การประมาณการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่
โดยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน
The Estimation of The Spatial Rainfali Distribation
Using Inverse Distance Weighted Method

ปริญญานิพนธ์

ของ

กิตติศักดิ์ ธรรมจิตติ 54010370031

สิริ ภูทำนอง 53010310371

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชร เพ็งชัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกสร วงศ์เกษม)
หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับ นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งให้ความกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำ แนวความคิดต่างๆ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและให้โอกาสทางการศึกษาเป็นผู้สนับสนุนที่ดีมาก พร้อมทั้งเป็นกำลังใจที่ดี ทำให้ปริญญานิพนธ์ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

กิตติศักดิ์ ธรรมจิตติ
สิริ ภูทำนอง

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การประมาณการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่โดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน
ผู้วิจัย นายกิตติศักดิ์ ธรรมจิตติ
นายสิริ ภูทำนอง
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร
ปริญญา วศ.บ. **สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2558

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ มีจุดประสงค์เพื่อประเมินข้อมูลฝนที่ขาดหายไปด้วยแบบจำลองการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ โดยในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (IDW) ด้วยโปรแกรม ArcGIS10.2 พื้นที่ศึกษาได้แก่ลุ่มน้ำลำปาว โดยใช้ข้อมูลฝนรายเดือน 12 สถานีมาใช้ในการหาเส้นชั้นน้ำฝน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้จริงกับข้อมูลฝนที่คำนวณได้จากแบบจำลองค่า root mean square error มีค่าอยู่ระหว่าง 17.099-101.700 จากการทดลองค่าพารามิเตอร์ power มีค่าระหว่าง 1.000-1.868

Mahasarakham University

TITLE	The Estimation of The Spatial Rainfali Distribation Using Inverse Distance Weighted Method
AUTHOR	Mr. Kittisak Tammajitti
	Mr. Siri Phuthamnong
ADVISOR	Dr. Rattana Hormwichian
DEGREE	**B.Eng.** (Civil Engineering)
UNIVERSITY	Mahasarakham University **YEAR** 2015

ABSTRACT

The objective of this senior project was to estimation of missing rainfall data using spatial interpolation model. The study applied Inverse distance weighted (IDW) method with ArcGIS10.2 program. The study area was Lampao basin. The monthly rainfall data derived from 12 rainfall stations were adopted to generate the isohyetal. The results showed that the root mean square error of the observed rainfall data when compared with the calculated rainfall data was between 17.099-101.700 The experimental results indicated that the power parameter was between 1.000-1.868

Mahasarakham University

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์	2
	ขอบเขตของการศึกษา	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	แผนการดำเนินการศึกษา	2
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	วัฏจักรของน้ำทางอุทกวิทยา	3
	การเกิดฝน	4
	การเกิดเมฆ	4
	รูปแบบของน้ำจากอากาศ	4
	อัตราการตกของฝน	10
	ปริมาณฝนตกเฉลี่ย	10
	การหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	11
	การประมาณค่าของมูลน้ำฝนที่ขาดหายไป	16
	การประมาณปริมาณน้ำฝนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
3	การดำเนินการศึกษา	25
	ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา	28
4	ผลการศึกษา	30
	การวิเคราะห์ข้อมูล	31
5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	45
	สรุปผลการศึกษา	45
	ข้อเสนอแนะ	45
	บรรณานุกรม	46
	ภาคผนวก	48
	ภาคผนวก ก	49

Mahasarakham University

บทที่ หน้า

ประวัติย่อผู้วิจัย 66

Mahasarakham University

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 รูปแบบของน้ำจากอากาศ 4
2 แสดงรายละเอียดของอนุภาคและอุณหภูมิที่มีผลต่อการควบแน่น อนุภาคที่แสดงในรูป ส่วนมากเป็นอนุภาคของดิน 6
3 ความเร็วของหยดน้ำฝนที่ตกลงมาในอากาศนิ่ง (P=1013.3 มิลลิบาร์) 6
4 การแบ่งกลุ่มของเมฆ 7
5 แสดงตำแหน่งพิกัดสถานีวัดน้ำฝน 30
6 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555 35
7 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555 36
8 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนกันยายน พ.ศ.2555 36
9 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนตุลาคม พ.ศ.2555 37
10 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556 37
11 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 38
12 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนกันยายน พ.ศ.2556 38
13 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนตุลาคม พ.ศ.2556 39
14 สรุปค่า Power ของแต่ละเดือน และค่า Root-Mean-Square 39
15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 44

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 วัฏจักรของอุทกวิทยาการเกิดฝนตก 3
2 ตัวอย่างพื้นที่ลุ่มน้ำและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน 11
3 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน 12
4 รูปหลายเหลี่ยมตามวิธีของทิสเสน 14
5 เส้นชั้นน้ำฝน 15
6 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้ว 21
7 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 29
8 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555 31
9 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555 31
10 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกันยายน พ.ศ.2555 32
11 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนตุลาคม พ.ศ.2555 32
12 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556 33
13 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 33
14 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกันยายน พ.ศ.2556 34
15 เส้นชันน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เตือนตุลาคม พ.ศ.2556 34
16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555 40
17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555 40
18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกันยายน พ.ศ.2555 41
19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เตือนตุลาคม พ.ศ.2555 41
20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556 42
21 กราฟแสตงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 42
22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกันยายน พ.ศ.2556 43
23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนตุลาคม พ.ศ.2556 43

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

น้ำฝนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลก นอกเหนือจากการบริโภค และการทำการเกษตรกรรมแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านพลังงาน และชลประทานอีกด้วย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนที่ลดลงหรือสูงขึ้นกว่าปกติ จะมีผลกระทบและส่งผลให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ถ้าปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ลดลงจะส่งผลให้เกิดความแห้งแล้ง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายในด้านการเกษตร เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภค บริโภค และในทางตรงกันข้าม ถ้าปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นกว่าปกติก็ก่อให้เกิดความเสียหายเหมือนกัน ทำให้เกิดอุทกภัย ส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งสิน ในการทำการเกษตรกรรมในประเทศไทย น้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกษตรเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะการที่ฝนตกหรือไม่ตกเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมไม่ได้ ปริมาณน้ำฝนยังมีความแปรปรวนหรือไม่แน่นอน และมีความแตกต่างกันในแต่ละท้องที่ แต่สามารถหาปริมาณน้ำฝนได้ล่วงหน้าโดยศึกษาจากข้อมูลในอดีต จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน และเตรียมการในด้านต่างๆ เช่น การเตรียมการป้องกันการเกิดอุทกภัย การเตรียมการป้องกันการขาดแคลนน้ำ เป็นต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดข้อมูลเชิงบรรยายหรือข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) และสารสนเทศ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ (spatial data) เช่น ตำแหน่งบ้าน ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ในรูปของ ตารางข้อมูล และฐานข้อมูล ระบบ GIS ประกอบไปด้วยชุดของเครื่องมือที่มีความสามารถในการเก็บรวบรวม ปรับปรุงและการสืบค้นข้อมูล เพื่อจัดเตรียม ปรับแต่ง วิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS ให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้และข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าว จึงได้นำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ในการหาปริมาณน้ำฝน ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งเป็นข้อมูลพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อเกิดเป็นข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้นในการหาปริมาณน้ำฝน จะได้เป็นประโยชน์ ต่อการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดยิ่งขึ้น และเพื่อที่จะประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลต่อไป

Mahasarakham University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและประเมินปริมาณน้ำฝน

2. เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่สถานีวัดปริมาณน้ำ เข้ากับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. ศึกษาข้อมูลฝนรายเดือน ระหว่างเดือน กรกฎาคม-ตุลาคม ปีพ.ศ.2555 และเดือน กรกฎาคม-ตุลาคม ปีพ.ศ.2556

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ พื้นที่ลุ่มน้ำลำปาว
2. ใช้ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน จากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาว
3. ใช้ข้อมูลฝนรายเดือน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการหาปริมาณน้ำฝนด้วยระบบสารสนเทศภูมิในเขตพื้นที่ที่ยังไม่ทราบค่าต่อไป

2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผน และเตรียมการในด้านต่างๆ เช่น การเตรียมการป้องกันอุทกภัย การเตรียมการป้องกันปัญหาขาดแคลนน้ำ

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัฏจักรของน้ำทางอุทกวิทยา

น้ำฝนเป็นรูปแบบหนึ่งของน้ำจากอากาศ (Precipitation) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อวงจรอุทกวิทยาของพื้นที่หนึ่งๆ และวงจรของสิ่งมีชีวิต สภาพทางภูมิศาสตร์และการใช้พื้นที่ขึ้นอยู่กับความเป็นไปของวงจรอุทกวิทยา ปริมาณน้ำฝนจะเป็นตัวกำหนดบทบาทในการจัดการเรื่องน้ำและการใช้พื้นที่

สุเทพ ติงศภัทย์ (2521:35) กล่าวว่าปริมาณน้ำทั้งหมดบนผิวโลกมีประมาณ 1.3-1.4 พันล้านลูกบาศก์กิโลเมตร 97.50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทั้งหมดนี้เป็นน้ำทะเลและอีก 1.75 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำแข็งซึ่งรวมเป็น 99.25 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำของโลกทั้งหมดและอีก 0.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นน้ำจืดบนแผ่นดินที่ไหลอยู่ตามแม่น้ำทะเลสาบห้วยหนองบึง และน้ำใต้ดินอีกเพียง 0.001 เปอร์เซ็นต์ เป็นมวลไอน้ำที่อยู่บนอากาศ น้ำจากแผ่นดินทะเลและมหาสมุทร เหล่านี้จะระเหยกลายเป็นไอน้ำเมื่อไอน้ำมีอุณหภูมิ ลดลงก็จะกลายเป็นเมฆกลั่นตัวเป็นฝนตกกลับสู่แผ่นดิน ทะเล และมหาสมุทร อีกสำหรับฝนหรือหิมะที่ตกลงมาสู่แผ่นดินนั้น ส่วนหนึ่งจะระเหยกลับโดยตรง ส่วนหนึ่งจะซึมลงไปในดินบางส่วนจะค้างอยู่ตามใบไม้ กิ่งไม้ แล้วรวมกันไหลลงสู่แผ่นดินตามลำต้น ส่วนที่เหลือจะไหลล้นไปตามความลาดเทของภูมิประเทศลงสู่แม่น้ำลำธารแล้วไหลลงสู่ทะเลต่อไป ขณะเดียวกันจะมีน้ำจำนวนหนึ่งจะระเหยกลับขึ้นไปสู่บรรยากาศอีก หมุนอยู่อย่างนี้ไม่มีที่สิ้นสุด จึงเกิดเป็นวัฏจักรของอุทกวิทยา

ภาพประกอบ 1 วัฏจักรของอุทกวิทยาการเกิดฝนตก
ที่มา: (สุเทพ ติงศภัทย์.2521:35)

Mahasarakham University

โดยทั่วไปการเกิดฝนตกมีเงื่อนไขอยู่ 4 ประการที่จะต้องเกิดขึ้นในการเกิดฝนตก นั่นคือ

1. เกิดการควบแน่นของหยดน้ำบนอนุภาค
2. การเย็นลงของบรรยากาศ
3. การเพิ่มขนาดของเม็ดฝน
4. กลไกที่ทำให้ความหนาแน่นของเม็ดฝนเพิ่มมากขึ้น

เงื่อนไขเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาที่สั้นๆ และอาจสังเกตได้อย่างต่อเนื่อง

การเกิดเมฆ

ไอน้ำในอากาศเป็นก๊าซอย่างหนึ่งที่มองไม่เห็นแต่การควบแน่นและผลึกน้ำแข็งเล็กๆ หรือทั้งสองอย่างรวมกันกลายเป็นเมฆ ตาราง 1 ชนิดของน้ำจากฟ้า (Precipitation)

รูปแบบของน้ำจากอากาศ

ไอน้ำในอากาศที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ตกลงมาบนพื้นโลกมีหลายรูปแบบด้วยกัน ดังตาราง 1

ตาราง 1 รูปแบบของน้ำจากอากาศ

ชนิด	ขนาด (มิลลิเมตร)	สถานะ	คำอธิบาย
Mist	0.005-0.050	ของเหลว	ขนาดหยดน้ำขนาดใหญ่พอที่จะรู้สึกได้เมื่อตกใส่บนใบหน้า
Drizzle (ฝนปรอย)	>0.5	ของเหลว	ขนาดเล็กไม่สม่ำเสมอมักตกเป็นเวลาหลายๆ ชั่วโมง
Rain (ฝน)	0.5-0.7	ของเหลว	มีขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่กับพายุ
Sleet	0.5-0.5	ของเหลว	เม็ดเล็กกลมจนถึงเป็นก้อน มีอันตรายต่อยวดยาน
Giaze	1-20	ของเหลว	เป็นแผ่น ทำความเสียหายต่อต้นไม้ สายไฟ
Rime	ไม่แน่นอน	ของเหลว	คล้ายน้ำค้างแข็ง
Snow (หิมะ)	1-20	ของเหลว	เป็นผลึกมีรูปร่างเล็กๆ หกเหลี่ยม เข็มหรือ แผ่นมีความชื้นประมาณ 10%
Hail (ลูกเห็บ)	5หรือ ≥100	ของแข็ง	มีรูปร่างต่างๆ มักมากับพายุ Connective ความถ่วงจำเพาะ 0.7-0.9

Mahasarakham University

การศึกษาในห้องทดลอง ที่มา: (Lutgens & Tarbuck,1982) พบว่าในบรรยากาศที่สะอาดปราศจากฝุ่นละอองต่างๆ การควบแน่นของไอน้ำเป็นไปได้ยากมาก และต้องการสภาพไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่ง (Supper saturated ความชื้นเกิน 100 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์ความชื้นอิ่มตัวยวดยิ่งที่ต้องการสำหรับการเกิดเมฆจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่รัศมีของหยดน้ำลดลง ยกตัวอย่างในบรรยากาศที่สะอาดถ้ามีการรวมตัวเกิดหยดน้ำเล็กๆ ขนาดรัศมี 0.10 ไมโครเมตร ความชื้นในบรรยากาศต้องสูงถึง 340 เปอร์เซ็นต์ ในทางตรงกันข้าม ถ้าหยดน้ำมีรัศมีโตเกินกว่า 1.0 ไมโครเมตร ความชื้นอิ่มตัวในบรรยากาศเกิน 100 เปอร์เซ็นต์เล็กน้อยจะก่อตัวขึ้นเป็นเมฆได้

ในสภาพบรรยากาศทั่วไป การเกิดหยดน้ำเพื่อรวมตัวกันกลายเป็นเมฆ ต้องการปริมาณไอน้ำอิ่มตัวเกิน สภาพยวดยิ่งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะว่าในบรรยากาศมีอนุภาคเล็กๆ (Nuclei) เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีทั้งเป็นของแข็งและเป็นของเหลว มวลอนุภาคเหล่านี้มีพื้นที่ผิวรวมกันมีค่ามากเป็นผลให้เกิดการควบแน่น และการเกาะกลุ่มกันเกิดขึ้น อนุภาคเล็กๆ เหล่านี้เป็นผลมาจากการเกิดขึ้นตามธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ขี้เถ้าจากไฟไหม้ป่า

อนุภาคเหล่านี้มีขนาดตั้งแต่ 0.10-10 ไมโครเมตร นั้นหมายถึงว่าจะทำให้เกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำที่ความชื้นอิ่มตัวยวดยิ่ง 100 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ถ้าจะเกินก็ไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วอนุภาคเล็กๆในบรรยากาศเป็นจำนวนมากมีลักษณะเป็นอนุภาคไฮโกรสโคปิค (Hygroscopicnuclei) นั่นคืออนุภาคที่มีส่วนประกอบของน้ำรวมอยู่ในโมเลกุลของมัน การควบแน่นจะเริ่มเกิดขึ้น ที่อนุภาคเหล่านี้ที่ความชื้นต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคของเกลือบางชนิด เช่น แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำในทะเล เป็นอนุภาคที่มีส่วนประกอบของน้ำรวมอยู่ในโมเลกุลของมัน ดังนั้นถ้าในอากาศที่มีอนุภาคเหล่านี้ โดยเฉพาะอนุภาคไฮโกรสโคปิค เมฆจะสามารถเกิดขึ้นได้ที่ความชื้นสัมพันธ์ใกล้ๆ สำหรับอนุภาคที่เล็กกว่า 3 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นช่วงอนุภาค Aerosols อาจจะยังล่องลอยอยู่ในอากาศไม่ทำให้เกิดฝนตก

อนุภาคที่เป็นแกนทำให้ไอน้ำมาเกาะจนควบแน่น กลายเป็นหยดน้ำแบ่งได้เป็นสองชนิดด้วยกัน คือ อนุภาคเมฆควบแน่น และอนุภาคก้อนน้ำแข็ง อนุภาคชนิดหลังยังแบ่งออกได้เป็น อนุภาคเยือกแข็ง และอนุภาคข้ามสถานะ อนุภาคเหล่านี้มีผลต่อการควบแน่นที่อุณหภูมิต่างๆกันคือ

1. **อนุภาคเมฆควบแน่น** มีผลช่วงอุณหภูมิในช่วงจุดเยือกแข็ง (ที่สูงกว่าและต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง) เมื่อเกิดละอองน้ำก็ยังคงเป็นของเหลว ถึงแม้อุณหภูมิจะต่ำกว่าศูนย์ องศาเซลเซียสแบบเย็นจัด (Super cooled) อนุภาคประเภทนี้ ได้แก่ ฝุ่น-ควัน จากการเผาไหม้ ออกไซด์ของไนโตรเจน และอนุภาคของเกลือ ชนิดสุดท้ายมีผลมากในการควบแน่น ถึงแม้ความชื้นสูงเพียง 75 เปอร์เซ็นต์

2. **อนุภาคของน้ำแข็งเมื่อเกิดหยดน้ำขึ้นแล้วจะกลายเป็นน้ำแข็ง** โดยมีผลอยู่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -9 องศาเซลเซียสสำหรับอนุภาคเหยือกแข็ง ถ้าการควบแน่นเกิดการข้ามสถานะจากก๊าซกลายเป็นน้ำแข็ง (หิมะ) ทันทีอุณหภูมิที่มีผลต่ออนุภาคข้ามสถานะ จะต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส อนุภาคกรณีนี้ได้แก่ อนุภาคดินเหนียว เช่น คาโอลินมอนท์โมริลโลไนท์ เป็นต้น

Mahasarakham University

ตาราง 2 แสดงรายละเอียดของอนุภาคและอุณหภูมิที่มีผลต่อการควบแน่น อนุภาคที่แสดงในรูป ส่วนมากเป็นอนุภาคของดิน

อนุภาค	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		อนุภาค	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	เริ่มควบแน่น	ควบแน่นสมบูรณ์		เริ่มควบแน่น	ควบแน่นสมบูรณ์
Silver Iodide	-4.00	-10.00	Dust	-19.00	-27.50
Loam	-8.00	-23.00	Mart	-19.00	-27.50
Clay	-11.00	-23.00	Bentonite	-21.00	-30.00
Loess	-11.00	-22.50	Diatoms	-30.00	-39.00
Sand	-12.00	-26.00	Spores	-35.00	-38.00
Ash	-16.50	-27.00	Kaolin	-22.50	-30.00
Kyanite	-19.00	-28.00			

หลังจากที่ไอน้ำได้ก่อตัวเป็นหยดน้ำเล็กๆหรือเป็นละอองน้ำ ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหยดน้ำเล็กๆ จะค่อยๆ โตขึ้นจนสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยการแพร่กระจาย ใดยตัวเองนี้จำกัดอยู่ที่ส่วนย่อยของเมฆหรือหมอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร แต่บางส่วนอาจจะโตถึงขนาด 50 ไมโครเมตร ขนาดของหยดน้ำหรือ ผลึกน้ำน้ำแข็งที่ก่อตัวแล้วนี้ จะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคที่ไอน้ำมาเกาะในตอนแรกด้วย เนื่องจากขนาดของหยดน้ำหรือผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อยมาก ดังนั้นลมที่พัดขึ้นด้วยความเร็วประมาณ 0.432 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ก็สามารถทำให้มันลอยตัวอยู่ได้ การรวมตัวหรือการแผ่กระจายที่จะกลายเป็นผลมากที่สุดนั้นก็คือมีผลึกน้ำแข็งและมักจะเป็นกรณีเช่นนี้เสมอ

การกระทบหรือการรวมตัวกันของกลุ่มเมฆ และหยดน้ำ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการเกิดฝนตกการกระทบกันระหว่างกลุ่มเมฆ และหยดน้ำส่วนมากมักจะเกิดขึ้นจากการตกลงมาด้วยความเร็วที่แตกต่างกันซึ่งเนื่องจากขนาดที่แตกต่างกัน หยดน้ำที่ใหญ่กว่าจะตกลงมาเร็วกว่าและเมื่อกระทบกันจะรวมกันเป็นหยดน้ำที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งขบวนการนี้จะเกิดขึ้นหลายครั้ง ขนาดของหยดน้ำโตที่สุดอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ความเร็วที่ตกลงมาจะมีอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ความเร็วปลาย ดังแสดงในตาราง 3 ความเร็วปลายนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหยดน้ำด้วย หยดน้ำที่ใหญ่มากอาจแตกออกเป็นหยดน้ำเล็กๆ เนื่องจากอากาศมีความต้านทานมากขึ้น

ตาราง 3 ความเร็วของหยดน้ำฝนที่ตกลงมาในอากาศนิ่ง (P=1013.3 มิลลิบาร์)

ขนาด (มิลลิเมตร)	ความเร็วปลาย (ชั่งโมง/วินาที)
0.5	206
1.0	403

Mahasarakham University

ตาราง 3 ความเร็วของหยดน้ำฝนที่ตกลงมาในอากาศนิ่ง (P=1013.3 มิลลิบาร์) (ต่อ)

ขนาด (มิลลิเมตร)	ความเร็วปลาย (ซั่งโมง/วินาที)
1.5	541
2.0	649
3.0	806
4.0	883
5.0	909
5.5	915
5.8	917

ตาราง 4 การแบ่งกลุ่มของเมฆ

กลุ่มเมฆ	ชื่อ	ระดับความสูง (กิโลเมตร)
เมฆระดับสูง (High Clouds)	Cirrus,Ci	6-18
	Cirrostratus,Cs	6-18
	Cirrocumulus,Cc	6-18
เมฆระดับกลาง (Middle Clouds)	Altostratus,As	2-6
	Altcumulus,Ac	2-6
เมฆระดับต่ำ (Low Clouds)	Stratocumlus,Sc	0-2
	Stratus,Sa	0-2
	Nimbostratus,Ns	0-4
เมฆแนวดิ่ง (Clouds with vertical development)	Cumulus,Cu	0-3
	Cumulonimbus,Cs	0-3

การแบ่งชนิดของเมฆ ลุคโฮเวิด Luke Howard

นักชีววิทยาชาวอังกฤษได้รัยการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่แบ่งเมฆเป็นชนิดต่างๆ ซึ่งตีพิมพ์เผยแพรในปี พ.ศ.2343 (ค.ศ.1800) ซึ่งปัจจุบันยังใช้กันอยู่ ชื่อของเมฆใช้ภาษาลาตินโดยจำแนกจากรูปร่างที่ปรากฏและระดับความสูงที่เกิดเมฆตามความสูงหรือชื่อของเมฆในกลุ่มต่างๆ ลักษณะ และรูปร่างของเมฆ นอกจากนี้แล้วยังมีคำที่ใช้ในการบอกลักษณะของเมฆ

สเตรตัส (Stratus,Sa) หมายถึง ลักษณะเป็นชั้น
คิวมูลัส (Cumulus,Cu) หมายถึง ลักษณะเป็นกองสุม

Mahasarakham University

เซอร์รัส (Cirus)	หมายถึง เมฆชั้นสูง
อัลโต (Alto)	หมายถึง เมฆชั้นกลาง
นิมบัส (Nimbus)	หมายถึง ฝน

การเกิดฝนตกได้ตกอาศัยขบวนการลอยตัวของอากาศ เช่น การลอยข้ามสิ่งกีดขวางธรรมชาติ (Orographic) การลอยตัวเนื่องจากการประทะของมวลในอากาศ (Frontal) การหาความร้อน (Convection) และการพัดรวม (Convergence) และฝนจะแบ่งออกได้หลายประเภทดังนี้

1. **ฝนแบบออร์โรกราฟฟิค (Orographic Precipitation)** เกิดขึ้นเนื่องจากภูมิประเทศมีความลาดชันสูงขึ้น เช่น ภูเขาขวางกั้นกระแสการไหลของอากาศ และเป็นตัวผลักดันให้อากาศต้องยกตัวสูงขึ้น การยกตัวขึ้นของมวลอากาศข้ามที่สูง มีผลให้เกิดกระบวนการพัดรวม และเกิดความร้อนแตกต่าง ทำให้อากาศเสถียรภาพ ผลทำให้เกิดฝนตกทางด้านที่อากาศปะทะเมื่ออากาศพัดข้ามสันเขาไปแล้ว และลอยตัวต่ำลงความชื้นจำนวนมากหายไป อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นโอกาสที่จะมีฝนทางด้านนี้น้อยมาก

2. **ฝนตกแบบคอนเว็คทีฟ (Convective Precipitation)** เกิดขึ้นจากผิวโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ มวลอากาศที่อยู่บริเวณผิวโลกลอยตัวสูงขึ้น เกิดการขยายตัว น้ำหนักของมวลอากาศลดลงในระหว่างนี้ปริมาณไอน้ำเพิ่มมากขึ้น อากาศที่ร้อนและชื้นนี้เริ่มไม่มีเสถียรภาพและลอยตัวสูงขึ้น เกิดการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำและเกิดฝนในที่สุด ฝนแบบนี้อาจตกเล็กน้อยจนกระทั้งถึงตกหนักมาก

3. **ฝนแบบไซโคลนิค (Cyclonic Storm)** เกิดจากอากาศไนบริเวณความดันต่ำพัดวนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ซีกโลกเหนือ) บริเวณใกล้ผิวโลกและพัดหมุนวนเข้าหาศูนย์กลาง ขบวนการนี้จะมีการพัดรวมและการหมุนเรียกว่าไซโคลน มวลอากาศบริเวณศูนย์กลางจะถูกยกขึ้น ทำให้เกิดการพาความร้อนและความชื้นจากผิวโลกสู่ชั้นบรรยากาศที่สูงกว่า ขณะที่มวลอากาศเคลื่อนตัวลูงขึ้น อุณหภูมิจะลดลงแบบละเดียแบติคความชื้นเกิดการอิ่มตัว และเกิดการก่อตัวของเมฆและอาจมีฝนตามมา ฝนแบบไซโคลนนิคอาจเกิดการปะทะ ของมวลอากาศอุ่น ที่ยกตัวเหนือมวลอากาศเย็น ทางด้านหนึ่งของแนวปะทะ แบ่งได้เป็นฝนแนวปะทะอุ่น และฝนแนวปะทะเย็น

3.1 ฝนแนวปะทะอุ่น (Warm-Front Precipitation) เกิดจากมวลอากาศอุ่นไหลเข้าปะทะมวลอากาศเย็น ซึ่งทำตัวเหมือนแนวขวางกั้น อากาศอุ่นถูกดันให้ลอยสูงขึ้นเหนืออากาศเย็นในสองลักษณะคือ ลอยตัวแบบมีเสถียรภาพ จะเกิดฝนตกเล็กน้อยหรือปานกลาง และลอยตัวแบบไม่มีเสถียรภาพซึ่งจะเกิดฝนตกหนักมากตามแนวปะทะและตกอย่างต่อเนื่องจนผ่านแนวปะทะ

3.2 ฝนแบบแนวปะทะเย็น (Cold front Precipitation) เกิดจากมวลอากาศเย็นเคลื่อนตัวปะทะมวลอากาศอุ่น ซึ่งเป็นเหมือนแนวขวางกั้น มวลอากาศอุ่นจะถูกมวลอากาศเย็นเข้าแทรกถ้ามวลลอยแนวปะทะเย็นมีการเคลื่อนที่เร็ว มวลอากาศอุ่นจะถูกดันให้ลอยตัวขึ้นแบบปั่นป่วน เป็นผลให้เกิดการลอยตัวแบบไม่เสถียรภาพ เมฆก่อตัวในทางความสูงเกิดฝนตกขนาดปานกลาง และเกิดขึ้นเป็นบริเวณแคบตามแนวปะทะเย็นเคลื่อนตัวข้ามมวลอากาศอุ่นจะลอยตัวแบบมีเสถียรภาพ ฝนจะตกเป็นบริเวณกว้างทั้งด้านหน้าและด้านหลังแนวปะทะ

Mahasarakham University

3.3 ฝนแนวปะทะร่วม (Occluded fronts) เนื่องจากการเคลื่อนตัวของแนวปะทะเย็นเร็วกว่าแนวปะทะอุ่น หลังจากเวลาผ่านไประยะหนึ่ง แนวปะทะเย็นจะชนกับแนวปะทะอุ่นซึ่งอาจเป็นแบบแนวปะทะเย็นร่วม และแนวปะทะอุ่นร่วม

4. พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm) พายุฝนแบบนี้จะเป็นที่คุ้นเคยกันมาก โดยเฉพาะทางด้านเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปกติจะไม่แตกต่างระหว่างพายุเฮอริเคน ทอร์นาโด และ มิดแลทติจูดไซโคลนพายุทั้งสามนี้เป็นพายุหมุน สองพายุแรกมีขนาดเล็กกว่าพายุที่สามแต่มีความปั่นป่วนมากกว่า มิดแลทติจูดไซโคลนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 0.254 กิโลเมตรเท่านั้น แต่พายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดขึ้นจากการที่อากาศเคลื่อนที่ขึ้นลง แปรผันและกระโชกเป็นพักๆ การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะคิวมูลัส ระยะเมเจอร์ และระยะสลายตัว

4.1 ระยะคิวมูลัส มวลอากาศอุ่นและชื้น มีการลอยตัวขึ้นสูงเนื่องจากการพัดรวม การพัดพาความร้อน การปะทะกันของมวลอากาศเย็นและอุ่นหรือการลอยตัวข้ามที่สูงความชื้น เพิ่มขึ้นจากภายนอกเข้ามาในระบบ มวลอากาศเย็นลงแบบอะเดียบาติค เกิดเมฆคิวมูลัส และการควบแน่น เมฆจะลอยตัวขึ้นด้วยความเร็วประมาณ 160 กิโลเมตรต่อชั่งโมง

4.2 ระยะเมเจอร์ ถ้ามีความชื้นพอเพียงและเกิดสภาพไม่สมดุลกลุ่มเมฆจะเติบโตทางความสูง เมื่อถึงจุดหนึ่งที่แรงดึงขึ้นไม่สามารถทำให้หยดน้ำและผลึกน้ำแข็งลอยตัวอยู่ได้และเริ่มลดลง ขณะที่ตกลงมาจะเกิดแรงเสียดทานและความเย็น มีผลกระทบต่ออากาศอุ่นทำให้เกิดแรงดูดลง ซึ่งมักจะเป็นบริเวณที่แรงดูดขึ้นอ่อนแรง ดังนั้น ในสภาวะนี้หยดน้ำและผลึกน้ำแข็งจะมีการเคลื่อนไหวขึ้นลง อย่างสับสน เมื่อแรงดูดลงมีกำลังพอหยดน้ำหรือผลึกน้ำแข็งจะหลุดออกมาจากฐานล่างของเมฆ เกิดเป็นลูกเห็บก่อน ตามด้วยลมและฝนอย่างรุนแรง อุณหภูมิจะลดลงอย่างรวดเร็ว

4.3 ขั้นสลายตัว เมื่อแรงดึงขึ้น หรือแรงลมที่พัดขึ้นมีความถี่ลดลงและอ่อนกำลังกว่าแรงดูดลงมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลง ประกอบกับแรงดูดขึ้นไม่มีกำลังพอ ที่จะต้องเพิ่มให้ควบแน่นค่อยๆหายไป หรือมีลักษณะเป็นหมอกบางๆ ลอยเป็นขั้นๆ พายุฝนลักษณะนี้มักจะมีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่าเกิดขึ้นเนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากันในอากาศและระหว่างกลุ่มเมฆกับพื้นดินที่มีประจุตรงกันข้าม

5. ร่องความกดอากาศ ปรากฏการณ์นี้เป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ ซึ่งมักจะพาดผ่านบริเวณหรือใกล้เส้นศูนย์สูตร โดยพาดผ่านแนวตะวันตก-ตะวันออก เป็นร่องที่อยู่ระหว่าความกดอากาศสูง สองแห่ง คือทางด้านเหนือและทางด้านใต้ เนื่องจากเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ บริเวณความกดอากาศสูงจะไหลเข้าบริเวณร่องความกดอากาศต่ำ เรียกว่า เป็นลมฝ่ายเหนือและฝ่ายใต้ การไหลปะทะกันของมวลอากาศและลอยตัวขึ้นในบริเวณนี้ทำให้เกิดเมฆ และมีฝนตกหนาแน่นมากร่องความกดอากาศต่ำเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ร่องมรสุม หรือแนวปะทะแห่งเขตร้อน

6. ฝนเทียม ฝนเทียมคือฝนที่ไม่ได้ก่อตัวขึ้นโดยธรรมชาติ แต่มนุษย์ได้พยายามสร้างเงื่อนไขขึ้นเพื่อให้เกิดฝนตกขบวนการแรกคือการสร้างเมฆโดยการโปรยเม็ดน้ำแข็งแห้งเล็กหรือ ซิลเวอร์ไอโอไดด์ สารประกอบทั้ง สองนี้ทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้เกิดการควบแน่น ในเมฆที่มีความเย็นมาก การใช้น้ำแข็งแห้งจำเป็นต้องใช้เครื่องบินหรือบอลลูนขึ้นไปโปรยซิลเวอร์ไอโอไดด์ จะมีผลมากที่สุด ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นไอ การโปรยอาจทำได้ทางอากาศหรือจากสถานีบนพื้นดินสำหรับซิลเวอร์ไอโอไดจะสลายตัวเมื่อถูกแสงแดดทำให้ลดประสิทธิภาพลง แต่การฉีดพ่นจากพื้นดินเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการทำฝนเทียมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกันคือ ระดับความสูงของฐานเมฆ และส่วนบนของฐานเมฆ

Mahasarakham University

อุณหภูมิของเมฆ ความหนาแน่นของเมฆทั้งด้านในและด้านนอก ความเร็วของการลอยตัวและการกระจายเป็นปริมาณความหนาแน่นของละอองน้ำในเมฆ การกระจายของอนุภาคที่มีอยู่เดิมและเพิ่มเข้าไปโดยการโปรยสารเคมี แบ่งออกเป็น สองวิธีคือ แบบสถิตกับแบบพลวัต แบบสถิตจะโปรยสารเคมีในอัตราประมาณหนึ่ง อนุภาคต่อลิตรของอากาศแบบพลวัตในอัตรา 100-1000 อนุภาคต่อลิตรของอากาศ เกิดการดูดความร้อนเมฆเย็นตัวลง เมื่อการกระจายของอุณหภูมิประมาณ 0-20 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นจุดที่เกิดน้ำแข็ง ดังนั้นโอกาสที่ฝนจะตกเป็นไปได้มาก

การทำฝนเทียมโดยใช้อนุภาคแบบเยือกแข็งไม่ค่อยได้ผลในเมฆอุ่น ทั้งนี้เนื่องจากขาดหยดน้ำเย็นจัดในเมฆดังกล่าว หยดน้ำเกิดขึ้นได้ก้อต่อเมื่อเกิดการกระทบกันหรือหลอมตัวรวมกันของละอองน้ำ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อหยดน้ำมีขนาด 20 ไมโครเมตร การใช้เกลือแกง และน้ำฉีดพ่น เป็นฝอยจากเครื่องบินได้รับผลสำเร็จบ้างจากการทดลอง และพบว่าได้ผลดีขึ้นเมื่อฉีดพ่นที่ใต้ฐานเมฆ อย่างไรก็ตาม จนถึงปัจจุบันนี้การทำฝนเทียมก็ยังมีปัญหาอยู่ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านฟิสิกส์ของเมฆ หาข้อมูลทางด้านสถานีวัดน้ำฝนที่ดีกว่าปัจจุบัน เป็นต้น ผลจากการทำฝนเทียมที่มีต่ออุณหภูมิ อุทกวิทยา และอื่นๆ ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก

อัตราการตกของฝน

ปริมาณฝนที่ตกลงมาอาจจะบอกในหน่วยปริมาตรหรือปริมาตรต่อหน่วย เวลาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าเป็นเครื่องมือแบบใด ถ้าเป็นแบบเครื่องมือธรรมดาทั่วๆไป จะไม่สามารถบอกถึงอัตราการตกต่อหน่วยเวลาได้ ในประเทศไทยจะใช้เครื่องมือวัดนี้เป็นส่วนมาก เนื่องจากเครื่องวัดแบบอัตโนมัติค่อนข้างแพง ดังนั้นในประเทศไทยจึงใช้หน่วยปริมาตรบอกความหนักเบาของฝนที่ตกในช่วงหนึ่งวัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ฝนวัดปริมาณไม่ได้	< 0.1	มิลลิเมตร
ฝนตกเล็กน้อย	0.1-10	มิลลิเมตร
ฝนตกปานกลาง	10-25	มิลลิเมตร
ฝนตกหนัก	25-90	มิลลิเมตร
ฝนตกหนักมาก	> 90	มิลลิเมตร

ปริมาณฝนตกเฉลี่ย

เนื่องจากการกระจายของปริมาณน้ำฝนเหนือพื้นที่มีค่าไม่เท่ากันถ้าจะใช้ข้อมูลทุกสถานีมาใช้งานในการออกแบบจะทำให้เกิดความไม่สะดวก จึงได้มีการหาค่าตัวแทนนั้นคือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนทั้งพื้นที่รับน้ำ ซึ่งหามาจากข้อมูลโครงข่ายสถานีทั้งหมด ค่าเฉลี่ยที่หาได้จะใช้ได้ดีหรือถูกต้องแค่ไหนขึ้นอยู่กับการกระจายของสถานีว่ามีทั่วถึงตลอดทั้งพื้นที่หรือไม่

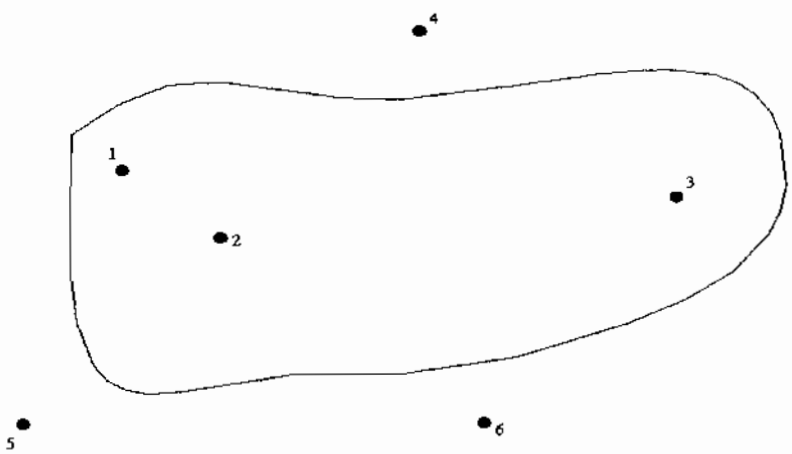
Mahasarakham University

การหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

บนพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำแต่ละแห่งมักจะมีสถานีวัดน้ำฝนอยู่หลายสถานี ซึ่งเมื่อทำการเก็บข้อมูลปริมาณฝนในแต่ละวัน แต่ละเดือน แต่ละฤดู แต่ละปี หรือในช่วงที่เกิดพายุฝนแต่ละครั้งจะได้ข้อมูลปริมาณฝนที่สถานีวัดน้ำฝนต่างๆ เป็นตัวเลขที่ไม่เท่ากัน โดยในการนำตัวเลขที่ได้ไปใช้ในงานทางอุทกวิทยาจำเป็นต้องหาค่าปริมาณฝนที่เป็นตัวแทนของปริมาณฝนที่ตกกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งมักจะคำนวณออกมาเป็นปริมาณฝนเฉลี่ย (Average precipitation) บนพื้นที่ที่พิจารณา โดยมีวิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยที่ใช้กันโดยทั่วไป 3 วิธี คือ

1.วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic-mean method)

เป็นวิธีหาปริมาณฝนเฉลี่ยที่ง่ายและรวดเร็วโดยหาได้จากการนำค่าปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนภายในลุ่มน้ำทุกสถานีมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสถานีวัดน้ำฝน จะได้ปริมาณฝนเฉลี่ยภายในลุ่มน้ำตามต้องการ



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างพื้นที่สุ่มน้ำและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่ามีสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 6 สถานี ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ภายในลุ่มน้ำ 3 สถานี และสถานีวัดน้ำที่อยู่รอบๆ ลุ่มน้ำอีก 3 สถานี สามารถหาปริมาณฝนเฉลี่ยได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนที่อยู่ภายในลุ่มน้ำ 3 สถานี คือ

ปริมาณฝนเฉลี่ย $\overline{P} = \frac{1}{3}(P_1 + P_2 + P_3)$ .....(1)

Mahasarakham University

ดังนั้น เมื่อสถานีวัดน้ำฝนภายในลุ่มน้ำจำนวน n สถานี สามารถหาปริมาณฝนเฉลี่ยได้ดังสมการ

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \bar{P} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ n คือ จำนวนสถานีวัดน้ำฝนภายในลุ่มน้ำที่พิจารณา

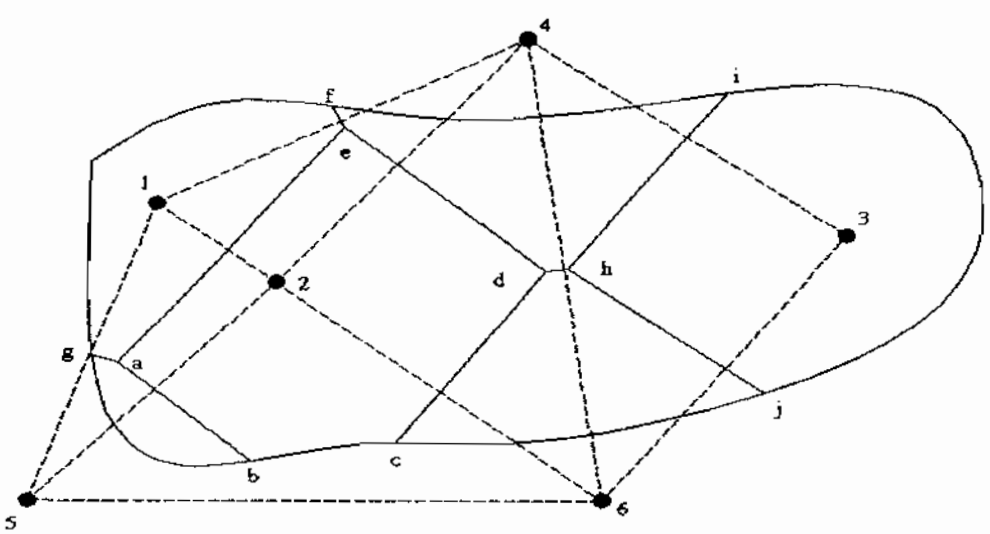
P_i คือ ปริมาณฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่ i

วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์จะให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่นำมาเป็นตัวแทนได้ก็ต่อเมื่อ

1. ลุ่มน้ำหรือบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็นที่ราบกล่าวคือไม่มีอิทธิพลของแนวเขตภูเขาที่จะมีผลทำให้ฝนตกไม่สม่ำเสมอตลอดทั่วพื้นที่
2. สถานีวัดน้ำฝนจะต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ
3. ปริมาณฝนของแต่ละสถานี จะต้องมีค่าที่ไม่แตกต่างจากปริมาณฝนเฉลี่ยมากนัก

2. วิธีของทิสเสน (Thiessen method)

จะพิจารณาว่า ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง จะมีอาณาบริเวณครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนที่อยู่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนนั้นๆ ซึ่งการกำหนดพื้นที่ที่ล้อมรอบสถานีที่วัดน้ำฝนจะกำหนดได้จากการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสน (Thiessen method) เช่น เมื่อสถานีวัดน้ำฝน 6 แห่ง สามารถเขียนพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนได้ดัง ภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน

Mahasarakham University

พิจารณาภาพประกอบ 3 มีขั้นตอนในการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนดังนี้

1. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบๆพื้นที่ที่ต้องการหาปริมาณฝนเฉลี่ย

2. ลากเส้นตรง (เส้นประ) เชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่ง ที่อยู่ใกล้กัน โดยที่เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน จะได้รูปโครงข่ายสามเหลี่ยม (Network of triangles)

3. ลากเส้นตรง (เส้นทึบ) แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จะได้รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง ดังเช่นสถานีวัดน้ำฝนที่ 1 ล้อมรอบด้วยด้าน Aefg และสถานีวัดน้ำฝนที่ 2 ล้อมรอบด้วยด้าน Abcde เป็นต้น

4. วัดขนาดพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ครอบคลุมสถานีวัดน้ำฝนแต่ละรูป โดยอาจจะใช้วิธีนับจุดในกระดาษกราฟใสที่วางทับบนพื้นที่หรือใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ที่เรียกว่าเพลนนิมิเตอร์ (Planimeter) จะได้พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนเป็น $A_1, A_2, \ldots\ldots\ldots, A_6$ จากนั้น จึงนำพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ได้นี้ไปคำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยต่อไป

เมื่อกำหนดให้ $P_1, P_2, \ldots, P_6$ คือปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีที่ 1,2,...,6 ตามลำดับดังนี้

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \ldots + P_6A_6}{(A_1 + A_2 + \ldots + A_6)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝน n สถานี สามารถเขียนสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \bar{P} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} P_iA_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

โดยที่ $\bar{P}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ย n แห่ง

P_i คือ ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ i

A_i คือ พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนที่ i และ A คือ พื้นที่รับน้ำฝนรวมมีค่า เท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} A_i$

การเลือกใช้วิธีทิสเสน มีสิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ดังนี้

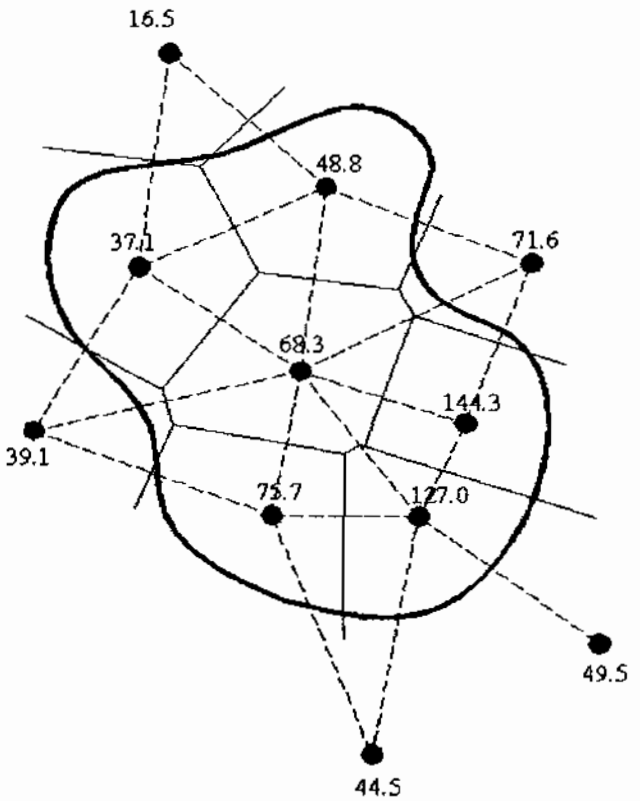
1. วิธีของทิสเสน มีหลักการที่ดีกว่าวิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ เพราะสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอ

2. วิธีของทิสเสน เมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝนผิดพลาดจะมีผลทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก

3. การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวภูเขาขวางกั้นหรือเป็นลักษณะที่ลุ่มๆ ดอนๆ ก็จะทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

Mahasarakham University

4. ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้ง นั่นคือ ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

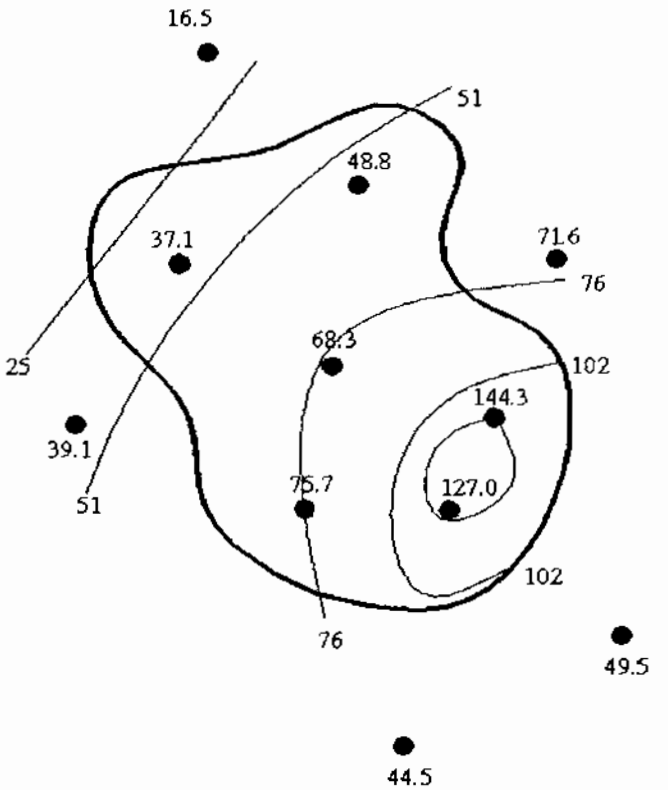


ภาพประกอบ 4 รูปหลายเหลี่ยมตามวิธีของทิสเสน

3. วิธีเส้นชั้นน้ำฝน (Isohyetal method)

วิธีนี้จะเป็นการลากเส้นชั้นน้ำฝน ซึ่งหมายถึงเส้นที่ลากผ่านบริเวณที่มีความลึก หรือปริมาณฝนเท่ากัน โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนเป็นหลัก และพิจารณาแผนที่ประเทศ โดยดูสภาพภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศ และทิศทางพายุฝน เป็นต้น มาประกอบการลากเส้นชั้นน้ำฝน ดังตัวอย่างการลากเส้นชั้นน้ำฝน ดังภาพประกอบ 5 ซึ่งการลากเส้นชั้นน้ำฝนนี้จะได้ผลใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงก็ต่อเมื่อมีสถานีวัดน้ำฝนเป็นจำนวนมากจึงจะได้แนวเส้นชั้นน้ำฝนที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 5 เส้นชั้นน้ำฝน

การหาปริมาณฝนเฉลี่ยโดยวิธีเส้นชั้นน้ำฝน มีหลักการดังต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดสถานีวัดน้ำฝนละปริมาณฝนลงแผนที่ทั้งในบริเวณพื้นที่รับน้ำฝน และบริเวณล้อมรอบขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝน

2. ตรวจดูแนวโน้มของเส้นชั้นน้ำฝน และกะประมาณด้วยสายตา จากนั้นจึงลากเส้นชั้นน้ำฝน โดยพยายามให้เส้นโค้งราบเรียบ ซึ่งวิธีการลากเส้นชั้นน้ำฝนนี้จะคล้ายกับการลากเส้นระดับความสูง (Contour lines) ในวิชาการสำรวจ จากนั้นจึงหาปริมาณฝนเฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้นที่อยู่ใกล้กันได้ $P_1, P_2, ..., P_n$ โดยที่ n คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้น

3. หาพื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้นที่อยู่ใกล้เคียงกัน และอยู่ภายในขอบเขตของพื้นที่รับน้ำจะได้พื้นที่ $A_1, A_2, ..., A_n$

4. คำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยได้ดังสมการ

ปริมาณฝนเฉลี่ย $$\bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + ... + P_nA_n}{A_1 + A_2 + ... + A_n} \quad \text{.....(5)}$$

หรือ $$\bar{P} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} P_iA_i \quad \text{.....(6)}$$

Mahasarakham University

โดยที่ $\bar{P}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่รับน้ำ

N คือ จำนวนปริมาณฝนเฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้น

P_i คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้นที่อยู่ใกล้เคียงกัน

A_i คือ พื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้นที่อยู่ใกล้เคียงกัน

A คือ พื้นที่รับน้ำฝนรวมภายในลุ่มน้ำมีค่าเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} A_i$

ถ้าผลคำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้ มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าลักษณะ การตกของฝนมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่พิจารณา

การประมาณค่าของมูลน้ำฝนที่ขาดหายไป (Estimating missing rainfall data)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลที่สำคัญในงานวิเคราะห์และออกแบบทางอุทกวิทยา ในหลายๆ กรณีการตรวจวัดข้อมูลอาจไม่ครบถ้วนทำให้ข้อมูลขาดหายไปบ้าง ในการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องมีข้อมูลครบถ้วนในทุกสถานี จึงจำเป็นด้อองอาศัยเทคนิคการประมาณค่าข้อมูลสำหรับข้อมูลที่ขาดหายไป วิธีการประมาณค่าข้อมูลนั้นมีหลายวิธี อาทิ วิธีเฉลี่ยจากสถานีข้างเคียง (Station-mean method) ซึ่งเป็นวิธีง่ายที่สุด ในขณะที่ วิธีอัตราส่วนปกติ (Normal-ratio method) และวิธี Quadrant ใช้การเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted mean) มาใช้ในการประมาณค่า โดยวิธีอัตราส่วน ปกติจะพิจารณาปริมาณน้ำฝนปกติรายปี (Normal annual rainfall) ของแต่สะสถานี ส่วนวิธี Quadrant จะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีที่ข้อมูลหายไปกับสถานีข้างเคียง

1. วิธีเฉลี่ยจากสถานีข้างเคียง (Station-Mean Method)

วิธีนี้จะให้ความสำคัญกับข้อมูลของทุกสถานีเท่าๆ กัน สามารถใช้ได้ในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนปกติรายปี (Normal annual rainfall) ของสถานีที่ข้อมูลหายไป กับสถานีข้างเคียง มีค่าต่างกันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

$$P_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \quad \text{.....(7)}$$

เมื่อ P_x คือ ปริมาณฝนของสถานีที่ข้อมูลหายไป

P_i คือ ปริมาณฝนของสถานีข้างเคียง

N คือ จำนวนสถานีข้างเคียง ปกติเลือกใช้ประมาณ 3 สถานี

2. วิธีอัตราส่วนปกติ (Normal-Ratio Method)

เลือกใช้กรณีปริมาณน้ำฝนปกติรายปีต่างกันมาก (เกิน 10 เปอร์เซ็นต์)

Mahasarakham University

$$P_x = \sum_{i=1}^{n} W_i \cdot P_i \text{ โดยที่ } W_i = \frac{N_x}{N_i} \quad \text{.....(8)}$$

เมื่อ N_x คือ ปริมาณฝนปกติรายปีของสถานีที่ข้อมูลหายไป

N_i คือ ปริมาณฝนปกติรายปีของสถานีข้างเคียง

3. วิธี Quadrant

วิธี Quadrant สามารถเลือกใช้กรณีปริมาณน้ำฝนปกติรายปีต่างกันมากได้เช่นกัน โดยใช้ค่าส่วนกลับของระยะทางยกกำลังสองมาใช้คำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก วิธีนี้เหมาะกับบริเวณที่การกระจายตัวของสถานีไม่สม่ำเสมอเนื่องจากนำระยะทางระหว่างสถานีมาพิจารณาด้วย

$$P_x = \sum_{i=1}^{n} W_i \cdot P_i \text{ โดยที่ } W_i = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^2}} \quad \text{.....(9)}$$

เมื่อ d_i^2 เป็นระยะทางระหว่างสถานีที่ข้อมูลหายไปกับสถานีข้างเคียงยกกำลังสอง

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของข้อมูล และการผสมผสานข้อมูลจากแหล่งต่างๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นหลักที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างจากโปรแกรมอื่นๆที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียวซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Non-spatial data) มาใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) เมื่อเปรียบเทียบกับ "การทำแผนที่" (map) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่จะสามารถใช้ข้อมูลที่หลากหลายกว่าเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และคาดการณ์อนาคตหรือสร้างผลลัพธ์ในรูปแผนที่ที่เรายังคาดการณ์ไม่ถึง

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะได้ ทำให้การวิเคราะห์ที่ต้องการจึงมีความซับซ้อนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้หลายๆ อย่าง เช่น

Mahasarakham University

1. การสอบถามข้อมูลการหาที่ตั้งโดยผู้ใช้ฐานข้อมูลสามารถสอบถามได้ว่ามีอะไรอยู่ที่ไหน เป็นคำถามที่สามารถตอบได้ด้วย GIS ซึ่งหากมีการเตรียมแผนที่ GIS ได้อย่างถูกต้องทำให้ผู้สอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลสามารถตอบคำถามได้ว่าจุดที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน ตั้งอยู่ที่ตำบล หรืออำเภอ หรือจังหวัดใดหรืออาจจะอยู่ใกล้กับถนนใด เพื่อให้ง่ายต่อการไปถึงจุดที่ต้องการและสามารถสอบถามรายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมได้และทำให้เราทราบถึงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้

2. การสอบถามข้อมูลโดยการตั้งเงื่อนไข โดยตั้งเงื่อนไขในการสอบถามหรือวิเคราะห์ข้อมูลว่าสิ่งที่สอบถามนั้นอยู่ที่ไหน มีปริมาณน้ำฝนเท่าใด จะช่วยให้เห็นภาพรามมากขึ้น เป็นประโยชน์ในการวางแผนและบริหารจัดการ

3. การสอบถามข้อมูลถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง โดยที่ผู้ใช้ฐานข้อมูล GIS สามารถสอบถามข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในฐานข้อมูลที่รวบรวมไว้ว่าในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมามีอะไรในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

4. การสอบถามข้อมูลรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในการสอบถามข้อมูลถึงรูปแบบของสิ่งที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ จะต้องใช้การแสดงแผนที่หรือข้อมูลในรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่เพื่อดรวจสอบดูว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในด้านพื้นที่เป็นอย่างไร

5. การสอบถามข้อมูลด้วยการสร้างแบบจำลอง (Modeling) ซึ่งในการจัดทำแบบจำลองสถานการณ์นี้สามารถทำให้ผู้ใช้ฐานข้อมูลซึ่งจะต้องมีความรู้ด้าน GIS มาบ้างสามารถใช้งานได้ในการกำหนดรูปแบบจำลองโดยใช้ฐานข้อมูลและทำให้คาดการณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปหากมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือตัวแปรใดๆในฐานข้อมูล เช่น การเตรียมข้อมูลสภาพพื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มเชิงเขาในหมู่บ้านมีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย และคาบของปริมาณน้ำฝนเป็นอย่างไร เพื่อให้สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้นในเรื่องของปริมาณฝนที่ตกรวมถึงการไหลเข้าของน้ำ และการไหลออกของน้ำจากพื้นที่ศึกษาเพื่อตรวจดูความสมดุลของน้ำที่ชะล้างลงมาสู่พื้นที่ว่าสามารถระบายออกจากพื้นที่ได้ทันเวลาหรือไม่ หรือจะต้องท่วมเป็นเวลากี่ชั่วโมงหรือกี่วันผู้ใช้จึงสามารถจำลองสถานการณ์ได้ว่าหากฝนตกมาในปริมาณ 1000 มิลลิเมตรจะท่วมหรือไม่บริเวณใดบ้างได้รับผลกระทบ

การประมาณปริมาณน้ำฝนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่

เป็นการนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากข้อมูลพิกัดสถานีตรวจวัดอากาศ โดยทำการประมาณค่าข้อมูลจากข้อมูลสถานีวัตปริมาณน้ำฝนที่ทราบค่าแล้ว ไปยังบริเวณข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ยังไม่ทราบค่ามาทำการทดสอบและเปรียบเทียบ มีอยู่หลายวิธี โดยได้นำเสนอมา ณ ที่นี้ 3 วิธีการ คือ

1. Trend Surface Analysis
2. Kriging
3. Inverse Distance Weight

โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Mahasarakham University

1.วิธี Trend Surface Analysis

เป็นวิธีการประมาณการข้อมูลเพื่อกระจายข้อมูลเชิงพื้นที่โดยทำการประมาณค่าของข้อมูลจากจุดที่ทราบค่าข้อมูลด้วยสมการโพลีโนเมียล และทำการประมาณค่าข้อมูลสมการโพลีโนเมียลอันดับต่างๆ โดยมีสมการดังต่อไปนี้

First – order trend surface

$$z_{(x,y)}=b_0+b_1x+b_2y \quad \text{.....(10)}$$

Second – order trend surface

$$z_{(x,y)}=b_0+b_1x+b_2y+b_3x^2+b_4xy+b_5y^2 \quad \text{.....(11)}$$

Third – order trend surface

$$z_{(x,y)}=b_0+b_1x+b_2y+b_3x^2+b_4xy+b_5y^2+b_6x^3+b_7x^2y+b_8xy^2+b_9y^3 \quad \text{.....(12)}$$

เมื่อ $z_{(x,y)}$ คือ ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)
(x,y) คือ พิกัดที่ตั้งตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากข้อมูลพิกัดสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพื่อหาสมการโพลีโนเมียลอันดับต่างๆ และสมการโพลีโนเมียลที่ประมาณได้ ประมาณปริมาณฝน ตรงจุดที่ยังไม่ทราบข้อมูล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลพิกัดที่ตั้งสถานีน้ำฝน
2. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน
3. ใช้ข้อมูลพิกัดสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาประมาณค่าในสมการโพลีโนเมียลอันดับต่างๆ
4. ใช้สมการโพลีโนเมียลที่ประมาณได้ประมาณปริมาณน้ำฝนตรงที่เราอยากทราบข้อมูล

2. วิธี Kriging

จะทำการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จากค่าถ่วงน้ำหนัก โดยค่าถ่วงน้ำหนักได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ข้อมูลทุกคู่ที่จดบันทึกได้ ณ สถานีตรวจวัดอากาศสองสถานีที่ห่างกันเป็นระยะต่างๆ ทุกคู่สถานีในพื้นที่ทำการศึกษา และแสดงความสัมพันธ์ในรูปวาริโอแกรม และใช้โมเดลทาง

Mahasarakham University

คณิตศาสตร์คำนวณหาค่าสถิติที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล คือ Semi varianceจะถูกคำนวณโดยสมการดังนี้

$$\gamma(h)=\frac{1}{2n}\sum_{k=1}^{n}(z(x_i)-z(x_i+h))^2 \quad \text{.....(13)}$$

เมื่อ h คือ ระยะทางระหว่างที่ทราบค่าข้อมูล (lag)
n คือ จำนวนคู่ของการเปรียบเทียบ
z(x) คือ ค่าของตัวแปร z ที่ตำแหน่ง x
z(x+h) คือ ค่าของตัวแปร z ที่ตำแหน่ง x+h

เมื่อนำค่าเซมิวาเรียนซ์ (γ) ไปสร้างกราฟกับค่าของระยะทางที่มีทิศทาง (h) จะได้กราฟที่เรียกว่าเซมิวาริโอแกรม โดยให้ค่าเซมิวาเรียนซ์เป็นค่าที่อยู่บนแกน y และระยะทาง (lag distance) ระหว่างจุดที่ทราบค่าข้อมูลเป็นค่าที่อยู่บนแกน x ซึ่งเซมิวาริโอแกรม เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของเซมิวาเรียนซ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางหรือเป็นเครื่องมือพื้นฐานทางสถิติเชิงพื้นที่ในการศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของตัวแปรเชิงพื้นที่ และเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความแปรปรวนของตัวแปรที่อ้างอิงกับตำแหน่งได้

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลพิกัดสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณฝนเพื่อประมาณค่าถ่วงน้ำหนักและหาโมเดลที่เหมาะสมในการหาค่าและนำโมเดลที่เหมาะสมที่ได้ประมาณค่าปริมาณฝน ณ จุดที่ต้องการทราบค่าข้อมูล มีขั้นตอนประมาณค่าดังนี้

1. ข้อมูลพิกัดที่ตั้งสถานีน้ำฝน
2. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน
3. ประมาณค่าถ่วงน้ำหนัก โดยวิเคราะห์ค่า Semi variance
4. นำค่า Semi variance (γ) ไปสร้างกราฟ เซมิวาริโอแกรม
5. พารามิเตอร์ Sill, range และ nugget กำหนดรูปร่างของเซมิวาริโอแกรม
6. เลือกโมเดลที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณเซมิวาริโอแกรม
7. นำโมเดลที่เหมาะสมที่ได้ ประมาณปริมาณฝน ณ จุดที่ต้องการทราบข้อมูล

3. วิธี Inverse Distance Weight (IDW)

Inverse Distance Weighted Interpolation (IDW) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Exact Local Deterministic Interpolation โดยหลักของตำแหน่งใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าจุดต่อไปซึ่งจุดทราบค่าที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีความสำคัญหรือมีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการประมาณค่า (ภาพประกอบ 6) จุดไม่ทราบค่าจะได้รับอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าระดับของอิทธิพลแปรผกผันกับระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้น

Mahasarakham University

ตามค่ากำลังการเลือกค่ายกกำลัง (Power) ในวิธี IDW ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการประมาณค่าสำหรับค่ายกกำลังมีค่ามากจุดล้อมรอบค่าที่ไม่ทราบค่า (Neighbor) ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีอิทธิพลมากซึ่งการเลือกจำนวนจุดที่ล้อมรอบมากจะส่งผลทำให้พื้นผิวมีความราบเรียบน้อยลงโดยมีรูปแบบของสมการ

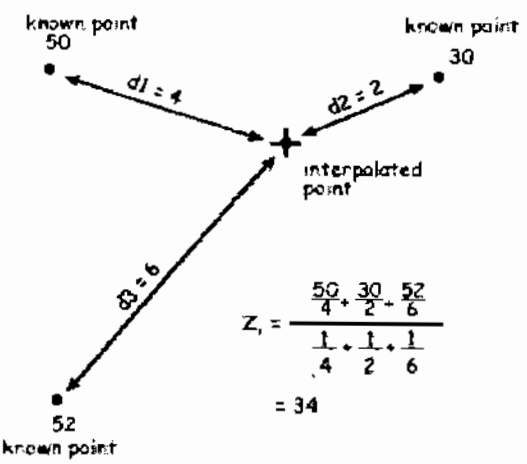
$$z_j = \frac{\sum_i \frac{z_i}{d_{ij}^n}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^n}} \quad \text{.....(14)}$$

เมื่อ z_i คือ เป็นค่าของจุดที่ทราบค่า

d_{ij} คือ เป็นระยะทางจากจุดที่ทราบค่า

z_j คือ เป็นจุดที่ไม่ทราบค่า

n คือ เป็นเลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือก (มักจะเป็น 1,2,3)



ภาพประกอบ 6 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้ว

ข้อดีของการใช้วิธี IDW จะให้ความสำคัญหรือมีค่าถ่วงน้ำหนักมากกับจุดที่ทราบค่าที่ใกล้เคียงที่สุดมาประมาณค่าหรือตำแหน่งใกล้เคียงจะมีอิทธิพลมาก มาทำการประมาณ ส่งผลให้การประมาณค่าน้ำฝนมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง

ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้จะนำวิธีการ Inverse Distance Weight (IDW) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาทดสอบในการประมาณปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูล

Mahasarakham University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรงค์ศักดิ์ คงหา (บทคัดย่อ : 2554) นำเสนอ การประเมินปริมาณน้ำฝนในพื้นที่มหาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคามมีพื้นที่สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่จัดตั้งขึ้นในเขตจังหวัดมหาสารคามเพื่อรองรับการจัดการเรียนการสอน การวิจัยและการบริหารงานด้านต่างๆจำนวนหลายแห่ง รวมเนื้อที่ทั้งหมด 3,592 ไร่ ซึ่ง ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดมหาสารคาม เป็นพื้นที่ค่อยข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 130-230 เมตร สภาพน้ำฝน (pattern) ในแต่ละเดือนของจังหวัดมหาสารคาม โดยปกติจะเริ่มราว เดือนเมษายน โดยมีปริมาณน้ำฝน 116.48±25.75 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 10 ปี 2542-2551) ปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นเป็น 212.63±31.55 มิลลิเมตร ในเดือนพฤษภาคม ปริมาณสูงสุดอยู่ในเดือนสิงหาคม (231.33±27.19 มิลลิเมตร) และ เดือนกันยายน (286.58±36.96 มิลลิเมตร) ตามลำดับ ก่อนที่ปริมาณจะลดลงอย่างรวดเร็วใน เดือนตุลาคมและฤดูฝนสิ้นสุดในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือน 10 ปีย้อนหลัง พบว่า เดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสะสมมากที่สุด คือ 286.58±36.69 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนทั้งปี 1384.27±219.08 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 10 ปี 2542-2551) เมื่อมีข้อมูลทำการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอีสระกับตัวแปรตามโดยการใช้โปรแกรม Systat ช่วยในการหาค่าเมื่อได้ค่าตัวแปรต่างๆ ก็นำมาคำนวณแทนค่าใน P= f (T , H , E , W , Pr) , P= ax1 + bx2 + fx3 + gx4 + ix5 , P= a(T) + b(H) + f(E) + g(W) + i(PR) จากการประเมินค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามถ้าค่าที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม Systat เมื่อนำค่าปริมาณฝนที่ได้จากการคำนวณของสมการที่สร้างขึ้นมาเปรียบเทียบกับปริมาณฝนที่วัดจริงจากการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองได้รูปแบบสมการและความแม่นยำของสมการ เช่น การประเมินปริมาณฝนรายวัน V^{R2}=0.59 การประเมินปริมาณฝนรายเดือน V^{R2}=0.89 การประเมินปริมาณรายปี V^{R2}=0.68 ในพื้นที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย ก็มีความสำคัญจากการได้ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน ทั้งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน รายเดือนและรายปี เพื่อหาปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ดังกล่าว

ปริวรรต หาริตะวัน (บทคัดย่อ : 2550) นำเสนอการคำนวณปริมาณน้ำท่าโดยวิธี SCS ด้วยข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีประมาณค่าปริมาณการไหลหลากของน้ำตามผิวดินออกจากพื้นที่รับน้ำ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่หาค่าหมายเลขเส้นโค้ง (CN) และค่าปริมาณเก็บกักสูงสุด (S) แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำหลากตามผิวดิน (DR) โดยใช้ข้อมูลฝนตั้งแต่ วันที่ 1 เมษายน 2540–31 มีนาคม 2544 ในการศึกษาได้ใช้ลุ่มน้ำชีในเขตพื้นที่ที่จังหวัดมหาสารคามเป็นพื้นที่ในการศึกษา โดยมีลุ่มน้ำย่อยครอบคลุมอยู่ 11 ลุ่มน้ำย่อย มีสถานีวัดน้ำท่าอยู่ในพื้นที่ศึกษาอยู่ 3 สถานี ซึ่งมีแม่น้ำชีไหลผ่านประมาณ 60 กิโลเมตร ครอบคลุม 3 อำเภอ คือ อำเภอโกสุมพิสัย อำเภอกันทรวิชัย อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 จังหวัดขอนแก่น จากแปลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงที่เกิดน้ำท่วมสูงสุดโดย TENDZAT TM เดือน มกราคม พ.ศ.2542 และ RADASAT เดือน สิงหาคม–เดือนกันยายน พ.ศ.2544 จากการศึกษาได้เปรียบเทียบอัตราการไหลจากการคำนวณ

(q_r) กับอัตราการไหลจริงในสนาน (Q_r) ตามสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 3 สถานี พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ที่ได้ทั้ง 3 จุดเปรียบเทียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.731 ถึง 0.979 นั้นหมายถึงว่าค่าอัตราการ

Mahasarakham University

ไหลจากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลจริง ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ของกรมพัฒนาที่ดิน ทำให้ได้ค่าหมายเลยสันโค้ง (CN) ปริมาณเก็บกักสูงสุด (S) ในกลุ่มน้ำชีเขตพื้นที่มหาสารคาม ที่มีค่าอยู่ในช่วง 73.17 ถึง 80.31 และ 62.28 ถึง 89.40 มิลลิเมตร ตามลำดับนี้สามารถนำไปหาค่าปริมาณน้ำไหลบนผิวดิน (DR) ได้ดังนั้น การศึกษาการคำนวณปริมาณน้ำท่าด้วยวิธี SCS นี้จะเป็นประโยชน์ต่อการว่างแผนการพัฒนาแหล่งน้ำ

เจษฎาพร มันตาพันธุ์ (2555 : บทคัดย่อ) การออกแบบมาตรวัดปริมาณน้ำฝนด้วยวงจรกรองสัญญาณความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรวัดปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นแบบกระบอกตวง ที่ต้องใช้คนในการเก็บวัดค่าปริมาณน้ำฝนโดยการวัดความสูงของระดับน้ำจากกระบอกตวง แล้วนำค่าที่เก็บมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในการคาดการณ์สภาพอากาศ เพื่อพัฒนาระบบมาตรวัดปริมาณน้ำฝนโดยใช้เซนเซอร์ตัวเก็บประจุแบบแกนร่วม ในทางการออกแบบมาตรวัดปริมาณน้ำฝน จึงได้ออกแบบเซนเซอร์โดยเลือกท่อด้านนอกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.5 เซนติเมตร ท่อด้านในให้มีขนาดส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1 เซนติเมตร และท่อทั้งสองยาว 100 เซนติเมตร จากการทดสองโปรแกรม Matlab จะได้ว่าช่างความถี่ที่เหมาะสมที่สามารถเห็นด้วยความแตกต่างของน้ำแต่ระดับได้ชัดเจนคือช่วง 16.5 กิโลเฮิร์ต เมื่อช่วงความถี่แล้วทำการทดลองต่อเข้ากับวงจรกรอบความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่ง (Highpass Filter Order One) วงจรนี้จะแปลงระดับน้ำที่วัดได้เป็นแรงดันทางไฟฟ้า ซึ่งเซนเซอร์สามารถวัดความแตกต่างของระดับน้ำที่ได้สูงสุด 2.5 มิลลิเมตร ตามมาตรวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในประเทศไทย จุดเด่นของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนนี้ได้เลือกใช้ตัวประมวลผลเป็นแบบไมโครคอนโทรเลอร์ (MCS-51) เบอร์ AT-89C51AC3 สามารถรับแรงดันทางไฟฟ้าในรูปแบบสัญญาณอนาลอก และเชื่อมต่อกับโมดูลที่ใช่ส่งข้อความเลือก Module SIM 300 เป็นโมดูลในการส่งข้อความ และได้ออกแบบให้ส่งค่าระดับปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากเซนเซอร์ในทุก 24 ชั่วโมง ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ อีกทั้งตัวเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนยังถูกออกแบบให้ปล่อยน้ำฝนในถังวัดระดับน้ำออกหลังจากที่ส่งข้อความไปแล้ว กล่าวคือน้ำจะถูกปล่อยออกจากตัวถังรับน้ำในทุก 24 ชั่วโมง และกระแสไฟฟ้าของตัวต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปของวงจรสัญญาณความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่งแล้วนำค่าที่วัดได้ส่งผ่านสัญญาณวิทยุเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและคาดการณ์ภาพอากาศต่อไป

มนัส สมบัติ (2552 : บทคัดย่อ) การศึกษาการสร้างเส้นชั้นน้ำฝนด้วยโปรแกรม Surfer 7.0 การลร้างชั้นน้ำฝนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงเพื่อหาขอบเขตพื้นที่ฝนตกซึ่งสามารถติดตามวิวัฒนาการของสถานภาพของพื้นที่นั้นๆ ได้โดยเฉพาะใช้ข้อมูลฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยามาวิเคราะห์และสร้างเส้นชั้นน้ำฝนเพื่อประเมินพื้นที่ที่มีฝนตกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากปันหาดังกล่าวข้างต้นการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการที่จะนำมาช่วยในการวิเคราะห์ร่วมกับเทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียมที่มีประโยชน์อย่างมาก สามารถแสดงขอบเขตของปริมาณน้ำฝนได้ดี การศึกษาการสร้างชั้นน้ำฝนโดยโปรแกรม Surfer 7.0 เพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีฝนตกบริเวณลุ่มน้ำโขง ผลจากการที่ได้นำข้อมูลฝนรายเดือนและรายปีในฤดูฝนมาทำการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Surfer 7.0 ผลที่ได้คือเส้นชั้นน้ำฝนที่มีความชัดเจน และง่ายต่อการนำมาใช้ประโยชน์ การตรวจสอบข้อมูลฝนจริงกับข้อมูลฝนที่ได้จากโปรแกรม Surfer 7.0 โดยทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 3 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง อำเภอภูเรือ สถานีวัดน้ำฝนเจริญศิลป์ และสถานีวัดน้ำฝนกุสุมาลย์ มาทำการทดสอบหาค่าปริมาณน้ำฝนที่หายไป ปรากฏผล ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณผลจริงกับค่าที่อ่านได้จากเส้นชั้นน้ำฝนที่ได้จากโปรแกรม Surfer 7.0 มี

Mahasarakham University

ค่าไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลที่น่าพอใจ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงปัจจัยทางกายภาพที่ทำให้เกิดฝน และการนำเส้นชั้นน้ำฝนมาช่วยประเมินระดับพื้นที่ที่มีฝนตกพร้อมทั้งทำการทดสอบความถูกต้องของเส้นชั้นน้ำฝนกับสภาพจริง

วีรวุธ เกพล (บทคัดย่อ : 2553) นำเสนอ การนำโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back-propagolion มาประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดสภาพท้องฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใช้ข้อมูลทดสอบเป็นช่วงเวลากลางวันในระยะ 1 ปี จากเวลา 06.00 ถึง 14.00 น. ระหว่างวันที่ 1 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ถึง วันที่ 31 เดือนกรกฎาคม 2548 และนำข้อมูลที่ได้มาเป็นตัวแปร สำหรับการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน คือปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ จะได้ว่า ดัชนีสภาพท้องฟ้า Sky Ratio ความชื้นสัมพันธ์ และอุณหภูมิอากาศ จากความสัมพันธ์ระหว่างสภาพท้องฟ้ากับตัวประกอบทางด้านอุตุนิยมวิทยานั้นจึงนำตัวแปรดังกล่าวสำหรับสังเคราะห์แบบจำลองประเมินค่าปริมาณน้ำฝน และผลลัพธ์ที่ ได้จากขั้นตอนการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างจากโครงข่ายประสาทเทียมคือ 98 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าพลังงานจากรังสีอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และในอนาคตสามารถใช้แบบจำลองประเมินค่าได้ผลระยะยาวขึ้น แต่การขยายพื้นที่การประมาณค่าให้กว้างเป็นเรื่องที่ยากเนื่องจากต้องพิจารณาปัจจัยและสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ต้องการ เนื่องจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาต่างกัน แยกวิเคราะห์ไปเป็นส่วนหรือถ้ามีข้อมูลที่เพียงพออาจแยกวิเคราะห์องค์ประกอบไปการแบ่งสภาพท้องฟ้านั้นอาจจะช่วยในการสังเกตปริมาณเมฆได้ด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดความแม่นยำกว่าการใช้ผู้เชียวชาญและจากการทอลองยังสังเกตได้ว่านอกจากสภาพท้องฟ้าตามดัชนี Sky Ratio ที่นำมาวิเคราะห์แล้วประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ร่วมด้วยมีเพียงความชื้นสัมพันธ์ และอุณหภูมิอากาศเท่านั้นเนื่องจากชนิดของข้อมูลที่จำกัดหากมีข้อมูลสำคัญร่วมด้วยเช่น ความสูงของฐานเมฆ ความเร็วลม ความกดอากาศ ความเสถียรภาพของบรรยากาศ จากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดของข้อมูลไม่ว่าจะเป็น ความต่อเนื่องของปริมาณน้ำฝน หรือข้อมูลของการประกอบทางอุตุนิยมวิทยาชนิดของข้อมูลสารประกอบอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจะทำให้ผลของการประมาณค่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือมากขึ้น เป็นการวิเคราะห์ระหว่างสภาพท้องฟ้ากับโอกาสที่จะเกิดฝนตก ความชื้นสัมพันธ์ และอุณหภูมิอากาศ โดยใช้การแบ่งท้องฟ้าแบบ Sky Ratio และศึกษาการปรับใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับค่าประเมินน้ำฝน

Mahasarakham University

บทที่ 3

การดำเนินการศึกษา

การศึกษาการหาปริมาณน้ำฝนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่สถานีวัดปริมาณน้ำ เข้ากับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งจากข้อมูล ประวัติความเป็นมา ระยะเวลาและงบประมาณ ข้อมูลโครงการ และประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการ ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวมีดังนี้

ประวัติและความเป็นมาของเขื่อนลำปาว

ภาคอีสาน ได้ชื่อว่าเป็นภาคที่แห้งแล้ง ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกมีคุณภาพต่ำ การเพาะปลูกอาศัยน้ำฝน ต้นฤดูกาลเพาะปลูกฝนตกน้อยทิ้งช่วงทำให้ขาดแคลนน้ำ แต่ปลายฤดูฝน ฝนตกหนัก ทำให้เกิดอุทกภัยเป็นอยู่อย่างนี้ตลอดมา นับว่าเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการเพาะปลูก เป็นเหตุให้ราษฎรเดือดร้อน ยากจน และทิ้งถิ่นฐานเข้าเมืองรับจ้างใช้แรงงาน ก่อให้เกิดปัญหาสังคมตามมารัฐบาลได้พยายามแก้ไขปัญหาเรื่องนี้ ส่วนหนึ่งคือการจัดหาแหล่งน้ำพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อให้ราษฎรได้ใช้ในการเกษตร อุปโภคและบริโภค เช่น ก่อสร้างอ่างเก็บกักน้ำทั้งขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่ให้ราษฎรได้มีน้ำไว้ใช้ทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง

ลำปาว เป็นลำน้ำสาขาหนึ่งของลำน้ำชี มีต้นน้ำอยู่ที่ อำเภอหนองหาร อำเภอกุมภวาปี ไหลผ่านอำเภอศรีธาตุ และ อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี จากนั้นไหลลงมาเข้าเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ อำเภอท่าคันโท อำเภอหนองกุงศรี อำเภอห้วยเม็ก อำเภอสหัสขันธ์ กิ่งอำเภอสามชัย อำเภอคำม่วง อำเภอเมือง กิ่งอำเภอฆ้องชัย แล้วไหลลงลำน้ำชีที่อำเภอกมลาไสย รวมความยาว 250 กิโลเมตร

พื้นที่เพาะปลูกในลุ่มน้ำลำปาว ส่วนใหญ่ทำนาน้ำฝน ต้นฤดูฝนมีฝนตกน้อยหรือทิ้งช่วง ปลายฤดูฝน ฝนตกหนัก เกิดอุทกภัย น้ำล้นตลิ่งท่วมพื้นที่อาคารบ้านพักอาศัย ทางคมนาคมถูกตัดขาด ก่อให้เกิดความเสียหายแทบทุกปี ในฤดูแล้งราษฎรขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภคและการเพาะปลูก

ดังนั้นรัฐบาล โดยกรมชลประทาน จึงได้เริ่มศึกษาพิจารณาวางโครงการเพื่อการก่อสร้างเขื่อนปิดกั้นลำปาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 และเริ่มก่อสร้างโครงการในปี พ.ศ. 2506

ระยะเวลาและงบประมาณในการก่อสร้างโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

โครงการฯ ลำปาว ใช้เวลาในการก่อสร้าง 2 ระยะ คือ

Mahasarakham University

ระยะที่ 1 เริ่มจากปี พ.ศ. 2506-2511 โดยการก่อสร้างตัวเขื่อน ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำ และคูส่งน้ำ งบประมาณ 678 ล้านบาท สามารถส่งน้ำได้ 100,000 ไร่ เริ่มทำการส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกดังกล่าวตั้งแต่ปี พ.ศ.2512 เป็นต้นไป

สำหรับพื้นที่โครงการที่ยังเหลืออีก 204,300 ไร่ ต้องชะลอการก่อสร้างไว้ก่อน โดยนโยบายของรัฐบาลในขณะนั้น

ในปี พ.ศ. 2517 จำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบส่งน้ำและระบบระบายน้ำที่สร้างไว้ เริ่มงานปรับปรุงปี พ.ศ. 2518-2523 ใช้งบประมาณ 307 ล้านบาท

ระยะที่ 2 เริ่มงานก่อสร้างโครงการต่อจากระยะที่ 1 ในปี พ.ศ. 2523-2528 การก่อสร้างประกอบด้วย ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำ และคูส่งน้ำ การก่อสร้างในช่วงปีเรียกว่า "โครงการพัฒนาเกษตรลำปาวระยะที่ 2" ใช้งบประมาณก่อสร้าง 1,200 ล้านบาท สามารถส่งน้ำได้อีก 204,300 ไร่ การก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2528

รวมค่าลงทุนในการก่อสร้างโครงการฯ 2,185 ล้านบาท สามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกครบเต็มพื้นที่รวม 314,300 ไร่

ข้อมูลโครงการ

ลักษณะหัวงานเขื่อนลำปาว ตั้งอยู่ที่เขตติดต่อกันระหว่าง อำเภอยางตลาด และ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีถนนเข้าสู่หัวงานเขื่อนยาว 26 กิโลเมตร แยกจากทางหลวงสาย จังหวัดมหาสารคาม-จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่กิโลเมตร 33+200 หัวงานเขื่อนห่างจากจังหวัดกาฬสินธุ์ 35 กิโลเมตร

เขื่อนลำปาว ก่อสร้างเป็นเขื่อนดินปิดกั้นลำน้ำปาวในเขต อำเภอเมือง และปิดกั้นห้วยยางในเขตอำเภอยางตลาด รวมความยาวติดต่อกัน 7.8 กิโลเมตร สันเขื่อนกว้าง 8 เมตร ที่ระดับ +167.700 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนที่สูงที่สุดจากท้องน้ำ 3 เมตร ฐานเขื่อนกว้างที่สุด 288 เมตร ถือได้ว่าเป็นเขื่อนที่ยาวที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย ตัวเขื่อนมีอาคารประกอบสำหรับส่งน้ำและระบายน้ำรวม 4 แห่ง คือ

1. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา ลักษณะเป็นท่อกว้าง 2.10 เมตร สูง 2.30 เมตร ยาว 52 เมตร จำนวน 3 ท่อ ส่งน้ำได้สูงสุด 37 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

2. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ลักษณะเป็นท่อกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.50 เมตรยาว 64 เมตร สามารถส่งน้ำได้สูงสุด 30 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

3. อาคารระบายน้ำล้น ลักษณะสันฝายโค้งอยู่ที่ระดับ +160 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง มีฝายยางติดตั้งบนสันฝายสูง 2 เมตร จำนวน 3 ช่อง ยาวช่องละ15 เมตร สามารถระบายน้ำลงลำปาว ได้สูงสุด 1,400 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

Mahasarakham University

4. อาคารผันน้ำ ลักษณะเป็นท่อกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เมตร ยาว 114 เมตร ด้านท้ายน้ำแบ่งเป็นช่องขนาดกว้าง 1.25 เมตร สูง 2 เมตร จำนวน 3 ช่อง สามารถระบายน้ำลงเขื่อนลำปาวได้สูงสุด80 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

เขื่อนลำปาว เมื่อเก็บกักน้ำจะเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่ระดับ +166.00 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง จำนวน 356,600 ไร่ พื้นที่รับน้ำฝนรอบอ่างเก็บน้ำรวม 5,960 ตารางกิโลเมตร และเก็บกักน้ำที่ระดับ +162.000 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง

อ่างเก็บน้ำลำปาวมีความจุของอ่างสูงสุด 2,450 ล้านลูกบาศก์เมตร (ที่ระดับ +165.700 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง) มีความจุของอ่างที่ระดับเก็บกัก ปริมาณน้ำ 1,430 ล้านลูกบาศก์เมตร (ที่ระดับ +162.000 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง)

ที่ทำการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว มีที่ตั้งอยู่ที่บริเวณหัวงานเขื่อน สามารถติดต่อทางโทรศัพท์ และโทรสาร ได้ที่หมายเลข 0-4381-3024 และเว็บไซต์ www.lampao.com อีเมลล์ info@lampao.com

พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวมีพื้นที่ส่งน้ำด้านท้ายเขื่อนรวมทั้งสิ้น 314,300 ไร่ อยู่ในเขต อำเภอยางตลาด อำเภอเมือง อำเภอกมลาไสย และกิ่งอำเภอฆ้องชัย การส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำให้ทั่วถึงได้โดยคลองส่งน้ำสายใหญ่ ฝั่งขวาและคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ข้อมูลรายละเอียดดังนี้

1. คลองสายใหญ่ฝั่งขวาความยาว 91.730 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ส่งน้ำ 232,860 ไร่ แพร่กระจายน้ำด้วยคลองซอย แยกซอย จำนวน 86 สาย รวมความยาวคลอง 347.700กิโลเมตร

2. คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ยาว 66.960 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ส่งน้ำ 81,440 ไร่ แพร่กระจายน้ำด้วยคลองซอย แยกซอย จำนวน 26 ลาย รวมความยาวคลอง 104.68 กิโลเมตร

3. รวมคลองส่งน้ำจำนวน 114 สาย ความยาวทั้งสิ้น 611 กิโลเมตร ระบบส่งน้ำในแปลงนาทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา โดยการก่อสร้างคูส่งน้ำลัดเลาะไปตามแปลงกรรมสิทธิ์ ของเกษตรกรทุกเจ้าของ รวมคูส่งน้ำ 1,144 สาย รวมความยาวทั้งสิ้น 2,300 กิโลเมตร

4. นอกจากนั้นยังได้ก่อสร้างระบบระบายน้ำในพื้นที่ส่งน้ำอีกด้วย เพื่อป้องกันหรือบรรเทาอุทกภัย เพื่อระบายน้ำส่วนที่เกินที่พืชไม่ต้องการออกจากพื้นที่ โดยการขุดคลองและอาคารประกอบดังนี้

4.1 คลองระบายน้ำสายใหญ่ จำนวน 57 สาย รวมความยาว 174 กิโลเมตร

4.2 คลองระบานน้ำสายซอย แยกซอย จำนวน 51 สาย รวมความยาว 74 กิโลเมตร

5. ก่อสร้างคันกั้นน้ำในลำน้ำปาวและลำน้ำชี รวมความยาว 75.85 กิโลเมตร เพื่อป้องกันอุทกภัย

Mahasarakham University

ประโยชน์ที่ได้รับจากการก่อสร้างโครงการ

1. เป็นหลักประกันได้แน่นอนว่าเกษตรกรจะมีน้ำสำหรับทำการเพาะปลูกในฤดูฝนเต็มพื้นที่โครงการฯ 314,300 ไร่ นอกจากนี้ยังมีน้ำส่งให้กับการปลูกพืชฤดูแล้งในเขตโครงการฯ อีก 180,000 ไร่ (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่โครงการฯ) สามารถปลูกพืชได้หลากหลายชนิด เกษตรกรที่ได้รับประโยชน์ ประมาณ 30,000 ครัวเรือน

2. บรรเทาอุทกภัยในช่วงปลายฤดูฝน เมื่อฝนตกหนักด้านเหนืออ่างเก็บน้ำ ปริมาณฝนส่วนน้ำจะถูกเก็บกักไว้ไม่ให้ไหลหลากลงท่วมพื้นที่สองฝั่งลำน้ำด้านท้ายเขื่อน

3. เนื่องจากเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ จึงเป็นแหล่งขยายพันธุ์ปลาน้ำจืดเป็นการเพิ่มอาชีพและรายได้ ของราษฎรในการประกอบอาชีพประมง

4. ในฤดูแล้งยังสามารถระบายน้ำหล่อเลี้ยงลำน้ำปาว เพื่อให้ราษฎรได้ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอีกด้วย

5. เนื่องจากอ่างเก็บน้ำลำปาว มีเขตพื้นที่กว้างใหญ่ติดต่อกันหลายอำเภอทั้งในเขตจังหวัดอุดรธานี และจังหวัดกาฬสินธุ์ อ่างเก็บน้ำลำปาว จึงเป็นทางคมนาคมทางน้ำได้เป็นอย่างดี

6. เขื่อนลำปาว ยังเป็นสถานที่ที่ประชาชนทั่วไปนิยมไปเที่ยวชมเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

7. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ยังได้ชื่อว่าเป็นแหล่งเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมากที่สุดในภาคอีสาน ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาของปริญญานิพนธ์นี้

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาข้อมูลระบบการทำงานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวระบบภูมิศาสตร์ ทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มลำน้ำปาว

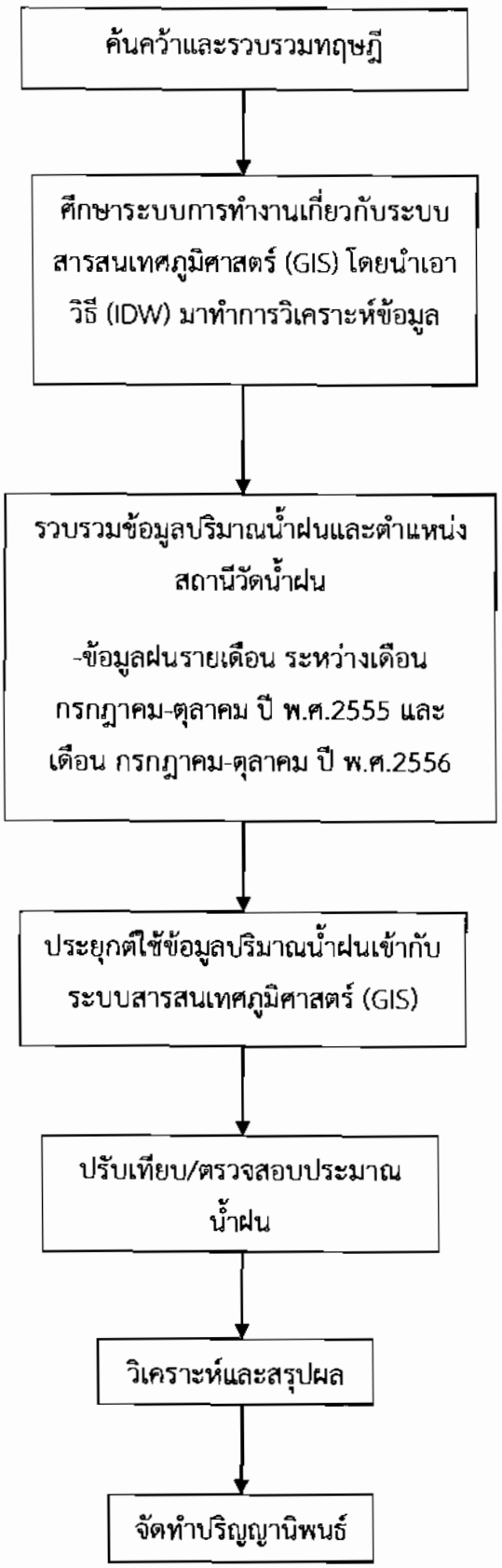
4. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ได้จากลุ่มน้ำปาว มาประยุกต์ใช้รวมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

5. ปรับเทียบ/ตรวจสอบประมาณน้ำฝน

6. วิเคราะห์และสรุปผล

7. จัดทำปริญญานิพนธ์

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษา

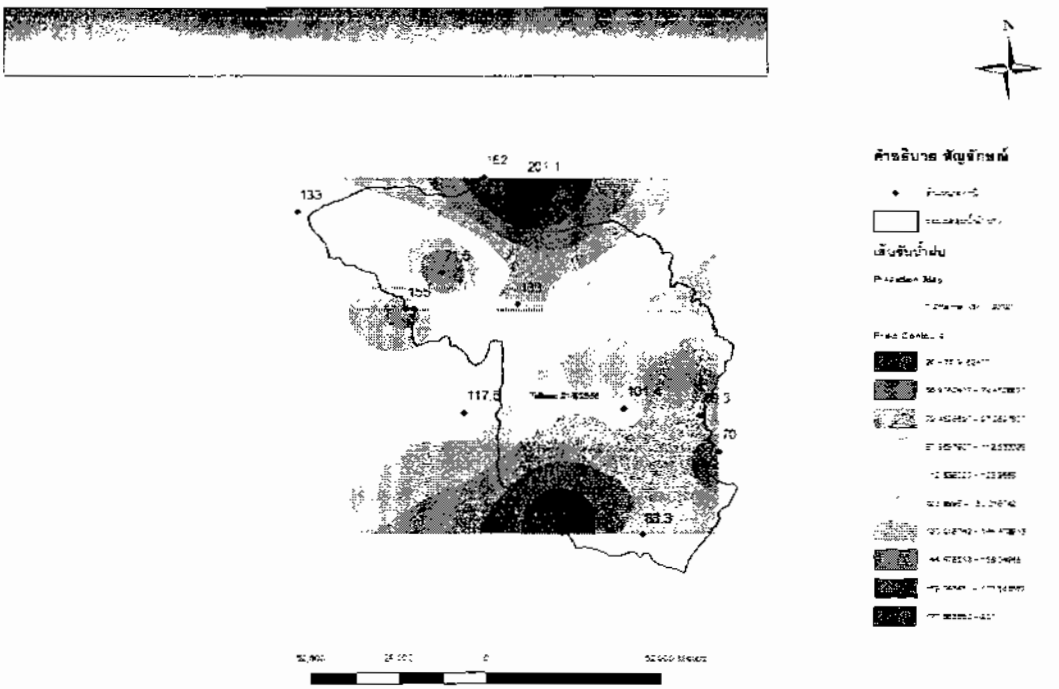
จากการศึกษาโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.2 เพื่อที่จะหาค่าการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่ โดยใช้วิธี Inverse Distance Weight (IDW) โดยใช้ข้อมูลฝน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2555–วันที่ 31 มีนาคม 2557 ในการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลจาก ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น โดยได้เลือกสถานีน้ำฝนมา 12 สถานี ดังต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงตำแหน่งพิกัดสถานีวัดน้ำฝน

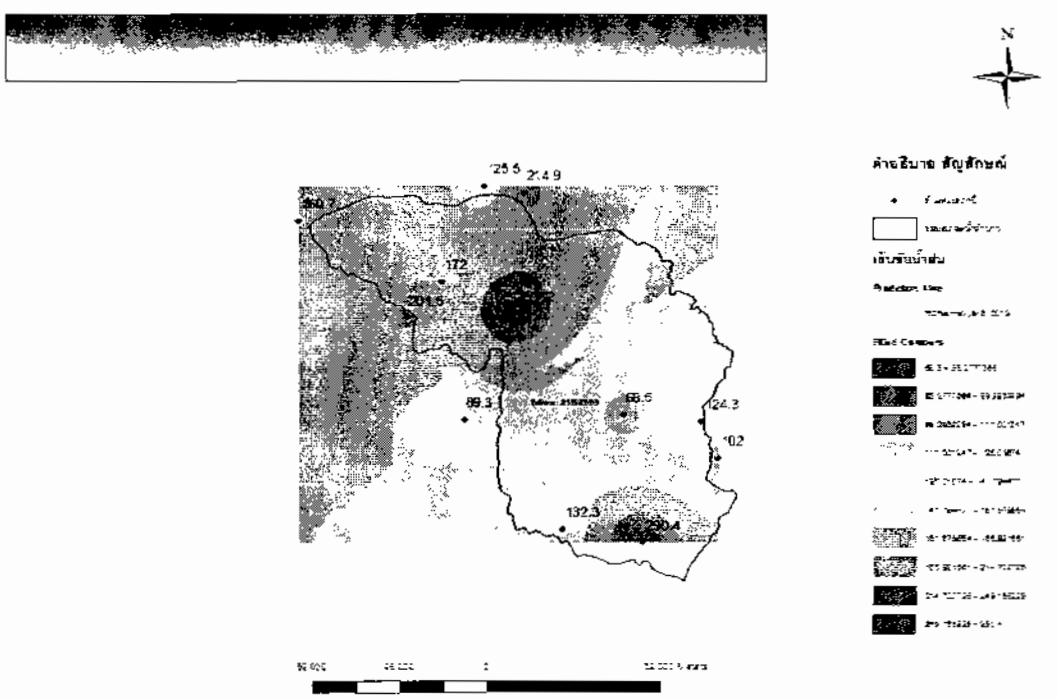
ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ละติจูด	ลองติจูด
1	กมลาไสย	388401	16.19.57	103.35.18
2	ศรีธาตุ	354019	16.58.00	103.14.00
3	หนองหาน	354004	17.19.00	103.08.00
4	กุมภวาปี	354003	17.03.00	103.01.00
5	กระนวน	381004	16.40.00	103.05.00
6	ยางตลาด	388003	16.22.00	103.22.00
7	สหัสขันธ์	388005	16.41.00	103.32.00
8	สมเด็จ	388006	16.40.00	103.45.00
9	นามน	388011	16.34.00	103.48.00
10	ไชยวาน	354020	17.18.00	103.15.00
11	โนนสะอาด	354007	16.57.00	102.55.00
12	หนองวัวซอ	354009	17.13.00	102.37.00

การศึกษานี้ได้เลือกค่าข้อมูลมา 4 เดือน ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม–เดือนตุลาคม ของแต่ละปี ระหว่าง พ.ศ.2555-พ.ศ.2556 มาทำการคำนวณค่าเนื่องจากเป็นช่วงที่มีประปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในรอบปี จะได้เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว ดังภาพประกอบ

Mahasarakham University

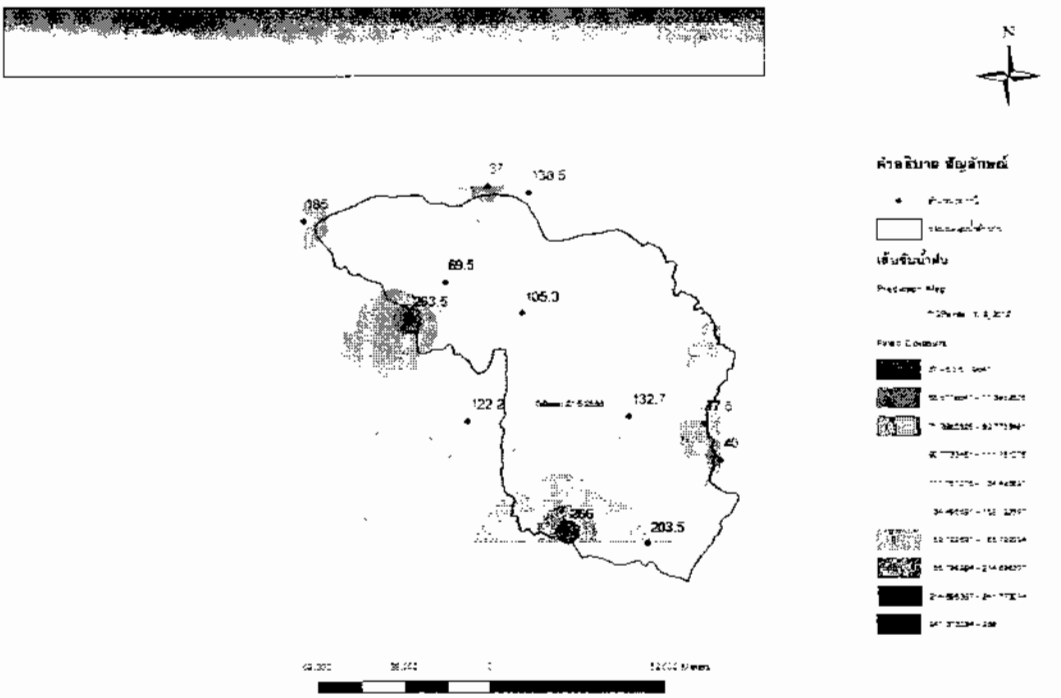


ภาพประกอบ 8 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555

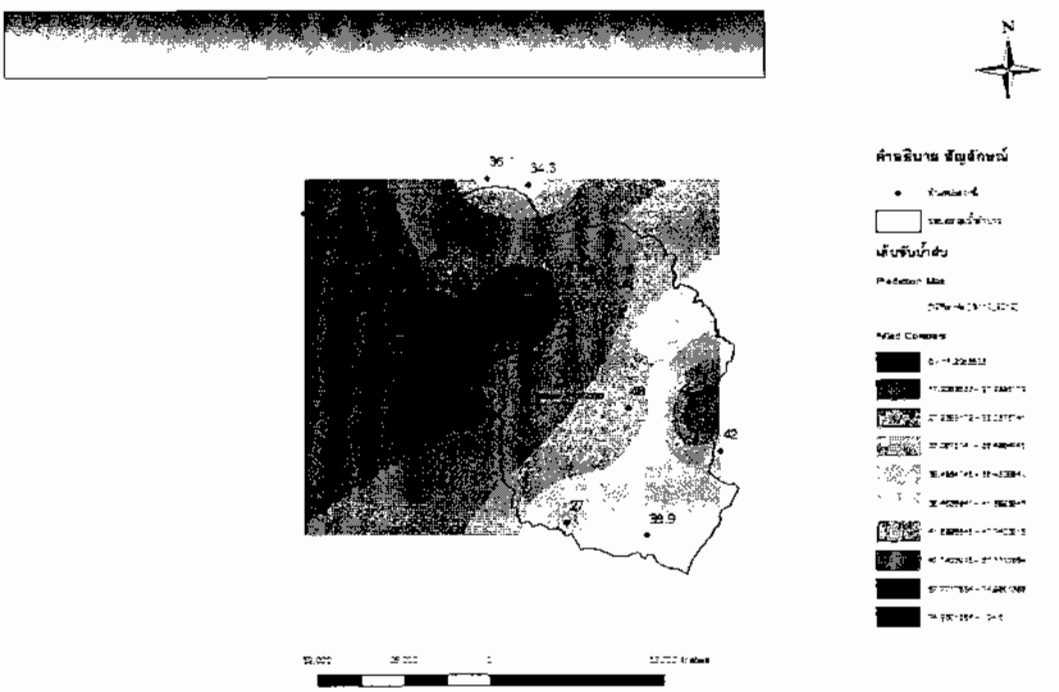


ภาพประกอบ 9 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555

Mahasarakham University

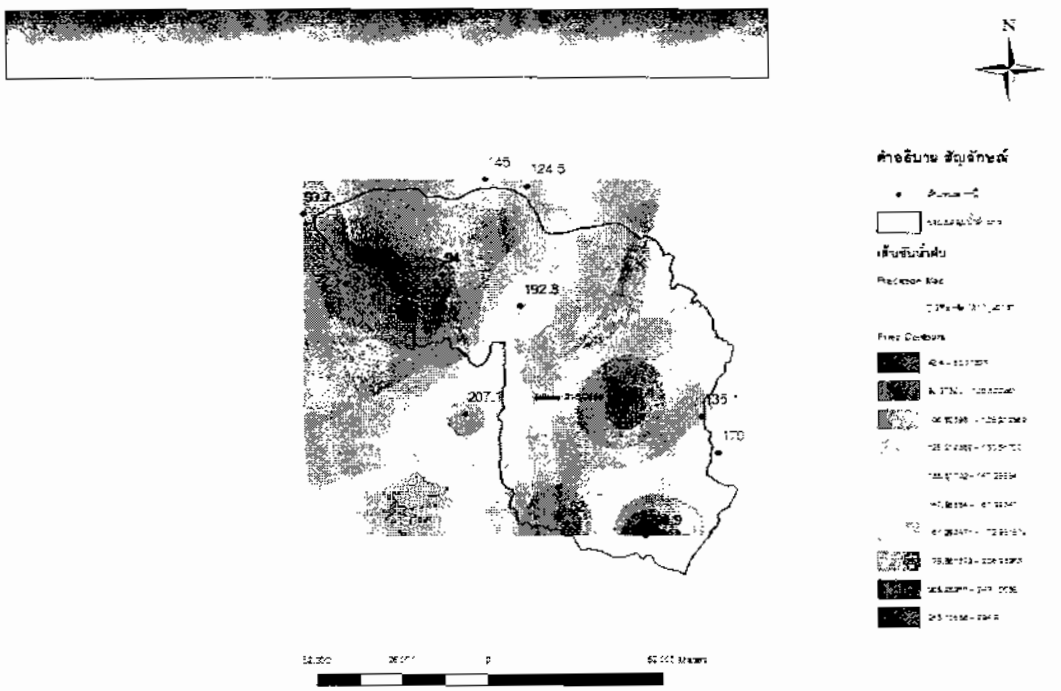


ภาพประกอบ 10 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกันยายน พ.ศ.2555

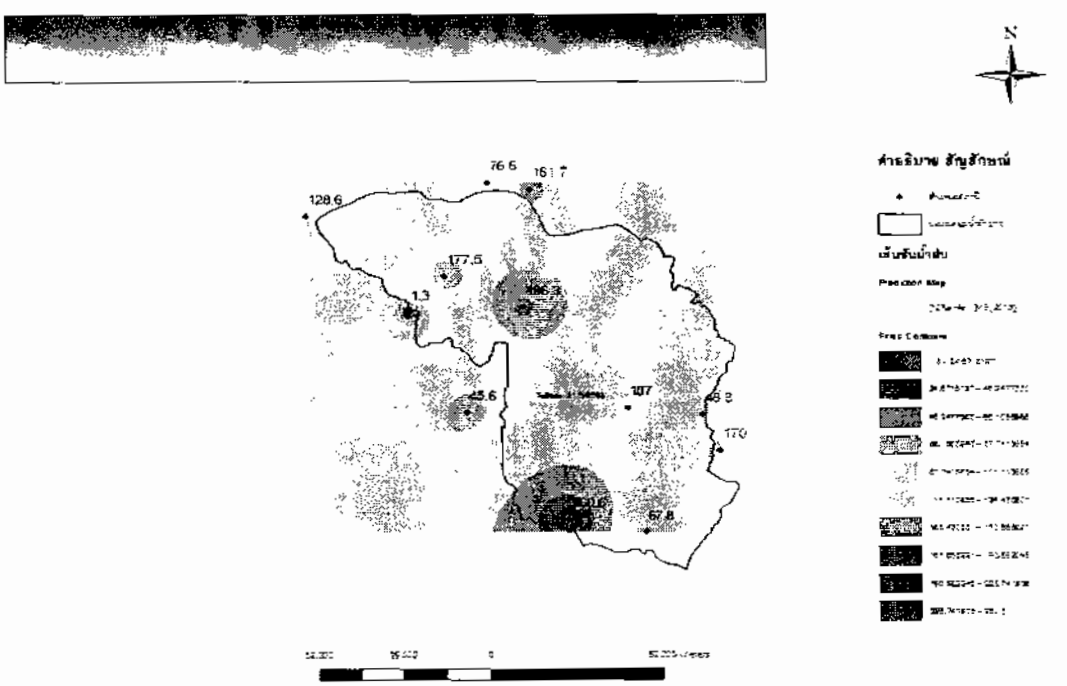


ภาพประกอบ 11 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนตุลาคม พ.ศ.2555

Mahasarakham University

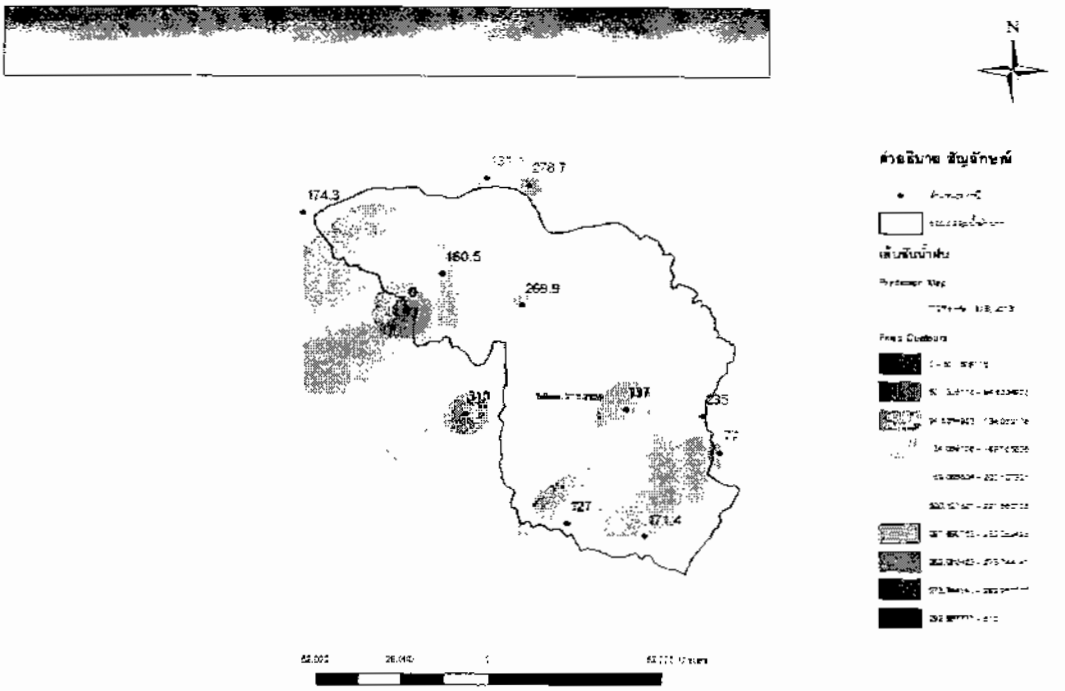


ภาพประกอบ 12 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556

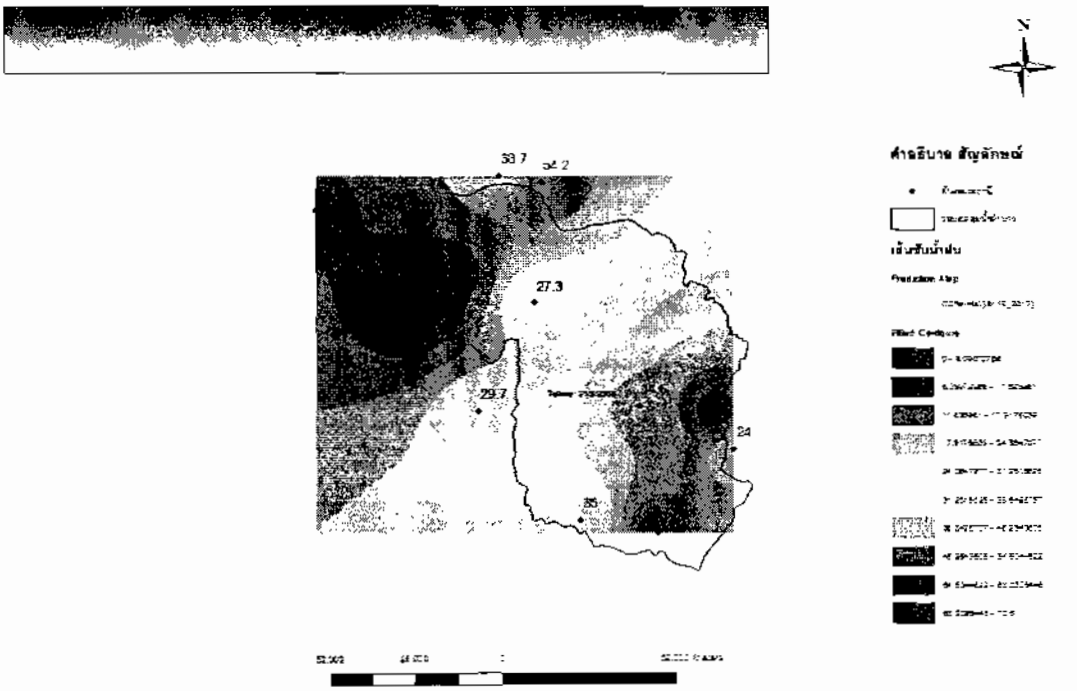


ภาพประกอบ 13 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 14 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนกันยายน พ.ศ.2556



ภาพประกอบ 15 เส้นชั้นน้ำฝนของลุ่มน้ำลำปาว เดือนตุลาคม พ.ศ.2556

Mahasarakham University

จากการวิเคราะห์ข้อมูล

การเลือก Power ใน ArcGIS Desktop 10.2 มีผลต่อค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝนเป็นอย่างมาก ในที่นี้จะให้ตัวโปรแกรมวิเคราะห์ค่า power ที่เหมาะสม ซึ่งค่าข้อมูลที่ได้จะมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จะมีค่าข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555

			Power= 1.82		
ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	83.30	73.80	-9.40
2	ศรีธาตุ	354019	139.00	118.80	-20.10
3	หนองหาน	354004	162.00	166.50	4.50
4	กุมภวาปี	354003	71.50	146.80	75.30
5	กระนวน	381004	117.50	109.70	-7.70
6	ยางตลาด	388003	26.00	99.81	73.80
7	สหัสขันธ์	388005	101.40	92.61	-8.70
8	สมเด็จ	388006	89.30	82.74	-6.50
9	นามน	388011	70.00	92.00	22.00
10	ไชยวาน	354020	201.10	143.30	-57.70
11	โนนสะอาด	354007	155.00	101.90	-53.00
12	หนองวัวซอ	354009	133.00	128.30	-4.60
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	39.23

Mahasarakham University

ตาราง 7 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสม เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555

Power= 1.00

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	290.40	133.50	-156.80
2	ศรีธาตุ	354019	277.20	145.30	-131.80
3	หนองหาน	354004	125.50	183.10	57.60
4	กุมภวาปี	354003	172.00	173.80	1.81
5	กระนวน	381004	89.30	176.20	86.90
6	ยางตลาด	388003	132.30	172.40	40.10
7	สหัสขันธ์	388005	68.50	166.40	97.90
8	สมเด็จ	388006	124.30	142.00	17.70
9	นามน	388011	102.00	154.80	52.80
10	ไชยวาน	354020	214.90	151.50	-63.30
11	โนนสะอาด	354007	201.50	168.30	-33.10
12	หนองวัวซอ	354009	160.70	173.10	12.40
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	77.71

ตาราง 8 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนกันยายน พ.ศ.2555

Power= 1.00

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	203.50	137.70	-65.70
2	ศรีธาตุ	354019	105.30	130.10	24.80
3	หนองหาน	354004	37.00	137.90	100.90
4	กุมภวาปี	354003	69.50	154.10	84.60
5	กระนวน	381004	122.20	144.40	22.20
6	ยางตลาด	388003	266.00	130.00	-135.90
7	สหัสขันธ์	388005	132.70	127.40	-5.20
8	สมเด็จ	388006	77.50	115.70	38.20
9	นามน	388011	40.00	130.30	90.30
10	ไชยวาน	354020	138.50	100.60	-37.80
11	โนนสะอาด	354007	263.50	114.80	-148.60
12	หนองวัวซอ	354009	185.00	137.60	-47.30
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	79.96

Mahasarakham University

ตาราง 9 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนตุลาคม พ.ศ.2555

Power= 1.13

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	39.90	40.00	0.10
2	ศรีธาตุ	354019	82.00	49.60	-32.30
3	หนองหาน	354004	36.10	50.20	14.10
4	กุมภวาปี	354003	38.00	67.40	29.40
5	กระนวน	381004	62.90	51.60	-11.20
6	ยางตลาด	388003	27.00	46.69	19.60
7	สหัสขันธ์	388005	48.00	39.80	-8.10
8	สมเด็จ	388006	0.00	46.90	46.90
9	นามน	388011	42.00	29.20	-12.70
10	ไชยวาน	354020	34.30	50.20	15.90
11	โนนสะอาด	354007	104.50	48.80	-55.60
12	หนองวัวซอ	354009	81.00	54.30	-26.60
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	27.58

ตาราง 10 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556

Power= 1.00

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	294.90	111.90	-182.90
2	ศรีธาตุ	354019	192.30	109.70	-82.50
3	หนองหาน	354004	145.00	117.90	-27.00
4	กุมภวาปี	354003	94.00	116.60	22.60
5	กระนวน	381004	207.10	120.50	-86.50
6	ยางตลาด	388003	52.00	166.50	114.50
7	สหัสขันธ์	388005	43.40	152.90	109.50
8	สมเด็จ	388006	135.10	142.10	7.00
9	นามน	388011	170.00	137.20	-32.70
10	ไชยวาน	354020	124.50	127.20	2.70
11	โนนสะอาด	354007	45.00	132.40	87.40
12	หนองวัวซอ	354009	93.70	123.40	29.70
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	83.55

Mahasarakham University

ตาราง 11 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556

			Power= 1.00		
ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	67.80	143.80	76.08
2	ศรีธาตุ	354019	196.30	112.50	-83.76
3	หนองหาน	354004	76.60	139.40	62.84
4	กุมภวาปี	354003	177.50	99.48	-78.01
5	กระนวน	381004	45.60	129.30	83.79
6	ยางตลาด	388003	260.60	97.33	-163.27
7	สหัสขันธ์	388005	107.00	120.60	13.69
8	สมเด็จ	388006	48.80	138.40	89.67
9	นามน	388011	170.00	95.86	-74.13
10	ไชยวาน	354020	161.70	110.50	-51.19
11	โนนสะอาด	354007	1.30	138.30	137.09
12	หนองวัวซอ	354009	128.60	109.60	-18.92
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	87.57

ตาราง 12 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนกันยายน พ.ศ.2556

			Power= 1.00		
ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	171.40	161.70	-9.60
2	ศรีธาตุ	354019	269.90	164.80	-105.00
3	หนองหาน	354004	131.10	205.80	74.70
4	กุมภวาปี	354003	160.50	157.50	-2.90
5	กระนวน	381004	310.00	153.30	-156.60
6	ยางตลาด	388003	127.00	179.00	52.00
7	สหัสขันธ์	388005	137.00	180.70	43.70
8	สมเด็จ	388006	235.00	139.60	-95.30
9	นามน	388011	77.00	194.50	117.50
10	ไชยวาน	354020	278.70	156.90	-121.70
11	โนนสะอาด	354007	0.00	201.20	201.20
12	หนองวัวซอ	354009	174.30	168.70	-5.50
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	101.70

Mahasarakham University

ตาราง 13 ค่าข้อมูลการกระจายน้ำฝน และค่า Power ที่เหมาะสมเดือนตุลาคม พ.ศ.2556

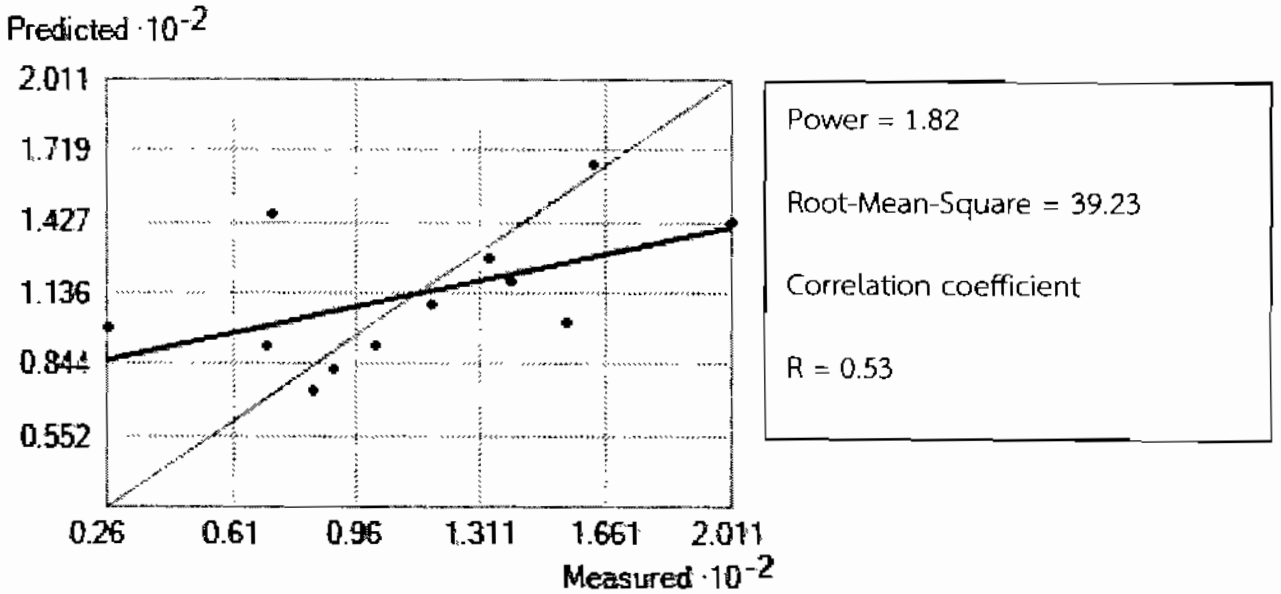
Power= 1.87

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ข้อมูลจริง	ค่าที่ได้จากคำนวณ	Error
1	กมลาไสย	388401	0.00	26.80	26.80
2	ศรีธาตุ	354019	27.30	46.20	18.90
3	หนองหาน	354004	38.70	51.30	12.60
4	กุมภวาปี	354003	60.00	51.60	-8.30
5	กระนวน	381004	29.70	38.40	8.70
6	ยางตลาด	388003	35.00	16.50	-18.40
7	สหัสขันธ์	388005	14.60	20.60	6.00
8	สมเด็จ	388006	0.00	23.20	23.20
9	นามน	388011	24.00	7.20	-16.70
10	ไชยวาน	354020	54.20	39.80	-14.30
11	โนนสะอาด	354007	72.50	47.30	-25.10
12	หนองวัวซอ	354009	57.40	47.80	-9.50
				จะได้ค่า Root-Mean-Square	17.10

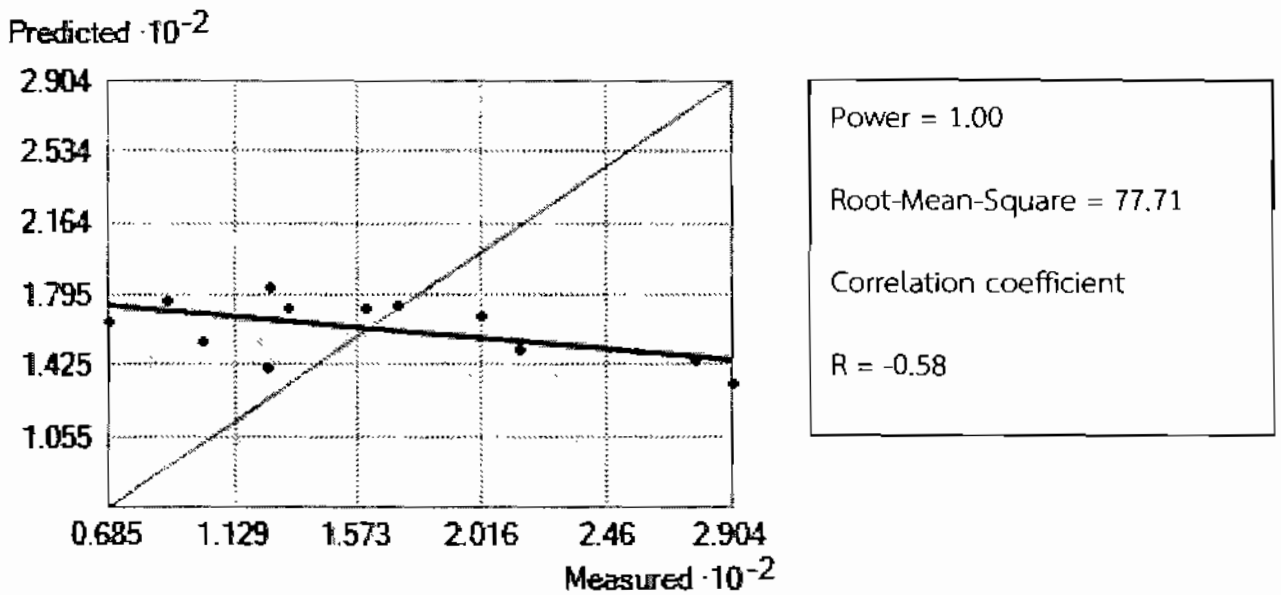
ตาราง 14 สรุปค่า Power ของแต่ละเดือน และค่า Root-Mean-Square

ปี	เดือน	Power	Root-Mean-Square
2555	กรกฎาคม	1.82	39.23
	สิงหาคม	1.00	77.71
	กันยายน	1.00	79.96
	ตุลาคม	1.13	27.58
2556	กรกฎาคม	1.00	83.55
	สิงหาคม	1.00	87.57
	กันยายน	1.00	101.70
	ตุลาคม	1.87	17.10

Mahasarakham University

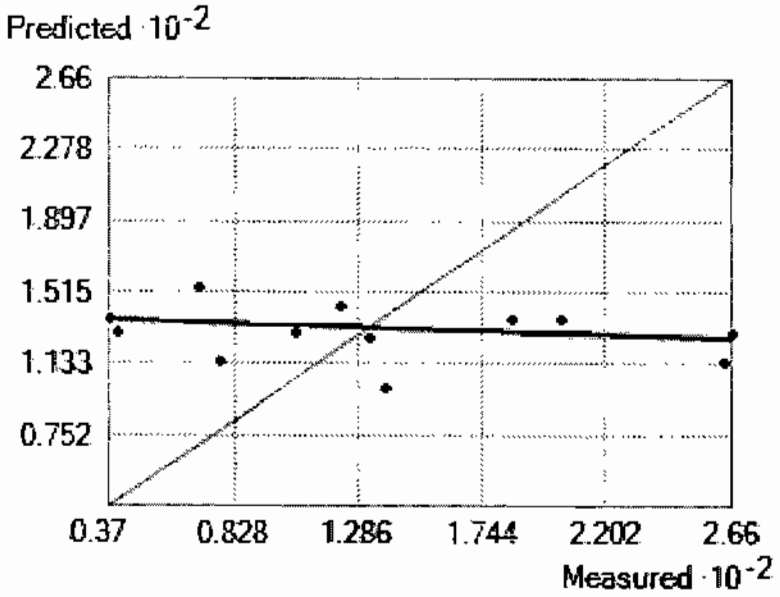


ภาพประกอบ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555

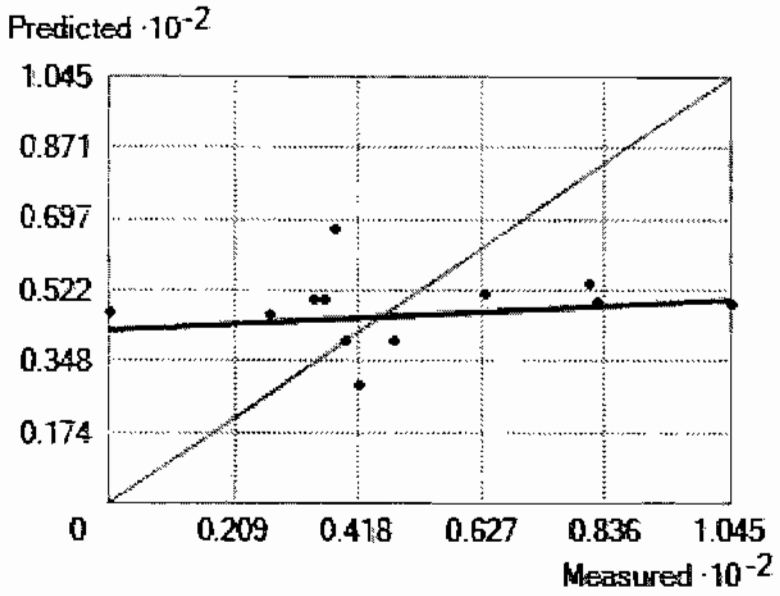


ภาพประกอบ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนสิงหาคม พ.ศ.2555

Mahasarakham University

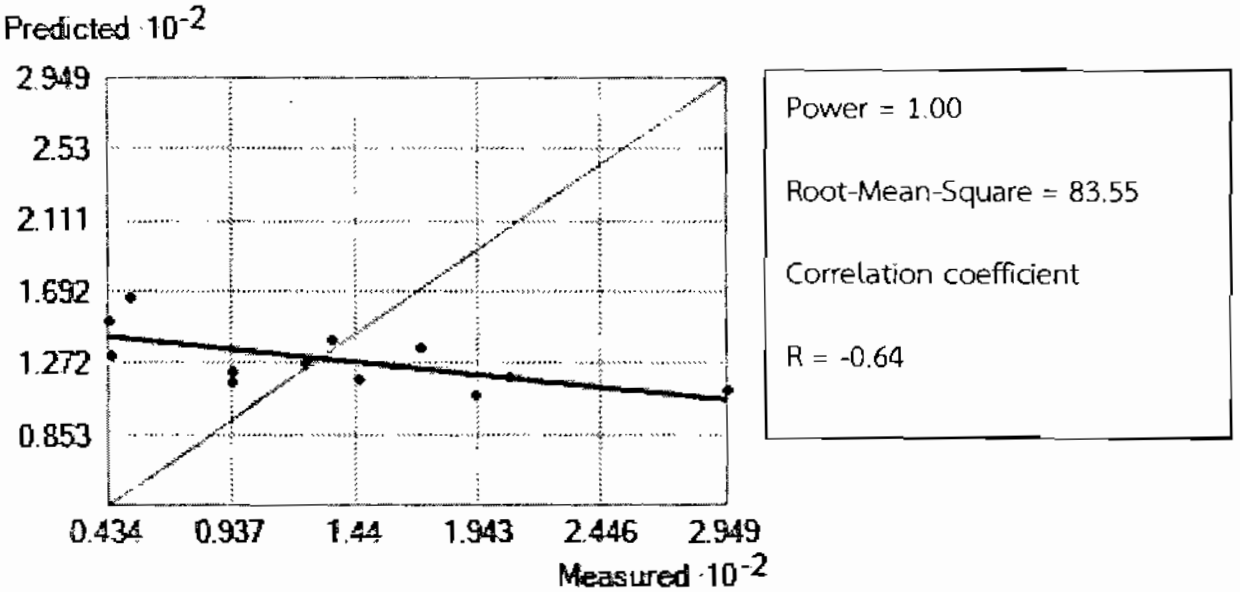


ภาพประกอบ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกันยายน พ.ศ.2555

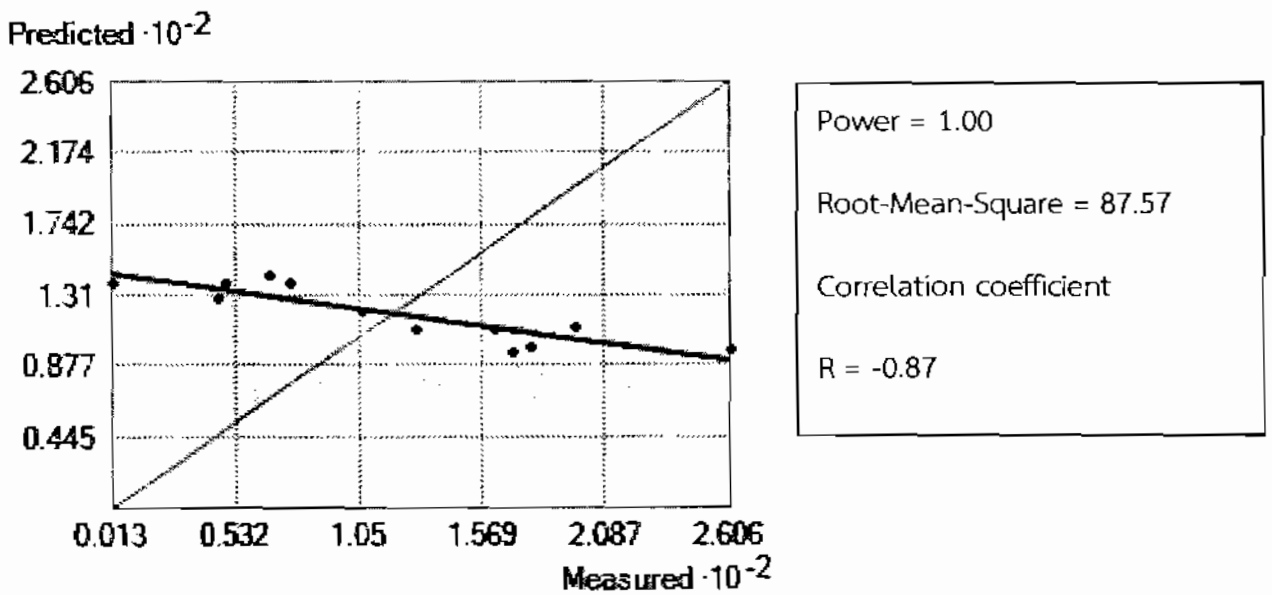


ภาพประกอบ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนตุลาคม พ.ศ.2555

Mahasarakham University

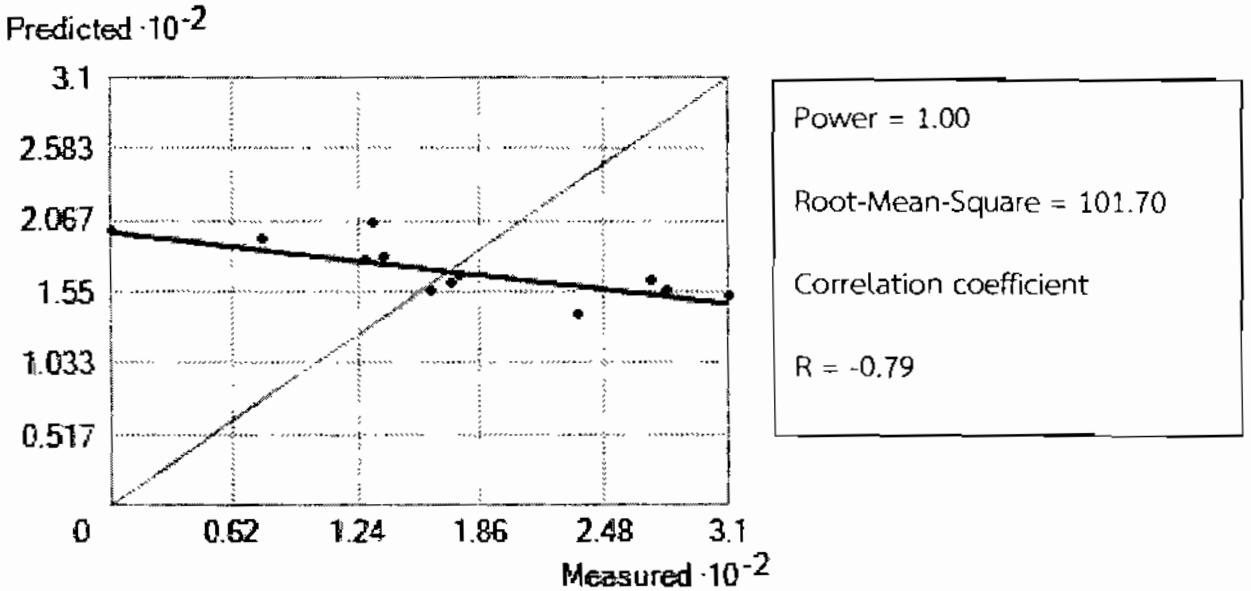


ภาพประกอบ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556

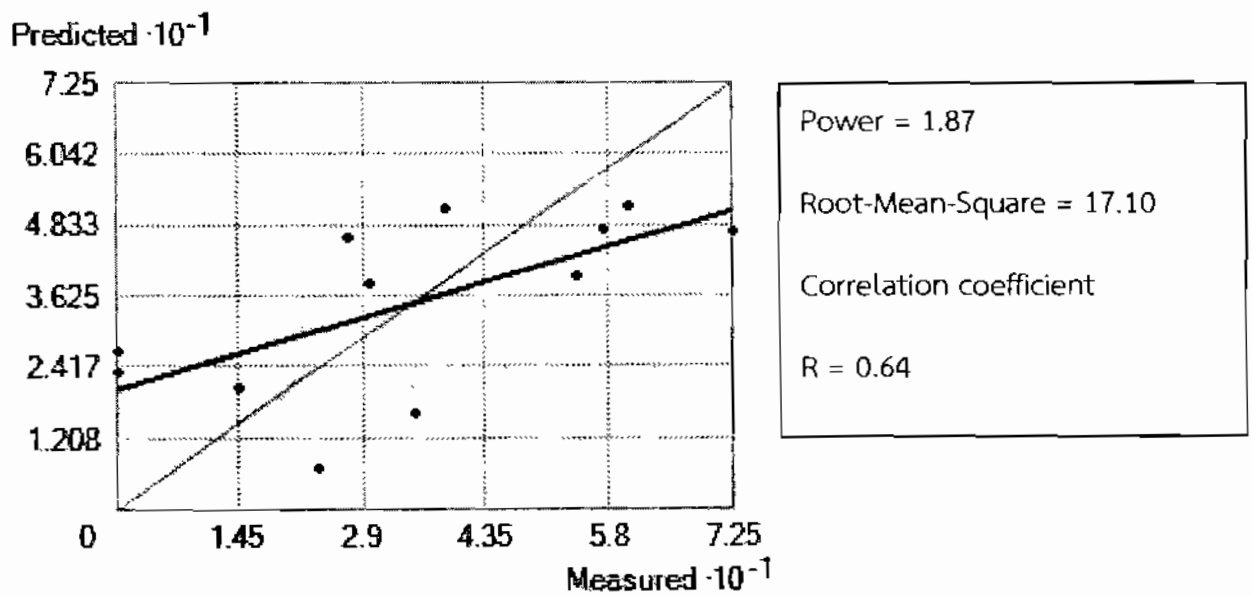


ภาพประกอบ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนกันยายน พ.ศ.2556



ภาพประกอบ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณ เดือนตุลาคม พ.ศ.2556

Mahasarakham University

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าอยู่ในระหว่าง -1 ถึง +1 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ยิ่งเข้าใกล้ -1 หรือ +1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสูง หากเข้าใกล้ 0แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน และถ้าค่าติดลบแสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ตรงกันข้าม วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{.....(15)}$$

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงกับค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ได้ดังแสดงใน ตาราง 15 ซึ่งจากการปรับเทียบ โดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ.2555 และ เดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ.2556 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) อยู่ในช่วง -0.79 ถึง 0.92 อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของค่าจริงและค่าจากการคำนวณควรเป็นไปในแนวโน้มเดียวกัน โดยที่ควรมีความสัมพันธ์แบบตามกัน ดังนั้นค่า R ควรเป็นบวกและเข้าใกล้ +1 จึงจะดี อาจจำเป็นต้องปรับค่า Power ให้เหมาะสม หากมีเวลาในการดำเนินการมากว่านี้

ตาราง 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ปี	เดือน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)
พ.ศ.2555	กรกฎาคม	0.53
	สิงหาคม	-0.58
	กันยายน	-0.23
	ตุลาคม	0.92
พ.ศ.2556	กรกฎาคม	-0.64
	สิงหาคม	-0.87
	กันยายน	-0.79
	ตุลาคม	0.64

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการประมาณการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่โดยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน โดยนำเอาค่าข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝน วัดปริมาณน้ำฝนที่ทราบค่าแล้วไปยังบริเวณข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ยังไม่ทราบค่า ใช้ข้อมูลทดสอบระหว่าง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2555 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 มาเป็นตัวแปรสำหรับการประมาณค่าการกระจายน้ำฝนเขตพื้นที่การศึกษา คือ พื้นที่ลุ่มลำน้ำปาว ทำการทดสอบและเปรียบเทียบโดยทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนมา 12 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น สถานีวัดน้ำฝนอำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี สถานีวัดน้ำฝนอำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี สถานีวัดน้ำฝนอำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี สถานีวัดน้ำฝนอำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี สถานีวัดน้ำฝนอำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี และสถานีวัดน้ำฝนอำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี

ในการศึกษาจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนจริงกับค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ซึ่งจากการปรับเทียบ พบว่าข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม พ.ค.2555 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ต่ำสุดที่ -0.58 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สูงสุดที่ 0.92 ส่วนระหว่างเดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ.2556 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ต่ำสุดที่ -0.87 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สูงสุดที่ 0.64

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการศึกษานี้ มีความล้าช้าในเรื่องของการขอข้อมูลปริมาณน้ำฝน ทำให้บางประเด็นยังไม่ชัดเจนนัก แต่ถ้ามีการนำเข้าสถานีข้อมูลในการวิเคราะห์มากยิ่งขึ้นกระจายครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการทดลอง จะส่งผลให้การการวิเคราะห์ที่ได้ มีค่าเข้าใกล้ค่าจริงมากยิ่งขึ้น โดยดูได้จากค่า Root Mean Square น้อยลง

2. ควรมีการประยุกต์ใช้โปรแกรมนี้กับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆเพื่อเป็นการศึกษาในเชิงเปรียบเทียบ

3. ควรมีการประยุกต์ใช้โปรแกรมนี้นอกเหนือจากการประมาณการกระจายน้ำฝนโดยโปรแกรมนี้ยังสามารถวิเคราะห์ในด้านอื่นๆได้อีกยังรวมไปถึงนำไปวางแผนออกแบบ จัดการหรือสร้างแบบจำลองตามสภาพของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปแต่ยังช่วงเวลาได้

4. การทดลองนี้มีการปรับเทียบแต่ยังขาดตรวจสอบพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

5. ค่าจริงกับค่า Predicted ควรไปในทิศทางเดียวกัน จึงจะทำให้เข้าใกล้ค่าจริง

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

กิรติ ลีวัจนกุล. *อุทกวิทยา Hydraulics*. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543.

เจษฎาพร มันตาพันธุ์. การออกแบบมาตรวัดปริมาณน้ำฝนด้วยวงจรกรองสัญญาณความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่ง. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2555.

ณรงค์ศักดิ์ คงหา. *การประเมินปริมาณน้ำฝนในพื้นที่มหาลัยมหาสารคาม*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

ปริวรรต หาริตะวัน. *การคำนวณปริมาณน้ำท่าโดยวิธี SCS ด้วยข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

มนัส สมบัติ. *การศึกษาการสร้างเส้นชั้นน้ำฝนด้วยโปรแกรม Surfer 7*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

วิษุวัฒต์ แต้สมบัติ. *เอกสารประกอบการสอน วิชา 02207311 อุทกวิทยาวิศวกรรม*. นครปฐม: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

วีรวุธ เกพล. *การนำโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back – propago lion มาประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณน้ำฝน*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก

Mahasarakham University

ตาราง 16 ข้อมูลน้ำฝนรายวัน

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2555

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	16.8	25	19	8	9.1	10.0	46.3	30.0	0	7.2	20	13
2	2.3	0	0	10	5.2	0	0	0	0	0	0	0
3	5.9	11	3	0	3.4	0	0	0	0	0	0	15
4	1.9	15	70	7	27.8	0	5.1	0	0	0	20	64
5	3.6	0	0	0	0	0	0	49.6	0	0	0	0
6	0	0	9	10	0	0	0	0	0	128	20	0
7	0	0	11	0	8.7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	20	0	0	1.2	0	0	0	0	12	15	0
9	0	0	0	0	7.2	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	10.0	0	0	70.0	0	0	7
11	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	10.7	0	0	0	0	0	30	0
17	9.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2555 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	18.7	21	15	0	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0
20	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.2	0	4
24	3.4	0	20	5	10.2	0	0	9.7	0	28.2	0	3
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	3.2	0	0	10	0	0	0	0	0	11.3	0	0
29	1.0	0	5	8.5	7.2	0	0	0	0	8.5	20	5
30	7.1	47	10	3	10.5	6.0	50.0	0	0	5.2	30	0T
31	6.9	0	0	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3.5	25	5	15	3.2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
7	0.2	0	0	5	7.3	5.3	0	9.3	0	12.5	30	7
8	23.7	50	30	30	31.4	10.0	15.0	36.7	40.0	34.7	15.5	18
9	15.0	31	20	8	5.2	35.0	42.0	46.3	0	32	10	25
10	0.4	0	10	0	0	0	0	0	0	12	0	14
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	7.2	27	4.5	0	5.2	0	0	15.3	0	20	0	0
16	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	17.5	0	0	0	3.1	0	0	0	0	0	15	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	12.4	49.2	10	40	23.4	22.0	0	0	42.0	28.5	10	0
23	0.1	4	0	0	0	0	0	0	0	43.2	0	2.3
24	0.4	53	30	35	12.3	0	0	0	0	27.4	5	0
25	141.2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5
26	39.9	0	0	0	0	20.0	0	0	0	0	30	0
27	0.1	0	0	15	0	0	0	16.7	0	0	0	5
28	21.0	21	0	11	28.4	40.0	0	9.3	0	0	0	30.8
29	0.5	17	0	3	1.2	0	0	36.7	20.0	0	10	20
30	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	25	23.6
31	1.0	0	0	0	0	0	11.5	0	0	0	40	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กันยายน พ.ศ. 2555

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0.1	0	7	10	0	0	0	0	0	0	68.5	27
2	20.1	0	5	5	10.2	40.0	42.0	25.7	20.0	19.5	0	20
3	8.9	29.3	0	12	15.7	52.0	42.0	18.7	0	0	20	0
4	1.2	3	0	0	2.3	0	0	4.0	0	15	0	0
5	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	44.1	12	10	7	34.2	0	0	20.0	0	23	70	28
7	0.6	18	0	25	8.5	0	0	0	0	14.3	50	32
8	0	20	15	0	0	0	0	0	0	8.5	15	24
9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	14.5	0	0	0	0	0	38.2	0	20.0	0	0	0
11	9.3	0	0	0	0	40.0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	14.7	44.0	3.5	0.8	0	55	0	0
13	32.3	0	0	0	20.7	50.0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0.1	0	0	0	0	0	0	8.3	0	0	0	0
17	0.6	0	0	0	0	0	7.0	25.7	0	0	0	0
18	0	0	0	0	10.3	0	42.0	18.7		0	40	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กันยายน พ.ศ. 2555 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
21	7.2	23	0	10.5	0	0	0	0	0	3.2	0	5
22	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	12.6	0	0	0	0	20.0	0	0	0	0	0	0
24	10.6	0	0	0	5.6	20.0	0	0	0	0	0	11
25	24.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	10.2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	15.7	0	0	0	0	0	0	0
4	4.3	2	0	25	2.3	0	0	0	22.0	0	0	28
5	0.2	28	16.1	0	0	0	0	0	0	34.3	50	38
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	29.6	17	0	5	34.7	0	20.0	0	20.0	0	48.5	8
8	1.4	0	0	3	0	27.0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	7
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	4.3	35	20	0	0	0	28.0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2556

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	0	0
4	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4.2	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0	0	0
8	83.1	0	0	0	63.4	13.0	22.7	7.0	0	0	0	0
9	40.3	0	0	0	0	0	5.7	8.3	50.0	0	0	0
10	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5
11	0	38.9	20	0	0.0	10.0	0	5.0	0	8.5	0	14.5
12	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	17	24.5	17	0	0	0	0	0	20	0	0
14	0	0	21	3	23.5	0	0	0	0	0	25	0
15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	23.0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2556 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	16.5	0	0	0	10.7	0	0	0	0	0	0	0
21	2.5	0	0	0	0	0	0	26.8	0	0	0	0
22	11.8	0	8.5	20	18.4	0	0	0	0	5	0	0
23	36.9	32	0	5	27.1	20.0	0	0	80.0	11.5	0	20
24	8.0	48	15	10	27.5	1.0	0	0	10.0	10.5	0	0
25	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5	0	0
26	1.5	0	0	0	0	0	0	60.9	0	3	0	0
27	5.7	14.4	18	15	0.4	0	0	4.1	0	23.3	0	6.2
28	18.7	27	38	12	22.6	0	15.0	0	0	34.2	20	20.5
29	5.8	15	0	0	11.4	0	0	0	0	0	0	0
30	16.2	0	0	0	0	8.0	0	0	30.0	0	0	0
31	24.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2556

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	11.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3.2	0	0	0	0	0	0	0	25.0	0	0	0
5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	7.5	5	13.7	41	0	70.0	40.0	0	50.0	5.8	0	64.5
7	0	0	5		0	0	0	9.2	0	5.3	0	0
8	0.6	33.2	3.5	8	0	0	30.0	14.3	0	32	0	14.8
9	2.5	26.3	10	40	0	0	0	0	0	36.2	0	0
10	4.5	0	0	0	0	66.0	0	0	0	0	0	0
11	0.2	0	0	0	0.0	40.0	0	0	0	0	0	0
12	0	70.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0
13	2.2	0	0	0	14.7	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	10.0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	15.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	9.3	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2556 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนละอาด	หนองวัวซอ
19	1.7	21	0	15	0	0	0	5.3	0	4.2	0	0
20	0.8	0	0	0	0	0	0	0	10.0	0	0	0
21	5.7	0	0	0	7.5	0	0	0	20.0	0	0	0
22	0.2	5	10.5	10	16.7	0	0	0	0	21.5	0	22.3
23	3.2	0	4.5	7	0	0	0	0	0	26.2	0	8.5
24	0	0	0	21	0	0	0	0	0	23	0	3.5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1.5	0	0	0	6.7	1.6	37.0	0	45.0	0	0	0
27	0	0	1.7	10	0	0	0	0	0	0	0	15
28	0	0	0	0	0	53.0	0	0	0	0	0	0
29	1.0	27.5	0	25.5	0	0	0	10.7	20.0	0	0	0
30	21.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0.2	0	12.5	0	0	20.0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.4	0	10	10	2.5	24.0	0	0	0	32.2	0	15.9
5	21.7	8	0	25	9.7	30.0	0	35.0	42.0	12	0	8.3
6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
7	5.2	0	5	40	0	0	0	0	0	8.3	0	6
8	0	0	40	15	9.3	6.0	0	0	0	23	0	9.7
9	3.6	0	3	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.4	0	0	0	0	0	0	61.0		0	0	0
11	25.7	65	4.1	15.5	49.2	37.0	34.0	36.5	10.0	3	0	36.3
12	72.2	47	0	1	88.5	11.0	103.0	0	0	10	0	6.5
13	0.9	32	6.9	17	5.8	0	0	65.8	0	54.5	0	0
14	8.4	21	0.9	0	0	0	0	0	0	5	0	0
15	15.5	0	0	0	0.0	4.0	0	9.2	0	6.5	0	0
16	6.2	0	0	0	0	0	0	27.5	10.0	13	0	0
17	11.2	36.9	13.7	5	7.8	15.0	0	35.0	15.0	41.2	0	8.2
18	0	16	5	5	7.5	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน กันยายน พ.ศ. 2556 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	0	0	0	0	5.2	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	15.5	7	35.0	0	0	0	0	17.5	0	15.3
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	18.7	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0	40	0	0
26	0	21	0	0	53.4	0	0	0	0	5	0	43.5
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	14.1
30	0	23	15.5	20	15.3	0	0	0	0	7.5	0	10.5
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
1	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	5.3	5	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	5.5	8.7	10	5.4	0	0	0	7	10	20.5	0
16	0	21.8	30	30	16.9	30	14.6	0	17	44.2	35.5	35.7
17	0	0	0	0	2.1	0	0	0	0	0	16.5	8.7
18	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	13

Mahasarakham University

ข้อมูลฝนรายวัน เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556 (ต่อ)

วันที่	กมลาไสย	ศรีธาตุ	หนองหาน	กุมภวาปี	กระนวน	ยางตลาด	สหัสขันธ์	สมเด็จ	นามน	ไชยวาน	โนนสะอาด	หนองวัวซอ
19	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นาย สิริ ภูทำนอง
วันเกิด	วันที่ 1 มีนาคม 2534
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 169 หมู่ที่ 1 ตำบลบัวบาน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2547	โรงเรียนโคกคำวิทยา อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ.2550	โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
พ.ศ.2557	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นาย กิตติศักดิ์ ธรรมจิตติ
วันเกิด	**วันที่** 3 เมษายน 2533
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 30/1 หมู่ที่ 8 ตำบลวังสามหมอ อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์41280
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2546	โรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ.2549	วิทยาสัยเทคนิคขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่
พ.ศ.2552	มหาวิยาเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น (ปวส.) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2557	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University