

ความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีภาคพื้นดิน
RELATIONSHIP BETWEEN TRMM RAINFALL AND POINT RAINFALL
FROM GAUGE STATIONS.

นายพลกฤต ม่วงดิษฐ์ รหัส 51360059
นายคเชนทร์ แก้วมณี รหัส 51360080
นายธงชัย มิกะนุช รหัส 51363272
นายปรีดี นนตะเสน รหัส 51363289

กองส่งเสริมและบริหารมหาวิทยาลัย
วันที่รับ..... 23 พ.ค. 2555
เลขทะเบียน..... 15 97 46 41
เลขรหัสประจำตัว..... ๗๕.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๑๒๑

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต²⁵⁹⁺
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปีการศึกษา 2554



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานี
ภาคพื้นดิน

ผู้ดำเนินโครงการ นายพลกฤต ม่วงดิษฐ์ รหัส 51360059
นายกเชนทร์ แก้วมณี รหัส 51360080
นายธงชัย มิกะนุช รหัส 51363272
นายปรีดี นนตะเสน รหัส 51363289

ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร. ศรีนทร์ทิพย์ แทนธานี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจรัม อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงการ

(รศ.ดร. ศรีนทร์ทิพย์ แทนธานี)

.....กรรมการ
(ดร. กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. สติกรณณ์ เหลืองวิชเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงการ	ความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และข้อมูลฝนจากสถานีภาคพื้นดิน
ผู้ดำเนินโครงการ	นายพลกฤต ม่วงดิษฐ์ รหัส 51360059
	นายคเชนทร์ แก้วมณี รหัส 51360080
	นายธงชัย มิกะนุช รหัส 51363272
	นายปรีดี นนตะเสน รหัส 51363289
ที่ปรึกษาโครงการ	รศ.ดร. ศรีนทร์ทิพย์ แทนธานี
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

เนื่องจากข้อมูลฝนมีความสำคัญอย่างมากกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ และยังสามารถบอกถึงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้ เช่น ความแห้งแล้ง การเกิดพายุฝน การเกิดน้ำท่วม เป็นต้น ทำให้สถานีน้ำฝนภาคพื้นดินนั้นมีความสำคัญต่อระบบการเตือนภัยธรรมชาติต่างๆ แต่อย่างไรก็ดีในบางพื้นที่ไม่สามารถติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินได้ ดังนั้นในการศึกษาได้เล็งเห็นความสำคัญของการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM ในพื้นที่ที่ขาดแคลนสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน เช่น บริเวณพื้นที่หุบเขา พื้นที่ภูเขาสูง เพื่อให้สามารถใช้ค่าข้อมูลจากดาวเทียม TRMM ทดแทนข้อมูลฝนภาคพื้นดินได้

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน โดยทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลฝนจากสถานีภาคพื้นดินสำหรับแต่ละ grid ของข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

ผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ค่า R^2 มีค่าน้อย อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำมาก หรือแทบไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าไม่สามารถที่จะใช้ข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM มาประเมินหาค่าฝนภาคพื้นดินได้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น

Project title	Relationship between TRMM rainfall and Point rainfall from Gauge Stations		
Name	Mr. Pollakrit	Muangdit	ID 51360059
	Mr. Khachain	Kaewmanee	ID 51363289
	Mr. Thongchai	Mikanud	ID 51363272
	Mr. Predee	Nontasaen	ID 51363289
Project advisor	Assoc. Prof. Dr. Sarintip Tantanee		
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

Abstracts

Rainfall is not only the important information for human life but also the parameter that can explain the environmental situation such as drought, storm occurrences and flood, etc. Rainfall from gauges can be used as main parameter in the flood warning system. However, there are limitations in some area that gauges are unable to be installed. Thus, this study emphasizes on the process of applying satellite rainfall of TRMM to estimate rainfall at gauges over the area that lacks of rain gauges.

The objective of this project is to study the relationship between TRMM rainfall and point rainfall from gauges. The analysis of relationship between TRMM rainfall and point rainfall has been done by using linear regression model.

The results show that obtained R^2 are in range of 0.2-0.3 which are very low. Therefore, it is unable to estimate gauge rainfall by TRMM rainfall using linear regression model.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ศรีรินทร์ทิพย์ แทนธานี ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงการ ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการนี้ ทำให้ทางคณะผู้จัดทำสามารถเข้าใจและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ได้เป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำสำนึกในความกรุณาและขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณสุบรร ผลกะสิ และคุณชนิตา เดชภีรัตน์มงคล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูล พร้อมทั้งคำแนะนำทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้โปรแกรมต่างๆ

ขอบคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินโครงการ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณพระคุณของบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้กำเนิดและเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนในทุกๆ ด้าน และขอขอบคุณญาติ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ที่คอยสนับสนุนและให้การช่วยเหลือต่าง ๆ จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ทุกประการ

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นายพลกฤต ม่วงดิษฐ์

นายคเชนทร์ แก้วมณี

นายธงชัย มิกะนุช

นายปรีดี นนตะเสน

8 มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนการทำงาน.....	2
บทที่ 2.....	5
2.1 การเกิดน้ำฝน.....	5
2.2 การวัดปริมาณน้ำฝน.....	6
2.3 หลักการเบื้องต้นการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing).....	11
2.4 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝนโดยวิธีกราฟสะสม (Double Mass Curve).....	27
2.5 ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน.....	29
2.6 การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนที่ขาดหายไป.....	30
2.7 ปริมาณน้ำฝนตามพื้นที่ (Areal Rainfall).....	31
2.8 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและค่าสหสัมพันธ์ (Linear Regression and Correlation Analysis).....	33
บทที่ 3.....	39
3.1 ค้นหาและรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน.....	39

สารบัญ (ต่อ)

3.2	ขั้นตอนการพัฒนาเป็นฐานข้อมูล GIS	44
3.3	การหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน โดยวิธี Thiessen Polygon. 46	
<hr/>		
3.4	การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน.....	49
บทที่ 4.....		51
4.1	สรุปข้อมูลปริมาณฝน.....	51
4.2	ฐานข้อมูล GIS	53
4.3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	54
4.4	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน	54
บทที่ 5.....		68
5.1	สรุปผล.....	68
5.2	ข้อเสนอแนะ	69
เอกสารอ้างอิง		70
ภาคผนวก ก		71
ภาคผนวก ข		72
ภาคผนวก ค		73
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ		74
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ (ต่อ).....		75

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝน โดยวิธี Thiessen Polygon.....	49
ตารางที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจาก สถานีภาคพื้นดิน.....	50
<hr/>	
ตารางที่ 4.1 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝน.....	53
ตารางที่ 4.2 แสดงพื้นที่รับผิดชอบของสถานีวัดน้ำฝน 1824.....	54
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำปิง.....	56
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำวัง.....	57
<hr/>	
ตารางที่ 4.5 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำยม.....	58
ตารางที่ 4.6 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำน่าน.....	59
ตารางที่ 4.7 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำป่าสัก.....	60
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (R^2) ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานี วัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ใน 5 กลุ่มน้ำหลัก และภายในรัศมีเรดาร์พินทุ์โลก.....	62

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	วัฏจักรของน้ำ.....	6
รูปที่ 2.2	เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วดวง	8
รูปที่ 2.3	เครื่องวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge).....	8
รูปที่ 2.4	เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ แบบ Floating Type	9
รูปที่ 2.5	เครื่องวัดน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type).....	10
รูปที่ 2.6	กระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกล	12
รูปที่ 2.7	ลักษณะการบันทึกข้อมูลแบบ Across-Track Multispectral Scanning	14
รูปที่ 2.8	ลักษณะการบันทึกข้อมูลแบบ Along-Track Multispectral Scanning	15
รูปที่ 2.9	แสดงลักษณะการทำงานของระบบเรดาร์.....	16
รูปที่ 2.10	แสดงลักษณะการบินถ่ายภาพของ SLAR	17
รูปที่ 2.11	แสดงลักษณะการบินถ่ายภาพของ SAR.....	17
รูปที่ 2.12	ดาวเทียม SPOT	18
รูปที่ 2.13	ดาวเทียม MOS.....	19
รูปที่ 2.14	ดาวเทียม ERS 1	20
รูปที่ 2.15	ดาวเทียม NOAA 14	20
รูปที่ 2.16	ดาวเทียม IRS 1D.....	21
รูปที่ 2.17	ดาวเทียม RADARSAT	21
รูปที่ 2.18	ดาวเทียม ADEOS	22
รูปที่ 2.19	ดาวเทียม IKONOS.....	22
รูปที่ 2.20	ดาวเทียม Early Bird.....	23
รูปที่ 2.21	ดาวเทียม Quick Bird.....	23
รูปที่ 2.22	Double Mass Curve ของ สถานี 4140004	29
รูปที่ 2.23	กำหนดตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่ศึกษา.....	32
รูปที่ 2.24	ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่ง ที่อยู่ใกล้กัน (เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน).....	32
รูปที่ 2.25	แบ่งครึ่งด้านของสามเหลี่ยม และลากเส้นตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม....	32
รูปที่ 2.26	พื้นที่รูปเหลี่ยมของแต่ละสถานี	33
รูปที่ 2.27	สมการถดถอยเชิงเส้น.....	35
รูปที่ 2.28	ลักษณะการกระจายของข้อมูล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น +1	37
รูปที่ 2.29	ลักษณะการกระจายของข้อมูล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น -1	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.1	โครงการประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน	39
รูปที่ 3.2	พื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และพื้นที่ครอบคลุมจากสถานีพิษณุโลก	40
รูปที่ 3.3	การใช้ค่าพิกัดของพื้นที่ประเทศไทย	41
รูปที่ 3.4	หน้าจอแสดงการระบุเลือกชนิดข้อมูล	42
รูปที่ 3.5	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM.....	42
รูปที่ 3.6	ข้อมูลที่ได้มาวางบน Microsoft Excel.....	43
รูปที่ 3.7	หน้าจอการใช้งานเริ่มต้นของ โปรแกรม ArcGIS.....	44
รูปที่ 3.8	ลักษณะหน้าต่างของ Display XY Data.....	44
รูปที่ 3.9	แสดงผลข้อมูลจะได้ TRMM GRID เป็นฐานข้อมูล.....	45
รูปที่ 3.10	แสดงผลข้อมูลที่เรียกจากฐานข้อมูล.....	46
รูปที่ 3.11	แสดงเส้นสร้างรูปเหลี่ยมทิสเสน	47
รูปที่ 3.12	แสดงการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมใน TRMM PIXEL	48
รูปที่ 3.13	ความสัมพันธ์ข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM กับ ที่วัดจากสถานีภาคพื้นดิน... 50	50
รูปที่ 4.1	ข้อมูลฝนรายวันของ TRMM 269 pixel และสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน 200 สถานี	51
รูปที่ 4.2	แสดงฐานข้อมูล GIS	53
รูปที่ 4.3	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำปิง	56
รูปที่ 4.4	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำวัง.....	57
รูปที่ 4.5	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำยม	58
รูปที่ 4.6	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำน่าน.....	59
รูปที่ 4.7	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำป่าสัก	60
รูปที่ 4.8	ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ในรัศมีเรดาร์พิษณุโลก	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในประเทศไทยเครื่องวัดน้ำฝนมีการพัฒนามาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยบอกเป็นขนาดของฝนที่ตก เช่น วัดเป็นจำนวนตุ้ม จำนวนโอง จำนวนท่า (น้ำฝนเต็มบาตรพระก็เท่ากับฝนตกหนึ่งท่า) เป็นต้น สำหรับในต่างประเทศนั้น ได้มีการวัดน้ำฝนครั้งแรกที่ประเทศเกาหลี โดยทำการวัดน้ำฝนคิดเป็นความสูงต่อหน่วยพื้นที่ ขนาดของเครื่องวัดได้มีการดัดแปลงจากขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเครื่องวัด ตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ รูปร่างของเครื่องวัดที่นิยมมักเป็นรูปทรงกระบอก ข้อมูลน้ำฝนเป็นข้อมูลที่ใช้ในการเตือนภัยพิบัติ ในการเตรียมความพร้อมรับภัยพิบัติ ทางด้านน้ำป่าไหลหลาก ดินถล่ม ซึ่งจะเกิดขึ้นในฤดูฝน ที่มีปริมาณน้ำฝนมาก และฝนตกติดต่อกันหลายวัน ดังนั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนจึงมีความจำเป็นต้องตรวจวัดเป็นประจำทุกวัน เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ วางแผนป้องกันภัยพิบัติ และเตือนภัยได้ทันต่อเหตุการณ์

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตโซนร้อนมีปริมาณการกระจายของฝนในแต่ละพื้นที่ค่อนข้างสูง ปัจจุบันสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทำการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายวัน ในปัจจุบันข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมจะเป็นข้อมูลอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนการพยากรณ์อากาศ การใช้ข้อมูลดาวเทียมในการประเมินน้ำฝนทำให้ได้ผลการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้รวดเร็ว และ ปกคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่สามารถทำภาพเคลื่อนไหวเพื่อติดตามแนวโน้มและสภาพอากาศได้สะดวกขึ้น อีกทั้งข้อมูลจากดาวเทียมสามารถเข้าถึงในพื้นที่ต่างๆได้ ไม่ว่าจะเป็นบริเวณหุบเขาหรือบริเวณป่า ที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดินได้

ปัจจุบันมีแหล่งข้อมูลจากดาวเทียมหลายแหล่งที่ให้บริการด้านข้อมูลฝน Website ดังนั้นในการศึกษาจึงมีเป้าหมายที่จะใช้ข้อมูลจากดาวเทียม โดยใช้ดาวเทียม Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) ที่ให้บริการข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ในประเทศไทย เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนภาคพื้นดินที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM และข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้จากสถานี

1.3 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

เพื่อนำข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากดาวเทียม TRMM และข้อมูลฝนที่วัดได้จากสถานีภาคพื้นดินที่มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ถ้าหากข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนกันไม่มาก ก็สามารถข้อมูลจากดาวเทียม TRMM แทนได้ เนื่องจากในบางพื้นที่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน เช่น บริเวณที่ห่างไกลเข้าถึง ได้ยากพื้นที่ส่วนที่เป็นหุบเขาทำให้สามารถคาดคะเนปริมาณฝนในส่วนที่ต้องการได้

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM และข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และพื้นที่ครอบคลุมจากสถานีพิษณุโลก เป็นระยะทาง 240 กิโลเมตร ซึ่งใช้ค่าปริมาณของฝนเฉลี่ยรายวัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 2 ปี คือในช่วง เดือน มกราคม พ.ศ. 2552 – ธันวาคม พ.ศ. 2553

1.5 ขั้นตอนการทำงาน

ทำการค้นหาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM จากเว็บไซต์ <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/ovas/realtime.3B42RT.2.shtml> และรวบรวมข้อมูลฝนที่วัดได้จากสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งใช้ปริมาณฝนที่เก็บสะสมทุกๆ 1 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 2 ปี คือในช่วง เดือน มกราคม พ.ศ. 2552 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งพื้นที่ในการศึกษา คือ พื้นที่ลุ่มน้ำหลักทางภาคเหนือของประเทศไทย (13 ลุ่มน้ำ) ได้แก่ ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มแม่น้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำโขงอีสาน ลุ่มน้ำท่าจีน จากนั้นนำข้อมูลฝนที่ได้จากดาวเทียม TRMM กับข้อมูลฝนจากสถานีภาคพื้นดินมาทำการเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ค้นหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM
2. นำข้อมูลดาวเทียมที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM มารวบรวมเป็นฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access
3. นำข้อมูลฝนที่ได้จากที่วัดจากสถานีภาคพื้นดินไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม ArcGIS
4. วิเคราะห์ข้อมูลฝนภาคพื้นดิน โดยเทคนิค Double Mass Curve เพื่อดูความต่อเนื่องของข้อมูล (Consistency) และทำการคัดแยกข้อมูลที่มีความต่อเนื่องน้อยออก
5. วิเคราะห์หาค่าฝนจากปริมาณฝนของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน สำหรับพื้นที่แต่ละ Grid ของข้อมูลฝน TRMM โดยอาศัยวิธี Thiessen Polygon

6. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนจาก TRMM และ สถานีน้ำฝนภาคพื้นดินโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis)

7. ทำรายงานและส่งรายงานฉบับโครงร่างพร้อมทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ยังบกพร่องอยู่

8. ทำการแก้ไขรายงานแล้วเสร็จพร้อมส่งรายงานฉบับสมบูรณ์



1.6 แผนดำเนินงาน

เวลาในการดำเนินงาน	พฤศจิกายน 2554	ธันวาคม 2554	มกราคม 2555	กุมภาพันธ์ 2555	มีนาคม 2555
รายการดำเนินงาน					
ค้นหาและรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จาก TRMM					
ทำการศึกษาโปรแกรม ArcGIS					
นำข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM และจากสถานีภาคพื้นดินไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลใน ArcGIS					
ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย					
ทำการเทียบค่าน้ำฝนจากข้อมูลดาวเทียม TRMM กับตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน โดยวิธี Thiessen					
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM กับสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน และทำการสรุปผล					
ทำรายงานและส่งรายงานฉบับโครงร่างพร้อมทำการแก้ไข					
ทำการแก้ไขรายงานแล้วเสร็จพร้อมส่งรายงานฉบับสมบูรณ์					

บทที่ 2

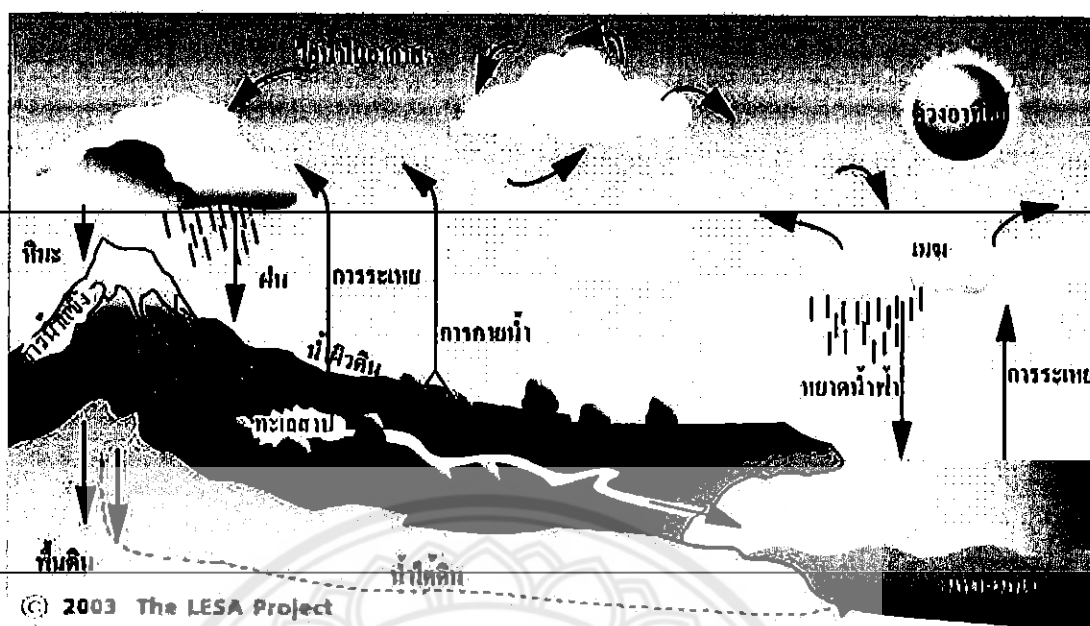
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การเกิดน้ำฝน

น้ำจากแหล่งต่าง ๆ บนพื้นโลก ระเหยกลายเป็นไอน้ำอยู่ในอากาศนอกจากน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ แล้ว ไอน้ำยังมาจากการคายน้ำของพืช และลมหายใจออกของสัตว์

ฝนตกเกิดจาก น้ำโดนความร้อนของแสงจากดวงอาทิตย์หรือความร้อนอื่นใดที่ใช้ในการต้มน้ำ จนทำให้ระเหยกลายเป็นไอน้ำ ลอยขึ้นไปในอากาศ เมื่อไอน้ำมากขึ้นจะรวมตัวกันเป็นละอองน้ำเล็กๆ ปริมาณของละอองน้ำยิ่งมากขึ้นเรื่อยๆก็จะรวมตัวกันเป็นเมฆฝน พอมากเข้าอากาศไม่สามารถพุงละอองน้ำเหล่านี้ต่อไปได้ น้ำก็จะหล่นลงมายังพื้นโลกให้เราเรียกขานกันว่าฝนตก

วัฏจักรของน้ำที่เกิดขึ้น เป็นอย่างนี้มาตลอดตั้งแต่โลกใบกลมของเราเกิดขึ้นมา และคงดำเนินต่อไปเรื่อยๆชั่วกัปชั่วกัลป์ ฝน เป็นรูปแบบหนึ่งของการตกลงมาจากฟ้าของน้ำ นอกจากฝนแล้วยังมีการตกลงมาในรูป หิมะ เกล็ดน้ำแข็ง ลูกเห็บ น้ำค้าง ฝนนั่นอยู่ในรูปหยดน้ำซึ่งตกลงมายังพื้นผิวโลกจากเมฆ ฝนบางส่วนนั้นระเหยกลายเป็นไอก่อนตกลงมาถึงผิวโลก ฝนชนิดนี้เรียกว่า " Virga " ฝนที่ตกลงมานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของวัฏจักรของน้ำ ซึ่งน้ำจากผิวน้ำในมหาสมุทรระเหยกลายเป็นไอ ควบแน่นเป็นละอองน้ำในอากาศ ซึ่งรวมตัวกันเป็นเมฆ และในที่สุดตกลงมาเป็นฝน ไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง ไปสู่ทะเล มหาสมุทร และวนเวียนเช่นนี้เป็นวัฏจักรไม่สิ้นสุดปริมาณน้ำฝนนั่นวัดโดยใช้ มาตรวัดน้ำฝน โดยเป็นการวัดความลึกของน้ำที่ตกลงมาสะสมบนพื้นผิวเรียบ สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.25 มิลลิเมตร หรือ 0.01 นิ้ว บางครั้งใช้หน่วย ลิตรต่อตารางเมตร ($1 \text{ L/m}^2 = 1 \text{ mm}$) หยาดน้ำฝนนั่น หยาดฝนเม็ดเล็กนั้นจะมีรูปเกือบเป็นทรงกลม ส่วนเม็ดฝนที่ใหญ่ขึ้นก็จะมีรูปร่างที่ค่อนข้างแบนคล้ายขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ ส่วนเม็ดที่ใหญ่มาๆนั้นจะมีรูปร่างคล้ายร่มชูชีพ โดยเฉลี่ยแล้วเม็ดฝนนั่นจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิเมตร เม็ดฝนที่ใหญ่ที่สุดที่ตกลงถึงผิวโลกนั้น ตกที่ ประเทศบราซิล และ เกาะมาร์แชล ในปี ค.ศ. 2004 โดยมีขนาดใหญ่ถึง 10 มิลลิเมตร ขนาดใหญ่ของเม็ดฝนนี้เนื่องมาจากละอองน้ำในอากาศที่มีขนาดใหญ่ หรือ จากการรวมตัวกันของเม็ดฝนหลายเม็ด เนื่องมาจากความหนาแน่นฝนที่ตกลงมาโดยปกติแล้ว ฝนจะมีค่า pH ต่ำกว่า 6 เล็กน้อย เนื่องมาจากการรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเข้ามาซึ่งทำให้ส่งผลเป็นกรดคาร์บอนิก ในพื้นที่ที่เป็นทะเลทรายนั้นฝุ่นในอากาศจะมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตสูงซึ่งส่งผลต่อต้านความเป็นกรด ทำให้ฝนนั่นมีค่าเป็นกลาง หรือ แม้กระทั่งเป็นเบส ฝนที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5.6 นั้นว่าเป็นฝนกรด ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ

2.2 การวัดปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสิ่งหนึ่งในอุตุนิยมวิทยา เพราะน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการกสิกรรมและอื่นๆ พื้นที่ใดจะอุดมสมบูรณ์และสามารถทำการเพาะปลูกได้หรือจะเป็นทะเลทรายก็ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในบริเวณนั้น เราวัดปริมาณน้ำฝนตามความสูงของจำนวนฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้าโดยให้น้ำฝนตกลงในภาชนะโลหะซึ่งส่วนมากเป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางของปากกระบอกเป็นขนาดจำกัด เช่น ปากกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว หรือประมาณ 20 เซนติเมตร ฝนจะตกผ่านปากกระบอกลงไปตามท่อกรวยสู่ภาชนะรองรับน้ำฝนไว้เมื่อเราต้องการทราบปริมาณน้ำฝน เราก็ใช้ไม้บรรทัดหยั่งความลึกของฝนหรืออาจใช้แก้วตวงที่มีมาตราส่วนแบ่งไว้สำหรับอ่านปริมาณน้ำฝน เป็นนิ้วหรือเป็นมิลลิเมตรสำหรับประเทศไทยวันใดที่มีฝนตก ณ แห่งใด หมายความว่าปริมาณฝนตก ณ ที่นั้นอย่างน้อย 0.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป เพราะฉะนั้นในเดือนที่มีฝนตกโดยมีจำนวนวันเท่ากันก็ไม่จำเป็นจะต้องมีปริมาณน้ำฝนเท่ากัน และ เมื่อทราบความสูงของน้ำฝน ณ ที่ใดแล้ว ก็อาจจะประมาณจำนวนลูกบาศก์เมตรของน้ำฝนได้ถ้าทราบเนื้อที่ของบริเวณที่มีฝนตกในการรายงานปริมาณน้ำฝนนั้น จะรายงานว่าฝนตกเล็กน้อย ฝนตกปานกลาง ฝนตกหนัก หรือฝนตกหนักมาก แต่การที่จะตั้งเกณฑ์สากลที่เรียกว่าฝนตกเล็กน้อย หรือตกปานกลางเป็นจำนวนเท่าใดหรือกี่มิลลิเมตรนั้น ไม่อาจจะกระทำได้เพราะเหตุว่าสภาพของฝนแต่ละประเทศนั้นมีปริมาณ ไม่เหมือนกันการให้ความหมายของปริมาณฝน และให้ความหมายของฝนที่ตกในประเทศแถบโซนร้อนในย่านมรสุมแบ่งเป็นเกณฑ์ดังนี้ฝนวัดจำนวนไม่ได้ = ฝนตกมีปริมาณน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรฝนเล็กน้อย = ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป แต่ไม่เกิน

10 มิลลิเมตรฝนปานกลาง = ฝนตกปริมาณ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตรฝนตกหนัก = ฝนตกปริมาณ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90 มิลลิเมตรฝนตกหนักมาก = ฝนตกตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป

สำหรับมาตรวัดฝนแบบไทยๆที่เรียกว่า “ ห่าฝน ” นั้นใช้มาตรตั้งไว้กลางแจ้ง ถ้าได้น้ำเต็มมาตรเรียกว่า“ฝนตกห่าหนึ่ง”เมื่อต้องการวัดปริมาณฝน จะตั้งเครื่องวัดปริมาณฝนไว้ในพื้นที่โล่งแจ้ง และตั้งให้อยู่ในแนวระนาบไม่เอียงเอียง เมื่อเวลาผ่านไปครบ 24 ชั่วโมง ก็จะนำน้ำฝนที่รองรับได้ เทใส่กระบอกตวงมาตรฐาน แล้ววางกระบอกตวงในที่รองรับเพื่อให้กระบอกตวงตั้งอยู่ในแนวตั้ง จากนั้นคูชิตสเกลข้างกระบอกตวง ซึ่งตรงกับระดับน้ำฝนแล้วอ่านตัวเลขในหน่วยมิลลิเมตร ซึ่งค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวันการวัดน้ำฝนเป็นการวัดความแรงหรือความหนาแน่นของฝนมีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตรต่อช่วงเวลา เช่นชม. วัน วิธีการตรวจวัดน้ำฝน แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน
2. การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเรดาร์ (Radar)
3. การตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

2.2.1 การตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

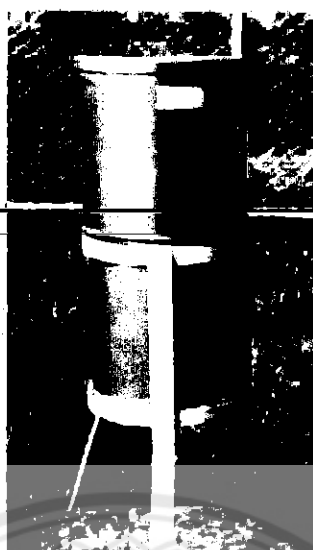
เป็นการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดน้ำฝนที่ติดตั้งอยู่บนพื้น โล่ง และวัดความแรงหรือความหนาแน่นจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดิน โดยตรง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) เครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดา

เครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดาที่นิยมใช้มีอยู่ 4 แบบ คือแบบแรก เป็นแบบมาตรฐานของกรมอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐอเมริกา แบบที่สองเป็นแบบมาตรฐานของอังกฤษ แบบที่สามเป็นแบบมาตรฐานของเยอรมันและแบบสุดท้ายเป็นแบบของสหภาพโซเวียต ทั้ง 4 แบบโดยรวมมีลักษณะใหญ่ ๆ เป็นโลหะรูปทรงกระบอก โดยมีความยาวและ เส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน เช่น แบบมาตรฐานของกรมอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐอเมริกามีความยาว 24 นิ้ว ผ่านกลางกว้าง 8 นิ้ว แต่ของอังกฤษมีความยาว 12 นิ้ว ผ่านกลางกว้าง 5 นิ้ว เป็นต้น เครื่องวัดน้ำฝนที่กล่าวมาวัดได้เฉพาะปริมาณทั้งหมดของฝน และวัดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

-เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วตวง

เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลมตลอดหรือบางที่ทำให้ก้นผายออกเพื่อให้ตั้งได้มั่นคงขึ้น ตัวเครื่องทำด้วยเหล็กหรือทองแดงที่ไม่เป็นสนิม ตอนขอบบนของเครื่องทำเป็นปากรับน้ำฝนขนาดแน่นอน (นิยมใช้ปากถึงขนาด 8 นิ้ว) ที่ขอบปากตั้งต้องทำให้หนาเป็นพิเศษกันบุบเบี้ยวหรือเสียรูปทรงติดตั้งไว้บนพื้นดินเรียบและสูงจากพื้นดินไม่เกิน 1 เมตรห้ามติดตั้งไว้ที่ลาดชันดังรูปที่ 2.2



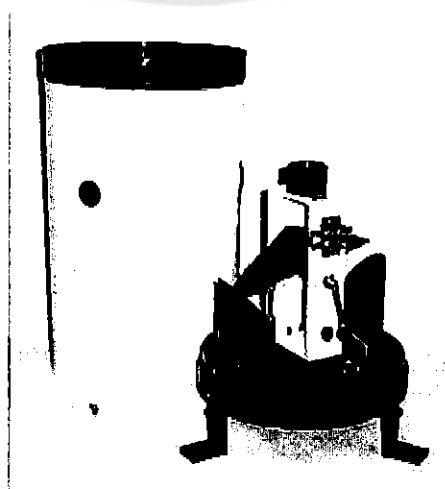
รูปที่ 2.2 เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วตวง

2) เครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ

มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มีดังต่อไปนี้ ก) Tipping Bucket นิยมใช้กันมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ข) Floating Type นิยมใช้กันประเทศอังกฤษ ค) Weighing Type นิยมใช้กันในประเทศที่มีอากาศหนาวจัดเพื่อใช้วัดปริมาณหิมะ เครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินี้สามารถวัดปริมาณน้ำฝนติดต่อกันเป็นเวลา 6, 12, 24 ชั่วโมง หรือเป็นสัปดาห์ก็ได้

ก) เครื่องวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge)

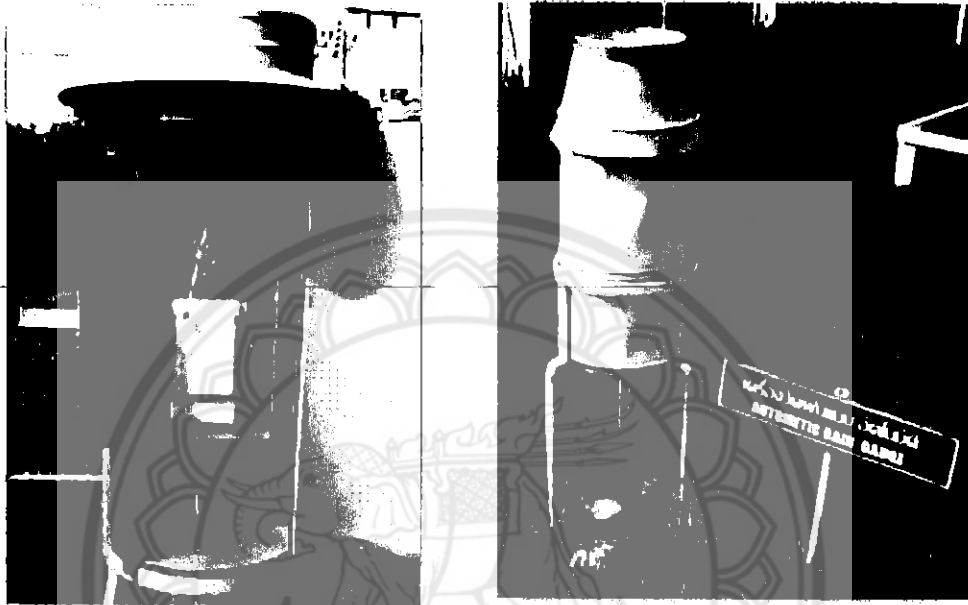
ใช้หลักการของแกนกระเดื่อง โดยมีถ้วยสำหรับรองรับน้ำฝน 2 อัน ที่สามารถรองรับน้ำฝนได้ 0.2 – 0.5 มม. กระดกกลับไปมาการติดตั้งต้องติดตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง ภายในคอกอุตุนิยมวิทยา และติดตั้งให้อยู่ในแนวระนาบไม่เอียงเอียง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เครื่องวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge)

ข) เครื่องวัดน้ำฝนแบบลูกลอย (Floating Type)

มีลักษณะ ประกอบด้วยที่รองรับน้ำฝน (Receiver) กรวยรับน้ำฝน (Funnel) ถังน้ำฝน (Chamber) ลูกลอย (Float) ท่อกาลักน้ำ (Siphon) ปากกา (Pen Arm) และ ทรงกระบอกหมุนพร้อมกราฟ (Revolving Drum With Chart) ดังรูปที่ 2.4

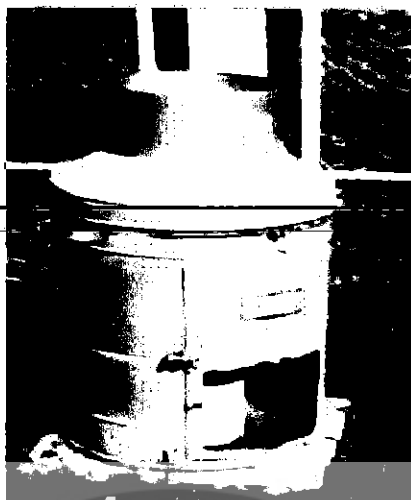


รูปที่ 2.4 เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ แบบ Floating Type

หลักการทำงานของเครื่องวัดน้ำฝนแบบลูกลอย คือ เมื่อน้ำฝนตกผ่านที่รองรับน้ำฝนและกรวยรับน้ำฝนลงสู่ถังน้ำฝน น้ำในถังรับน้ำฝนจะสูงขึ้น ทำให้ลูกลอยที่มีก้านต่อกับปากกาที่จะบันทึกผลลงกราฟที่พื้นอยู่รอบทรงกระบอกที่หมุนตามเข็มนาฬิกาที่ตั้งไว้ลอยขึ้น เมื่อระดับน้ำสูงถึงส่วนบนสุดของท่อกาลักน้ำ น้ำจะไหลออกจากถังน้ำฝนผ่านท่อกาลักน้ำ ระดับน้ำในถังน้ำฝนจะลดลง ลูกลอยลอยลง ปลายปากกาจะลดระดับลงจนถึงจุดที่ระบบท่อกาลักน้ำหยุดทำงาน ระดับน้ำในถังน้ำฝนจะสูงขึ้นอีกเป็นวงจรเช่นนี้ต่อไป ทำให้สามารถวัดปริมาณฝนสะสมตามเวลาได้ตามต้องการ

ค) เครื่องวัดน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type)

เป็นแบบที่ใช้หลักการของน้ำหนักของถังรองรับน้ำรวมกับน้ำหนักของฝนที่ตกลงมา ไปกระทำต่ออากาศกลไกของสปริง หรือ โดยระบบสมดุลของน้ำหนัก เครื่องนี้จะไม่มีระบบระบายน้ำออกเองเมื่อน้ำฝนเต็มถัง แต่กลไก สามารถบันทึกทั้งทางขึ้นทางลงได้ 4 ครั้ง จนกว่าจะถึงขีดสูงสุดของการรายงาน เครื่องนี้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำให้ลดน้อยลง โดยการเติมน้ำมันพอสสมควรลงไปในถังรองรับน้ำฝน เพื่อให้เป็นฝ้าหนา 1 มิลลิเมตรเคลือบผิวหน้าน้ำฝนไว้ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องวัดน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type)

3) การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเรดาร์ (Radar)

เป็นคำย่อมาจาก “ Radio Detection and Ranging ” หมายถึง “ การตรวจระยะไกลด้วยคลื่นวิทยุ ” ซึ่งมีหลักการทำงานของเรดาร์คือ เรดาร์บนภาคพื้นดินจะส่งคลื่นในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า จากจานสายอากาศ เป็นจังหวะช่วงสั้นๆ ในลักษณะของลำคลื่นมุมแคบไปกระทบสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่นกลุ่มเมฆ กลุ่มฝน ต้นไม้ และภูเขา เป็นต้น ทำให้เกิดการสะท้อนกลับ (Reflection) ในรูปของพลังงานสะท้อนกลับที่เป็นสัญญาณจากเป้าหมาย (Target Signal) ที่เป็นการกำลังสะท้อนกลับหรือกำลังรับคลื่น (Return Power) ซึ่งจะปรากฏบนจอเรดาร์ (Radarscope) เป็นสัญญาณสะท้อน (Echo) หรือความเข้มสะท้อน (Echo Intensity) ตามขนาดของกำลังสะท้อนกลับที่ตรวจวัดได้

2.2.2 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellite) เป็นเครื่องมือติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับตรวจวัดสภาพอากาศได้ตลอดเวลาและเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่ (Geostationary Meteorological Satellite) 2) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลก (Polar Orbiting Satellite)

1) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่

ดาวเทียมที่โคจรตามเส้นศูนย์สูตรที่ระดับความสูงประมาณ 35800 กิโลเมตรด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกันกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ดังนั้นตำแหน่งดาวเทียมจึงสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกที่ดูเหมือนว่าดาวเทียมอยู่ประจำที่

2) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลก

ดาวเทียมที่มีแนวการโคจรผ่านใกล้ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ซึ่งจะเคลื่อนที่ตามแนวเหนือใต้ เช่น ดาวเทียม NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration) ของสหรัฐอเมริกา โคจรรอบโลกที่ความสูงประมาณ 840-860 กิโลเมตร และดาวเทียม METEOR ของรัสเซีย โคจรรอบโลกที่ความสูงประมาณ 900 กิโลเมตร

กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ได้ใช้ประโยชน์จากดาวเทียมทั้ง 2 ชนิด คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่ ได้ใช้ดาวเทียม GMS ของญี่ปุ่น ซึ่งมีทั้งดาวเทียม GMS 3 และ GMS 4 และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลกได้ใช้ดาวเทียม NOAA ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีทั้งดาวเทียม NOAA 11 และ NOAA 12 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีแผนผังของการรับสัญญาณภาพถ่ายจากจานดาวเทียม โดยจานสายอากาศจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมโดยตรง แล้วส่งผลมาที่เครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียม จากนั้นจึงส่งผ่านมายังเครื่องแปลสัญญาณเป็นภาพถ่ายต่อไปที่เครื่องผลิตภาพถ่ายจากดาวเทียมมายังผู้ใช้ภาพ ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วยค่ารังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ ชนิด จำนวนและความสูงของเมฆที่ลอยอยู่ในท้องฟ้า อุณหภูมิและค่าการสะท้อนแสงของวัตถุที่ผิวพื้น

2.3 หลักการเบื้องต้นการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing)

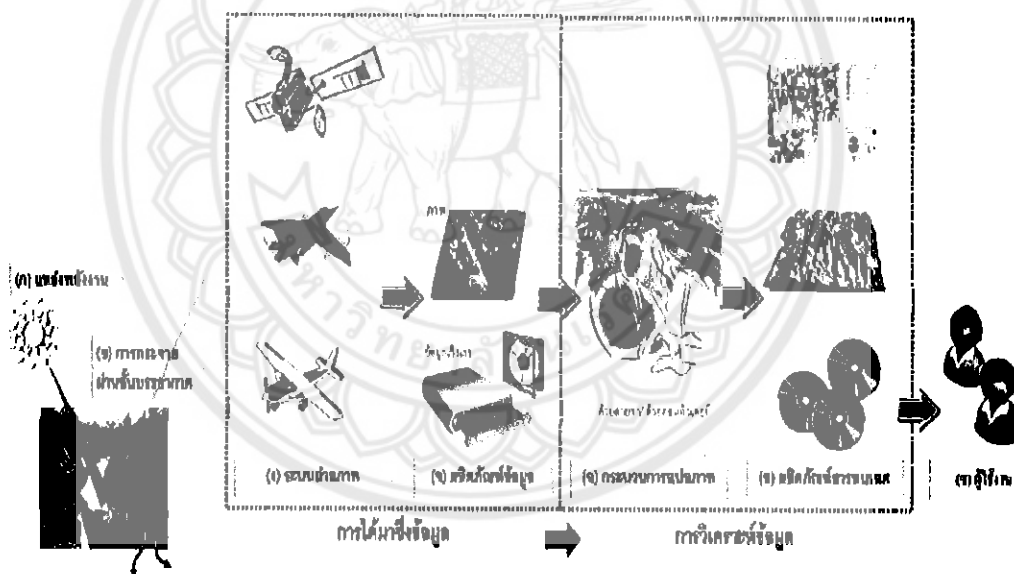
การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) ในประเทศไทย ได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2514 โดย คณะรัฐมนตรีได้มีมติแต่งตั้งคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการประสานงานกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ประกอบด้วยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งได้อนุมัติให้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ในการใช้ประโยชน์ข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดวงแรก ได้แก่ LANDSAT-1 โดยตั้งเป็นโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ภายใต้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งต่อมาภายหลังได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ในปี พ.ศ. 2522 และโดยที่ได้มี หน่วยงานต่าง ๆ นำเอาข้อมูลดาวเทียมไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังนั้น ค.ร.ม. จึงได้อนุมัติให้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดตั้งสถานีรับสัญญาณดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ขึ้นมาในปี พ.ศ. 2523 เพื่อทำหน้าที่ในการรับและผลิตข้อมูลดาวเทียม นับเป็นสถานีแห่งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยในปัจจุบันกิจกรรมเหล่านี้ได้โอนไปอยู่ภายใต้หน่วยงาน " สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) " ซึ่งตั้งขึ้น เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ.2543

ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเหล่านี้ได้นำไปใช้งานในการสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม ในหลายสาขา อาทิเช่น การใช้ที่ดิน การป่าไม้

การเกษตร ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา สมุทรศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับการพัฒนา ทั้งทางด้านบุคลากรและเครื่องมือ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.1 ความหมายและกระบวนการ (Remote Sensing)

" Remote Sensing " เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้น ที่หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล (Sensor) โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) เป็นสื่อในภาษาไทย Remote Sensing มีหลายคำที่ใช้กันอยู่ ได้แก่ " การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล " " การสำรวจข้อมูลด้วยดาวเทียม " " การรับรู้จากระยะไกล " " โทรสัมผัส " และ " โทรทัศน์ " เป็นต้น โดยคำที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและเป็นทางการ คือ " การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล " สำหรับกระบวนการการสำรวจข้อมูลระยะไกล ประกอบด้วยสองกระบวนการหลัก ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กระบวนการและองค์ประกอบารรับรู้จากระยะไกล

1) การได้มาซึ่งข้อมูล (Data acquisition)

โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์ รูปที่ 2.6 (ก) เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ รูปที่ 2.6 (ข) เกิดปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับรูปลักษณ์พื้นผิวโลก รูปที่ 2.6 (ค) และเดินทางเข้าสู่เครื่องรับรู้ที่ติดตั้งในตัวยาน ได้แก่ เครื่องบิน ยานอวกาศ และ ดาวเทียม รูปที่ 2.6 (ง) ถูกบันทึก และผลิตเป็นข้อมูลในรูปแบบภาพ (Pictorial หรือ Photograph) และ หรือรูปแบบเชิงเลข (Digital form) รูปที่ 2.6 (จ)

2) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

ประกอบด้วย การแปลตีความข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลข (Digital Analysis) รูปที่ 2.6 (ฉ) โดยมีข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ เช่น แผนที่ดิน ข้อมูลปฏิทินและสถิติการปลูกพืช และอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์ที่ผลิตผล รูปที่ 2.6 (ช) ของการแปลตีความในรูปแบบแผนที่ ข้อมูลเชิงเลข ตารางคำอธิบาย หรือแผนภูมิเป็นต้น เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป รูปที่ 2.6 (ช)

2.3.2 ระบบบันทึกข้อมูล (Sensor)

1) Photographic System and Electronic System

ในการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลนั้น แยกระบบเครื่องมือบันทึกข้อมูลตามสื่อบันทึกได้สองแบบ คือ Photographic System และ Electronic System โดยในส่วนของ Photography ค่าพลังงานคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้าจะทาปฏิกิริยากับสารเคมีที่เคลือบบนแผ่นฟิล์ม ทำให้เกิดความแตกต่างตามพลังงาน และช่วงคลื่นที่ได้รับ โดยข้อมูลที่ได้ออกมาเรียกว่า Photograph เป็นระบบกล้องถ่ายภาพ (Photographic Camera) นั่นเอง ระบบนี้มีความสามารถบันทึกช่วงคลื่นระหว่าง 0.3-0.9 ไมครอน เท่านั้น ส่วนระบบ Electronic นั้น ค่าพลังงานจะถูกบันทึกในลักษณะสัญญาณไฟฟ้า หรือข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital) ซึ่งจะให้ข้อมูลออกมา เรียกว่า Image ระบบบันทึกข้อมูลแบบนี้ รวมเรียกว่า Scanner ระบบนี้สามารถบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นกว้างกว่า ตั้งแต่ 0.3 - 14 ไมครอน

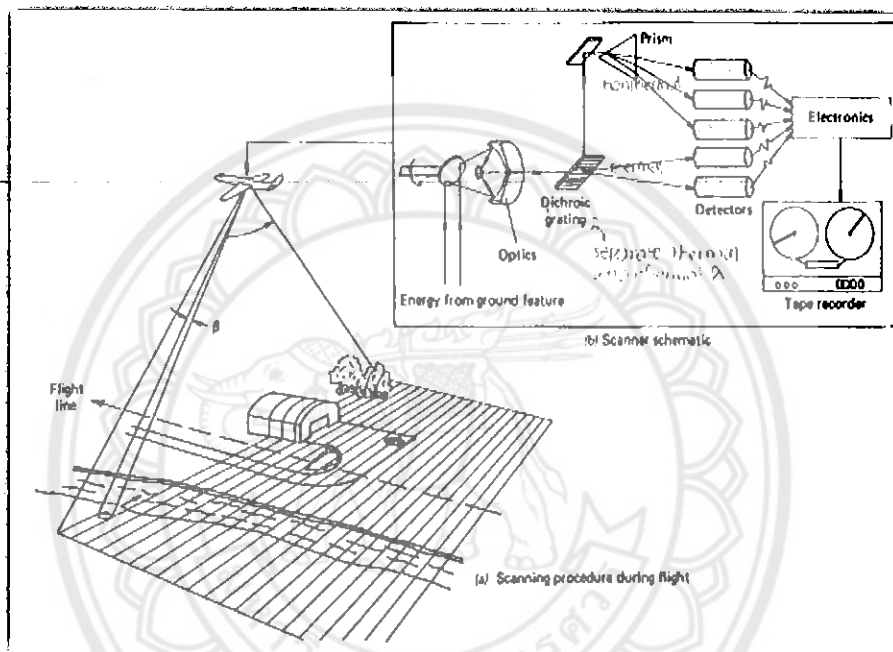
2) Passive Sensor and Active Sensor

หากพิจารณาจากแหล่งพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถแบ่งระบบบันทึกได้ 2 รูปแบบเช่นกัน ได้แก่ Passive Sensor เป็นระบบบันทึกข้อมูลบันทึกพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งภายนอก หรือจากธรรมชาติ ซึ่งแหล่งพลังงานทางธรรมชาติที่สำคัญได้แก่ดวงอาทิตย์นั่นเอง เป็นระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลที่ใช้งานกันแพร่หลายทั่วไป ในขณะที่ Active Sensor เป็นระบบที่สร้างพลังงานขึ้นมาแล้วส่งออกไปยังเป้าหมายแล้วรับพลังงานที่สะท้อนกลับจากเป้าหมายนั้น ที่รู้จักกันดีได้แก่ ระบบเรดาร์ (Radar) นั่นเอง

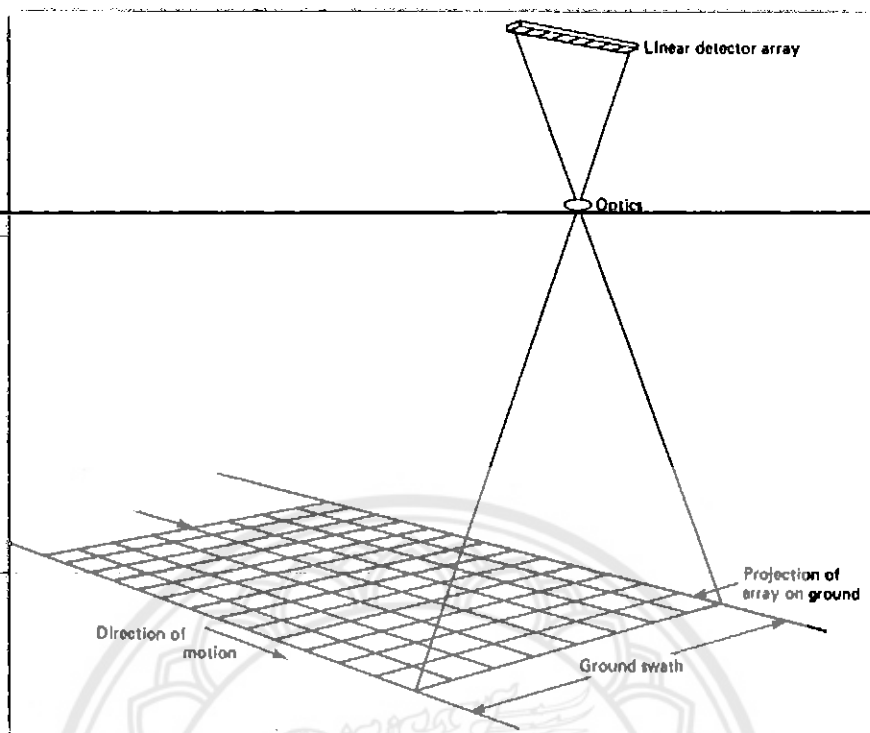
3) Multispectral Scanner

ระบบบันทึกข้อมูลที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในทางการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล คือระบบกวาดภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner) ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่างๆ ระหว่าง 0.3 - 14 ไมครอน (ช่วงคลื่นตามองเห็น อินฟราเรดใกล้ อินฟราเรดกลาง และช่วงคลื่นความร้อน) โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระบบ หลัก ได้แก่ Across Track Multispectral Scanning (Mechanical Scanning or Whiskbroom) และ Across Track Multispectral Scanning (Electronical Scanning or Pushbroom Senser) โดยมีความแตกต่างในลักษณะการ

ทำงาน Mechanical Scanning จะบันทึกข้อมูลการกวาดภาพขวางแนวโคจร อาศัยกระจกหมุนกวาดรับข้อมูลจากแต่ละจุดถ่ายภาพ (Ground Resolution หรือ IFOV; Instantaneous Field of View) แล้วบันทึกลงในเครื่อง (ดังรูปที่ 2.7) โดยแสดงเป็นค่าความเข้ม (Intensity) ของแต่ละจุดภาพ (Picture Element หรือ Pixel) บนภาพ ในขณะที่ Electronical Scanning จะทำการกวาดภาพตามแนวโคจร ข้อมูลในแต่ละแถวจะเดินทางเข้าสู่เครื่องบันทึกพร้อมๆกัน และจะถูกแยกบันทึกแต่ละจุดภาพ



รูปที่ 2.7 ลักษณะการบันทึกข้อมูลแบบ Across-Track Multispectral Scanning



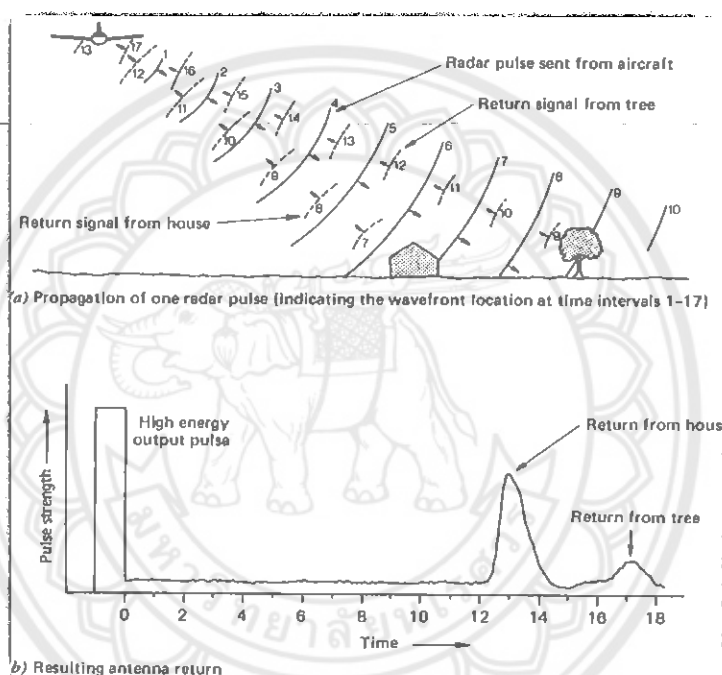
รูปที่ 2.8 ลักษณะการบันทึกข้อมูลแบบ Along-Track Multispectral Scanning

4) Ground Resolution & Pixel

โดยที่การบันทึกข้อมูล จะเป็นการบันทึกในข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data) ดังนั้นความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) จึงขึ้นกับรายละเอียดภาคพื้นดิน (Ground Resolution) ซึ่งหมายถึงขนาดของพื้นที่ ที่เล็กที่สุดที่จะมองเห็นด้วยดาวเทียม หมายความว่า เป็นกรอบพื้นที่ขนาดเล็กที่สุดที่จะถูกแทนที่ด้วยค่าเชิงตัวเลข 1 ค่า โดยเป็นค่าพลังงานรวมของการสะท้อนจากวัตถุต่างๆที่อยู่รวมกันในกรอบดังกล่าวนี้ เช่น ข้อมูลรายละเอียด 20 เมตร หมายถึงว่า แต่ละจุดขนาด 20 เมตร บนภาคพื้นดิน จะมีค่าการสะท้อนรวมเพียง 1 ค่า เป็นตัวแทนของวัตถุ นำค่าที่ได้มาสร้างภาพ (แสดงในลักษณะ ความเข้ม หรือ ค่าระดับสีเทา Intensity or Grey Scale) โดยแต่ละจุดบนภาพ เรียกว่า Pixel หรือ Picture Element ดังนั้นหากต้องการให้ได้รายละเอียดของข้อมูลมาก ก็จะต้องให้ขนาดของ Ground Resolution มีขนาดเล็ก

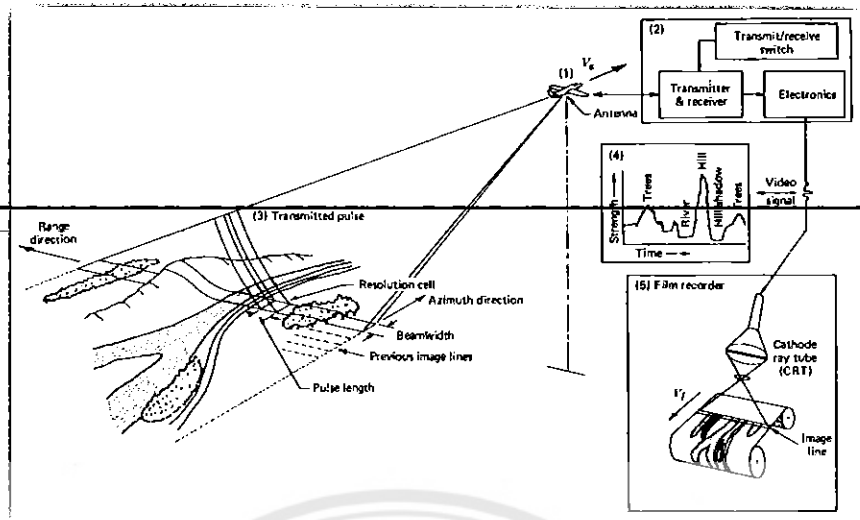
5) Imaging RADAR (SAR)

ระบบถ่ายภาพเรดาร์ (Imaging Radar) เป็นระบบบันทึกข้อมูลแบบ Active จะบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 3-12.5 GHz (ความยาวคลื่นระหว่าง 2.4-100 เซนติเมตร) ระบบทำการผลิตและส่งช่วงคลื่นหรือสัญญาณ Microwave ออกไปยังเป้าหมายและรับสัญญาณการสะท้อนกลับ การทำงานระบบนี้จะต้องอาศัยงานที่ทาหน้าทีส่ง และรับสัญญาณได้ในตัว สลับหน้าที่ส่งหรือรับอย่างสลับครั้ง (Pulse) สัญญาณที่กลับมาจากวัตถุจะต้องถูกบันทึกเอาไว้ (ดังรูปที่ 2.9) ซึ่งแสดงคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ



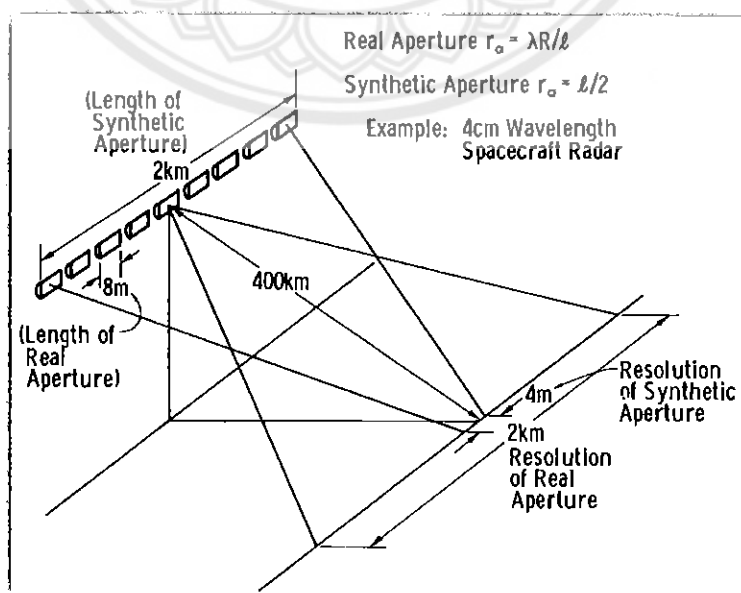
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการทำงานของระบบเรดาร์

การบินถ่ายภาพเรดาร์จะเป็นลักษณะการบันทึกข้อมูลทางด้านข้าง ซึ่งโดยทั่วไปจะตั้งฉากกับแนวบินถ่ายภาพ เรียกว่า Side Looking Airborne Radar (SLAR) ดังแสดงรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการบินถ่ายภาพของ SLAR

จะเห็นว่าในกรณีที่ต้องการให้ได้รายละเอียดของข้อมูลสูงจะต้องออกแบบให้
 งานมีขนาดใหญ่มา ก ๆ อีกทั้งยังต้องบินในระดับต่ำ ซึ่งเป็นปัญหาในการที่จะถ่ายภาพเรดาร์ใน
 ระดับสูงให้ได้ข้อมูลรายละเอียดสูง โดยเฉพาะจากดาวเทียม ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบเรดาร์ ที่
 เรียกว่า SAR หรือ Synthetic Aperture Radar ขึ้นมา โดยใช้วิธีการประมวลผลข้อมูล โดยอาศัยการ
 เคลื่อนที่ของตัวยาน (เรียกว่า Doppler Effect) สร้างเป็นงานสมมุติ ขึ้นมา ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่างาน
 จริงหลาย ๆ เท่า ทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลสูง แม้จะบิน ในระดับสูงจากพื้น โลกมาก ๆ ก็ตาม
 (ดังรูปที่ 2.11) ซึ่งโดยทั่วไป แล้วขนาดของรายละเอียด $r_a = 1/2$



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการบินถ่ายภาพของ SAR

2.3.3 ระบบดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

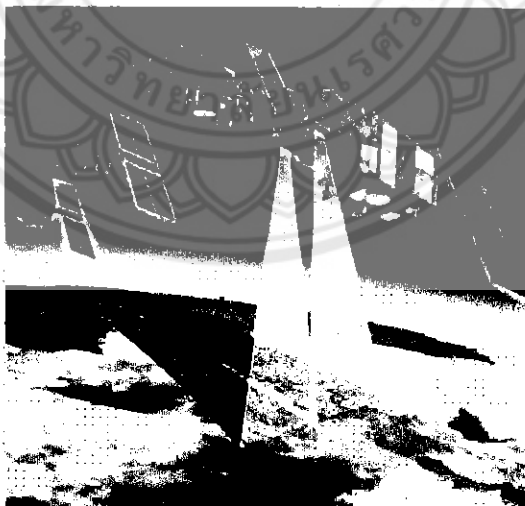
ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่สำคัญ ๆ ซึ่งใช้งานในปัจจุบันที่สำคัญ มีดังต่อไปนี้

1) ดาวเทียม LANDSAT

ดาวเทียม LANDSAT-1 ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อปี 2515 นับเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดวงแรกของโลก พัฒนาโดยองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration-NASA) ปัจจุบัน ดาวเทียม LANDSAT-7 ได้ถูกส่งขึ้นปฏิบัติงาน โดยมีระบบบันทึกข้อมูลที่เรียกว่า ETM+ (Enhance Thematic Mapper Plus) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาจาก TM โดยในแบนด์ 6 ช่วงคลื่นความร้อน ได้รับการพัฒนาให้มีรายละเอียดสูงถึง 60 เมตร และได้เพิ่มแบนด์ Panchromatic รายละเอียด 15 เมตร เข้าไปอีก 1 แบนด์

2) ดาวเทียม SPOT

ดาวเทียม SPOT (Le System Probatoire d' Observation De La Terre) อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันอวกาศแห่งชาติฝรั่งเศส ร่วมกับประเทศในกลุ่มยุโรป อุปกรณ์บันทึกข้อมูลของดาวเทียม SPOT ซึ่งให้รายละเอียดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้อมูลจากดาวเทียม SPOT สามารถนำไปใช้ศึกษาพื้นที่ป่า การหาแผนที่การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา แหล่งน้ำ สมุทรศาสตร์ และชายฝั่ง การพังทลายและการตกตะกอน การติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม และมลภาวะการขยายตัวเมืองและการตั้งถิ่นฐาน (ดังรูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 ดาวเทียม SPOT

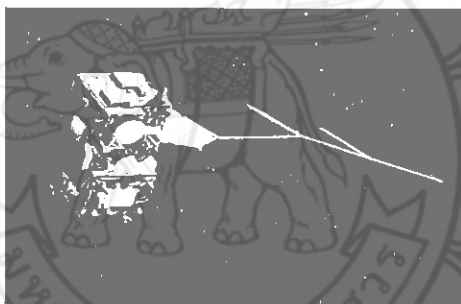
3) ดาวเทียม MOS-1 (MOS-1A และ MOS-1B)

ดาวเทียม MOS-1 (Marine Observation Satellite) อยู่ในความรับผิดชอบของ องค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (National Space Development Agency-NASDA) มีอุปกรณ์ บันทึกข้อมูล 3 ระบบ คือ (ดังรูปที่ 2.13)

ก) Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer (MESSR) มี 4 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียด 50 x 50 เมตร ใช้สำรวจทรัพยากรเช่นเดียวกับข้อมูล MSS ของ ดาวเทียม LANDSAT

ข) Visible and Thermal Infrared Radiometer (VTIR) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกับ อุณหภูมิต่าง ๆ ในทะเลอันเป็นประโยชน์ต่อการประมง และข้อมูลการปกคลุมของเมฆและไอน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพยากรณ์อากาศ

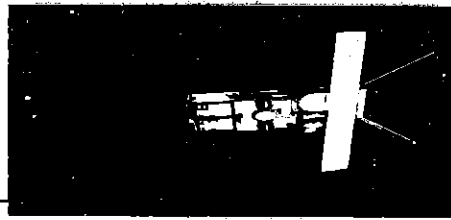
ค) Microwave Scanning Radiometer (MSR) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณไอน้ำ ปริมาณน้ำ ลมทะเล การแผ่ปกคลุมของหิมะ และน้ำแข็งในทะเล



รูปที่ 2.13 ดาวเทียม MOS

4) ดาวเทียม ERS

ดาวเทียม ERS-1 (European Remote Sensing Satellite) พัฒนาโดยองค์การ อวกาศแห่งยุโรป (European Space Agency – ESA) และได้ส่งขึ้นไปโคจรเป็นผลสำเร็จเมื่อ 17 กรกฎาคม 2534 มีคุณสมบัติพิเศษในการบันทึกข้อมูลแบบ Active Sensor คือ เรดาร์ สามารถถ่ายภาพทะลุเมฆ และวัตถุ บางชนิดได้ สามารถบันทึกข้อมูลในเวลากลางคืนได้และในทุกสภาพ อากาศ (ดังรูปที่ 2.14)



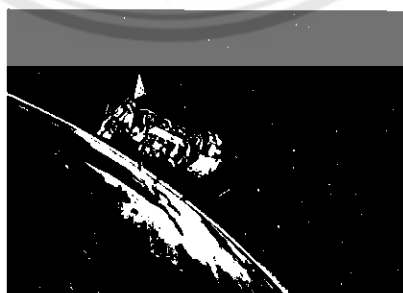
รูปที่ 2.14 ดาวเทียม ERS 1

5) ดาวเทียม JERS-1

องค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (NASDA) ได้พัฒนาระบบดาวเทียมที่ถ่ายภาพทะลุเมฆได้โดยใช้เรดาร์ ชื่อว่าดาวเทียม JERS-1 (Japanese Earth Resources Satellite) ส่งขึ้นไปสู่อวกาศ นับเป็นดาวเทียมรุ่นใหม่ที่มียุทธนะสูง มีอุปกรณ์ถ่ายภาพทะลุเมฆที่เรียกว่า Synthetic Aperture Radar (SAR) แล้วยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Optical Sensors (OPS) ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้ CCD ในการรับแสงสะท้อนจากผิวโลก แยกออกเป็น 7 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น จนถึงช่วงคลื่นอินฟราเรด โดยมีรายละเอียดของภาพถึง 18 x 24 เมตร และสามารถถ่ายภาพในระบบสามมิติตามแนวโคจรได้ด้วย

6) ดาวเทียม NOAA

ดาวเทียม NOAA เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ โคจรอยู่เหนือพื้นผิวโลก 830 กิโลเมตร มีอุปกรณ์ถ่ายภาพระบบ AVHRR, HIRS/2, SSU และ MSU ระบบ AVHRR ถ่ายภาพในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ให้รายละเอียดข้อมูล 1 x 1 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3,000 x 6,000 ตารางกิโลเมตร ประโยชน์ที่ได้รับคือใช้ในการสำรวจด้านอุตุนิยมวิทยา, สมุทรศาสตร์ และอุทกศาสตร์ (ดังรูปที่ 2.15)



รูปที่ 2.15 ดาวเทียม NOAA 14

7) ดาวเทียม IRS

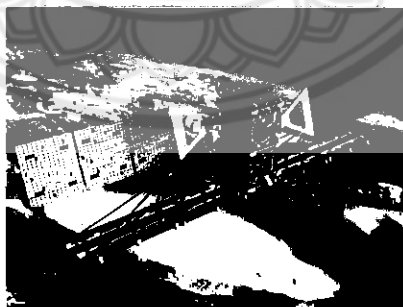
ดาวเทียมชุด IRS (Indian Remote Sensing Satellite) เป็นดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากร ของประเทศอินเดีย โดยดาวเทียมดวงแรกในชุดนี้ โดยบันทึกข้อมูล ในช่วงคลื่น ตามองเห็น และอินฟราเรด (ดังรูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.16 ดาวเทียม IRS 1D

8) ดาวเทียม RADARSAT

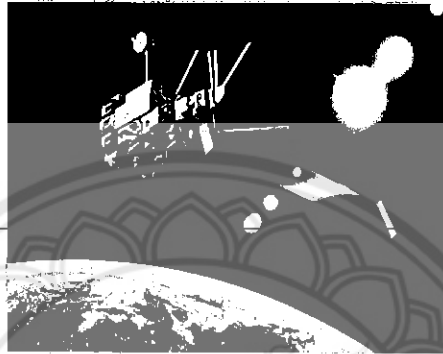
ดาวเทียม RADARSAT เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศแคนาดา โดยองค์การอวกาศแคนาดา (Canadian Space Agency : CSA) ส่งขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2538 ติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลในระบบเรดาร์ (SAR) ช่วงคลื่น C-band-HH สามารถบันทึกข้อมูล ในลักษณะต่าง ๆ 7 22 รูปแบบ โดยใช้รายละเอียดของข้อมูลแตกต่างกัน ออกไป ตั้งแต่ 10 เมตร ถึง 100 เมตร ครอบคลุมพื้นที่เป็นแนวกว้างตั้งแต่ 45 ถึง 500 กิโลเมตร (ดังรูปที่ 2.17)



รูปที่ 2.17 ดาวเทียม RADARSAT

9) ดาวเทียม ADEOS

ดาวเทียม ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite) เป็นดาวเทียมของญี่ปุ่น ที่พัฒนาโดยความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่นกับสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ประโยชน์ในการสำรวจทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) และโอโซนในบรรยากาศ เป็นต้น (ดังรูปที่ 2.18)



รูปที่ 2.18 ดาวเทียม ADEOS

10) ดาวเทียม IKONOS

เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ของสหรัฐอเมริกา โดยบริษัท Space Imaging ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2541 มีรายละเอียดของข้อมูล (Resolution) สูงถึง 1 เมตร ในแบบขาวดำ และ 4 เมตร ในแบบสี โดยบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นตามมองเห็นและอินฟราเรดใกล้ แนวถ่ายภาพกว้าง 11 กิโลเมตร(ดังรูปที่ 2.19)



รูปที่ 2.19 ดาวเทียม IKONOS

11) ดาวเทียม Quick Bird

เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ของสหรัฐอเมริกาเช่นกัน โดยบริษัท Digital Globe ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2544 มีรายละเอียดของข้อมูล (Resolution) สูงถึง 0.61

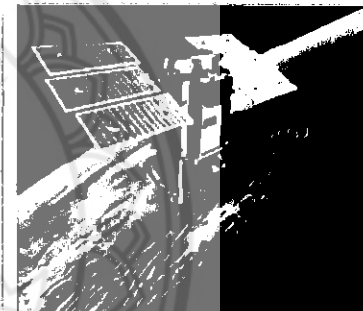
เมตร ในแบบ ขาวดำ และ 2.44 เมตร ในแบบสี โดยบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นตามมองเห็นและอินฟราเรดใกล้ แนวถ่ายภาพกว้าง 16.5 กิโลเมตร (ดังรูปที่ 2.21)

นอกเหนือจากดาวเทียมที่กล่าวมาแล้ว ยังมีดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติอีกหลายดวง ซึ่งพัฒนาโดยประเทศต่างๆ พอดีรวบรวมได้ดังนี้ - ALMAS ซึ่งเป็นดาวเทียมของรัสเซีย ดำรงข้อมูลด้วยระบบเรดาร์ (SAR) - EOS-AM (TERRA) , EOS-PM (AQUA) เป็นดาวเทียมขนาดเล็ก ซึ่งพัฒนาขึ้นจากโครงการ The Earth Observation System (EOS) ของสหรัฐอเมริกา เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมของโลก

TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) เป็นดาวเทียมที่พัฒนาร่วมกันระหว่างญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา สำหรับใช้ในการสำรวจด้านอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศ ด้วยเครื่องมือทั้งในระบบช่วงคลื่นไมโครเวฟและระบบช่วงคลื่นตามมองเห็นและอินฟราเรด



รูปที่ 2.20 ดาวเทียม Early Bird



รูปที่ 2.21 ดาวเทียม Quick Bird

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม

การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม แบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 วิธี คือ การแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) และ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Image Processing and Classification) โดย ใช้องค์ประกอบหลักที่สำคัญ (Elements of Interpretation) ประกอบด้วย

1) ความเข้มของสีและสี (Tone/Color)

ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับค่าการสะท้อนช่วงคลื่น การทามุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ เช่น ป่าไม้ที่บ่มมีคลอโรฟิลล์หรือ ความเขียวมากปรากฏสีเข้ม ป่าโปร่งมีสีจาง น้ำลึกปรากฏสีเทาหรือเข้ม น้ำตื้น หรือน้ำขุ่นมีสีจาง เป็นต้น

2) ขนาด (Size)

ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพซึ่งขึ้นกับรายละเอียดของจุดภาพ หรือมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว กว้าง หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำและคลอง พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ และสวนป่า เป็นต้น

3) รูปร่าง (Shape)

รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัว อาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน และเขื่อนเก็บกักน้ำ เป็นต้น

4) เนื้อภาพ (Texture)

ความหยาบ รายละเอียดของผิววัตถุ เป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ หรือความต่อเนื่องของค่าการสะท้อน เช่น สวนยางพารามีเนื้อภาพละเอียดเนื่องจากมีขนาดความสูงใกล้เคียงกันซึ่งแตกต่างจากพืชไร่และสวนผสม เป็นต้น

5) รูปแบบ (Pattern)

ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งทีมนมนุษย์สร้างขึ้น เช่นแม่น้ำ กับคลองชลประทาน บ่อ สระน้ำกับเขื่อน เป็นต้น

6) ความสูงและเงา (Height and Shadow)

เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์ เช่นเงาบริเวณเขาหรือหน้าผาของเมฆ เป็นต้น

7) ที่ตั้ง (Site)

ตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลนพบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สนามบินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน เป็นต้น

8) ความเกี่ยวพัน (Association)

วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่มๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา นาทุ่ง อยู่บริเวณชายฝั่งร่วมกับป่าชายเลน เป็นต้น

การแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อม ๆ กันไป ตามความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจไม่แน่นอนเสมอไป รูปร่าง สี ขนาด อาจใช้เป็นองค์ประกอบในการแปลภาพพื้นที่หนึ่งหรือลักษณะหนึ่ง ส่วนอีกบริเวณหนึ่งของพื้นที่เดียวกันอาจจะใช้องค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ การใช้คอมพิวเตอร์ จะเป็นการนำเอาเฉพาะค่าการสะท้อน ซึ่งในที่นี้คือ ค่าความเข้ม

มาใช้เท่านั้นนอกจากนี้ จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้รับจากภาพจากดาวเทียมอีก 3 ลักษณะ มาประกอบการพิจารณา คือ

ก. ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ (Spectral Characteristic) ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบนด์โดยวัตถุต่างๆ สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากัน ทำให้สีของวัตถุในภาพแต่ละแบนด์แตกต่างกันในระดับสีขาว-ดำ ซึ่งทำให้สีแตกต่างในภาพสีผสมด้วย

ข. ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพ (Spatial Characteristic) แตกต่างตามมาตราส่วนและรายละเอียดภาพจากดาวเทียม เช่น MSS วัตถุหรือพื้นที่ขนาด 80 ม. X 80 ม. จึงจะปรากฏในภาพ และระบบ PLA มีขนาด 10 ม. X 10 ม. เมื่อคุ้นเคยกับลักษณะรูปร่างวัตถุทำให้ทราบลักษณะที่จำลองในภาพจากดาวเทียมจะมีลักษณะเดียวกัน

ค. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal Characteristic) ซึ่งทำให้สถานะของวัตถุต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงรายปี หรือรายคาบ เป็นต้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้มีความแตกต่างของระดับสีในภาพขาวดำ และภาพสีผสม ทำให้เราสามารถใช้อ้างอิงข้อมูลดาวเทียมที่ถ่ายซ้ำที่เดิมในช่วงเวลาต่างๆ มาติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น สามารถติดตามการบุกรุกทำลายป่า การเติบโตของพืชตั้งแต่ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

2.3.5 การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมในประเทศไทย

นับตั้งแต่ประเทศไทยได้ก่อตั้งโครงการสำรวจข้อมูลทรัพยากรด้วยดาวเทียมในปี 2514 หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้นำเอาเทคโนโลยีด้านนี้ไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง โดยในระยะเริ่มแรกเป็นการใช้ข้อมูล ในลักษณะภาพพิมพ์ หรือฟิล์ม เพื่อการแปลตีความด้วยสายตาเป็นหลัก ต่อมาก็ได้มีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเทปคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มจากระบบ Main Frame และพัฒนามาสู่ Mini จนถึง Workstation และ PC โดยในปัจจุบัน หน่วยงานต่างๆ จะมีระบบวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้งานด้าน Remote Sensing โดยเฉพาะ WS และ PC เป็นของตนเองทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น กรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน กรมวิชาการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมชลประทาน กรมทรัพยากรธรณี กรมแผนที่ทหาร กรมประมง และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วได้มีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT และ SPOT ไปใช้ประโยชน์ในสาขาต่างๆ ได้แก่

1๕๙๗๒๖๑๑

ร.ร.

๑๑๘๑

๒๕๖๔

1) ด้านป่าไม้

กรมป่าไม้ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการศึกษาหาพื้นที่ป่าไม้ และติดตามการเปลี่ยนแปลง มาอย่างต่อเนื่อง โดยมีแผนการในการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ทุก ๆ ช่วง 3 ปี นอกจากนี้ยังนำไปใช้ประโยชน์ในการสำรวจพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม สำรวจพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่า พื้นที่ป่าชายเลน จำแนกชนิดป่าไม้ และการประเมินหาพื้นที่ไฟป่า เป็นต้น

2) ด้านการเกษตร

ข้อมูลจากดาวเทียมได้ถูกนำไปใช้ในการศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูก การคาดการณ์ผลผลิตประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและจากศัตรูพืช ตลอดจนการวางแผนกำหนดเขตเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง สับปะรด และ ยางพารา เป็นต้น โดยหน่วยงาน ส.น.ง.เศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร

3) ด้านการใช้ที่ดิน

เกี่ยวกับแผนที่การใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการจัดทำแผนที่ดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังได้ใช้ในการศึกษาพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งพื้นที่ดินป่าพรุในภาคใต้ อีกด้วย

4) ด้านธรณีวิทยา และธรณีสารสนเทศ

ข้อมูลทางด้านโครงสร้างทางธรณี โดยเฉพาะลักษณะภูมิประเทศ และธรณีสารสนเทศ สามารถศึกษาได้อย่างชัดเจนจากข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาข้อมูลไปใช้ศึกษาทางธรณีวิทยา เช่น การทำแผนที่ ธรณี โครงสร้าง ของประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่จะบอกถึงแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ ตลอดจนแหล่งน้ำบาดาล และการวางแผนการสร้างเขื่อน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ศึกษาทางด้านโบราณคดี เช่น การหาพื้นที่เมืองโบราณ เป็นต้น

5) ด้านอุทกวิทยา

ในแง่ของการชลประทาน ข้อมูลจากดาวเทียมมีบทบาทสำคัญสำหรับใช้ในการวางแผนการชลประทาน โดยเฉพาะการให้ข้อมูลเกี่ยวกับคลองชลประทาน แม่น้ำ ลำน้ำ ซึ่งกรมชลประทานได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ส่วนทางด้านอ่างเก็บน้ำ และเขื่อน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตก็ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการศึกษาหาพื้นที่ของอ่างน้ำ การแพร่กระจายของตะกอนในอ่างน้ำ เพื่อการบำรุงรักษาเขื่อน นอกจากนี้ข้อมูลจากดาวเทียมยังใช้ในการทำแผนที่แสดงบริเวณน้ำท่วมเพื่อประเมินความเสียหายจากอุทกภัย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ด้านสมุทรศาสตร์

ข้อมูลจากดาวเทียม ได้ถูกนำไปใช้ในการศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนในทะเล และคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่ง การติดตามและประเมินพื้นที่เพาะเลี้ยงชายฝั่ง รวมทั้งอุณหภูมิพื้นผิวทะเล ซึ่งให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทางการประมงและการเดินเรือเป็นอย่างยิ่ง

7) ด้านการทำแผนที่

ข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูง โดยเฉพาะข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ซึ่งให้รายละเอียดสูง 10 เมตร มีประโยชน์อย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 ให้ทันสมัย โดยในขณะนี้ กรมแผนที่ทหาร ได้ใช้ภาพจากดาวเทียม SPOT แก้ไขปรับปรุงแผนที่มาตราส่วนดังกล่าว แล้วเสร็จไปแล้วรวม 258 ระวัง สำหรับกรมทางหลวง ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการทำแผนที่ทางหลวงทั่วประเทศ

8) ด้านภัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าภัยธรรมชาติ เช่น วัตภัย อุทกภัยร้ายแรง จะไม่เกิดบ่อยนักในประเทศไทย แต่ข้อมูลจากดาวเทียม ก็ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาประเมินความเสียหาย และวางแผนป้องกันเหตุดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นกรณีของ วัตภัยจากไต้ฝุ่นเกย์ ที่ชุมพร ในปี พ.ศ. 2532 หรือ แผ่นดินถล่มที่ พิกุน นครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ. 2531 เป็นต้น ทางด้านสิ่งแวดล้อมข้อมูลจากดาวเทียมสามารถใช้ในการติดตามการแพร่กระจายของตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเล หรือชายฝั่ง การกระจายของน้ำเสีย เป็นต้น

2.4 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝนโดยวิธีกราฟสะสม (Double Mass Curve)

เนื่องจากอาจมีการย้ายจุดที่ตั้งวัดน้ำฝน หรือซ่อมแซมหรือเปลี่ยนเครื่องวัดใหม่ จึงต้องมีการสอบเทียบหาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน (Consistency of Rainfall Records) ในการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาจะต้องอาศัยข้อมูลมาเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งข้อมูลที่ตรวจวัดและรวบรวมมานั้น อาจมีความไม่แน่นอน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน (Variation in Precipitation)

ซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ การเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิประเทศ และ การเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time Variations)

1.) ปริมาณฝนจะมีมากในบริเวณใกล้ๆกับเส้นศูนย์สูตร และมีแนวโน้มลดลงตามเส้นรุ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากบริเวณที่เส้นรุ้งต่ำจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณที่เส้นรุ้งสูงขึ้นไป ดังนั้นในบริเวณที่เส้นรุ้งต่ำจะเกิดการระเหยของน้ำทั้งน้ำจืดและน้ำทะเลมากกว่าบริเวณที่เส้นรุ้งสูงทำให้มีฝนบริเวณเส้นรุ้งต่ำมากกว่าเส้นรุ้งที่สูงขึ้น

2.) บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลจะมีปริมาณฝนมากกว่าบริเวณภาคพื้นทวีป เพราะบริเวณทะเลมหาสมุทรเป็นแหล่งความชื้นที่เกิดการระเหยของแหล่งน้ำใหญ่ที่สุด

3.) สภาพความสูงต่ำ สถานที่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ ในท้องถิ่นต่างๆ ที่ไม่เหมือนกันก็มีผลต่อขนาด การกระจาย และทิศทางตกของฝน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของฝนที่เกิดขึ้นตามเวลา ตามฤดูกาล และตามปีต่างๆ การกระจายของฝนตามเวลาเนื่องจากพายุฝนมีความสำคัญต่อการไหลของแม่น้ำลำคลอง และอ่างเก็บน้ำต่างๆ ซึ่งการกระจายของฝนตามเวลาจะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของพายุ ความเข้มฝน และช่วงเวลาที่ฝนตก ดังนั้นควรมีการทดสอบความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน ซึ่งสามารถทดสอบโดยความแน่นอนได้ โดย โดยให้ถือว่าปีสุดท้ายในการบันทึกข้อมูลนั้น น่าจะเป็นข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ดีที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนในการตรวจสอบได้โดยใช้วิธีเส้นโค้งทวี (Double Mass Curve Method) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

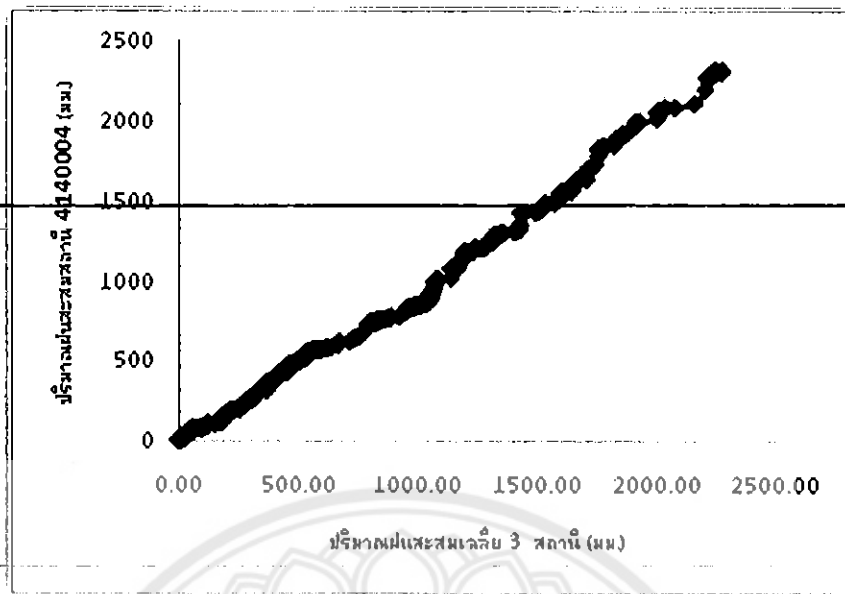
1.) หาค่าสะสมฝนเฉลี่ยรายปีของสถานที่ที่ต้องการตรวจสอบ กับค่าเฉลี่ยรายปีของกลุ่มสถานีทั้งหมดที่อยู่ใกล้เคียง และในช่วงเวลาเดียวกัน

2.) ทำการพล็อตฝนทั้งสองชุดลงในกราฟ โดยข้อมูลของสถานีที่จะตรวจสอบอยู่แกนตั้ง และกลุ่มสถานีอยู่แกนนอน ถ้าพบว่าเส้นแนวโน้มของกราฟเป็นเส้นตรงดี แสดงว่าข้อมูลของสถานีที่สงสัยไม่มีข้อผิดพลาดและน่าเชื่อถือ

3.) ถ้าปรากฏว่าเส้นตรงดังกล่าวในข้างต้นไม่เป็นเส้นตรงและมีการหักเห จะต้องหาความลาดชันของเส้นแนวโน้มทั้งก่อน - หลังหักเหแล้วให้ทำการปรับแก้ตามขั้นตอนถัดไป ละ ณ จุดที่กราฟเริ่มหักเห ก็คือ ปีที่มีการผิดพลาดย้อนหลัง ไปยังปีแรกที่ทำกรจดบันทึกข้อมูล

4.) ให้ทำการปรับแก้ข้อมูลในช่วงของกราฟก่อนเปลี่ยนความลาดทุกค่า โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนระหว่างลาดใหม่กับลาดเดิม ไปคูณกับค่าเดิมก่อนช่วงที่เปลี่ยนลาดใหม่ทุกค่า

5.) ข้อมูลในช่วงหลังของการเปลี่ยนความลาดไม่ต้องทำการปรับแก้ดังรูปตัวอย่าง



รูปที่ 2.22 Double Mass Curve ของ สถานี 4140004

2.5 ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน

การติดตั้งเครือข่ายของสถานีวัดน้ำฝน ควรให้มีการกระจายโดยรอบพื้นที่ ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการจัดตั้งเครือข่ายสถานีคือ งบประมาณในการติดตั้งบำรุงรักษา องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกได้เสนอความหนาแน่นของจำนวนสถานีวัดน้ำฝนน้อยที่สุดตามลักษณะและขนาดของพื้นที่ดังนี้

- สำหรับพื้นที่ราบ ในเขตอบอุ่นหรือเขตร้อนความหนาแน่นควรจะเป็น 1 สถานี ต่อพื้นที่ 600 ถึง 900 ตารางกิโลเมตร

- สำหรับพื้นที่ที่เป็นภูเขา ในเขตอบอุ่นหรือเขตร้อน ควรมีอย่างน้อย 1 สถานี ต่อพื้นที่ 100 ถึง 250 ตารางกิโลเมตร

- สำหรับพื้นที่ที่มีภูเขาขนาดเล็ก และมีฝนตกไม่สม่ำเสมอ ความหนาแน่นของสถานีควรมีอย่างน้อย 1 สถานี ต่อพื้นที่ 25 ตารางกิโลเมตร

- สำหรับเขตแห้งแล้ง และเขตภูมิอากาศขั้วโลก ความหนาแน่นของสถานีควรมีอย่างน้อย 1 สถานี ต่อพื้นที่ 1500 ถึง 10000 ตารางกิโลเมตร

2.6 การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนที่ขาดหายไป

สถานีวัดน้ำฝนจำนวนมากไม่สามารถเก็บข้อมูลติดต่อกันได้เป็นเวลานาน ๆ อาจมีช่วงระยะเวลาหนึ่งที่ข้อมูลขาดหายไป อาจเนื่องจากสาเหตุหลายประการ อาทิเช่น เครื่องวัดชำรุด ลืมเก็บข้อมูล หรือสถานีล้มเลิกไปทั้งชั่วคราวและถาวร เป็นต้น ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลช่วงที่ขาดหายไป ต้องทำการประมาณค่าเพื่อให้ข้อมูลครบถ้วน วิธีการประมาณค่าทำได้ 2 วิธี คือ

2.6.1 วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์

วิธีการนี้จะใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากสถานีใกล้เคียงอย่างน้อย 3 สถานี และใช้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปี (Normal Annual Rainfall) เป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบ ถ้า ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีใกล้เคียงแต่ละสถานีมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน รายปีของสถานีที่ข้อมูลหายไป ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ให้คำนวณหาข้อมูลฝนที่ขาดหายไป ด้วยการ เฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์จากสถานีใกล้เคียงเหล่านั้น ตามสมการ 2.1

$$P_x = \frac{1}{3} (P_A + P_B + P_C) \quad (2.1)$$

เมื่อกำหนดให้

P_x คือ ปริมาณน้ำฝนที่ขาดหายไปของสถานี

N_x คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ข้อมูลหายไป

N_1, N_2, N_3 คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ 1, 2 และ 3 ที่เลือกเป็นสถานี
 ครรชนนี้

P_1, P_2, P_3 คือ ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ที่สถานี 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในช่วงเวลาเดียวกันที่ ข้อมูลที่สถานี x หายไป

2.6.2 วิธีสัดส่วนปกติ (Normal Ratio Method)

ถ้าค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีของ สถานีใกล้เคียงแตกต่างเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของสถานีที่ข้อมูลหายไป ให้คำนวณค่าปริมาณน้ำฝนที่ หายไปโดยวิธีสัดส่วนปกติ ตามสมการ 2.2

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_1} P_1 + \frac{N_x}{N_2} P_2 + \frac{N_x}{N_3} P_3 \right) \quad (2.2)$$

2.7 ปริมาณน้ำฝนตามพื้นที่ (Areal Rainfall)

บนพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำแต่ละแห่ง มักจะมีสถานีวัดน้ำฝนอยู่หลายสถานี ซึ่งเมื่อทำการเก็บข้อมูลปริมาณฝนในแต่ละวัน แต่ละเดือน แต่ละฤดู แต่ละปี หรือในช่วงที่เกิดพายุฝนแต่ละครั้ง จะได้ข้อมูลปริมาณฝนที่สถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ เป็นตัวเลขที่ไม่เท่ากัน ในการนำตัวเลขที่ได้ไปใช้ในงานอุทกวิทยา จำเป็นต้องหาค่าปริมาณฝนที่เป็นตัวแทนของปริมาณฝนที่ตกกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งมักจะคำนวณออกมาเป็นปริมาณฝนเฉลี่ย (Average Precipitation) บนพื้นที่ที่พิจารณา วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ

2.7.1 วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Mean Method)

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด วิธีการ คือ เฉลี่ยปริมาณน้ำฝนด้วยการรวมปริมาณน้ำฝนทุก ๆ สถานี แล้วหารด้วยจำนวนสถานีค่าปริมาณฝนเฉลี่ย

2.7.2 วิธีการธีสเซน (Thiessen Method)

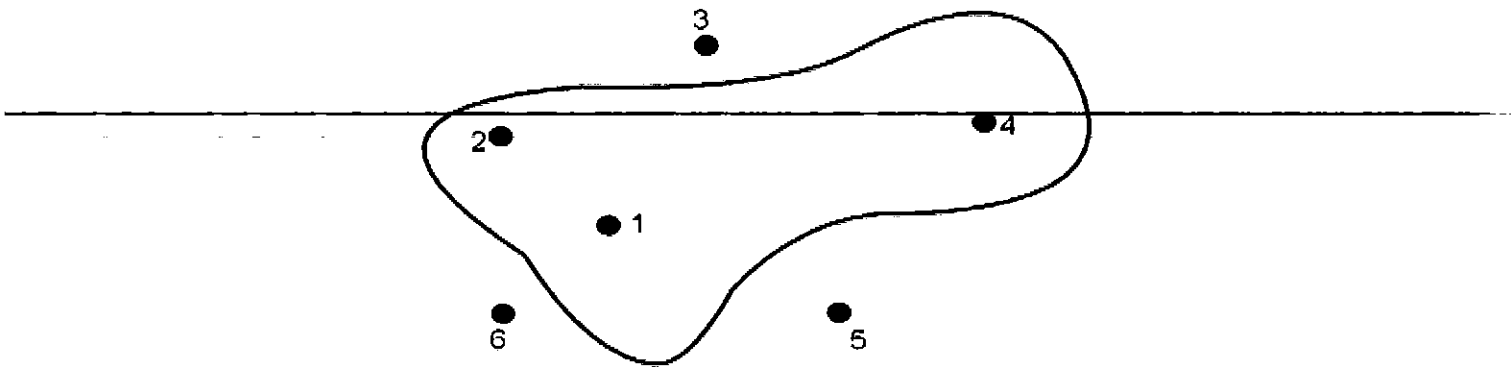
เป็นวิธีที่ใช้ในการหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในบริเวณรอบๆของสถานีวัดน้ำฝน โดยวิธีการนี้จะคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแต่ละสถานี โดยการสร้างรูปเหลี่ยมธีสเซน (Thiessen Polygon) ล้อมรอบสถานีนั้นๆ เป็นขอบเขตไว้

1) ลักษณะเฉพาะของ Thiessen Polygon

- สามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอ
- เมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลน้ำฝนผิดพลาด จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก
- การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวเขตภูเขา ขวางกัน หรือเป็นลักษณะเป็นที่ลุ่ม ๆ ดอน ๆ ก็จะทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

-ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้ง ทำให้ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

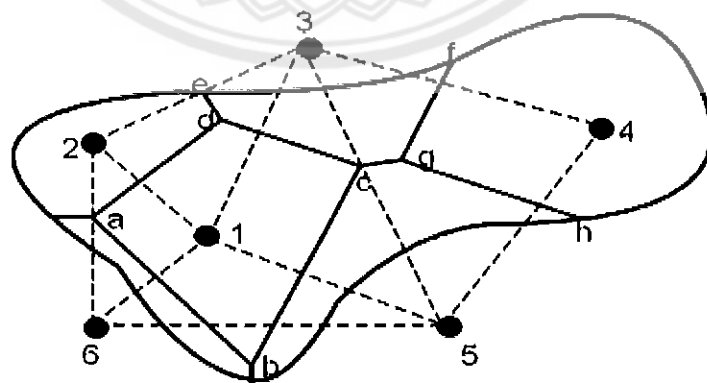
2) วิธีการสร้างรูปเหลี่ยมชนิดอื่น



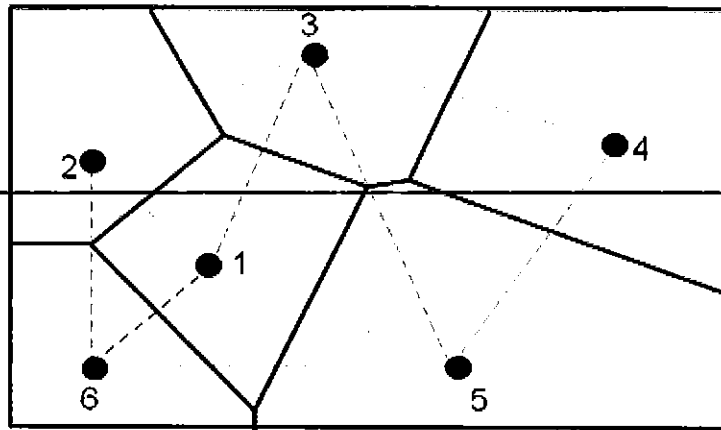
รูปที่ 2.23 กำหนดตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2.24 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่ง ที่อยู่ใกล้กัน (เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน)



รูปที่ 2.25 แบ่งครึ่งด้านของสามเหลี่ยม และลากเส้นตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม



รูปที่ 2.26 พื้นที่รูปเหลี่ยมของแต่ละสถานี

พื้นที่รูปเหลี่ยมของแต่ละสถานี (A_i) หารด้วยพื้นที่ของกลุ่มน้ำทั้งหมด (A) จะเป็นค่าดัชนีโดยน้ำหนัก (Weighting Factor, W_i) สำหรับแต่ละสถานี

$$W_i = A_i/A \quad (2.3)$$

ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ (\bar{P}) หาได้จากการรวมค่าผลคูณของค่าปริมาณฝนแต่ละสถานีกับค่าดัชนีโดยน้ำหนัก ตามสมการ 2.4

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (2.4)$$

เมื่อ n คือ ปริมาตรรวมของรูปเหลี่ยมหรือเหลี่ยม P_i คือ ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

2.8 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและค่าสหสัมพันธ์ (Linear Regression and Correlation Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยแบ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) ผลของการศึกษาจะให้ทราบถึง

- (1) ขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ที่มีต่อตัวแปรตาม และ
- (2) แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

ในการวิเคราะห์การถดถอย มักเรียกว่ตัวแปรอิสระ ว่า ตัวทำนาย (Predictor) หรือตัวแปรกระตุ้น (Stimulus Variable) ส่วนตัวแปรตาม มักเรียกว่า ตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เป็นการวิเคราะห์การถดถอยที่ตัวแปรอิสระส่วนใหญ่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ส่วนตัวแปรตามเป็นจะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณเท่านั้น รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม สามารถแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเชิงเส้น (Linear Model)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น มี 2 แบบ คือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

-การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย จะประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ เพียง 1 ตัว การวิเคราะห์เป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง และสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม เช่น

- การพยากรณ์ระดับ Carbon monoxide ในผู้สูบบุหรี่ เมื่อทราบปริมาณการสูบบุหรี่ต่อวัน
- การพยากรณ์น้ำหนักของทารก เมื่อทราบอายุของมารดา
- การพยากรณ์ผลการสอบปลายภาค เมื่อทราบผลการสอบกลางภาค เป็นต้น

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression)

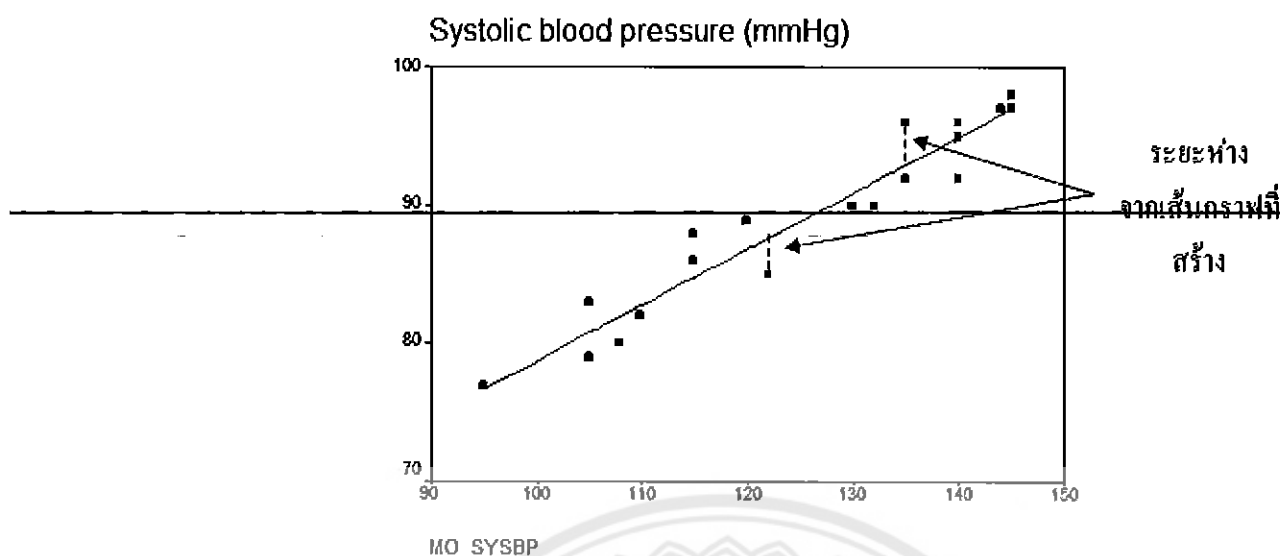
จะประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และ ตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป การวิเคราะห์เป็นการหาขนาดของความสัมพันธ์ และสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม โดยใช้ตัวแปรอิสระที่ศึกษา เช่น ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ปัญหาในการทำงาน ความขัดแย้งในครอบครัว กับความรู้สึกรบกวนของผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง เป็นต้น

2.8.1 แนวคิดของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (กรณีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย) จะเป็นการนำข้อมูลจากตัวแปรที่ทำการศึกษามาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่สามารถบอกแนวโน้มของความสัมพันธ์โดยใช้แผนภาพเส้นตรงแทนได้ และจะทำการหาเส้นตรงที่ดีที่สุดเพื่อเป็นตัวแทนของรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา

เส้นตรงที่ดีที่สุดจะมีเพียงเส้นเดียวโดยถือหลักการว่าจะต้องมีผลรวมของระยะห่างกำลังสอง จากเส้นกราฟถึงทุกๆจุดนั้น มีค่าน้อยที่สุด เราเรียกหลักการนี้ว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of Least Squares)

จากเส้นตรงดังกล่าว ใช้กระบวนการทางสถิติเพื่อหาค่าคงที่และสัมประสิทธิ์สมการสร้างเป็นแบบจำลองในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ เรียก สมการถดถอยเชิงเส้น หรือสมการพยากรณ์ หลังจากได้แบบจำลองแล้ว จึงทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลอง เพื่อดูว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่



รูปที่ 2.27 สมการถดถอยเชิงเส้น

2.8.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

ตัวแปรอิสระ (X) 1 ตัว ตัวแปรตาม (Y) 1 ตัว

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad \text{เป็นสมการถดถอยของประชากร} \quad (2.5)$$

$$Y' = b_0 + b_1 X \quad \text{เป็นสมการถดถอยของกลุ่มตัวอย่าง} \quad (2.6)$$

$$Z'_Y = B_1 Z_X \quad \text{เป็นสมการถดถอยของกลุ่มตัวอย่าง ในรูปคะแนนมาตรฐาน} \quad (2.7)$$

เมื่อ X, Z_X เป็น ค่าของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน

Y เป็น ค่าของตัวแปรตาม

Y', Z'_Y เป็น ค่าพยากรณ์ของตัวแปรตามในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน

β_0 และ β_1 เป็น ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระในสมการ (ประชากร)

b_0 และ b_1 เป็น ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระในสมการ (กลุ่มตัวอย่าง)

B_1 เป็น สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระในสมการ (คะแนนมาตรฐาน)

ε เป็น ค่าความคลาดเคลื่อน

1) การหาค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์ในสมการ

จาก $Y' = b_0 + b_1 X$ เป็นสมการถดถอยของกลุ่มตัวอย่าง

สามารถหาค่าของ b_0 และ b_1 ได้จาก (สมการ 2.8 และ 2.9)

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \quad (2.8)$$

$$b_1 = r_{xy} \frac{S_y}{S_x} \quad (2.9)$$

เมื่อ \bar{Y}, \bar{X} เป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปร Y และ X r_{xy} เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y ซึ่งคำนวณได้จาก (สมการ 2.10)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.10)$$

S_Y, S_X เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร Y และ X

- 2) การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard Error of Estimation) สามารถหาได้จาก (สมการ 2.11)

$$S_{Y.X} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-2}} \quad \text{หรือ} \quad S_{Y.X} = S_Y \sqrt{\frac{(1-r^2)(n-1)}{n-2}} \quad (2.11)$$

- 3) การทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

สถิติทดสอบ เป็นการทดสอบแบบสองทาง

$$t = \frac{b - \beta}{\sqrt{\frac{S_{Y.X}^2}{(n-1)S_X^2}}}, \quad df = n-2 \quad (2.12)$$

- 4) อาณาเขตวิกฤตและการสรุปผล

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า $t_{\alpha, n-2}$ ที่เปิดจากตารางหรือ t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า $-t_{\alpha, n-2}$

- 5) ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของการประมาณค่า Y

จากสมการถดถอย $Y' = b_0 + b_1X$ ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง สามารถใช้ค่า Y' มาประมาณค่า Y ที่จะเกิดขึ้นได้ เมื่อ $X=X_i$ ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของ Y

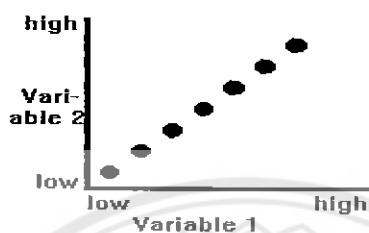
$$Y = Y' \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} \cdot S_{Y.X} \sqrt{\left(1 + \frac{1}{n}\right) + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{(n-1)S_X^2}} \quad (2.13)$$

2.8.3 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ Correlation Analysis

ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม Y จากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น X ถ้าทราบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง ($r = \text{Correlation Coefficient}$) จะสามารถวิเคราะห์การถดถอยเพื่อการพยากรณ์ได้ โดยไม่ต้องอาศัยค่าคงที่ a และสัมประสิทธิ์การถดถอย b แต่อย่างใด แต่จำเป็นต้องทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทั้งสอง

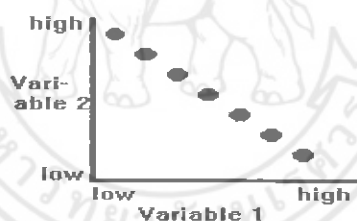
$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.14)$$

ข้อมูลของตัวแปร X และ Y จะเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกันและสหสัมพันธ์สูง กล่าวคือ ถ้าตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มขึ้น ตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะเพิ่ม ในอัตราเดียวกัน



รูปที่ 2.28 ลักษณะการกระจายของข้อมูล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น +1

ข้อมูลของตัวแปร X และ Y จะเคลื่อนไหวในทิศทางตรงข้ามกันถ้าตัวแปรตัวหนึ่งลดลง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะลดลงในอัตราเดียวกัน



รูปที่ 2.29 ลักษณะการกระจายของข้อมูล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น -1

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r จะน่าเชื่อถือและแสดงระดับความสัมพันธ์ได้ ก็ต่อเมื่อ ลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นก่อนคำนวณค่า r ควรพิจารณาแผนภาพการกระจายทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าความเกี่ยวข้องสัมพันธ์นั้นเป็นเส้นตรงหรือไม่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่จำเป็นต้องอยู่ในลักษณะเหตุและผล เมื่อเหตุการณ์หนึ่งทำให้เกิดอีกเหตุการณ์หนึ่ง จะกล่าวได้ว่าสองเหตุการณ์นั้นสัมพันธ์กัน แต่ทว่า เมื่อสองเหตุการณ์สัมพันธ์กัน ไม่อาจสรุปว่าเหตุการณ์หนึ่งเป็นสาเหตุของอีกเหตุการณ์หนึ่ง

2.8.4 ขั้นตอนเบื้องต้นในการวิเคราะห์การถดถอย

1) ทดสอบความเหมาะสมของโมเดล (Goodness of Fit)

เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระ (ทุกตัว) มีความสัมพันธ์ (เชิงเส้น) กับตัวแปรตามหรือไม่

2) ทดสอบค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์

ในสมการถดถอยเพื่อตรวจสอบค่าคงที่ ว่าเหมาะสมจะมีค่าคงที่ในระบบสมการหรือไม่

3) พิจารณาค่า Multiple R , R square และ SE เพื่อใช้สรุปสมการถดถอยที่ได้

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์การถดถอย

1. ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามมีมาตรวัดเป็น Interval ขึ้นไป

2. ข้อมูลทุกตัวแปร มีการแจกแจงแบบปกติ

3. ไม่เกิด Multicollinearity

4. ข้อมูล ไม่มีความสัมพันธ์กัน

5. Error ที่เกิดจากการพยากรณ์ จะต้อง

-มีการแจกแจงแบบปกติ

-มีค่าเฉลี่ยเป็น 0

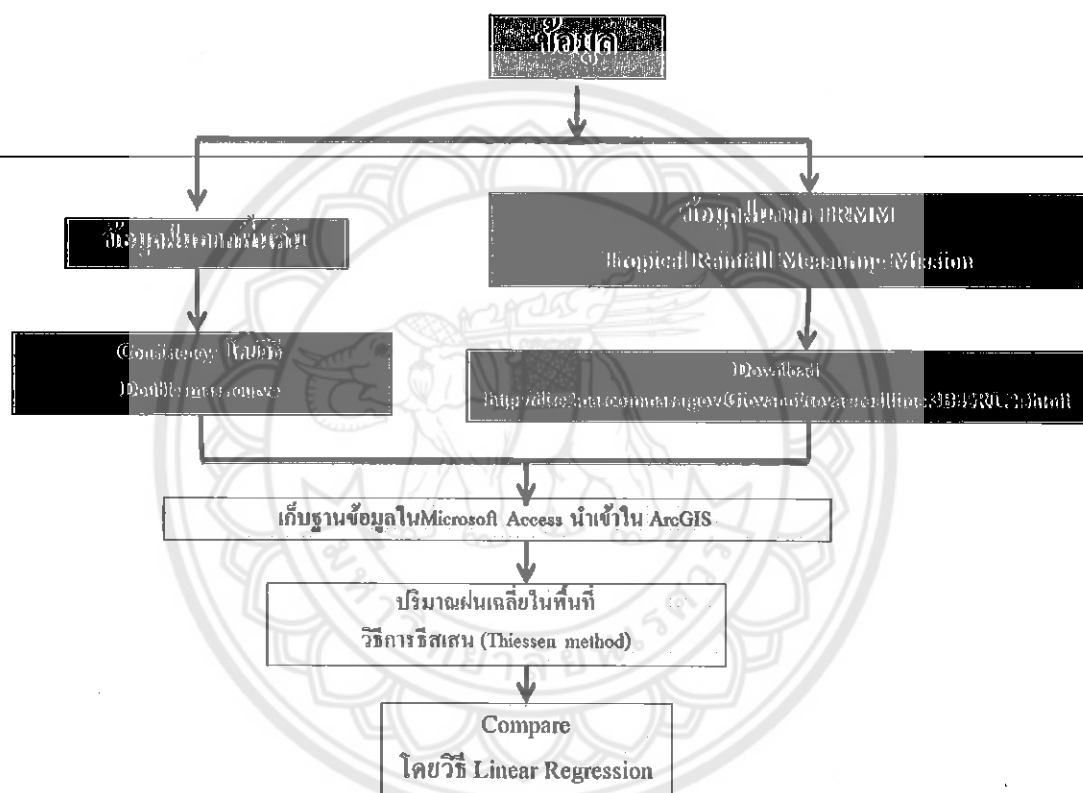
-มีความแปรปรวนคงที่

-เป็นอิสระต่อกัน (ไม่เกิด Autocorrelation)

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

วิธีดำเนินโครงการประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาเป็นฐานข้อมูล GIS การหาค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนภาคพื้นดิน และการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM กับ ปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดฝนภาคพื้นดิน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.1 ดังนี้

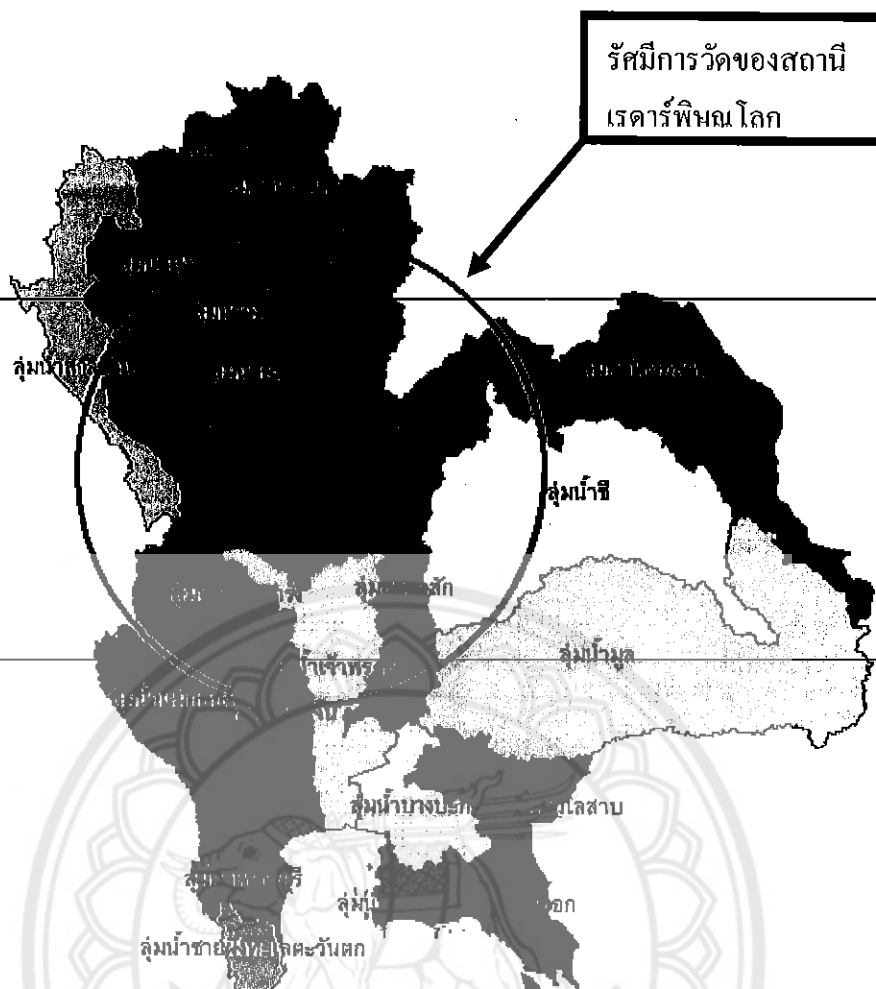


รูปที่ 3.1 โครงการประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน

3.1 ค้นหาและรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ในการศึกษาจะพิจารณารวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ในพื้นที่ศึกษาที่ครอบคลุมรัศมีการวัดของสถานีเรดาร์พิษณุโลกดังแสดงในรูปที่ 3.2

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สะสมเป็นรายวัน ทุกๆ 24 ชั่วโมง ใช้ข้อมูลทั้งหมด 2 ปี ของ พุทธศักราช 2552-2553 ซึ่งมีข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ศึกษามีอยู่ 2 ประเภท ดังนี้



รูปที่ 3.2 พื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และพื้นที่ครอบคลุมจากสถานีพินณ โลก

3.1.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM

ทำการรวบรวมข้อมูลฝนรายวัน ที่ได้จากการวัดปริมาณน้ำฝนดาวเทียม TRMM จากเว็บไซต์ <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/realtime.3B42RT.2.shtml> โดยการเลือกตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการด้วยการใส่ค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากนั้นใส่ค่ากำหนด ปี เดือน วันที่ ตามรูป ที่ 3.3



National Aeronautics
and Space Administration

+ GES DISC Home
+ Giovanni Home

Search DISC

GO
+ Advanced Search

+ ATMOS COMPOSITION

+ HYDROLOGY

+ A-TRAIN

+ AIRS

+ MODELING

+ REESPI

+ PRECIPITATION

Near-Real-Time Monitoring Product (For research, use Archive Data.)

Experimental Real-Time TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA-RT): 3B42RT

This interface is designed for visualization and analysis of the Experimental Real-Time TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA-RT): 3B42RT.

Users can generate plots or ASCII Output for area average (Lat-Lon Map), time series (Time Series), and Hovmoller diagram. The animation is available for Lat-Lon Maps. Selecting [here](#) or the **Help** buttons will open a new window with detailed help. [More details about the data are also available.](#)

Help

Alert: A new window may be opened when a link or a button is selected below.

This is non Java/JavaScript version for TRMM 3B42RT. [Click for Java/JavaScript version.](#)
Use text input boxes below the map to specify area; maximum area is -60 ~ 60 and -180 ~ 180.



West Longitude: North Latitude:

East Longitude: South Latitude:

รูปที่ 3.3 การใช้ค่าพิกัดของพื้นที่ประเทศไทย

ทำการระบุชนิดของข้อมูลที่ต้องการ และกด **[ASCII Output]** ดังรูปที่ 3.4 โดยข้อมูล
ที่รวบรวมจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.5

3-hourly TMPA-RT **Accumulated Rainfall (mm)**
Rain Rate (mm/hr)

Plot Type: Lat-Lon Map

Begin Date: yr 2010 mo January dy 1 hr 00Z (Data Begin: 2008/10/01 00Z)

End Date: yr 2010 mo January dy 2 hr 00Z (Data End: 2012/01/19 12Z)

Please check TMPA-RT Data Outages page

Color Options: Pre-defined
 Dynamic
 Customized (linear only): Min | Max

Time Series Plot: Dynamic

Y-Axis Options: Customized: Min | Max | Interval

ASCII Output Resolution (°): 0.25x0.25

Generate Plot **ASCII Output** **Reset Form**

Help

รูปที่ 3.4 หน้าของแสดงการระบุเลือกชนิดข้อมูล

```

Selected parameter: 3-hourly TMPA-RT Accumulated Rainfall
Selected area: lat=[5N,21N], lon=[97E,106E]
Selected time period: (00Z01Jan2010-00Z02Jan2010)
Undefined/Missing Value: -99999
Unit: (mm)
Latitude Longitude AccRain
5.000 97.000 0.0000
5.000 97.250 0.5400
5.000 97.500 1.4400
5.000 97.750 0.0000
5.000 98.000 8.1600
5.000 98.250 3.3900
5.000 98.500 0.0000
5.000 98.750 2.4900
5.000 99.000 4.5900
5.000 99.250 3.4200
5.000 99.500 0.0000
5.000 99.750 0.0000
5.000 100.000 0.0000
5.000 100.250 0.0000
5.000 100.500 0.0000
5.000 100.750 0.0000
5.000 101.000 4.5900
5.000 101.250 7.7700
5.000 101.500 8.6100
5.000 101.750 9.5400
5.000 102.000 6.8200
5.000 102.250 17.0700
5.000 102.500 38.7000
5.000 102.750 88.8900
5.000 103.000 142.5900
5.000 103.250 140.0100
5.000 103.500 166.1700

```

รูปที่ 3.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM

แต่เนื่องจากข้อมูลเป็น ASCII file ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ได้จึงต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Spread Sheet โดยในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ดังรูปที่ 3.6 และจากนั้นทำการสร้างข้อมูลใน Microsoft Access เพื่อนำเข้าในฐานข้อมูล GIS ต่อไป

	A	B	C
1	Latitude	Longitude	AccRain (18Z01Feb2009-21Z01Feb2009)
2	5.00	97.00	0.00
3	5.00	97.25	0.00
4	5.00	97.50	0.00
5	5.00	97.75	0.00
6	5.00	98.00	0.00
7	5.00	98.25	0.00
8	5.00	98.50	0.00
9	5.00	98.75	0.00
10	5.00	99.00	0.00
11	5.00	99.25	0.00
12	5.00	99.50	0.00
13	5.00	99.75	0.00
14	5.00	100.00	0.00
15	5.00	100.25	0.00
16	5.00	100.50	0.00
17	5.00	100.75	0.00
18	5.00	101.00	0.00
19	5.00	101.25	0.00
20	5.00	101.50	0.00
21	5.00	101.75	0.00

รูปที่ 3.6 ข้อมูลที่ได้มาวางบน Microsoft Excel

3.1.2 ข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

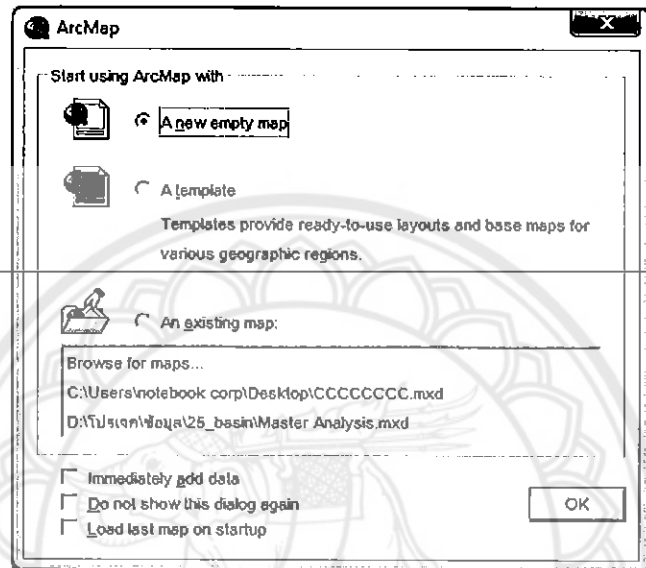
การรวบรวมข้อมูลฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนได้รวบรวมในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย สถานีวัดน้ำฝน 200 สถานี ในเวลาที่ศึกษา 2552 – 2553 จำนวนปี รายละเอียดดังภาคผนวก ก

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลฝนภาคพื้นดินโดยเทคนิค Double Mass Curve เพื่อดูความต่อเนื่องของข้อมูล (Consistency) และทำการคัดแยกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาเป็นฐานข้อมูล GIS

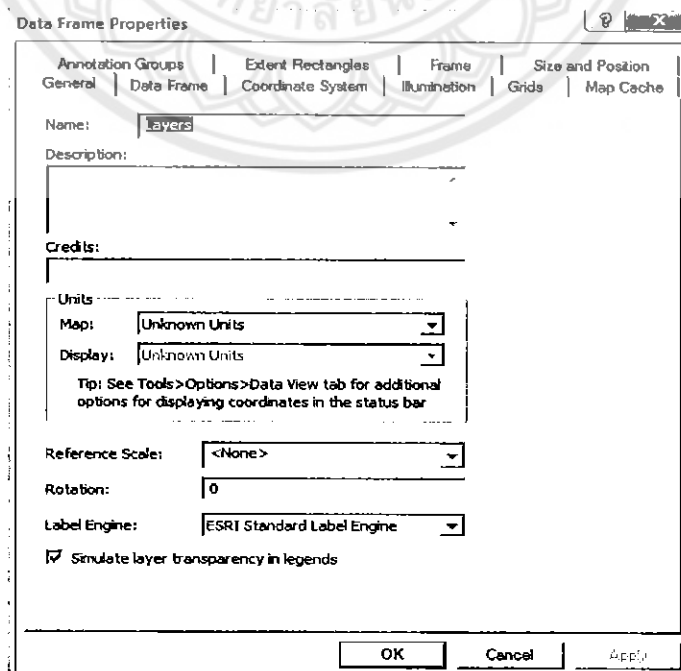
3.2.1 การพัฒนาฐานข้อมูล GIS ของปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM

โดยนำข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM ที่ทำจากในหัวข้อที่ 3.1.1 แล้วไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม ArcGIS โดยรูปที่ 3.7 แสดงหน้าเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม ArcGIS




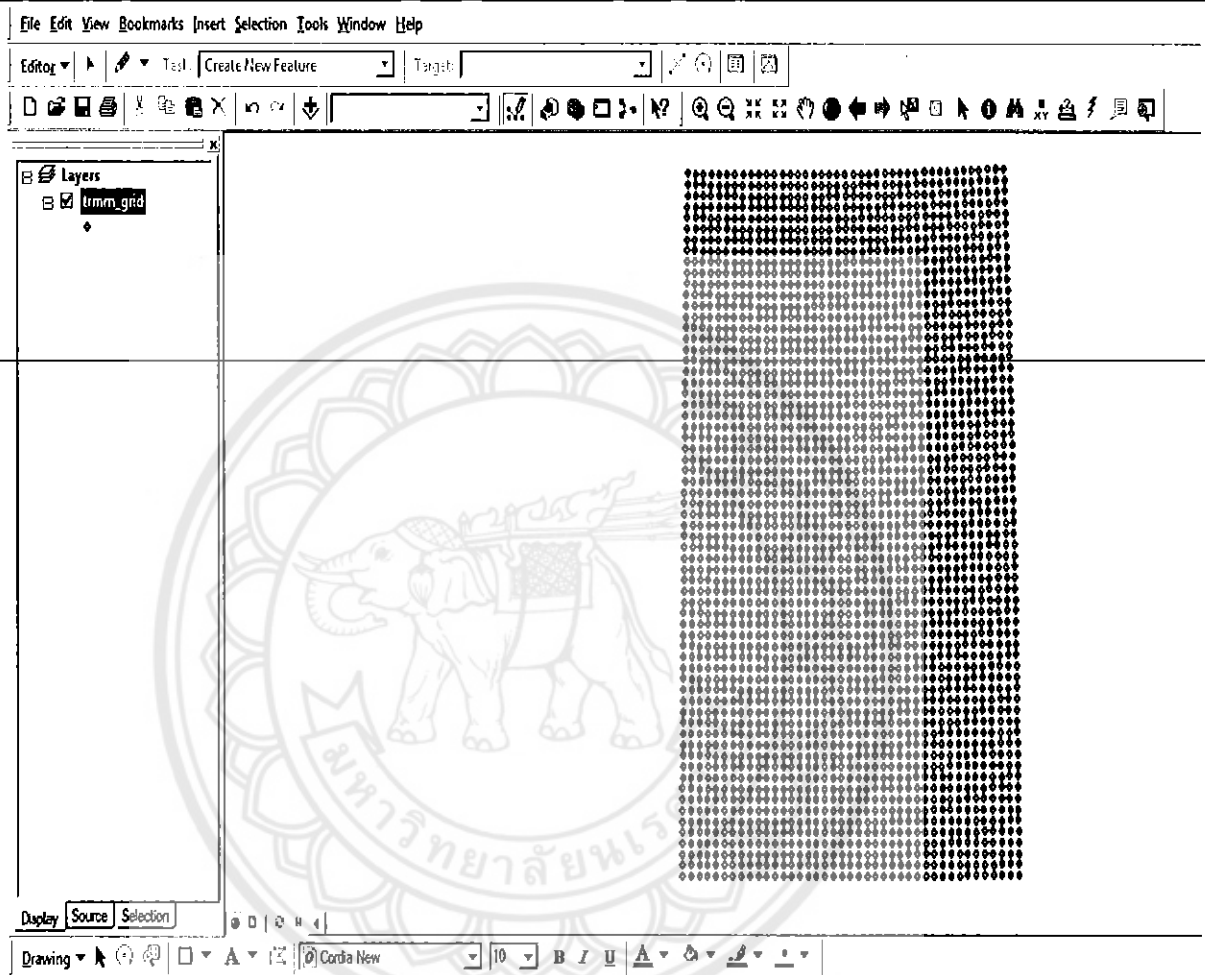
รูปที่ 3.7 หน้าการใช้งานเริ่มต้นของโปรแกรม ArcGIS

จากนั้นกด OK หน้าจอจะแสดงผลโปรแกรมจากนั้นกด $\star\star$ จะแสดงผลตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ลักษณะหน้าต่างของ Display XY Data




จากนั้นกด  เพื่อดึงข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM ที่เราได้ Save จาก Microsoft Excel ที่ทำไว้เรียบร้อยแล้ว เข้ามาใน โปรแกรม ArcGIS เพื่อพัฒนาเป็นฐานข้อมูลใน ArcGIS จะแสดงผลดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงผลข้อมูลจะได้ TRMM GRID เป็นฐานข้อมูล

3.2.2 การพัฒนาฐานข้อมูล GIS ของปริมาณน้ำฝนจากสถานีภาคพื้นดิน

ทำการพัฒนาฐานข้อมูล GIS โดยอาศัยข้อมูล Raster แสดงขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำ และ รัศมีการวัดสถานีเรดาร์ พร้อมทั้งนำเข้าข้อมูลน้ำฝนรายวันจากสถานีที่รวบรวมไว้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- กด  เพื่อดึงข้อมูลจากไฟล์ที่ชื่อว่า 25 sub basin (ที่ได้จากกรมชลประทาน)
- กด  เพื่อดึงข้อมูลจากไฟล์ที่ชื่อว่า Buffer (ที่ได้มาจากกรมอุตุนิยวิทยา)
- กด  เพื่อดึงข้อมูลจากไฟล์ที่ชื่อว่า (Auto Rain)

รูปที่ 3.10 แสดงฐานข้อมูล GIS ของพื้นที่ศึกษา และที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน

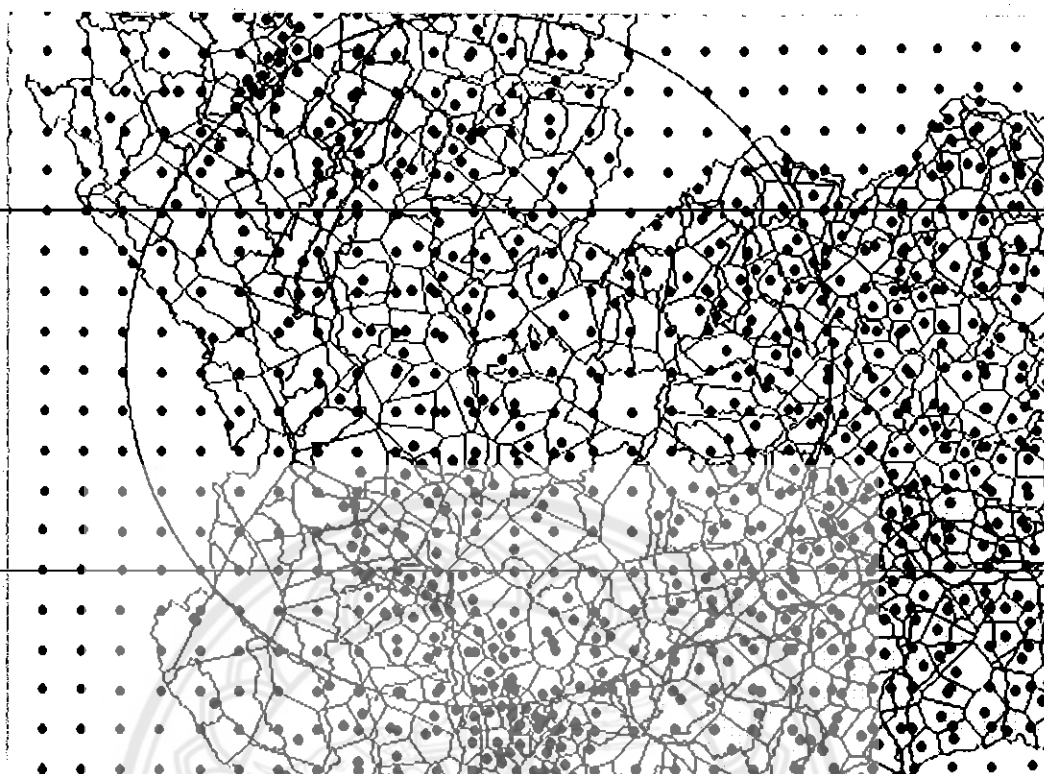


รูปที่ 3.10 แสดงผลข้อมูลที่เรียกจากฐานข้อมูล

3.3 การหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน โดยวิธี Thiessen Polygon

เนื่องจากตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินไม่ตรงกับข้อมูลฝน TRMM ในการศึกษา จึงทำการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลฝนภาคพื้นดินที่ครอบคลุม Pixel กับการวัดข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM (25 x 25 ตารางกิโลเมตร) โดยวิธี Thiessen Polygon ดังนี้

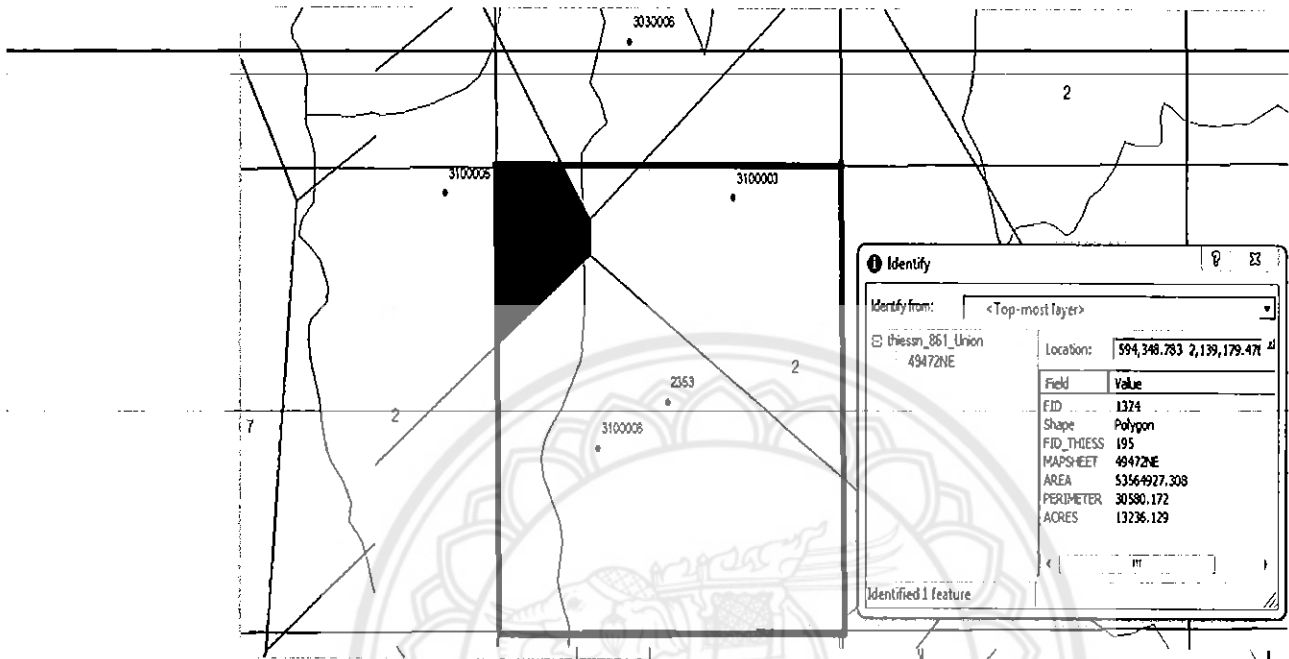
นำเข้าสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินในโปรแกรม ArcGIS โดยนำข้อมูลเข้าในลักษณะเดียวกับ 3.2.2 กด  เพื่อเพิ่ม TRMM GRID และ กด  เพิ่ม Thiessen จะแสดงดังรูป 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงเส้นสร้างรูปเหลี่ยมทิสเสน

จากนั้นทำการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม โดยขนาดของพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแต่ละสถานี โดยการสร้างรูปเหลี่ยมทิสเสน (Thiessen Polygon) ล้อมรอบสถานีนั้นๆ เป็นขอบเขตไว้

จากนั้นทำการคำนวณค่าปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ (\bar{P}) โดยอาศัยการถ่วงน้ำหนักตามพื้นที่ดังรูปที่ 3.12 และ สมการที่ 3.1



รูปที่ 3.12 แสดงการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมใน TRMM PIXEL

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (3.1)$$

เมื่อ n คือ ปริมาณรวมของรูปเหลี่ยมที่สนใจ

P_i คือ ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณค่าพื้นที่และสัมประสิทธิ์การถ่วงน้ำหนักของพื้นที่ *Pixel* ที่ 2429

ตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนโดยวิธี Thiessen Polygon

DATE	TRMM		3000002	3270010			
	2429						
1/1/2552	0	0.00	0	0			
2/1/2552	0	0.00	0	0			
3/1/2552	0	0.00	0	0			
4/1/2552	0	0.00	0	0			
5/1/2552	0	0.00	0	0			
6/1/2552	0	0.00	0	0			
7/1/2552	0	0.00	0	0			
8/1/2552	0	0.00	0	0			
9/1/2552	0	0.00	0	0			
10/1/2552	0	0.00	0	0			
11/1/2552	0	0.00	0	0			
12/1/2552	0	0.00	0	0			
13/1/2552	0	0.00	0	0			
14/1/2552	0	0.00	0	0			
15/1/2552	0	0.00	0	0			
16/1/2552	0	0.00	0	0			
17/1/2552	0	0.00	0	0			
18/1/2552	0	0.00	0	0			
19/1/2552	0	0.00	0	0			
20/1/2552	0	0.00	0	0			
21/1/2552	0	0.00	0	0			
22/1/2552	0	0.00	0	0			
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	SUM
156,721,195.00	29,938,929.14	86,835,624.58	162,650,421.73	172,048,878.99	30,688,468.47	243,165,319.55	882,048,837.46
W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	
0.177678591	0.033942485	0.098447638	0.184400698	0.195055956	0.034792255	0.275682376	1

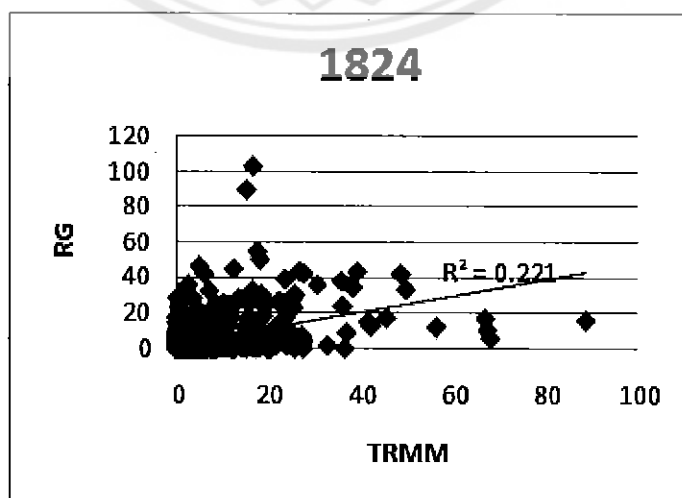
3.4 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

ในการศึกษาอาศัยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน โดยสมการถดถอยเชิงเส้นซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

เริ่มจากการนำข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM กับ ที่วัดจากสถานีภาคพื้นดินเฉลี่ยที่ได้มาจาก วิธี Thiessen polygon มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะได้ค่า R^2 ออกมาซึ่งถ้าค่า R^2 ที่ออกมามีค่ามากแสดงว่าข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM กับ ที่วัดจากสถานีภาคพื้นดิน มีค่าใกล้เคียงกันตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่จาก TRMM และฝนเฉลี่ยของสถานีใน Pixel ที่ 1824 และรูปที่ 3.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฝนทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฝนจากดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีภาคพื้นดิน

	A	B	C	D
1			TRMM	
2	FID			0
3	1824	1 ม.ค. 52	0	0.652212
4	1824	2 ม.ค. 52	0	0.326106
5	1824	3 ม.ค. 52	0	0
6	1824	4 ม.ค. 52	0	0
7	1824	5 ม.ค. 52	0	0
8	1824	6 ม.ค. 52	0	0
9	1824	7 ม.ค. 52	0	0
10	1824	8 ม.ค. 52	0	0
11	1824	9 ม.ค. 52	0	0
12	1824	10 ม.ค. 52	0	0
13	1824	11 ม.ค. 52	0	0
14	1824	12 ม.ค. 52	0	0
15	1824	13 ม.ค. 52	0	0
16	1824	14 ม.ค. 52	0	0
17	1824	15 ม.ค. 52	0	0
18	1824	16 ม.ค. 52	0	0
19	1824	17 ม.ค. 52	0	0
20	1824	18 ม.ค. 52	0	0
21	1824	19 ม.ค. 52	0	0
22	1824	20 ม.ค. 52	0	0
23	1824	21 ม.ค. 52	0	0



รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ข้อมูลฝนที่วัดได้จากดาวเทียม TRMM กับ ที่วัดจากสถานีภาคพื้นดิน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 สรุปข้อมูลปริมาณฝน

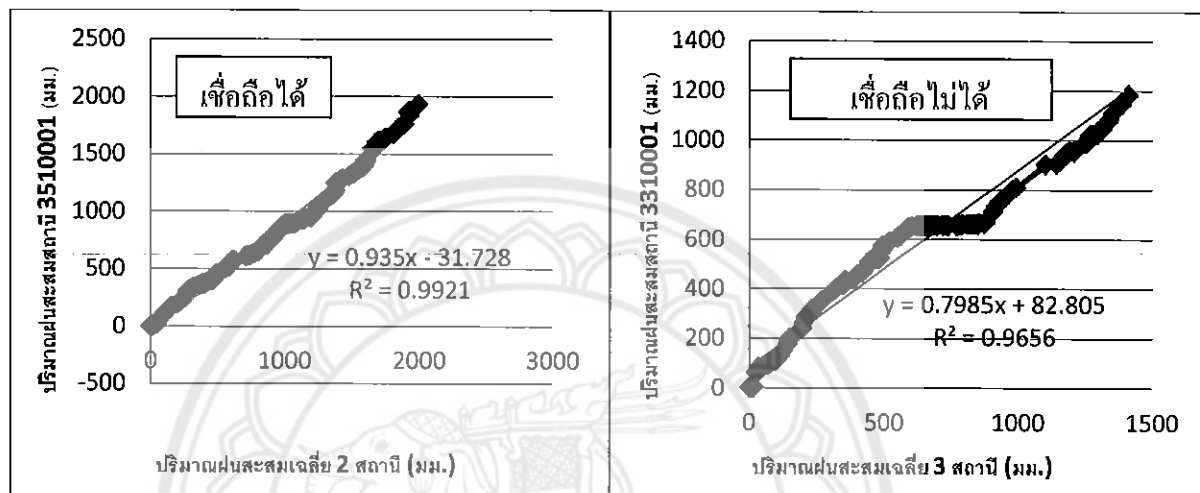
จากกลุ่มน้ำทั้งหมด 13 กลุ่มในเขตภาคเหนือตอนล่างที่ครอบคลุมโดยสถานีเรดาร์พินิจูโลก ตำแหน่งของข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ที่ได้จากรวบรวมข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ข้อมูลฝนรายวันของ TRMM 269 pixel และสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน 200 สถานี

- จุดข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM
- ★ จุดสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

สถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินบางสถานีมีข้อมูลขาดหายไปเนื่องจากเป็นบริเวณที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ก่อนการวิเคราะห์ จึงนำข้อมูลฝนมาทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝนโดยวิธีกราฟสะสม (Double Mass Curve) โดยนำค่าปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีภาคพื้นดินในกลุ่มน้ำต่างๆ มาเทียบกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสะสมของสถานีภาคพื้นดินโดยรอบของสถานีนั้นๆ เพื่อหาความถูกต้องของข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.2

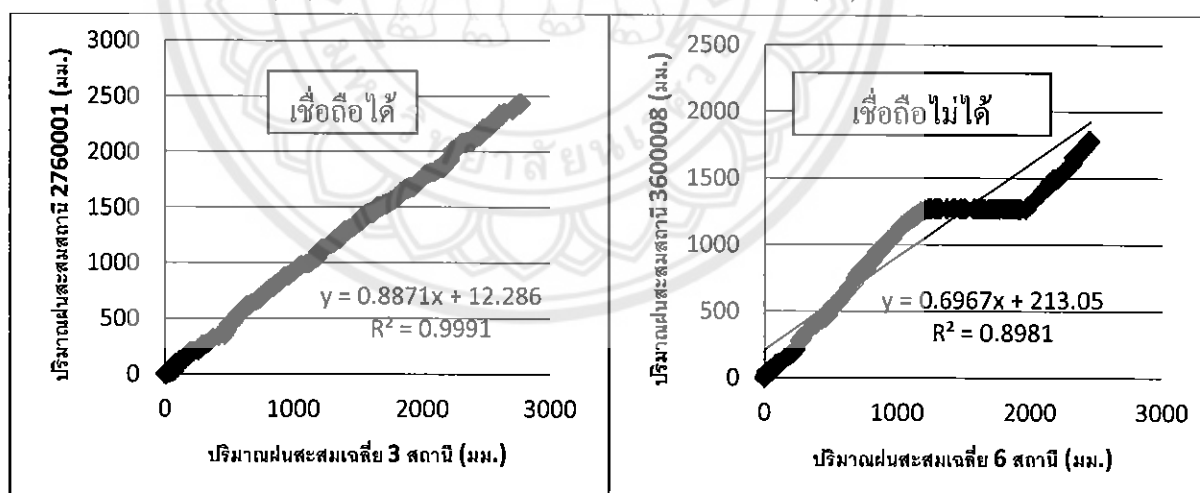


สถานีภาคพื้นดินที่ 3510001 กลุ่มน้ำน่าน

(ก)

สถานีภาคพื้นดินที่ 3310001 กลุ่มน้ำน่าน

(ข)



สถานีภาคพื้นดินที่ 2760001 กลุ่มน้ำน่าน

(ค)

สถานีภาคพื้นดินที่ 3600008 กลุ่มน้ำน่าน

(ง)

รูปที่ 4.2 แสดงกราฟการตรวจสอบความน่าเชื่อถือในกลุ่มน้ำต่างๆ

จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝนโดยวิธีกราฟสะสม (Double Mass Curve) สามารถตัดสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินที่ไม่สมบูรณ์ออก (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของฝน

ลำดับที่	ชื่อสถานี	ปี	จำนวนวันฝนตก	ปริมาณน้ำฝนรวม
1	ลุ่มน้ำสาละวิน	4603	2	2301.50
2	ลุ่มน้ำโขง	10946	18	608.11
3	ลุ่มน้ำชี	20574	37	556.05
4	ลุ่มน้ำมูล	1211	2	605.50
5	ลุ่มน้ำปิง	20542	15	1369.47
6	ลุ่มน้ำวัง	8997	10	899.70
7	ลุ่มน้ำยม	22442	34	660.06
8	ลุ่มน้ำน่าน	28645	29	987.76
9	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	13079	23	568.65
10	ลุ่มน้ำสะแกกรัง	5058	12	421.50
11	ลุ่มน้ำป่าสัก	12687	8	1585.88
12	ลุ่มน้ำท่าจีน	5690	10	569.00
13	ลุ่มน้ำแม่กรอง	8949	0	0.00
		163123	273	200

4.2 ฐานข้อมูล GIS

ฐานข้อมูล GIS นี้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อมูล Layer ต่างๆ ดังนี้ autorain_861 Buffer thiessen_861 Union trmm_grid 25 subbasin_region ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงฐานข้อมูล GIS

4.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

โดยวิธีการนี้จะคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแต่ละสถานี โดยการสร้างรูปเหลี่ยมทิสเซน (Thiessen Polygon) ล้อมรอบสถานีนั้นๆ เป็นขอบเขตไว้และหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนภาคพื้นดินของแต่ละ Pixel ของฝน TRMM ซึ่งผลการศึกษาทำให้ได้ค่าฝนเฉลี่ยมา

เปรียบเทียบกับค่าฝน TRMM จำนวน 269 ค่าดังที่ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.2 แสดงพื้นที่รับผิดชอบของสถานีวัดน้ำฝน 1824

	A	B	C	D
1			TRMM	
2	TRMM			0
3	1824	1 ม.ค. 52	0	0.652212
4	1824	2 ม.ค. 52	0	0.326106
5	1824	3 ม.ค. 52	0	0
6	1824	4 ม.ค. 52	0	0
7	1824	5 ม.ค. 52	0	0
8	1824	6 ม.ค. 52	0	0
9	1824	7 ม.ค. 52	0	0
10	1824	8 ม.ค. 52	0	0
11	1824	9 ม.ค. 52	0	0
12	1824	10 ม.ค. 52	0	0
13	1824	11 ม.ค. 52	0	0
14	1824	12 ม.ค. 52	0	0
15	1824	13 ม.ค. 52	0	0
16	1824	14 ม.ค. 52	0	0
17	1824	15 ม.ค. 52	0	0
18	1824	16 ม.ค. 52	0	0
19	1824	17 ม.ค. 52	0	0
20	1824	18 ม.ค. 52	0	0
21	1824	19 ม.ค. 52	0	0
22	1824	20 ม.ค. 52	0	0
23	1824	21 ม.ค. 52	0	0

4.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

จำนวนข้อมูลฝนที่ทำการวิเคราะห์รายวันของข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากดาวเทียม TRMM และข้อมูลฝนเฉลี่ยภาคพื้นดินในแต่ละ Pixel แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

1. จำนวนข้อมูลที่ปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM เป็นศูนย์
2. จำนวนข้อมูลที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติเป็นศูนย์

3.เปรียบเทียบจำนวนข้อมูลทีปริมาณฝนจากดาวเทียม TRMM และเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ เป็นศูนย์

4.เปรียบเทียบจำนวนข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM ไม่เท่ากับศูนย์ และเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติเป็นศูนย์

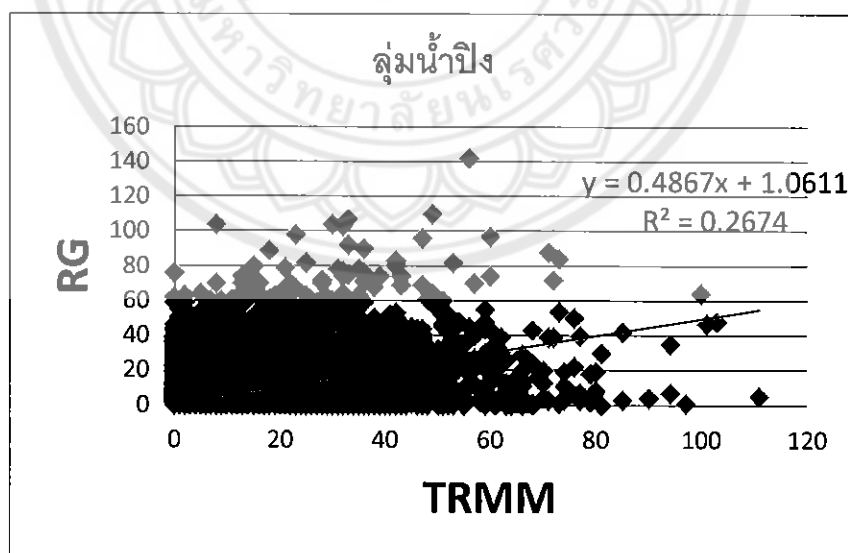
และตรวจสอบความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM กับ ข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดิน (Rain Gauge) ด้วยการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงเส้น เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น (R^2)

ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.3 - 4.7 และรูปที่ 4.4 – 4.8 สำหรับลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก ตามลำดับ และรูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM กับ ข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดิน (Rain Gauge) ของพื้นที่รัศมีเรดาร์ของสถานีพิษณุโลก การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยตรง ซึ่งจะใช้น้ำฝนจากดาวเทียม TRMM ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยภาคพื้นดิน โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น



ตารางที่ 4.3 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำปิง

รายการข้อมูล	กลุ่มน้ำ	กลุ่มน้ำปิง	
		จำนวนข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนข้อมูล TRMM		38637	100%
จำนวนข้อมูล RG		38637	100%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM = 0		24482	63.81%
จำนวนข้อมูลที่ RG = 0		26723	70.14%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM และ RG = 0		21853	57.65%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM ≠ 0 แต่ RG = 0		4870	12.60%

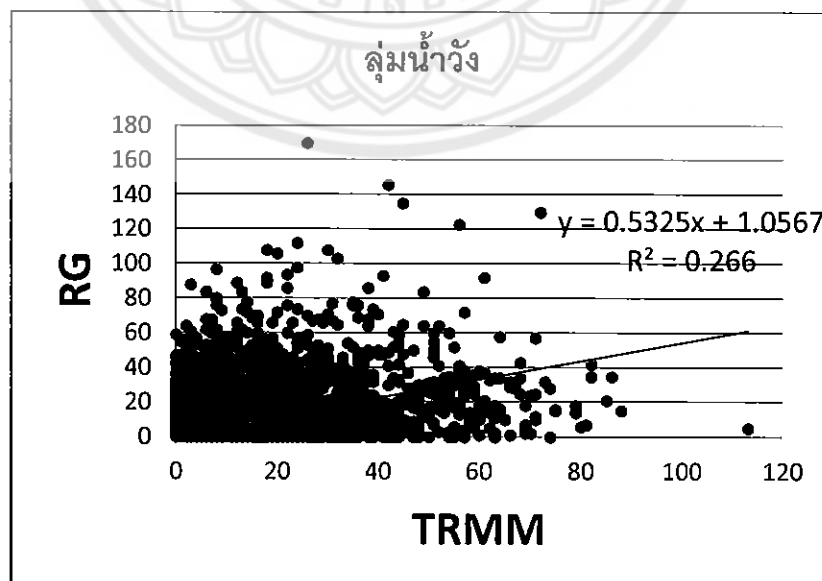


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของกลุ่มน้ำปิง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินของกลุ่มน้ำวังแสดงดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำวัง

รายการข้อมูล	ลุ่มน้ำ	ลุ่มน้ำวัง	
		จำนวนข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนข้อมูล TRMM		21141	100%
จำนวนข้อมูล RG		21141	100%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM = 0		13477	61.21%
จำนวนข้อมูลที่ RG = 0		14829	69.89%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM และ RG = 0		12188	55.08%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM ≠ 0 แต่ RG = 0		2639	12.48%

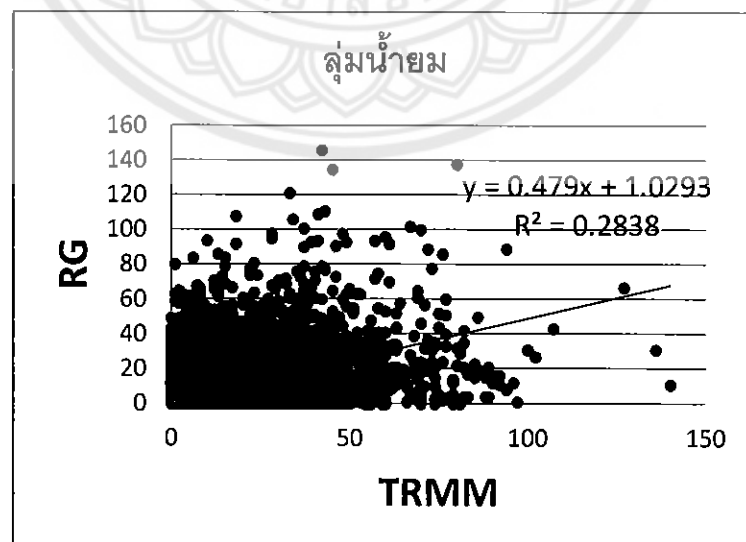


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำวัง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินของกลุ่มน้ำยมแสดงดังรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำยม

รายการข้อมูล	ลุ่มน้ำ	ลุ่มน้ำยม	
		จำนวนข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนข้อมูล TRMM		37179	100%
จำนวนข้อมูล RG		37179	100%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM = 0		24178	65.03%
จำนวนข้อมูลที่ RG = 0		26566	71.45%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM และ RG = 0		22024	59.24%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM \neq 0 แต่ RG = 0		4542	12.22%

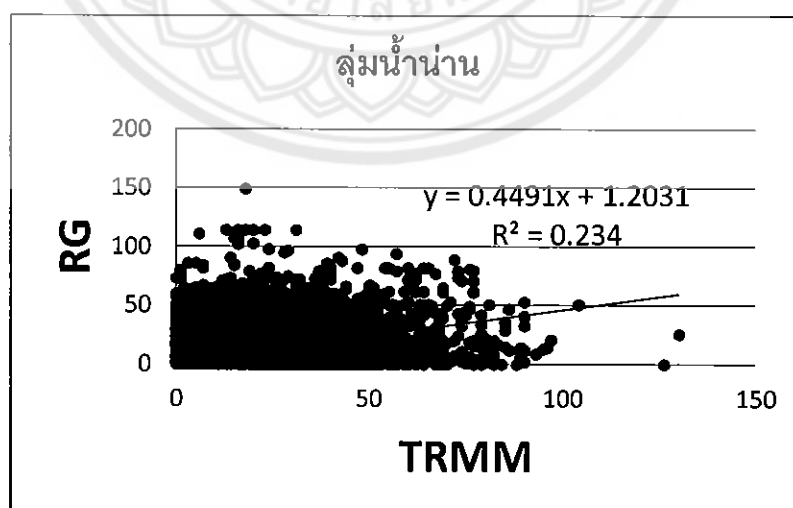


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของลุ่มน้ำยม

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินของกลุ่มน้ำน่านแสดงดังรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำน่าน

รายการข้อมูล	กลุ่มน้ำ	กลุ่มน้ำน่าน	
		จำนวนข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนข้อมูล TRMM		48843	100%
จำนวนข้อมูล RG		48843	100%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM = 0		29898	63.36%
จำนวนข้อมูลที่ RG = 0		34138	69.16%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM และ RG = 0		26903	56.56%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM \neq 0 แต่ RG = 0		7235	14.81%

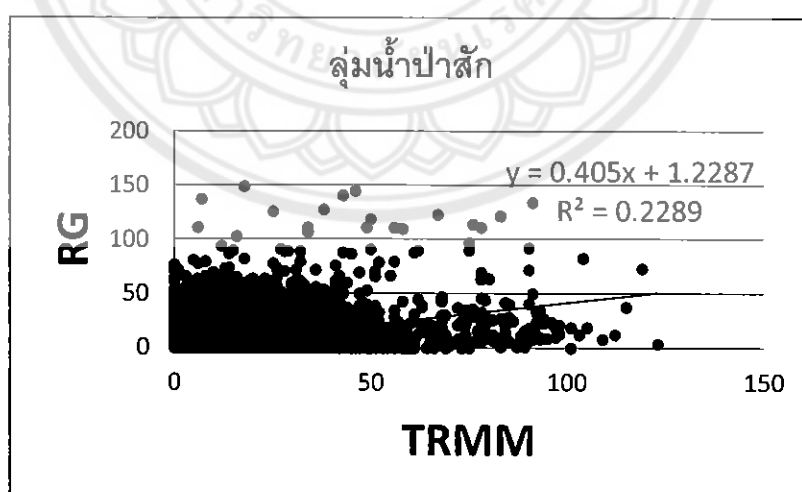


รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของกลุ่มน้ำน่าน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินของกลุ่มน้ำป่าสักแสดงดังรูปที่ 4.8

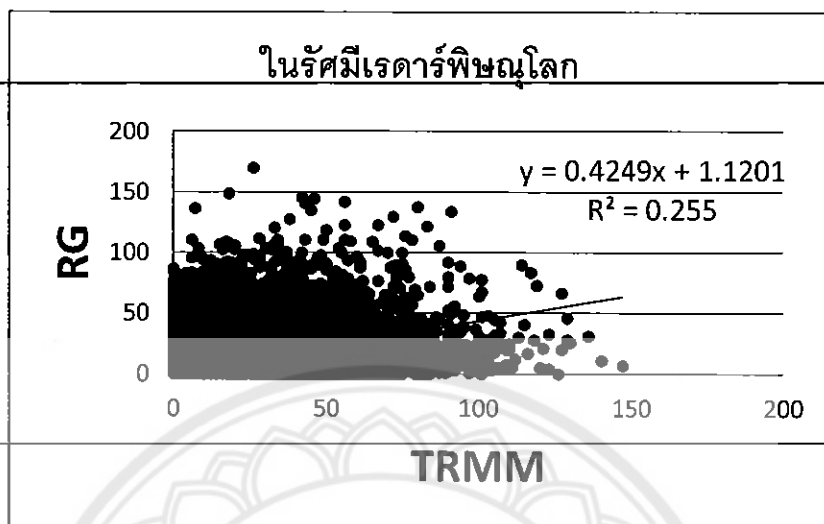
ตารางที่ 4.7 รายละเอียดความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน กลุ่มน้ำป่าสัก

รายการข้อมูล	กลุ่มน้ำ	กลุ่มน้ำป่าสัก	
		จำนวนข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนข้อมูล TRMM		26973	100%
จำนวนข้อมูล RG		26973	100%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM = 0		14366	63.26%
จำนวนข้อมูลที่ RG = 0		18253	67.67%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM และ RG = 0		16224	60.15%
จำนวนข้อมูลที่ TRMM ≠ 0 แต่ RG = 0		3905	14.48%



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ของกลุ่มน้ำป่าสัก

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินภายในรัศมีเรดาร์พินูโลก 240 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ในรัศมีเรดาร์พินูโลก

จากการนำค่าฝนที่ได้จากดาวเทียม TRMM และจากสถานีน้ำฝนภาคพื้นดินมาหาความสัมพันธ์กัน โดยวิธีแล้ว ปรากฏว่าฝนทั้งสองตำแหน่งมีความสัมพันธ์กันในบางบริเวณ ดังนั้นจึงสามารถนำเอาข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM มาใช้แทนข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดินได้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (R^2) ความสัมพันธ์ของฝนดาวเทียม TRMM และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ใน 5 กลุ่มน้ำหลัก และภายในรัศมีเรดาร์พินูโลก

		กลุ่มแรก		กลุ่มสาม		กลุ่มสอง		กลุ่มสี่		กลุ่มห้า	
Pixel	R^2	Pixel	R^2	Pixel	R^2	Pixel	R^2	Pixel	R^2	Pixel	R^2
1817	0.272	2021	0.266	1821	0.293	1780	0.322	1535	0.387	1612	0.196
1818	0.267	2022	0.227	1860	0.27	1820	0.271	1576	0.284	1613	0.191
1820	0.27	2062	0.39	1861	0.202	1821	0.293	1577	0.224	1614	0.253
1858	0.241	2063	0.241	1862	0.216	1822	0.26	1578	0.24	1615	0.291
1859	0.141	2103	0.261	1900	0.179	1823	0.319	1579	0.255	1616	0.319
1860	0.27	2104	0.297	1901	0.281	1824	0.203	1618	0.259	1617	0.294
1898	0.459	2105	0.213	1902	0.229	1862	0.216	1619	0.233	1618	0.259
1899	0.362	2144	0.212	1903	0.237	1863	0.346	1620	0.205	1619	0.233
1900	0.176	2145	0.276	1941	0.287	1864	0.311	1621	0.285	1620	0.205
1939	0.387	2146	0.331	1942	0.27	1865	0.13	1659	0.316	1652	0.199
1940	0.232	2147	0.351	1943	0.276	1903	0.237	1660	0.256	1653	0.118
1979	0.309	2185	0.304	1944	0.237	1904	0.144	1661	0.231	1654	0.262
1980	0.255	2186	0.358	1982	0.292	1905	0.142	1662	0.21	1656	0.198

		ស្រុកវិថី		ស្រុកវាយម		ស្រុកវាលវែង		ស្រុកស្រីសោភ័ណ		ស្រុកស្រីសោភ័ណ	
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
1981	0.19	2187	0.276	1983	0.297	1906	0.233	1701	0.304	1657	0.268
2019	0.196	2188	0.278	1984	0.249	1944	0.235	1702	0.222	1658	0.305
2020	0.336	2189	0.395	1985	0.286	1945	0.188	1703	0.2	1659	0.318
2021	0.266	2227	0.338	2022	0.206	1946	0.137	1741	0.239	1660	0.256
2060	0.324	2228	0.193	2023	0.334	1947	0.167	1742	0.168	1661	0.231
2061	0.251	2229	0.272	2024	0.339	1984	0.29	1743	0.362	1662	0.21
2101	0.202	2230	0.199	2025	0.238	1985	0.052	1744	0.216	1663	0.207
2102	0.208	2268	0.318	2063	0.241	1986	0.054	1783	0.412	1692	0.107
2103	0.261	2269	0.232	2064	0.305	1987	0.048	1784	0.339	1693	0.18
2142	0.187	2270	0.226	2065	0.403	1988	0.067	1785	0.321	1694	0.255
2143	0.193	2310	0.197	2066	0.39	2025	0.244	1824	0.221	1695	0.276
2144	0.345	2311	0.361	2105	0.213	2026	0.246	1825	0.17	1696	0.336
2182	0.329	2351	0.259	2106	0.51	2027	0.34	1865	0.13	1697	0.235
2183	0.19	2352	0.287	2107	0.364	2028	0.313	1866	0.176	1698	0.247
2184	0.23	2392	0.275	2146	0.331	2029	0.307	1906	0.233	1699	0.219
2185	0.298	2393	0.193	2147	0.351	2066	0.404	1907	0.109	1700	0.316
2223	0.245			2148	0.388	2067	0.313	1908	0.228	1701	0.304
2224	0.216			2149	0.431	2068	0.293	1947	0.167	1702	0.222
2225	0.23			2150	0.399	2069	0.246	1948	0.105	1703	0.2
2226	0.344			2188	0.285	2070	0.152	1949	0.291	1704	0.204
2227	0.313			2189	0.397	2107	0.365	1989	0.178	1705	0.251
2264	0.125			2190	0.414	2108	0.345	1990	0.169	1732	0.163
2265	0.242			2191	0.269	2109	0.253	2030	0.342	1733	0.105
2266	0.298			2229	0.261	2110	0.327	2031	0.369	1734	0.344
2267	0.387			2230	0.297	2111	0.222			1735	0.381
2268	0.316			2231	0.265	2149	0.451			1736	0.352
2305	0.328			2232	0.218	2150	0.422			1737	0.293
2306	0.27			2270	0.229	2151	0.244			1738	0.318
2307	0.317			2271	0.256	2152	0.314			1739	0.27
2308	0.369			2272	0.242	2153	0.196			1740	0.227
2309	0.211			2273	0.318	2191	0.269			1741	0.239
2348	0.42			2311	0.333	2192	0.266			1742	0.168
2349	0.384			2312	0.356	2193	0.264			1743	0.362
2350	0.351			2313	0.282	2194	0.137			1744	0.216
2389	0.299			2314	0.212	2232	0.22			1745	0.28
2390	0.45			2315	0.344	2233	0.22			1746	0.36
2391	0.376			2355	0.204	2234	0.32			1747	0.407
2429	0.2			2396	0.265	2235	0.189			1773	0.147
2430	0.177					2273	0.318			1774	0.198
2431	0.355					2274	0.302			1775	0.33
						2275	0.219			1776	0.375
						2276	0.151			1777	0.336
						2314	0.211			1778	0.283
						2315	0.385			1779	0.34

		กลุ่มที่ ๑		กลุ่มที่ ๒		กลุ่มที่ ๓		กลุ่มที่ ๔		กลุ่มที่ ๕	
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
						2316	0.324			1780	0.322
						2317	0.29			1781	0.313
						2355	0.376			1782	0.273
						2356	0.412			1783	0.412
						2357	0.351			1784	0.339
						2358	0.252			1785	0.321
						2396	0.203			1786	0.359
						2397	0.314			1787	0.396
						2398	0.313			1788	0.344
						2399	0.24			1814	0.186
										1815	0.129
										1816	0.243
										1817	0.272
										1818	0.267
										1819	0.312
										1820	0.271
										1821	0.293
										1822	0.26
										1823	0.319
										1824	0.221
										1825	0.17
										1826	0.355
										1827	0.4
										1828	0.425
										1829	0.417
										1830	0.363
										1856	0.213
										1857	0.323
										1858	0.241
										1859	0.141
										1860	0.27
										1861	0.202
										1862	0.216
										1863	0.346
										1864	0.311
										1865	0.213
										1866	0.176
										1867	0.287
										1868	0.408
										1869	0.4
										1870	0.329
										1871	0.256
										1896	0.247
										1897	0.238

		กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5	
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
										1898	0.459
										1899	0.362
										1900	0.179
										1901	0.281
										1902	0.229
										1903	0.237
										1904	0.144
										1905	0.142
										1906	0.233
										1907	0.109
										1908	0.228
										1909	0.261
										1910	0.326
										1911	0.248
										1912	0.28
										1933	0.396
										1937	0.274
										1938	0.117
										1939	0.387
										1940	0.232
										1941	0.287
										1942	0.27
										1943	0.276
										1944	0.237
										1945	0.188
										1946	0.137
										1947	0.167
										1948	0.105
										1949	0.291
										1950	0.262
										1951	0.302
										1952	0.373
										1953	0.521
										1977	0.265
										1978	0.228
										1979	0.309
										1980	0.255
										1981	0.19
										1982	0.292
										1983	0.297
										1984	0.29
										1985	0.286
										1986	0.054
										1987	0.048

		กลุ่มที่ ๖		ส่วนร่วม		กลุ่มที่ ๖					
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
										1988	0.279
										1989	0.178
										1990	0.251
										1991	0.294
										1992	0.303
										1993	0.298
										1994	0.315
										2017	0.339
										2018	0.23
										2019	0.229
										2020	0.336
										2021	0.266
										2022	0.227
										2023	0.334
										2024	0.339
										2025	0.244
										2026	0.246
										2027	0.34
										2028	0.313
										2029	0.38
										2030	0.342
										2031	0.369
										2032	0.311
										2033	0.396
										2034	0.274
										2035	0.303
										2058	0.254
										2059	0.208
										2060	0.324
										2061	0.251
										2062	0.39
										2063	0.241
										2064	0.305
										2065	0.403
										2066	0.404
										2067	0.313
										2068	0.293
										2069	0.246
										2070	0.152
										2071	0.04
										2072	0.357
										2073	0.383
										2074	0.282
										2075	0.341

		กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5	
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
										2076	0.227
										2100	0.134
										2101	0.202
										2102	0.208
										2103	0.261
										2104	0.297
										2105	0.213
										2106	0.51
										2107	0.365
										2108	0.345
										2109	0.253
										2110	0.327
										2111	0.222
										2112	0.207
										2113	0.388
										2114	0.354
										2115	0.282
										2116	0.292
										2141	0.236
										2142	0.187
										2143	0.193
										2144	0.345
										2145	0.276
										2146	0.331
										2147	0.351
										2148	0.388
										2149	0.451
										2150	0.422
										2151	0.244
										2152	0.314
										2153	0.196
										2155	0.263
										2156	0.244
										2157	0.267
										2179	0.222
										2183	0.19
										2184	0.23
										2185	0.304
										2186	0.358
										2187	0.276
										2188	0.285
										2189	0.397
										2190	0.414
										2191	0.269

กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6	
Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²	Pixel	R ²
										2192	0.266
										2193	0.264
										2194	0.137
										2197	0.136
										2219	0.124
										2220	0.164
										2225	0.23
										2226	0.344
										2227	0.338
										2228	0.193
										2229	0.272
										2230	0.297
										2231	0.265
										2232	0.22
										2233	0.22
										2234	0.32
										2235	0.189
										2267	0.387
										2268	0.318
										2269	0.232
										2270	0.229
										2271	0.256
										2272	0.242
										2273	0.318
										2274	0.302
										2275	0.219
										2276	0.151
										2310	0.197
										2311	0.361
										2312	0.356
										2313	0.282
										2314	0.212
										2315	0.385
										2316	0.324
R ² เฉลี่ย	0.280566		0.276759		0.293941		0.256836		0.244757		0.273127

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

- 1) เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM สามารถ Download ข้อมูลมาใช้ได้ฟรี และสามารถวัดปริมาณฝนครอบคลุมพื้นที่ได้
- 2) ในพื้นที่ศึกษามีสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ตัดสถานีฝนภาคพื้นดินที่ไม่สมบูรณ์ออก จากจำนวนสถานีทั้งหมด 273 สถานี เหลือ 200 สถานี
- 3) เนื่องจากการวิธีวัดน้ำฝนของดาวเทียม TRMM กับการวัดข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดิน แตกต่างกัน กล่าวคือ การวัดน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM นั้นทำการวัดปริมาณน้ำฝนจากเมฆ แต่การวัดน้ำฝนภาคพื้นดินนั้นเป็นการวัดน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นดิน เช่น ถ้ามีฝนตก แต่ละชั้นของ บรรยากาศ แต่ตกไม่ถึงพื้นดินนั้น ดาวเทียม TRMM จะสามารถวัดค่าได้จึงทำให้สถานีน้ำฝน ภาคพื้นดินนั้นมีค่า เป็นศูนย์ซึ่งอาจเกิดจาก ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดข้อมูลน้ำฝนมี ความสูงต่างกัน ซึ่งวง โคจรของดาวเทียม TRMM นั้นมีความสูงจากผิวโลก 367×385 กิโลเมตร แต่ เครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดินมีความสูงเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น
- 4) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM กับข้อมูล น้ำฝนภาคพื้นดิน ข้อมูลน้ำฝนนั้นพบว่าจากการหาเส้นแนวโน้มแบบเชิงเส้น ข้อมูล R-Square ออกมา ซึ่งค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันซึ่งจะได้ค่า R^2 ออกมาประมาณ 20-50 % ทำให้เราไม่สามารถ นำข้อมูลฝนจากดาวเทียม TRMM มาใช้แทนข้อมูลฝนภาคพื้นดิน ดังนั้นถ้าต้องการใช้ข้อมูลฝนจาก ดาวเทียม TRMM แทนข้อมูลฝนภาคพื้นดิน ควรทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นแทนการวิเคราะห์ แบบสมการถดถอยเชิงเส้น เช่น Stochastic ซึ่งใช้การทดลองที่ตัวแปรสุ่มมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลา กล่าวคือระบบมีลักษณะเป็นพลวัต ซึ่งอธิบายความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตาม เวลา
- 5) ในช่วงเวลาที่ศึกษาพบฝน TRMM 60.15 – 65.03 เปอร์เซ็นต์ และมีฝนตกภาคพื้นดิน 67.67 – 71.45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเกิดฝน TRMM แล้วพบว่าสถานีวัดฝนภาคพื้นดินไม่สามารถวัดได้คิด เป็น 12.22 – 14.81 เปอร์เซ็นต์ และทั้ง TRMM และสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ไม่สามารถวัดได้คิด เป็น 53.26 – 59.24 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากการวัดปริมาณน้ำฝน 13 กลุ่มน้ำทางภาคเหนือนั้น บางส่วนมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างทำให้การวิเคราะห์ไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ถ้าหากมีผู้ใดสนใจก็สามารถทำการตรวจสอบข้อมูลที่เหลือได้เพราะข้อมูลน้ำฝนนั้นมีอยู่ทั่วประเทศก็จะสามารถทำให้การวิเคราะห์มีความสมบูรณ์มากขึ้น

2) จากผลการวิเคราะห์ที่ออกมาพบความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM กับ ข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดิน มีความสัมพันธ์กัน ไม่มากเท่ากับที่ตั้งสมมติฐานไว้ ดังนั้นหากมีผู้ใดสนใจที่จะศึกษาต่อก็สามารถนำโครงการนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ อาจใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ใน โปรแกรม ArcGIS ในการใช้วิเคราะห์ข้อมูลแทนที่จะใช้การวิเคราะห์แบบ Thiessen Polygon ก็ได้ เช่น Kriging Interpolation, IDW เป็นต้น

3) เนื่องจากเวลาในการทำโครงการนี้มีไม่เพียงพอ ทำให้เลือกวิเคราะห์แค่เพียงกลุ่มน้ำหลักทางภาคเหนือได้แก่ กลุ่มน้ำปิง กลุ่มน้ำวัง กลุ่มน้ำยม กลุ่มน้ำน่าน กลุ่มน้ำป่าสัก และกลุ่มน้ำที่อยู่ในรัศมีเรดาร์รัศมี 240 กิโลเมตรจากพิษณุโลก และจากในพื้นที่กลุ่มน้ำที่ศึกษานั้น มีบางส่วนที่ข้อมูลไม่สมบูรณ์ เช่น ค่าปริมาณน้ำฝนภาคพื้นดินบางวันขาดหายไป อาจเกิดจากมีการผิดพลาดทางด้านการเก็บข้อมูล และค่าปริมาณน้ำฝนในบางสถานีมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นข้อมูลที่ได้น่าจะเกิดความผิดพลาดในด้านข้อมูล จึงต้องทำการตรวจสอบความ

4) การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวเขตภูเขาขวางกัน หรือเป็นลักษณะเป็นที่ลุ่ม ๆ ดอน ๆ ก็จะทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้ และเมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลน้ำฝนผิดพลาด จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก

เอกสารอ้างอิง

วิโรจน์ ชัยธรรม. (2528). อุทกวิทยา. ขอนแก่น : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ประสิทธิ์ ทีฆพุดิ (2549) การประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม TRMM. กรุงเทพฯ ฯ :
สำนักพิมพ์ดอกหญ้ากรู๊ป

NASA Official: Steve Kempler , Website Curator: M. Hegde , Last updated: March 22, 2012

22:05:14 GMT , Near-Real-Time Monitoring Product (For research, use Archive Data.)

from <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/realtime.3B42RT.2.shtml>



ภาคผนวก ก
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้น (Automatic Rain Gauge)
(ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในแผ่น CD)



ภาคผนวก ข
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียมวัดน้ำฝน TRMM
(ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในแผ่น CD)



ภาคผนวก ค
ข้อมูลการวิเคราะห์เปรียบเทียบของปริมาณน้ำฝนจากสถานีภาคพื้นดิน (RG)
และจากดาวเทียม TRMM
(ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในแผ่น CD)



ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายพลกฤต ม่วงศิษฐ์
 ภูมิลำเนา 19 หมู่ 7 ตำบลวัดขวาง อำเภอกันโพนทะเล
 จังหวัดพิจิตร 66130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตะพานหิน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Enigma_momo@hotmail.com



ชื่อ นายคเชนทร์ แก้วมณี
 ภูมิลำเนา 14/7 หมู่ 3 ตำบลพลายชุมพล
 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : prayahchahng@hotmail.com

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ (ต่อ)



ชื่อ นายรังชัย มิตะนุช
 ภูมิลำเนา 60/16 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
 จังหวัดพิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : jo_play_boy1015@hotmail.com



ชื่อ นายปรีดี นนตะเสน
 ภูมิลำเนา 52 หมู่ 1 ตำบลพรธนา อำเภอพรธนานิคม
 จังหวัดสกลนคร 47130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Predee_1@hotmail.com