม่สีหลัก คือ น้ำเงิน เขียว และแดง จัดได้ว่าเป็นแม่สีแสงธรรมชาติที่สามารถนำไปผสมผสานให้เกิดสีขึ้นมาอีกมากมายจากการศึกษาพบว่า ช่วงคลื่น อินฟราเรดใกล้ และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการศึกษาด้านธรณีวิทยา ช่วงคลื่น อินฟราเรดไกล มักใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิ ของวัตถุ เช่น ใช้ในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวน้ำและอุณหภูมิผิวดินในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน และช่วงคลื่น “ไมโครเวฟ” ใช้มากในระบบถ่ายภาพที่สามารถสร้างพลังงานขึ้นเองได้ (การสำรวจระยะไกล, 2557) เช่น ระบบ SAR (Synthetic Aperture Radar)

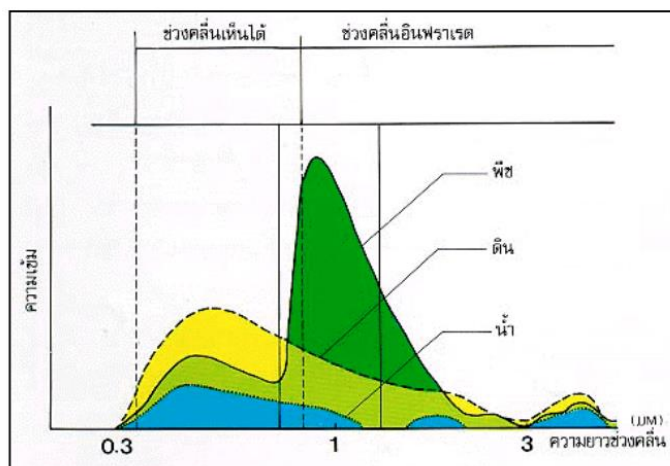


ภาพ 2.3 ภาพแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อวัตถุบนพื้นโลก พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์มักจะถูกดูดกลืนโดยความชื้นและกระจัดกระจายโดยอนุภาคในบรรยากาศ (เช่น ผงฝุ่น) ก่อนที่จะส่งต่อมายังพื้นโลก ประกอบไปด้วยวัตถุและสิ่งปกคลุมดินหลายชนิด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัตถุบนพื้นโลกจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุ และความขรุขระของพื้นผิว วัตถุ คือวัตถุจะต้องมีความขรุขระมากพอที่จะให้รังสีสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ได้ ถ้าหากพื้นผิวของวัตถุเรียบเกินไปก็จะทำให้รังสีความร้อนสะท้อนกลับหมดทำให้มีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการทราบส่งผ่านไปยังเครื่องบันทึกน้อย แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วพื้นผิวโลกโดยมากจะขรุขระจึงไม่ค่อยเกิดปัญหาในการบันทึกข้อมูลปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัตถุบนพื้นโลก แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด (การสำรวจระยะไกล, 2557) คือ

- การดูดกลืนพลังงาน (Absorption)
- การส่งผ่านพลังงาน (Transmission)
- การสะท้อนพลังงาน (Reflection)

เราสามารถจำแนกชนิดของวัตถุบนพื้นผิวโลก ออกได้โดยอาศัยคุณสมบัติทางช่วงคลื่น (Spectral Characteristics) อย่างไรก็ตามวัตถุบางอย่างไม่สามารถแบ่งแยกออกจากกันได้โดยเด็ดขาด ดังนั้นการศึกษารีโมทเซนซิงจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ผู้ศึกษาต้องเข้าใจคุณสมบัติช่วงคลื่นของวัตถุที่สนใจศึกษา และในขณะเดียวกันต้องทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติเชิงคลื่นของวัตถุเหล่านั้น ก่อนที่จะดำเนินการแปลภาพดาวเทียม ผู้แปลจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า กับวัตถุ 3 ชนิด ใหญ่ ๆ บนพื้นโลก ได้แก่ พืช ดิน และ น้ำ (การสำรวจระยะไกล, 2557)



ภาพ 2.4 ภาพลายเซ็นช่วงคลื่นจากพืชที่สมบูรณ์ ดิน และน้ำ

ประเภทของดาวเทียม แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ 1)ดาวเทียมสื่อสาร 2)ดาวเทียมสำรวจ 3) ดาวเทียมพยากรณ์อากาศ 4)ดาวเทียมทางการแพทย์ 5)ดาวเทียมด้านวิทยาศาสตร์

#### 1) ดาวเทียมสื่อสาร

ดาวเทียมสื่อสารเป็นดาวเทียมที่ต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา เรียกได้ว่าทำงานตลอด 24 ชม. ไม่มีวันหยุด เพื่อที่จะเชื่อมโยงเครือข่ายการสื่อสารของโลกเข้าไว้ด้วยกัน ดาวเทียมสื่อสารเมื่อถูกส่งเข้าสู่วงโคจร ก็พร้อมที่จะทำงานได้ทันที ส่งสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดิน สถานีภาคพื้นดินจะรับสัญญาณโดยใช้อุปกรณ์ ที่เรียกว่า "Transponder" ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พักสัญญาณ แล้วกระจายสัญญาณไปยังจุดรับสัญญาณต่าง ๆ บนพื้นโลก ดาวเทียมสื่อสารสามารถส่งผ่านสัญญาณโทรศัพท์ ข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงสัญญาณภาพโทรทัศน์ได้ทุกแห่ง (การสำรวจระยะไกล, 2557)

#### 2) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและสภาพแวดล้อมของโลก เป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีการถ่ายภาพ และโทรคมนาคม โดยการทำงานของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรจะใช้หลักการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล หลักการที่สำคัญของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร คือ Remote Sensing โดยใช้คลื่นแสงที่เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (EME : Electro - Magnetic Energy) ทำหน้าที่เสมือนสื่อกลางส่งผ่านระหว่างวัตถุเป้าหมาย และอุปกรณ์บันทึกข้อมูล อุปกรณ์ถ่ายภาพที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม มักจะได้รับการออกแบบให้มีความสามารถถ่ายภาพ และมีความหลากหลายในรายละเอียดของภาพได้อย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการจำแนกประเภททรัพยากรที่สำคัญ ๆ คุณสมบัติของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (การสำรวจระยะไกล, 2557)

- การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง (Synoptic view) ภาพจากดาวเทียมภาพหนึ่งๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้างทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้นๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทันภาพ เช่น ภาพจาก LANDSAT MSS และ TM 1 ภาพคลุมพื้นที่ 185X185 ตร.กม. หรือ 34,225 ตร.กม. ภาพจาก SPOT คลุมพื้นที่ 3,600 ตร.กม. เป็นต้น

- การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีระบบกล้องสแกนเนอร์ ที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในบริเวณเดียวกัน ทั้งในช่วงคลื่นที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า และช่วงคลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น เป็นต้น
- การบันทึกภาพบริเวณเดิม (Repetitive coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอ และในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น LANDSAT ทุก ๆ 16 วัน MOS ทุก ๆ 17 วัน เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลายๆ ช่วงเวลาที่ทันสมัยสามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้เป็นอย่างดี และมีโอกาสที่จะได้ข้อมูลไม่มีเมฆปกคลุม
- การให้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 เมตร สามารถศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพสีระบบ MLA มีรายละเอียด 20 เมตร ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เฉพาะจุดเล็ก ๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก และภาพระบบ TM รายละเอียด 30 เมตร ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด เป็นต้น
- ภาพจากดาวเทียมสามารถให้ภาพสีผสม (False color composite) ได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการขยายรายละเอียดเฉพาะเรื่องให้เด่นชัด สามารถจำแนกหรือมีสีแตกต่างจากสิ่งแวดล้อม
- การเน้นคุณภาพของภาพ (Image enhancement) ภาพจากดาวเทียมต้นฉบับสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าความเข้ม ระดับสีเทา เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการศึกษาให้เด่นชัดขึ้น

### 3) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเป็นดาวเทียมที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศด้วยภาพถ่ายเรดาร์ (Radar) และภาพถ่ายอินฟราเรด (Infrared) เนื่องจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเป็นดาวเทียมสำรวจประเภทหนึ่งจึงมีอุปกรณ์บนดาวเทียมคล้ายกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากร จะแตกต่างกันเพียงหน้าที่การใช้งาน ดังนั้นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจึงมีหลักการทำงานเช่นเดียวกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากร กล่าวคือ อุปกรณ์สำรวจอุตุนิยมวิทยานบนดาวเทียมจะส่ง สัญญาณมายังเครื่องรับที่สถานีภาคพื้นดิน ซึ่งที่สถานีภาคพื้นดินนี้จะมีระบบรับสัญญาณแตกต่างกันไปตามดาวเทียมแต่ละดวง (การสำรวจระยะไกล, 2557)

### 4) ดาวเทียมบอกตำแหน่ง

ระบบหาตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียม (Global Positioning Satellite System - GPS) ถูกพัฒนาโดยทหารสำหรับการใช้งานในกระทรวงกลาโหม ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยใช้เป็นระบบนำร่องให้กับเครื่องบิน เมื่อดาวเทียมที่ใช้กับระบบ GPS ขยายตัวมากขึ้น จึงมีพื้นที่การครอบคลุมมากขึ้น และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การนำร่องให้เรือเดินสมุทรพาณิชย์ในบริเวณที่ระบบนำร่องภาคพื้นดิน ไม่สามารถใช้ได้ (การสำรวจระยะไกล, 2557)

### 5) ดาวเทียมประเภทอื่น ๆ

#### - ดาวเทียมสมุทรศาสตร์

เราสามารถนำดาวเทียมไปใช้กับงานได้หลากหลายสาขา งานทางด้านสำรวจทางทะเลก็เป็นอีกสาขาหนึ่งที่ดาวเทียมได้เข้าไปมีบทบาท ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ทางทะเล และนักชีววิทยาทางทะเลสามารถตรวจจับความ เคลื่อนไหวของทุกสรรพสิ่งในท้องทะเลได้ ก็ด้วยการใช้งานจากดาวเทียมนั่นเอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมสำรวจทางทะเลมาตรวจวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ลักษณะสิ่งมีชีวิต ความแปรปรวนของคลื่นลมและกระแสน้ำ จนกระทั่งได้รายงานสรุปสภาพทางทะเลที่สมบูรณ์ (การสำรวจระยะไกล, 2557)

#### - ดาวเทียมสำรวจอวกาศ

ดาวเทียมเพื่อการสำรวจอวกาศเป็นเทคโนโลยีที่ยังใหม่มาก โดยดาวเทียมประเภทนี้จะถูกนำขึ้นไปสู่วงโคจรที่สูงกว่าดาวเทียมประเภทอื่น ๆ ลึกเข้าไปในอวกาศ ดังนั้นดาวเทียมสำรวจอวกาศจึงให้ภาพที่ไร้สิ่งกีดขวางใด ๆ ไม่มีชั้นบรรยากาศของโลกมาบัง ดาวเทียมสำรวจอวกาศบางดวงก็จะนำอุปกรณ์ตรวจจับ และบันทึกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า บางดวงก็จะมีหน้าที่ตรวจจับและบันทึกรังสีอัลตราไวโอเล็ต (การสำรวจระยะไกล, 2557)

#### - ดาวเทียมจารกรรม

ดาวเทียมที่น่าสนใจอีกประเภทหนึ่งก็คือ ดาวเทียมเพื่อการจารกรรมหรือสอดแนม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิดใหญ่ ๆ ด้วยกัน แต่ที่นิยมมากที่สุดคือประเภทที่ใช้เพื่อการลาดตระเวน โดยมีการติดตั้งเพื่อใช้ในการถ่ายภาพพิเศษ สามารถสืบหาตำแหน่งและรายละเอียดเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการได้ ดาวเทียมจะมีอุปกรณ์ตรวจจับ คลื่นวิทยุด้วยเรดาร์และ แสงอินฟราเรด ซึ่งสามารถตรวจจับได้ทั้งในที่มืด หรือที่ที่ถูกพรางตาไว้ (การสำรวจระยะไกล, 2557)

### 2.5.1 ดาวเทียม LANDSAT

ดาวเทียม Landsat องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautic and Administration: NASA) ได้ส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลกดวงแรก คือ ERTS-1 (Earth Resource Technology Satellites) ขึ้นโคจรรอบโลกสำเร็จ เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2515 (ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น LANDSAT-1) และภายใต้โครงการ LANDSAT ได้มีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรอย่างต่อเนื่องตามลำดับ สำหรับข้อมูลจากดาวเทียมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วเป็นดาวเทียม LANDSAT ซึ่งปัจจุบันนี้โครงการดาวเทียม LANDSAT ได้ส่งดาวเทียมขึ้นโคจรรอบโลกแล้ว 7 ดวง ดาวเทียม LANDSAT-1 ถึง LANDSAT-3 มีรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างเหมือนกัน โดยมีการดัดแปลงและพัฒนามาจากดาวเทียม NIMBUS ซึ่งเป็นดาวเทียมสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยา โดยดาวเทียม LANDSAT-1 ถึง LANDSAT-3 มีระบบการบันทึกข้อมูลเหมือนกัน คือระบบ Return Beam Vidicon (RBV) และ Multispectral Scanner (MSS) แต่ดาวเทียม LANDSAT-3 แตกต่างจาก 2 ดวงแรกเล็กน้อยในด้านของจำนวนกบ้องในระบบ RBV และจำนวนแบนด์ในระบบ MSS ดาวเทียมทั้ง 3 ดวงเลิกปฏิบัติการแล้ว สำหรับกำหนดส่งดาวเทียม LANDSAT ขึ้นสู่วงโคจร

ดาวเทียม LANDSAT-4 และ LANDSAT-5 มีรูปร่างและโครงสร้างต่างไปจาก 3 ดวงแรก มีระบบการบันทึกข้อมูลที่สำคัญ คือ ระบบ Multispectral Scanner (MSS) และ Thematic Mapper (TM) ซึ่งพัฒนาให้มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) มากขึ้น ปัจจุบันดาวเทียม LANDSAT-4 ได้หยุดการบันทึกข้อมูลแล้วแต่ยังโคจรรอบโลกอยู่ ส่วนดาวเทียม LANDSAT-6 และ LANDSAT-7 มีลักษณะรูปร่าง และโครงสร้างที่ต่างจาก LANDSAT-4 และ LANDSAT-5 โดยดาวเทียม LANDSAT-6 มีการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูล คือ ระบบ ETM (Enhance Thematic Mapper) เนื่องจากไม่ประสบความสำเร็จในการส่งขึ้นโคจรรอบโลก ทางสหรัฐอเมริกาจึงดำเนินโครงการดาวเทียม LANDSAT-7 ที่มีระบบการบันทึกข้อมูลที่มีการพัฒนาดีขึ้น คือ ระบบ ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) ขึ้นปฏิบัติการแทน เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานต่อเนื่องจากดาวเทียม LANDSAT-5 ซึ่งคาดว่าจะปฏิบัติงานต่อไปได้อีกไม่นาน เพราะมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างนานแล้ว (สุรชัย รัตนเสริมพงศ, 2562)

#### ดาวเทียม LANDSAT-5

ดาวเทียม LANDSAT-5 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรโดยจรวด McDonald Douglas Delta 3920 จากฐานทัพอากาศ Vandenberg, California เมื่อวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ.2527 ปัจจุบันยังโคจรและบันทึกข้อมูล ดาวเทียม Landsat 5 ให้บริการมาแล้วประมาณ 35 ปี จนได้รับการบันทึกลงใน Guinness Book of World Records ว่าเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่ให้บริการที่ยาวนานที่สุด และโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในแนวเหนือใต้ และโคจรซ้ำบริเวณเดิมทุก 16 วัน อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบ TM (Thematic Mapper) มีการบันทึกข้อมูลใน 7 ช่วงคลื่น โดยช่วงคลื่นที่ 1-3 หรือแบนด์ 1-3 เหมาะสำหรับการใช้ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง และจำแนกความแตกต่างระหว่างดินกับพืชพรรณ แบนด์ 4 ใช้หาปริมาณของมวล-ชีวภาพ (Biomass) และจำแนกแหล่งน้ำ แบนด์ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของดิน ความแตกต่างระหว่างดินกับหิมะ แบนด์ 6 หาแหล่งความร้อน แบนด์ 7 ใช้จำแนกชนิดของหินและการทำแผนที่แสดงบริเวณ Hydrothermal ซึ่งประกอบด้วย ระบบบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร คุณลักษณะดาวเทียม LANDSAT-5 เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 เมตร, น้ำหนัก 2,000 กิโลกรัม, ความสูงของการโคจร 705 กิโลเมตร, ลักษณะการโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก, เอียงทำมุมกับแกนโลก 98.2 องศา, เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล 9:30 น., เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ 99 นาที, จำนวนรอบของการโคจรใน 1 วัน 14.5 รอบ, บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิมทุก 16 วัน, ระบบบันทึกข้อมูล MSS (Multispectral Scanner) และ TM (Thematic Mapper), รายละเอียดภาพ 80 เมตร (MSS), 30 เมตร (TM), ความกว้างของภาพ 185 กิโลเมตร, อายุการทำงานที่คาดการณ์ 5 ปี (Earth Observing System, 2562) มีการบันทึกข้อมูล ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ตารางการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม Landsat-5

การบันทึกข้อมูล	
ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ประเภทข้อมูลที่ได้
<b>ระบบ Multispectral Scanner (MSS) รายละเอียดภาพ 80 เมตร</b>	
แบนด์ 4 : 0.5 - 0.6 (น้ำเงินเขียว)	แยกพืชและสภาพความเขียว
แบนด์ 5 : 0.6 - 0.7 (แดง)	แยกชนิดพืช
แบนด์ 6 : 0.7 - 0.8 (อินฟราเรดใกล้)	แยกพืชและแหล่งน้ำ
แบนด์ 7 : 0.8 - 1.1 (อินฟราเรดใกล้)	พืช, ความชื้นในดิน, เมฆ และหิมะ
<b>ระบบ Thematic Mapper (TM) รายละเอียดภาพ 30 เมตร</b>	
แบนด์ 1 : 0.45 - 0.52 (น้ำเงิน)	ตรวจสอบลักษณะน้ำชายฝั่ง, แยกพืช และสภาพความเขียว
แบนด์ 2 : 0.52 - 0.60 (เขียว)	แยกชนิดพืช
แบนด์ 3 : 0.60 - 0.69 (แดง)	ความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพรรณต่าง ๆ
แบนด์ 4 : 0.77 - 0.90 (อินฟราเรดใกล้)	ความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ, ปริมาณมวลชีวะ
แบนด์ 5 : 1.55 - 1.75 (อินฟราเรดคลื่นสั้น)	พืช, ความชื้นในดิน, แยกความแตกต่างเมฆและหิมะ
แบนด์ 6 : 10.40 - 12.50 (อินฟราเรดความร้อน)	ความร้อนผิวหน้า, ความชื้นของดิน, ความเครียดของพืช
แบนด์ 7 : 2.08 - 2.35 (อินฟราเรดสะท้อน)	แยกชนิดหิน

(ที่มา: GISTDA, 2562)

## 2.6 ทฤษฎีที่ใช้ศึกษา

คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และปริมาณตะกอนแขวนลอย คำนวณได้จากสมการต่าง ๆ ดังนี้

ค่า Reflect values คำนวณได้จากสมการ

$$(0.9655 * DN) - 5.1$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอย (ลิตร) คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Concentration of suspended sediments} = (4.17 * L) - 43.22$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยทั้งหมด จากสมการ

$$\frac{\text{ค่าตะกอน} * \text{ปริมาณน้ำ} * 1000 * 3153600}{10^9} = \dots \text{ตัน}$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่} : \frac{\text{ปริมาณตะกอนทั้งหมด}}{\text{พื้นที่}} = \dots \text{ตันต่อตร. กม. ต่อปี}$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

สมการ NDSSI

ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) ตรวจสอบสำหรับภาพถ่าย Landsat-5 TM / ETM ที่ย่านความถี่ 1 (Blue band / ~ 0.450 – 0.520 ไมครอน) และย่านความถี่ 4 (ใกล้อินฟราเรด / 0.770 – 0.900 ไมครอน) มีความไวต่อน้ำและให้ความโปร่งใสของน้ำมากที่สุด band 1 และ band 4 มักให้ค่าการสะท้อนสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับสำหรับน้ำ ลักษณะเหล่านี้ถูกตรวจพบในน้ำที่มีระดับความขุ่นต่างกัน ผลลัพธ์จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 โดยที่ค่าที่สูงกว่าบ่งบอกถึงการมีตะกอนค่อนข้างน้อยหรือน้ำใส และค่าที่ต่ำกว่าบ่งบอกว่ามีตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูงหรืออาจเป็นดิน

$$\text{NDSSI} = \frac{P_B - P_{NIR}}{P_B + P_{NIR}}$$

(ที่มา: Hossain et al., 2010)

สมการ NSMI

ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) ตรวจสอบสำหรับภาพถ่าย Landsat-5 TM / ETM ที่ย่านความถี่ 1 (Blue band / ~ 0.450 - 0.520 ไมครอน), ย่านความถี่ 2 (Red band/ 0.520 - 0.600 ไมครอน) และย่านความถี่ 3 (NIR / 0.600 - 0.690 ไมครอน) band 1, 2 และ band 3 ผลลัพธ์จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ค่าการเปลี่ยนแปลงจะตรงข้ามกับสมการ NDSSI สมการ NDSSI ใช้แถบอินฟราเรดและสีน้ำเงิน แต่สมการ NSMI ยังใช้ความยาวคลื่นของสีเขียวและสีแดง อยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 โดยที่ค่าที่ต่ำบ่งบอกถึงการมีตะกอนค่อนข้างน้อยหรือน้ำใส และค่าที่สูงกว่าบ่งบอกว่ามีตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูงหรืออาจเป็นดิน

$$\text{NSMI} = \frac{(P_{red}) + (P_{green}) - (P_{blue})}{(P_{red}) + (P_{green}) + (P_{blue})}$$

(ที่มา: Arisanty et al., 2017)



## 2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริลักษณ์ พุกขปติกุล (2010) และคณะ เรื่อง การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ด้วยข้อมูลดาวเทียม THEOS มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ลักษณะการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม THEOS, ศึกษาลักษณะของค่าการสะท้อนของตะกอนแขวนลอยที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน จากข้อมูลดาวเทียม THEOS และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลดาวเทียม THEOS ไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่ง โดยทำการวิเคราะห์หาค่าการสะท้อนของตะกอนแขวนลอยจาก FLAASH Model แล้วจัดทำเป็นแผนที่แสดงการกระจายตัวของตะกอนปากแม่น้ำ ด้วยโปรแกรมภูมิสารสนเทศ จากการศึกษาพบว่าค่าการสะท้อนที่แสดงออกมาในแต่ละช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม THEOS สามารถบ่งบอกระดับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยได้เป็น 4 ระดับ คือ ความเข้มข้นมาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยที่ ระดับที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยจำนวนมาก จะพบในบริเวณแม่น้ำ ลำน้ำสาขา และบริเวณปากแม่น้ำ และอีก 3 ระดับที่เหลือ พบในบริเวณที่เป็นทะเลชายฝั่งเท่านั้น โดยตะกอนแขวนลอย มีทิศทาง การแพร่กระจายไปทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอ่าวไทย สำหรับปริมาณความเข้มข้นของ ตะกอนแขวนลอย ในแต่ละระดับความเข้มข้นจะมีค่าแตกต่างกัน โดยในบริเวณที่มีความเข้มข้นของ ตะกอนมาก จะมีค่าระหว่าง 91-102 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณที่มีความเข้มข้นของตะกอนปานกลาง มี ค่าระหว่าง 54-90 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณที่ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนน้อย มีค่าระหว่าง 38-53 มิลลิกรัมต่อลิตร และบริเวณที่มีความเข้มข้นของตะกอนน้อยที่สุดจะมีปริมาณตะกอนต่ำกว่า 37 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากการศึกษาจะพบว่าข้อมูลการแพร่กระจายของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำที่ ตรวจวัดได้จากข้อมูลดาวเทียม THEOS สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการคุณภาพน้ำ ชายฝั่งได้ ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการให้ดียิ่งขึ้น ควรใช้ภาพถ่ายดาวเทียมตรวจวัด ในระยะยาวและนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามด้วย

A. K. M. Azad Hossain (2014) และคณะ เรื่อง Development of Remote Sensing Based Index for Estimating/Mapping Suspended Sediment Concentration in River and Lake Environments งานวิจัยนี้ได้สำรวจศักยภาพของการสำรวจระยะไกลเพื่อพัฒนาดัชนีและการ ประเมินประสิทธิภาพที่สามารถใช้ในสภาพแวดล้อมของแม่น้ำ และทะเลสาบ โดยที่ค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) คำนวณโดยใช้ข้อมูล Landsat และมีความสัมพันธ์กับการวัดในสถานที่ใกล้เคียง แบบเรียลไทม์ของความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยโดยใช้สมการสำหรับการประมาณปริมาณค่า ตะกอนแขวนลอย (SS) สมประสิทธิ์ที่ได้ถูกนำไปใช้ในการประมาณ และทำแผนที่ความเข้มข้นของ SS ในแม่น้ำมิสซิสซิปปี ในช่วงน้ำท่วมมิสซิสซิปปี สหรัฐอเมริกา ปี 2008 และในระหว่างเหตุการณ์ Bonnet Carre Spill Way ก่อนและหลังพายุเฮอริเคนแคทรีนา ผลลัพธ์ถูกเปรียบเทียบโดยผลการจำลองของ CCHE2D (แบบจำลองเชิงตัวเลขที่พัฒนาขึ้นที่ NCCHE) พบในข้อตกลงทั่วไป โดยเบื้องต้นผลการวิจัย ระบุว่าค่า NDSSI มีศักยภาพในการประมาณปริมาณตะกอนแขวนลอย และสร้างแผนที่พื้นที่การ กระจายความเข้มข้นของ SS ทั้งในแม่น้ำและทะเลสาบ สามารถใช้ NDSSI สำหรับการประเมินเชิง

ปริมาณของความเข้มข้นของ SS ในสภาพแวดล้อมเหล่านี้ วิธีการเดียวกันสามารถใช้ในการประมาณความเข้มข้นของ SS ในแม่น้ำและน้ำทะเลสาบได้ และมีข้อผิดพลาดที่สมเหตุสมผลโดยใช้ NDSSI การได้มาซึ่งการวัด SS เพิ่มเติมในแหล่งกำเนิดความเข้มข้นกำลังจะได้รับประสิทธิภาพรวมทั้งไปมากขึ้นและบรรลุผลการตรวจสอบมากขึ้น

A. K. M. Azad Hossain, Xiaobo Chao and Yafei Jia (2017) ศึกษาเรื่อง Remote Sensing Studies of Suspended Sediment Concentration Variation in Barito Delta ได้ศึกษาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito บริเวณต้นน้ำมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรผันของความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในปีพ.ศ. 2554 และข้อมูลผลการวัดตะกอนแขวนลอยความเข้มข้นทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งในปีพ.ศ. 2554 การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito วิธีการของการวิจัยคือการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสเปกตรัม 3 แบบสำหรับตะกอนแขวนลอย คือ ดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NSMI), ดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NDSSI) และอัตราส่วนของแต่ละแบนด์ (Green / Blue) ผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงถูกเปรียบเทียบกับค่าของการวัดภาคสนาม ผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบความสามารถของรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมสำหรับการประเมินตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito ผลลัพธ์จากการวิจัยอธิบายว่า NSMI มีค่าสูงสุดในการประมาณความแปรปรวนของความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในบริเวณปากแม่น้ำ Barito

Kasra Hossein Mostofi (2019) และคณะ เรื่อง River Sediment Monitoring Using Remote Sensing and GIS การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณปริมาณตะกอนแขวนลอยอ่างเก็บน้ำ โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล และภาพถ่ายดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพ โดยศึกษาที่ประเทศโปรตุเกส มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลตะกอนจากสถานีอุทกศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ภาพของดาวเทียม Landsat-8 ดำเนินการแก้ไขโดยแอปพลิเคชัน เช่น GIS และ ENVI แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้วย 2 วิธีที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และใกล้เคียงที่สุด เพื่อให้การประมาณปริมาณและประเภทของตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำ ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้มาในเวลาอันสั้นและมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ และให้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่าที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับ hydrometric ของแต่ละสถานี ผลลัพธ์ของการวิจัยนี้คือค่าเฉลี่ยรายปีของตะกอนแขวนลอยที่ได้จากวิธีที่ดีที่สุดของการคำนวณโดยการสำรวจระยะไกลเท่ากับ 320,490 ตัน และ 350,764 ตัน

Luis G. Montalvo (2010) เรื่อง Spectral analysis of suspended material in coastal waters: A comparison between band math equations ศึกษาที่เคอร์รัฐเปอร์โตริโก ทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมการ 2 สมการเพื่อหาความถูกต้องเนื่องจากไม่มีข้อมูลภาคสนาม สมการที่ใช้เป็นสมการดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) และสมการ NSMI แสดงให้เห็นถึงรูปแบบที่คล้ายกัน ที่แตกต่างกันคือผลลัพธ์ของช่วงสเปกตรัมที่ใช้ในแต่ละช่วงสมการ โดยทั่วไปสมการทั้งหมดจะแสดงการมีอยู่ของน้ำที่ไม่ชัดเจน ผลลัพธ์ที่ได้คือสมการ NSMI ประสบความสำเร็จในการแยกแยะระหว่างน้ำใสและวัสดุแขวนลอย สมการ NSMI สามารถแยกความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยได้ชัดเจนกว่าสมการ NDSSI เพื่อตรวจสอบสมการ 2 สมการนี้จะใช้ภาพถ่ายเดียวกันของชายฝั่งคาโบโรโจ ผลลัพธ์ของสมการ NDSSI สังเกตได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนสูงพบใกล้ชายฝั่ง แม่น้ำ Guanajibo แต่ไม่รายละเอียดเหมือนภาพของสมการ NSMI ภาพของสมการ NSMI ระบุว่าค่าต่ำสุดในสมการนี้อาจเป็นได้ทั้งที่ดินหรือปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง

Sufian Munir and Aqeel Ahmed Kidwai (2017) เรื่อง Signature Based Geo-Spatial Analysis to Find Out the Suspended Sediment Concentration in Indus River Delta, Pakistan การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบเชิงพื้นที่ที่เป็นลายเซ็นของความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (SSC) โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำอินดัส อำเภอกัตจังหวัดสินธุ ของปากีสถาน โดยใช้ดัชนีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (NDSSI) การศึกษานี้ใช้ข้อมูลดาวเทียม 2 ประเภท คือ ดาวเทียม Landsat 7 ETM + และดาวเทียม Sentinel-2 ใช้ข้อมูลทั้งหมด 16 ปี คือตั้งแต่ปี 2543 ถึง 2559 สมการการสะท้อนเฉลี่ย (IAR) ใช้สำหรับการปรับปรุงเพื่อให้ได้ความแม่นยำที่สูงของ SSC ดาวเทียม Landsat 7 ETM + ได้รับข้อมูลดาวเทียมระยะไกลสำหรับฤดูมรสุม การตรวจสอบระหว่างดาวเทียมใช้ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 และดาวเทียม Landsat 7 ETM + คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  $R^2 = 0.84$  จากการวิเคราะห์ NDSSI พบว่าในช่วงเวลา 16 ปีน้ำทะเลเข้ามาลึกลงเข้ามาบริเวณชายฝั่งมาก เนื่องจากปริมาณน้ำไม่เพียงพอกับ SSC พบว่าสภาพของ SSC แยก สิ่งสำคัญที่สุดระบบควบคุมน้ำที่ทนทาน ซึ่งรักษาระดับการไหลของน้ำอย่างต่อเนื่องในบริเวณที่มีตะกอน ปากแม่น้ำสินธุเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการอยู่รอดของป่าชายเลน

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.2 สมการที่ใช้ในการศึกษา
- 3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 การนำเสนอผลการวิจัย

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- 3.1.2 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา
  - 3.1.2.1 โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์
  - 3.1.2.1 โปรแกรม Microsoft Office Excel
  - 3.1.2.1 โปรแกรม Microsoft Office Word

#### 3.2 สมการที่ใช้ในการศึกษา

การใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยและปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยใช้สูตรต่าง ๆ ดังนี้

คำนวณเพื่อหาค่า Reflect values โดยใช้สมการ

$$(0.9655 * DN) - 5.1$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

\*DN =ค่า digital number (ตัวเลขดิจิทัลในระบบตรวจจับระยะไกล มีตัวแปรที่กำหนดให้กับ pixel โดยปกติจะอยู่ในรูปของเลขจำนวนเต็มในช่วง 0-255 ใน pixel เดียวอาจมีตัวแปรหลายตัวแปร)

คำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอย (ลิตร) โดยใช้สมการ

$$\text{Concentration of suspended sediments} = (4.17 * L) - 43.22$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

\*L = ค่า reflectance (ค่าในช่วงคลื่นสะท้อนกลับ)

คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยทั้งหมด คำนวณได้จากสมการ

$$\text{สูตร} \quad \frac{\text{ค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย} * \text{ปริมาณน้ำ} * 1000 * 3153600}{10^9} = \dots \text{ตัน}$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

\* ค่าตะกอน คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณความเข้มข้นตะกอน  
ปริมาณน้ำ คือ ปริมาณน้ำท่าประจำปี มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที  
1000 คือ หน่วยตัน  
3153600 คือ วินาทีใน 1 ปี  
10<sup>9</sup> คือ ตัวพหุคูณ

คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ คำนวณได้จากสมการ

$$\text{สูตร} \quad \text{ตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่} : \frac{\text{ปริมาณตะกอนทั้งหมด}}{\text{พื้นที่}} = \dots \text{ตัน/ตร.กม./ปี}$$

(ที่มา: Shafaie et al., 2017)

\*ปริมาณตะกอนทั้งหมด หน่วยเป็นตัน

พื้นที่ หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

การใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 โดยใช้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดระยะใกล้ คือ Landsat-5 ใช้ Band 1 และ Band 4 ในการหาค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย ซึ่งมีค่าอยู่ที่ -1 ถึง 1 โดยที่ ค่าเข้าใกล้ -1 ตะกอนแขวนลอยจะมีความเข้มข้นสูง และค่าเข้าใกล้ 1 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจะต่ำ

- โดยการแก้ไขความคาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต เพื่อให้ได้ภาพดาวเทียมที่มีค่าดัชนีตะกอนแขวนลอยและแผนที่แสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอยในขอบเขตที่ศึกษา

โดย LANDSAT-5 TM ใช้ Band 1 และ Band 4

BLUE = การสะท้อนในช่วงคลื่นตามมองเห็นสีน้ำเงิน (~ 0.450 - 0.520 ไมครอน)

NIR = การสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (~0.760 - 0.900 ไมครอน)

$$NDSSI = \frac{P_B - P_{NIR}}{P_B + P_{NIR}}$$

(ที่มา: Hossain et al., 2010)

การใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 โดยใช้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดระยะใกล้ คือ Landsat-5 ใช้ Band 1, Band 2 และ Band 3 ในการหาค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NMSI) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย ซึ่งมีค่าอยู่ที่ -1 ถึง 1 คล้ายกับสมการ NDSSI โดยที่ค่าของผลลัพธ์จะตรงข้ามกับสมการ NDSSI คือค่าเข้าใกล้ -1 ตะกอนแขวนลอยจะมีความเข้มข้นต่ำ และค่าเข้าใกล้ 1 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจะสูง

- โดยการแก้ไขความคาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต เพื่อให้ได้ภาพดาวเทียมที่มีค่าดัชนีตะกอนแขวนลอยและแผนที่แสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอยในขอบเขตที่ศึกษา

โดย LANDSAT-5 TM ใช้ Band 1, Band 2 และ Band 3

BLUE = การสะท้อนในช่วงคลื่นตามมองเห็นสีน้ำเงิน (~ 0.450 - 0.520 ไมครอน)

GREEN = การสะท้อนในช่วงคลื่นตามมองเห็นสีเขียว (~ 0.520 - 0.600 ไมครอน)

RED = การสะท้อนในช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง (~ 0.600 - 0.690 ไมครอน)

$$NMSI = \frac{(P_{red}) + (P_{green}) - (P_{blue})}{(P_{red}) + (P_{green}) + (P_{blue})}$$

(ที่มา: Arisanty et al., 2017)

### 3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.3.1 ข้อมูลปริมาณน้ำและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

- ข้อมูลปริมาณน้ำทำในแต่ละปี จากสถานีบ้านบางหลวง (C.13) อ.สรรพยา จ.ชัยนาท
- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5, Landsat-8

โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และแหล่งข้อมูล

ข้อมูล	ปี พ.ศ.	แหล่งข้อมูล
ปริมาณน้ำท่า	2552	คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ(องค์การมหาชน)
	2553	คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ(องค์การมหาชน)
	2554	คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ(องค์การมหาชน)
ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5	2552	USGS science for a changing world
	2553	USGS science for a changing world
	2554	USGS science for a changing world

### 3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนในปี พ.ศ.2552 – 2554 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5

- 1) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า
- 2) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จัดเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย และวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย

1) นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 โดยใช้แบนด์ 1, 2, 3 และแบนด์ 4 ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่พ.ศ.2552 – 2561 แต่ภาพบางปีมีความเสียหายทำให้ภาพใช้ได้เพียง 3 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 – 2554 มาคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร) และคำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย

2) นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแต่ละช่วงเวลา และข้อมูลปริมาณน้ำท่าเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ (ตัน/ตร.กม./ปี)

#### 3.4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ภาพที่ใช้คือ Landsat-5 แบนด์ 1, 2, 3 และ 4 ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษา มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการ clip และ composite band

2) นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ได้จากการ clip และ composite band มาคำนวณ suspended sediment concentrations (SSC)

3) คำนวณค่า Digital Number (DN) โดยใช้สมการ  $(0.9655 * DN) - 5.1$  เราจะได้ข้อมูลค่า DN ของภาพในแต่ละแบนด์ โดยที่ค่าจะอยู่ระหว่าง 0 – 255

4) คำนวณ Concentration of suspended sediments (SSC) จากภาพที่ได้การคำนวณค่า DN โดยใช้สมการ  $\text{Concentration of suspended sediments} = (4.17 * L) - 43.22$  ค่าที่ได้จากคำนวณ SSC จะมีหน่วยเป็น มก./ลิตร

5) คำนวณ Normalized Difference Suspended Sediment Index (NDSSI) โดยใช้สมการ 
$$\text{NDSSI} = \frac{P_B - P_{NIR}}{P_B + P_{NIR}}$$

6) คำนวณ Normalized Suspended Material Index (NSMI) โดยใช้สมการ

$$\text{NSMI} = \frac{(P_{red}) + (P_{green}) - (P_{blue})}{(P_{red}) + (P_{green}) + (P_{blue})}$$

7) คำนวณปริมาณตะกอนทั้งหมดจากสูตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด

$$\frac{\text{ค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย} * \text{ปริมาณน้ำ} * 1000 * 3153600}{10^9} = \dots \text{ตัน}$$

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าปริมาณตะกอนทั้งหมด มีหน่วยเป็น ตัน/ปี

8) คำนวณปริมาณตะกอนต่อพื้นที่จากสูตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

$$\text{ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่} : \frac{\text{ปริมาณตะกอนทั้งหมด}}{\text{พื้นที่}} = \dots \text{ตัน/ตร.กม./ปี}$$

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าปริมาณตะกอนทั้งหมด มีหน่วยเป็น ตัน/ตร.กม./ปี

9) สร้างกราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด (ตัน/ปี) และกราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ (ตัน/ตร.กม./ปี) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

10) สร้างแผนที่แสดงความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และแผนที่แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (มก./ลิตร)



## บทที่ 4

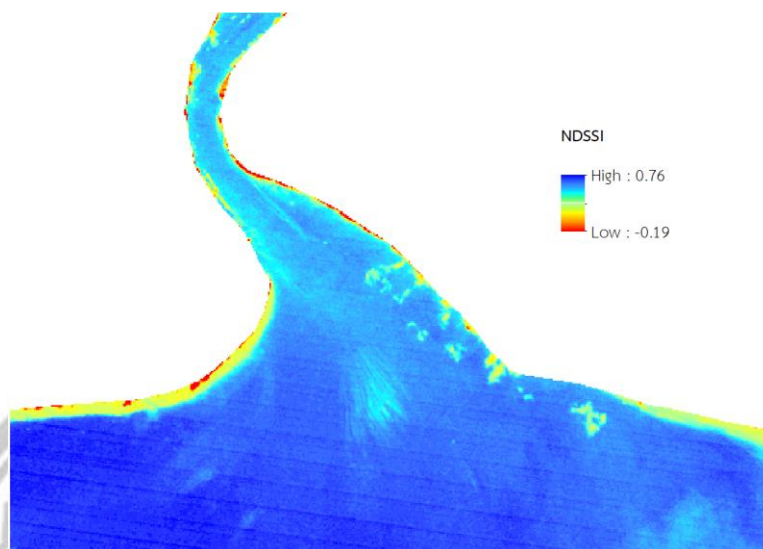
### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษา “การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” เป็นการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมและจัดระบบ โดยวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย 2 ประการ คือ 1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา 2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น ดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NDSSI)
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NSMI)
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC)
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด
- 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

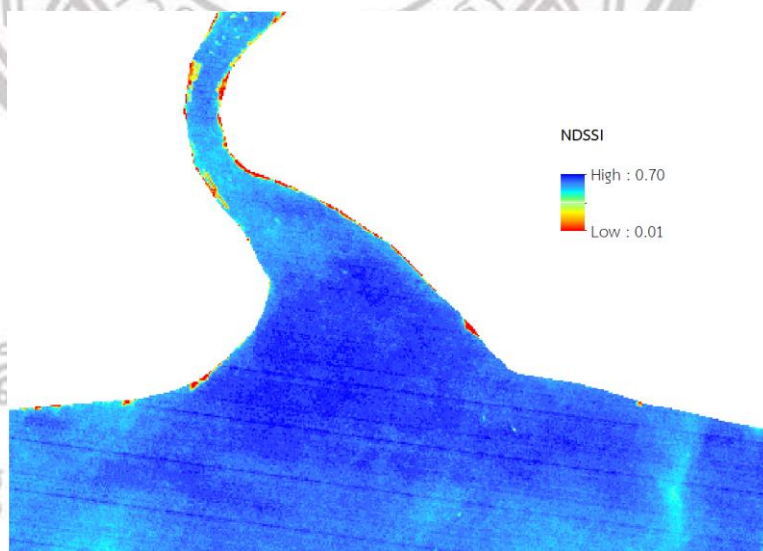
#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NDSSI)

จากกระบวนการในการหาค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) ด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ในการวิเคราะห์ค่าดัชนี NDSSI เพื่อดูความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในพื้นที่ศึกษา สามารถวิเคราะห์อัตราส่วนค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นสีน้ำเงินและช่วงอินฟราเรดใกล้ โดยที่ค่า NDSSI ที่วิเคราะห์อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าเข้าใกล้ -1 หมายถึงการมีอยู่ของตะกอนแขวนลอยที่ค่อนข้างสูงหรืออาจเป็นดิน ในขณะที่ค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงการมีอยู่ของน้ำที่ใสหรืออาจไม่มีตะกอนแขวนลอย โดยทางผู้วิจัยทำการศึกษาในแต่ละช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนน้ำท่วมและหลังน้ำท่วม ระยะเวลา 3 ปี ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในแต่ละช่วงเวลา ค่า NDSSI จะแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 4.1 – 4.6



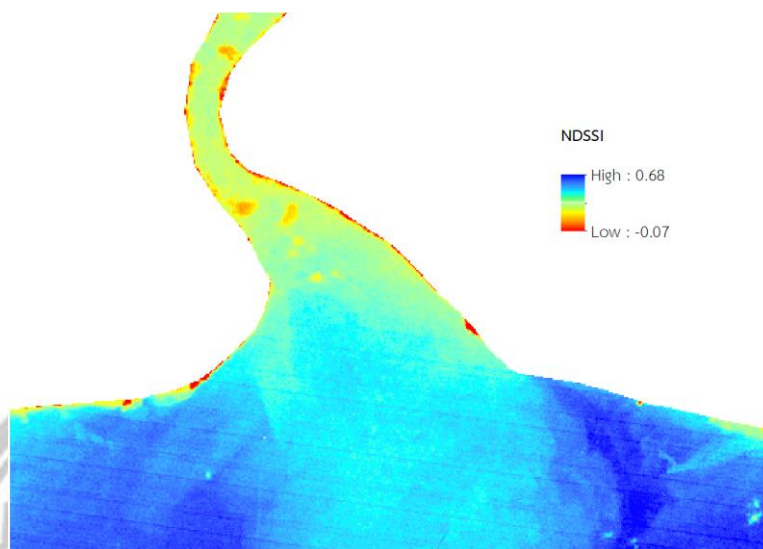
ภาพ 4.1 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.1 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีฟ้าและสีน้ำเงินบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ช่วงขอบ ๆ ของปากแม่น้ำมีสีเหลืองบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยของเดือนนี้อยู่ที่ -0.19 – 0.76



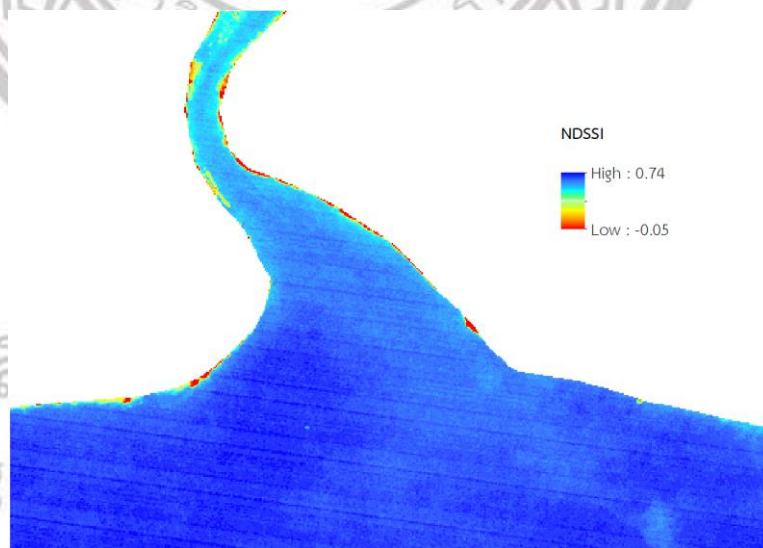
ภาพ 4.2 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.2 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีฟ้าและสีน้ำเงินบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 0.01 – 0.70



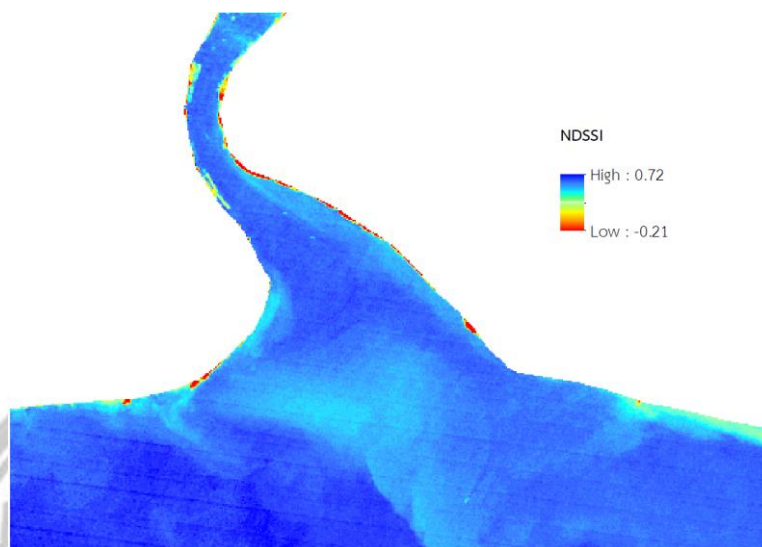
ภาพ 4.3 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.3 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีเหลืองบริเวณลำน้ำบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ช่วงบริเวณปากแม่น้ำมีสีฟ้าไปจนถึงสีน้ำเงินบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ค่าความเข้มของตะกอนตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ -0.07 – 0.68



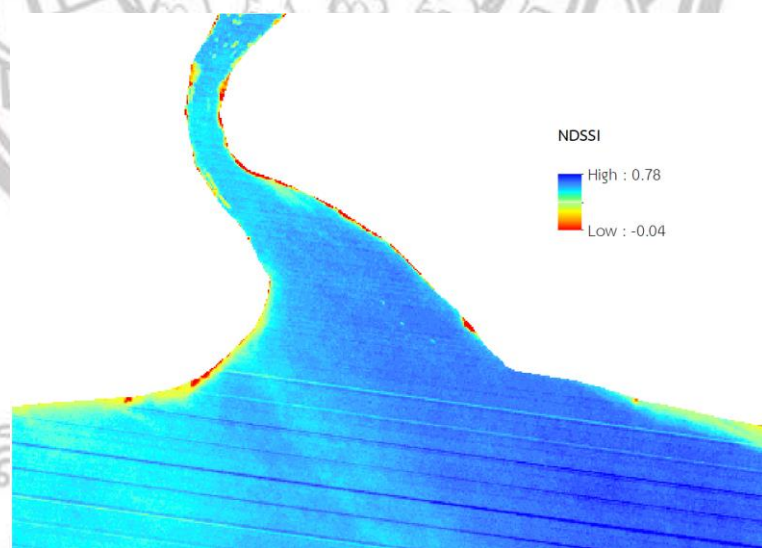
ภาพ 4.4 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.4 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีฟ้าไปจนถึงสีน้ำเงิน บอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ค่าความเข้มของตะกอนตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ -0.05 – 0.74



ภาพ 4.5 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.5 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีฟ้าไปจนถึงสีน้ำเงิน บอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.21 - 0.72$

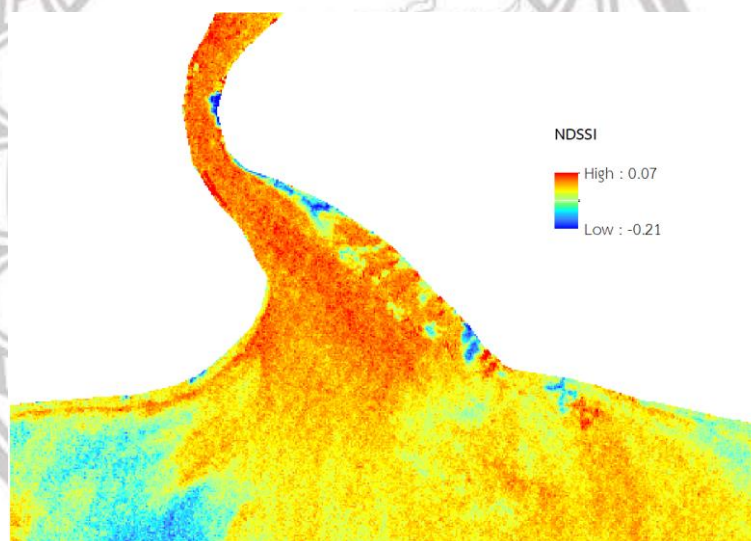


ภาพ 4.6 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NDSSI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.6 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสีฟ้าและสีน้ำเงินเป็นส่วนใหญ่บอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ช่วงขอบ ๆ ของปากแม่น้ำมีสีเหลืองบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนปานกลาง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.04 - 0.78$

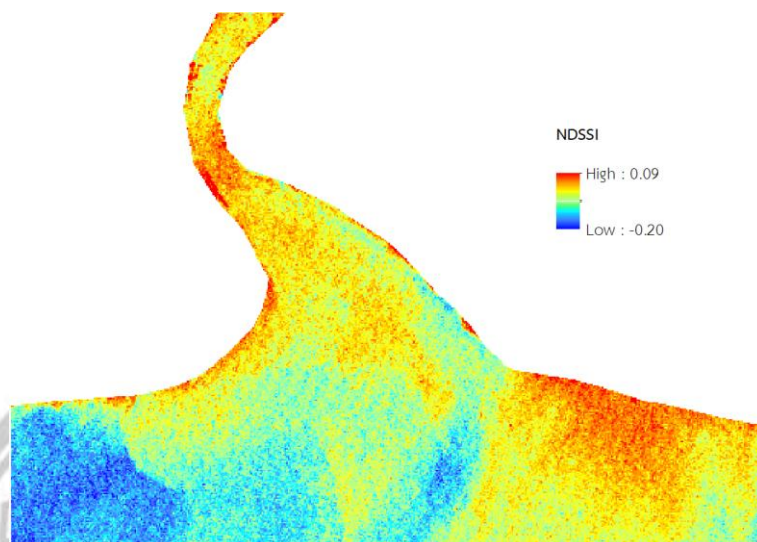
#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (NSMI)

จากกระบวนการในการหาค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) ด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ในการวิเคราะห์ค่าดัชนี NSMI เพื่อดูความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในพื้นที่ศึกษา สามารถวิเคราะห์อัตราส่วนค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยที่ค่า NSMI ที่วิเคราะห์อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เหมือนกับ NDSSI แต่ผลลัพธ์ที่ได้จะแตกต่างกันคือ โดยที่ค่าเข้าใกล้ -1 หมายถึงการมีอยู่ของน้ำที่ใสหรืออาจไม่มีตะกอนแขวนลอย ในขณะที่ค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงการมีอยู่ของตะกอนแขวนลอยที่ค่อนข้างสูงหรืออาจเป็นดิน โดยทางผู้วิจัยทำการศึกษาในแต่ละช่วงเวลาคือ ช่วงก่อนน้ำท่วมและหลังน้ำท่วม ระยะเวลา 3 ปี ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในแต่ละช่วงเวลา ค่า NDSSI จะแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 4.7 – 4.12



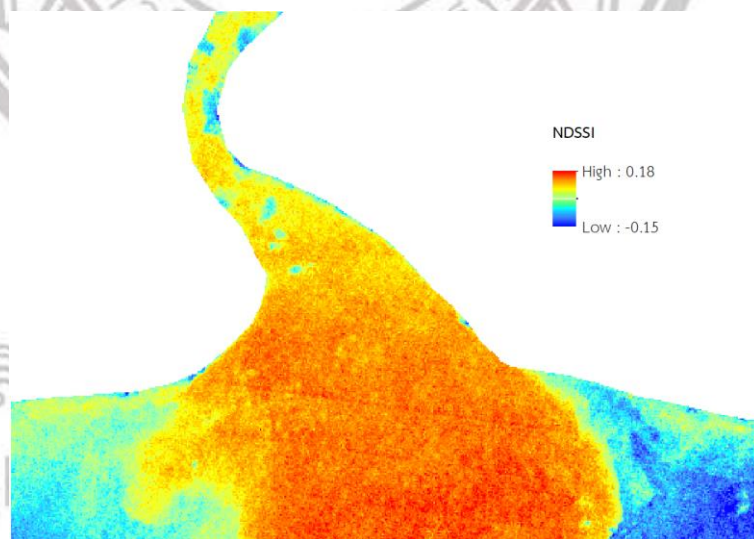
ภาพ 4.7 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.7 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูง ช่วงกลาง ๆ ของปากแม่น้ำมีสีเหลืองและสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ไปจนถึงค่อนข้างสูง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ -0.21 – 0.07



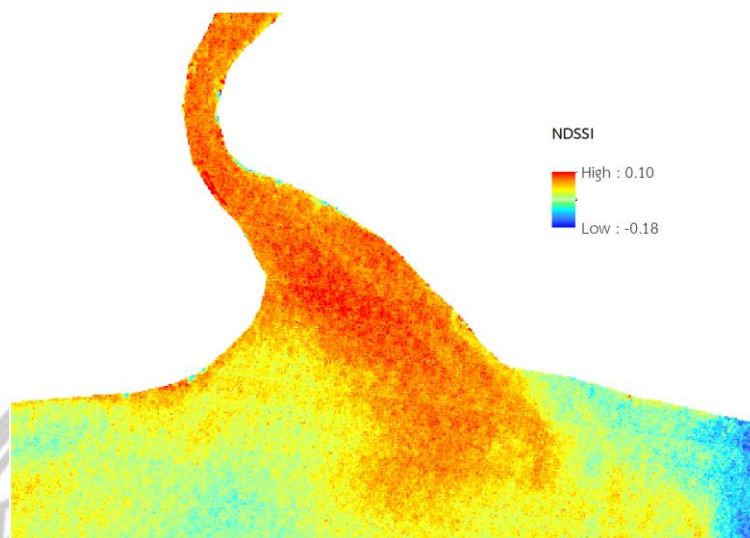
ภาพ 4.8 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.8 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีเหลืองบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ช่วงกลาง ๆ ของปากแม่น้ำมีสีเหลืองไปจนถึงสีฟ้าบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยไปจนถึงปานกลาง และทางทิศตะวันออกมีสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.20 - 0.09$



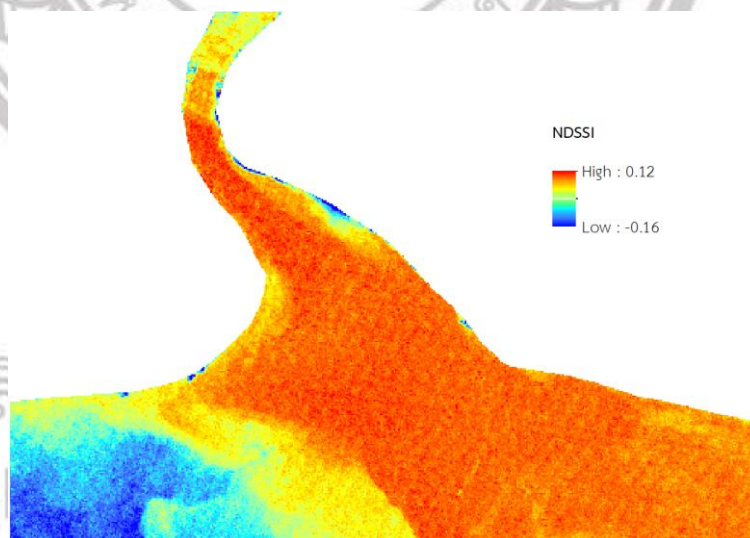
ภาพ 4.9 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.9 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยอยู่ค่อนข้างสูง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.15 - 0.18$



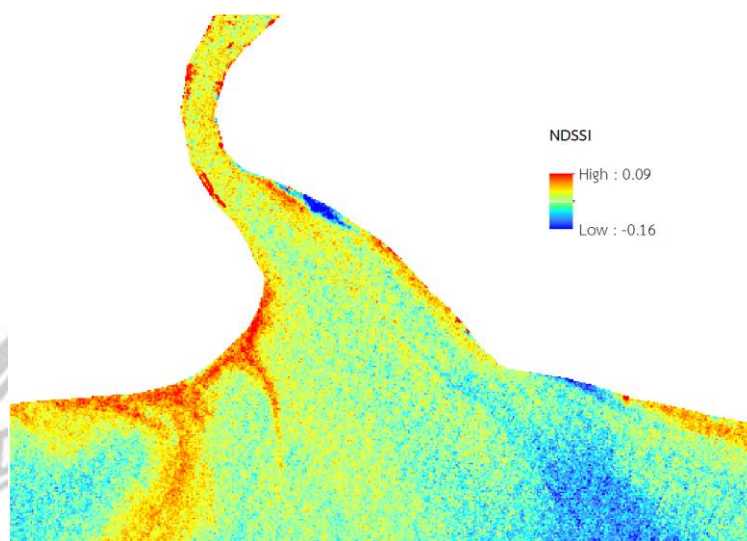
ภาพ 4.10 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.10 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง ช่วงกลาง ๆ ของปากแม่น้ำมีสีเหลืองบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.18 - 0.10$



ภาพ 4.11 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.11 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง ความเข้มของตะกอนแขวนลอยส่วนใหญ่มีทิศทางไปทางทิศตะวันออก ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.16 - 0.12$



ภาพ 4.12 ภาพแสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย (NSMI) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.12 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีเหลืองบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยปานกลาง ช่วงขอบ ๆ ของปากแม่น้ำทางทิศตะวันตกมีสีส้มบอกได้ว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง ค่าความเข้มของตะกอนแขวนลอยอยู่ที่  $-0.16 - 0.09$

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC)

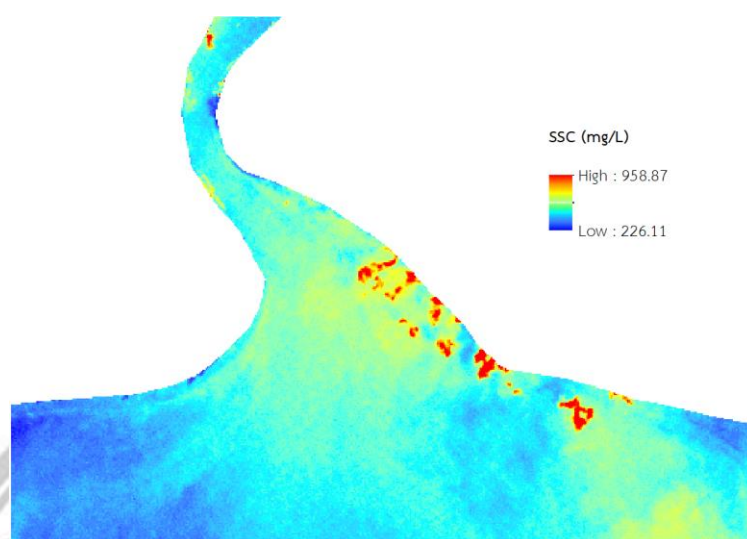
จากกระบวนการในการหาปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) ด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ในการวิเคราะห์ SSC เพื่อดูปริมาณตะกอนแขวนลอยในพื้นที่ศึกษา โดยทางผู้วิจัยทำการศึกษาในแต่ละช่วงเวลาคือ ช่วงก่อนน้ำท่วมและหลังน้ำท่วม ระยะเวลา 3 ปี ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในภาพ 4.13 – 4.18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

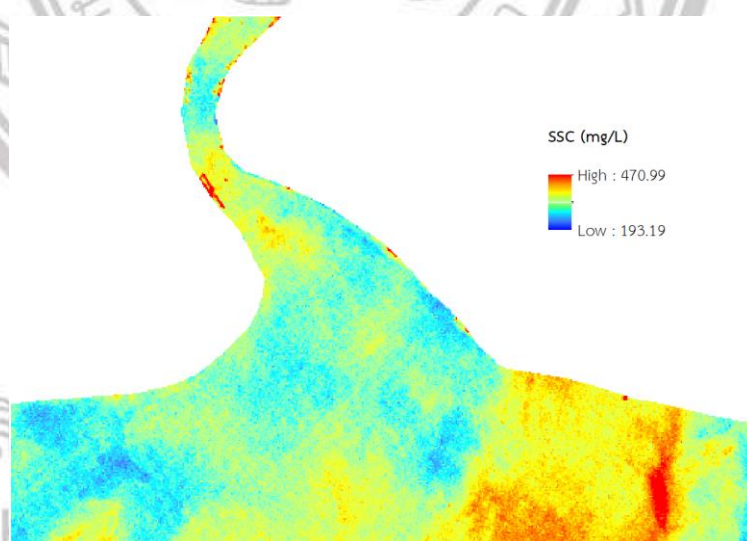
All rights reserved





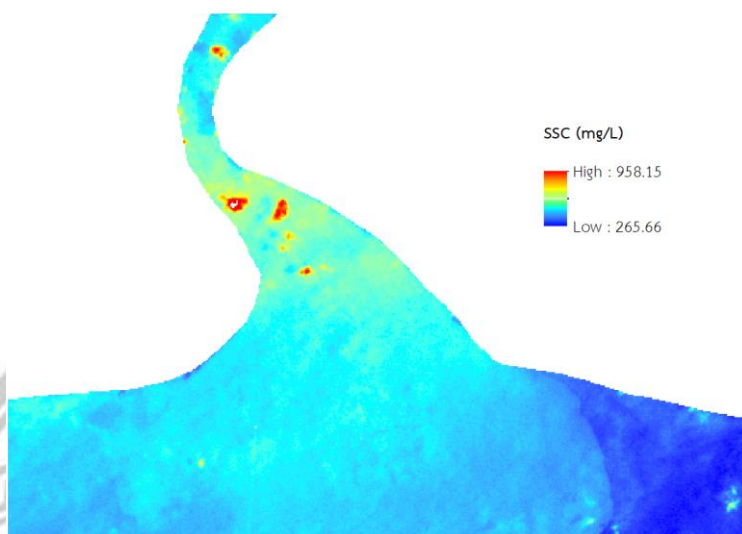
ภาพ 4.13 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.13 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้าไปจนถึงสีเหลืองบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยไปจนถึงปานกลาง ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 226.11 – 958.87 mg/L.



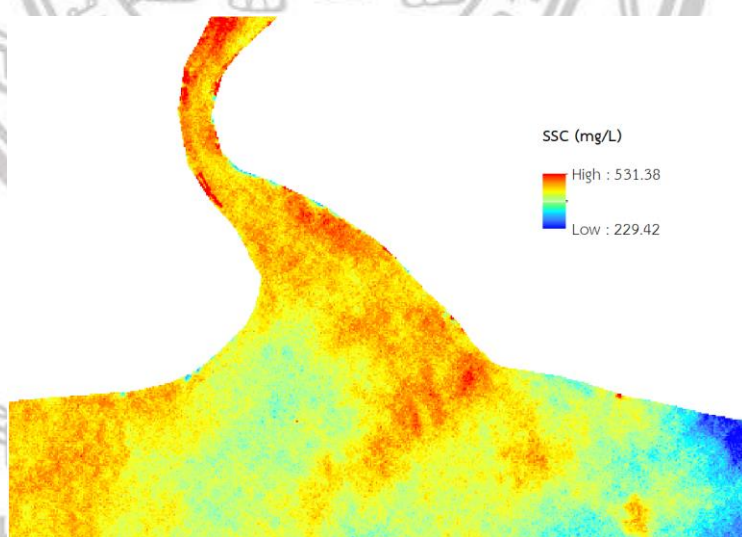
ภาพ 4.14 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552

จากภาพ 4.14 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้าไปจนถึงสีเหลืองบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยไปจนถึงปานกลาง และบริเวณทิศตะวันออกมีสีเหลืองไปจนถึงสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยปานกลางไปจนถึงค่อนข้างสูง ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 193.19 – 470.99 mg/L



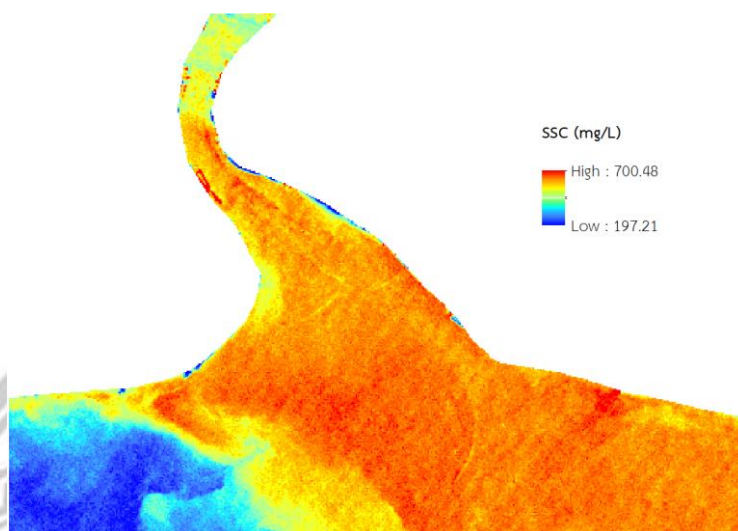
ภาพ 4.15 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.15 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้าบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อย ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 265.66 – 958.15 mg/L.



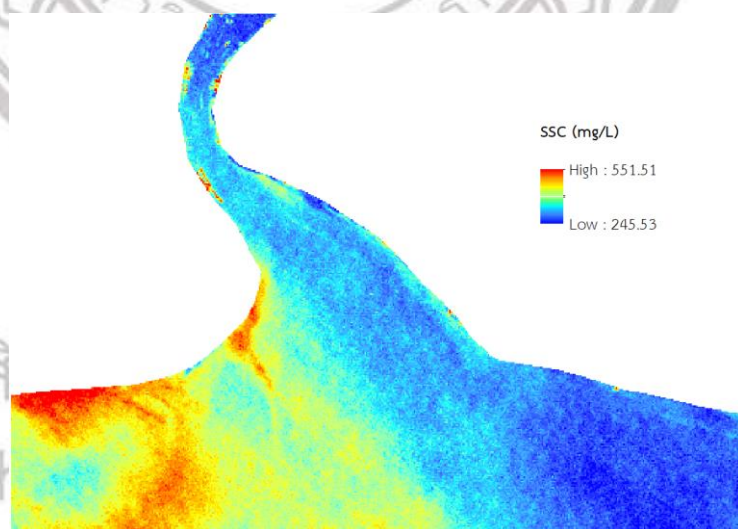
ภาพ 4.16 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553

จากภาพ 4.16 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีเหลืองไปจนถึงสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยปานกลางไปจนถึงค่อนข้างสูง และบริเวณทิศตะวันตกมีสีเหลืองไปจนถึงสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยปานกลางไปจนถึงค่อนข้างสูง ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 229.42 – 531.38 mg/L.



ภาพ 4.17 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.17 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง ปริมาณตะกอนแขวนลอยส่วนใหญ่มีทิศทางไปทางทิศตะวันออก ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 197.21 – 700.48 mg/L.



ภาพ 4.18 ภาพแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554

จากภาพ 4.18 จะเห็นได้ว่าบริเวณทิศตะวันตกมีสีเหลืองไปจนถึงสีส้มบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยปานกลางไปจนถึงค่อนข้างสูง และบริเวณทิศตะวันออกมีสีฟ้าไปจนถึงสีน้ำเงินบอกได้ว่ามีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ที่ 245.53 – 551.51 mg/L.

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด

ตาราง 4.1 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด

ปี พ.ศ.	เดือน	ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด ตัน/ปี
2552	ตุลาคม	8,782,065.34
2552	พฤศจิกายน	505,156.21
2553	กันยายน	8,232,655.52
2553	พฤศจิกายน	15,752,189.75
2554	สิงหาคม	8,193,815.05
2554	พฤศจิกายน	15,473,441.15



ภาพ 4.19 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2554

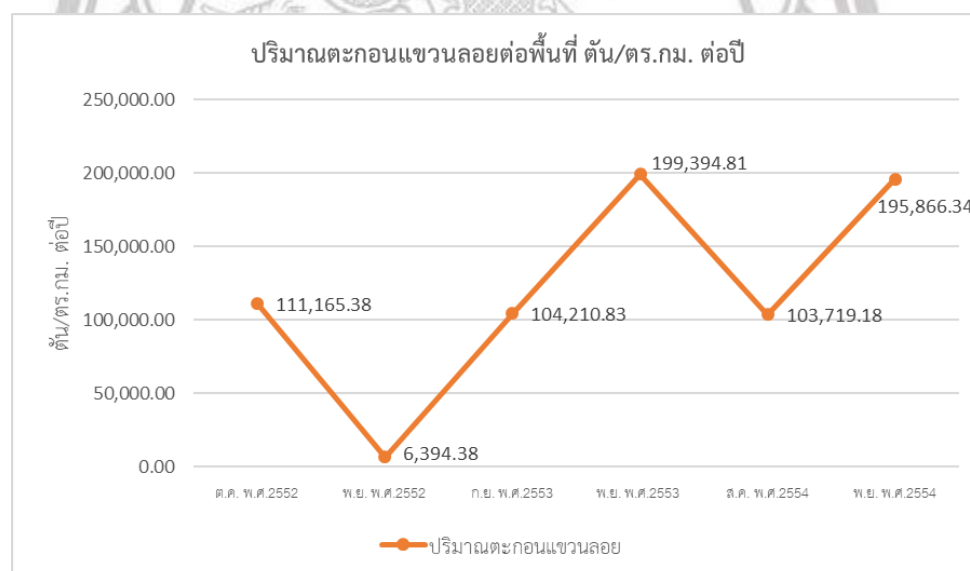
ภาพ 4.19 แสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเดือนก่อนน้ำท่วมจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงหลังน้ำท่วมในปีพ.ศ. 2552 จะมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ในช่วงหลังน้ำท่วมของปีพ.ศ.2553 – 2554 จะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

All rights reserved

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ และความสัมพัทธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

ตาราง 4.2 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

ปี พ.ศ.	เดือน	ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ ตัน/ตร.กม. ต่อปี
2552	ตุลาคม	111,165.38
2552	พฤศจิกายน	6,394.38
2553	กันยายน	104,210.83
2553	พฤศจิกายน	199,394.81
2554	สิงหาคม	103,719.18
2554	พฤศจิกายน	195,866.34

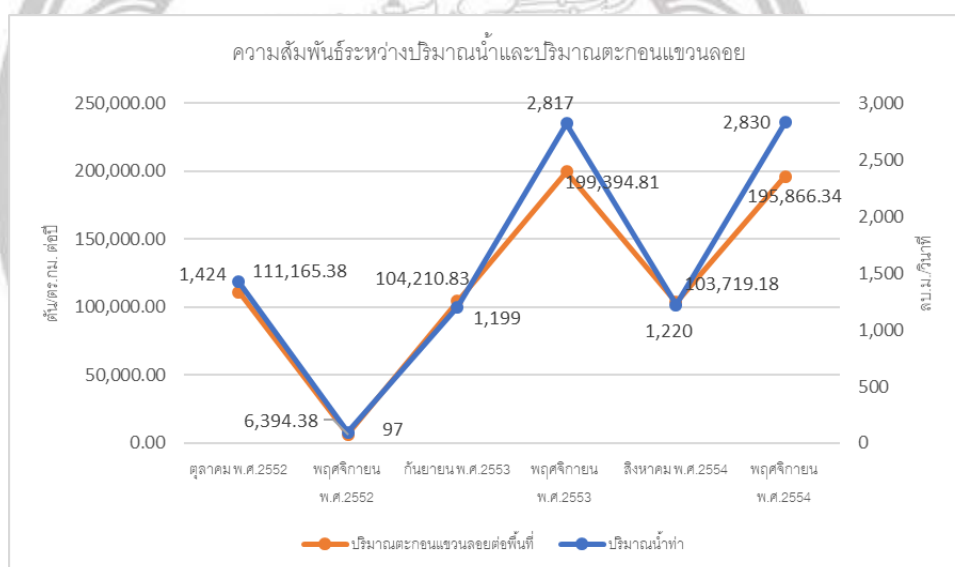


ภาพ 4.20 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2554

จากภาพ 4.20 แสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเดือนก่อนน้ำท่วมจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงหลังน้ำท่วมในปีพ.ศ. 2552 จะมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ในช่วงหลังน้ำท่วมของปีพ.ศ.2553 - 2554 จะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

ตาราง 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

ปี พ.ศ.	เดือน	ปริมาณน้ำ ลบ. ม. /วินาที	ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ ตัน/ตร.กม./ ปี
2552	ตุลาคม	1,424	111,165.38
2552	พฤศจิกายน	97	6,394.38
2553	กันยายน	1,199	104,210.83
2553	พฤศจิกายน	2,817	199,394.81
2554	สิงหาคม	1,220	103,719.18
2554	พฤศจิกายน	2,830	195,866.34



ภาพ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่

จากภาพ 4.21 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กัน เมื่อปริมาณน้ำมีมากปริมาณตะกอนแขวนลอยก็จะมีมากเช่นกัน

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และคำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) ผลลัพธ์ของสมการ Normalized Difference Suspended Sediment Index (NDSSI) ค่าของสมการ NDSSI มีค่าตั้งแต่ - 1 ถึง 1 ซึ่งค่าของสมการ NDSSI ของแต่ละช่วงเวลาจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป ค่าของสมการ NDSSI สูงสุดจะอยู่ที่ 0.78 เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2554 และต่ำสุดจะอยู่ที่ -0.21 เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ.2554 ค่าที่สูงกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ต่ำ ค่าที่ต่ำกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่สูง ผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยไม่ค่อยชัดเจน

2) ผลลัพธ์ของสมการ Normalized Suspended Material Index (NSMI) ค่าของสมการ NSMI จะมีค่าตั้งแต่ - 1 ถึง 1 คล้ายกับค่าของสมการ NDSSI แต่ค่าของสมการ NSMI ผลลัพธ์จะตรงข้ามกับค่าของสมการ NDSSI คือค่าที่สูงกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่สูง ค่าที่ต่ำกว่าจะให้ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ต่ำ ค่าของสมการ NSMI สูงสุดจะอยู่ที่ 0.18 เดือนกันยายน ปีพ.ศ.2553 และต่ำสุดจะอยู่ที่ -0.21 เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552 ผลลัพธ์ของสมการ NSMI จะเห็นค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยได้ชัดเจนกว่าผลลัพธ์ของสมการ NDSSI

3) ผลลัพธ์ของสมการค่าความเข้มข้นของปริมาณตะกอนแขวนลอย (SSC) สูงสุดจะอยู่ที่ 958.87 มก./ลิตร เดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2552 และต่ำสุดจะอยู่ที่ 193.19 มก./ลิตร เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552

4) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย จะได้กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด ค่าสูงสุดคือ 15,752,189.75 ตัน/ปี เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553 ค่าต่ำสุดคือ 505,156.21 ตัน/ปี เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ ค่าสูงสุดคือ 199,394.81 ตัน/ตร.กม./ปี เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2553 ค่าต่ำสุดคือ 6,394.38 ตัน/ตร.กม./ปี เดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ.2552 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อพื้นที่ พบว่าปริมาณน้ำท่าที่มีปริมาณน้ำที่มากปริมาณตะกอนแขวนลอยก็มีมาก และปริมาณน้ำท่าที่มีปริมาณน้ำที่น้อยปริมาณตะกอนแขวนลอยก็มีน้อยเช่นกัน แสดงว่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กัน

## 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และคำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนที่ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และกราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย สอดคล้องกับการศึกษาของ Montalvo, L. G. (2010) เรื่อง Spectral analysis of suspended material in coastal waters: A comparison between band math equations ได้ทำการศึกษาดัชนีตะกอนแขวนลอย ได้เปรียบเทียบสมการ 2 สมการเพื่อหาความถูกต้องเนื่องจากไม่มีข้อมูลภาคสนามสำหรับการวิจัยนี้ สมการที่ใช้เป็นดัชนีตะกอนแขวนลอยคือสมการ NDSSI และสมการ NSMI ให้ผลลัพธ์ที่คล้ายกัน ผลการวิเคราะห์คือสมการ NSMI สามารถแยกแยะระหว่างน้ำที่ใสกับขุ่นแขวนลอยได้ดี สมการ NSMI สามารถบอกความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยได้ชัดเจนกว่าสมการ NDSSI สมการ NDSII พบความเข้มข้นของตะกอนที่สูงใกล้ชายฝั่งของแม่น้ำ Guanajibo แต่ไม่ละเอียดเหมือนภาพที่ใช้สมการ NSMI ซึ่งระบุว่าค่าต่ำสุดในสมการนี้อาจเป็นได้ทั้งที่ดินหรือปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยใช้การสำรวจระยะไกล การศึกษาวิจัยในอนาคตอาจใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่างานวิจัยนี้ได้ งานวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาประกอบเพื่อความถูกต้องที่มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved





บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บรรณานุกรม

การสำรวจระยะไกล. (2557). การรับรู้ระยะไกล. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2562.

<https://remotesensingnew.blogspot.com/2014/11/remotesensing.html?fbclid=IwAR1kSGOTHMc6NTMgJwBv9PYkr9j4OfqQXLue0CgJfJpwewNeitKTzUdLv9EE>

กรมชลประทาน (2554). สืบค้นเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2562.

<http://kmcenter.rid.go.th/kchydhome/documents/2554/article/sed011.pdf>

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2539). การสำรวจตะกอนในลำน้ำ. สืบค้นเมื่อวันที่

10 สิงหาคม 2562. [https://www.hydro-1.net/Data/update\\_web/Knowledgebase/10-01/tagon.pdf](https://www.hydro-1.net/Data/update_web/Knowledgebase/10-01/tagon.pdf)

การสำรวจระยะไกล. (2557). การรับรู้ระยะไกล. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2562.

<https://remotesensingnew.blogspot.com/2014/11/remotesensing.html?fbclid=IwAR1kSGOTHMc6NTMgJwBv9PYkr9j4OfqQXLue0CgJfJpwewNeitKTzUdLv9EE>

คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. (2562). สถานีสำรวจปริมาณน้ำท่า. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2562.

[http://www.thaiwater.net/DATA/REPORT/php/itc\\_zcgraph.php?id1=4](http://www.thaiwater.net/DATA/REPORT/php/itc_zcgraph.php?id1=4),

คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. (2562). บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2562.

<http://www.thaiwater.net/current/flood54.html>

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (2562). ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล. สืบค้นเมื่อวันที่ 7

กรกฎาคม 2562. <http://www.gisthai.org/about-gis/remotesensing.html>

สำนักโครงการขนาดใหญ่ กรมชลประทาน. (2561). ลุ่มน้ำเจ้าพระยา. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม

2562. [web.rid.go.th/lproject/const/water25/25river/10chaopraya.ppt](http://web.rid.go.th/lproject/const/water25/25river/10chaopraya.ppt)

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2562). ดาวเทียม LANDSAT-5. สืบค้นเมื่อ

วันที่ 15 กรกฎาคม 2562. <https://www.gistda.or.th/main/th/node/91>

- Arisanty, D., & Saputra, A. N. (2017, December). Remote Sensing Studies of Suspended Sediment Concentration Variation in Barito Delta. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 98, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Hafeez, S., Wong, M. S., Abbas, S., Kwok, C. Y., Nichol, J., Lee, K. H., ... & Pun, L. (2018). Detection and Monitoring of Marine Pollution Using Remote Sensing Technologies. In Monitoring of Marine Pollution. IntechOpen.
- Montalvo, L. G. (2010). Spectral analysis of suspended material in coastal waters: A comparison between band math equations.
- Prukpitikul, A., Buakaew, V., Kesdes, W., Kongprom, A., (2010). การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยข้อมูลดาวเทียม THEOS. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2(1), pp. 17-27.
- Shafaie, M., & Mostofi, K. H. (2015). RIVER SEDIMENT MONITORING USING REMOTE SENSING AND GIS (CASE STUDY KARAJ WATERSHED). International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 40, pp. 2250-3021.
- USGS. (2562). สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2562. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	กมลพรรณ จัยมาก
วัน เดือน ปีเกิด	12 มิถุนายน 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	122/3 ม.7 ซอยพุทธรักษา ต.บ้านหม้อ อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์ 53120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559-2562	ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2556-2558	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพิชัย ตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
พ.ศ. 2553-2555	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนพิชัย ตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved