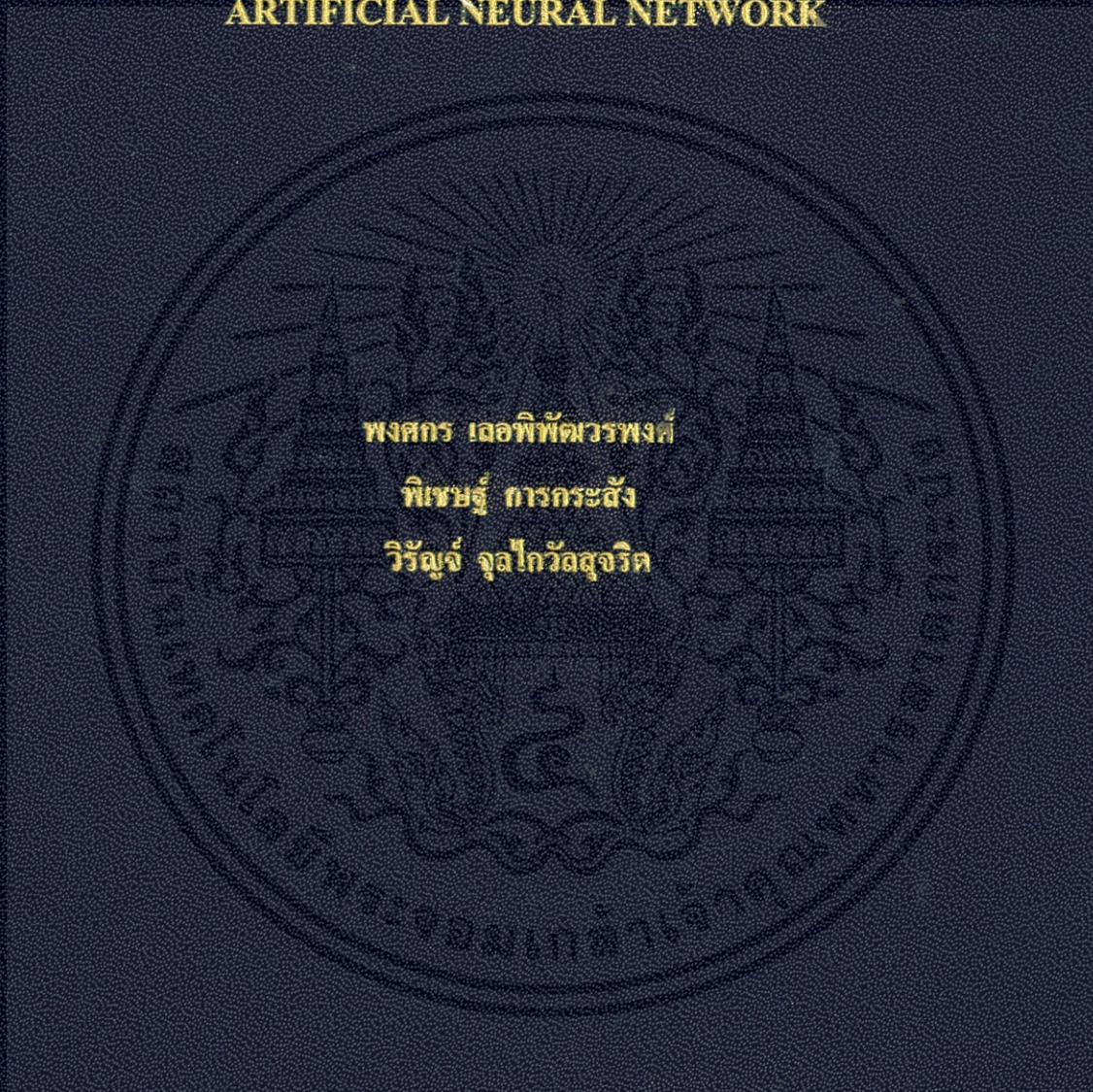


การพัฒนาการย่อขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยการประยุกต์
ข้อมูลไอโซโทปน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียม

**DEVELOPMENT OF DOWNSCALING GLOBAL CLIMATE
MODELS BY APPLYING RAINFALL ISOTOPE AND
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การพัฒนาการย่อขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยการประยุกต์
ข้อมูลไอโซโทปน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียม
DEVELOPMENT OF DOWNSCALING GLOBAL CLIMATE
MODELS BY APPLYING RAINFALL ISOTOPE AND
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2557
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การพัฒนาการย่อขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยการประยุกต์
ข้อมูลไอโซโทปน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียม

นักศึกษา นายพงศกร เลอพิพัฒพรพงศ์ รหัสประจำตัว 54010840
 นายพิเชษฐ์ การกระสัง รหัสประจำตัว 54010918
 นายวิรัช จุลไกวต์สุจริต รหัสประจำตัว 54011203

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง

ปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง	   
ผศ.ดร.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ชนเดช	
ดร.ชลิลา อุตะภา	
ดร.ภาสกร ชันทองทิพย์	
ดร.ชชชนก อัทธพงษ์	

สถานที่สอบ ห้องประชุมภาควิชา วันที่ 28 เมษายน 2558 เวลา 13:00-14:00

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา รับรองแล้ว



(ผศ.ดร. นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ชนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
วันที่ 25 เดือน พ.ศ. 2558
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนารายชื่อนาฬิกาแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยการประยุกต์ ข้อมูลไอโซโทปน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียม

นาย พงศกร เลขที่พัฒนารพงค์ 54010840
นาย พิเชษฐ์ การกระสัง 54010918
นาย วิรัชช์ จุลไกวล์สุจริต 54011203
รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปริมาณน้ำฝนมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิด ภัยแล้งและอุทกภัย หากสามารถพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นก็จะสามารถวางแผนในการรับมือเพื่อ บรรเทาอุทกภัยหรือภัยแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แบบจำลองทางภูมิอากาศโลกจึงเป็นอีก หนึ่งในเครื่องมือที่สามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตได้ หากแต่แบบจำลองดังกล่าวมีขนาด พื้นที่ที่ทำนายกว้างและจากการทดลองนำค่าที่ยังไม่ลดขนาดมาเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำฝนพบว่ามี ความสัมพันธ์กันในระดับที่ต่ำมากทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ทำนายจากแบบจำลองมาใช้ได้ โดยตรงจึงจำเป็นต้องทำการลดขนาด และ ปรับค่าให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยในโครงการพิเศษ นี้ได้มีการประยุกต์ใช้ โครงข่ายประสาทเทียม และ ข้อมูลไอโซโทป มาทำการลดขนาดและปรับค่า ตามลำดับเพราะฉะนั้นปริมาณไอโซโทปจากน้ำฝนจึงถูกนำไปปรับปรุงให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความ แม่นยำมากขึ้นโดยนำข้อมูลปริมาณน้ำฝน 50 ปี ที่จังหวัด เชียงใหม่ หนองคาย ภูเก็ต อุบลราชธานี และ อำเภอ ศรีสำโรงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ร่วมกับข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศ โลกHADcm3 จาก ประเทศอังกฤษ โดยใช้สถานการณ์จำลอง A1B ตั้งแต่ปี 1965 ถึง 2014 โดย เลือกใช้ตัวแปร อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำทะเล แรงลมตามแนวละติจูด แรงลมตาม แนวลองจิจูด และแรงลมเฉลี่ย จาก แบบจำลองภูมิอากาศโลกและทำการนำโครงข่ายประสาทเทียม มาประมาณความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ถูกรวบรวมกับข้อมูลจากแบบจำลองโดยเป็นแบบจำลอง คาบเวลา 50 ปี เพื่อที่จะทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตของสถานีทั้ง 5 ในปี 2015 ถึง 2039 อีก แบบจำลองหนึ่งใช้ข้อมูลไอโซโทปที่ถูกเก็บตั้งแต่ปี 2002มาร่วมในการประยุกต์ โดยในแบบจำลอง แรก มีค่า R-Square 0.53-0.7 โดยจะมีค่าความผิดพลาดลดลงและค่า R-Square เพิ่มขึ้นเป็น 0.61- 0.73 เมื่อมีการประยุกต์ใช้ไอโซโทป เพราะฉะนั้นการใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับไอโซโทป สามารถทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Downscaling Global Climate Model by Applying Rainfall Isotope and Artificial Neural Network

Mr.Pongsakorn Lerpeepatworrapong 54010840

Mr.Pichet Kankrasang 54010918

Mr.Virun Chulkaivalsucharit 54011203

Assoc.Prof.Uma Seeboonruang Advisor

Academic Year 2014

ABSTACT

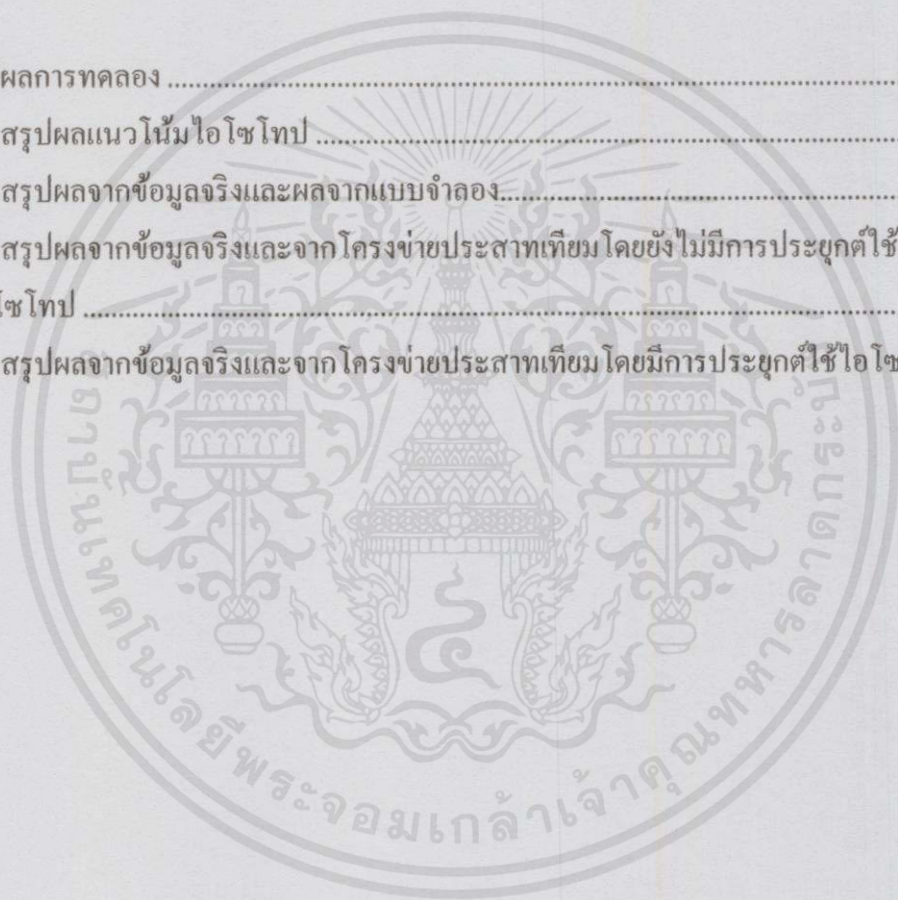
Recently, precipitation has been changing. The change has caused unpredictable droughts and floods. Therefore, if we are able to predict more precise future precipitation, we should be able to better plan for efficiently drought and flooding alleviations. Global Climate Model (GCMs) is one of the tools to predict the future precipitation. However, one limitation of the GCMs is their forecast only at global large scale and hence the resultant future rainfall data can't directly be applied on local scale and mathematically are proved here that there is no direct relationship between the global model rainfall data and the local observed data. As a result, a downscaled GCMs is required to predict future rainfall and assess the impact of climate change. Here, the technique of Artificial Neural Network (ANN) is applied for downscaling the GCM modeled rainfall. In addition, measured rainfall isotope will also be adapted for more accurate result. The 50 year precipitation data at stations of Chaing Mai, Nong Khai, Sukhothai, Phuket and Ubon Ratchathani obtained from The Thailand Meteorological Department of Thailand (MET) was applied along with the A1B GCM 1965 from 2014. The selected GCM parameters were Air Temperature, humidity, precipitation, water sea level, Surface dwelling, wind zonal, wind meridional and wind mean. The ANN established the relationship between the measured MET data and those data of GCMs during the 50 year period in order to predict the future rainfall at the five stations in Thailand for the years of 2015 to 2039. Consequently, the measured rainfall tritium and deuterium isotope data obtained from 2002 were applied to the model. The result of the first attempt model revealed the R- squared of 0.53-0.70. In addition, the newly developed isotope-GCM model was able to match the MET rainfall data significantly better with the summation error and the root mean square error less than those of the first model. The new model can increase the R-square to 0.61-0.73. Therefore, the downscaling method using ANN in addition with the isotope data can be applied to predict the future rainfall data.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของ โครงการ	1
1.4 วิธีการดำเนินการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 งานวิจัยและวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง.....	23
3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของไอโซโทปน้ำฝน	23
3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของแบบจำลองกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา.....	23
3.3 ทำการย่อขนาดแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Artificial Neural Network.....	24
3.4 ทำการย่อขนาดแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Artificial Neural Networkร่วมกับการใช้ไอโซโทป	25
3.5 สรุปผลการทดลอง.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	26
4.1 กล่าวนำ.....	26
4.2 ผลจากการศึกษาและเปรียบเทียบ.....	27
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	98
5.1 การวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีไอโซโทปในการปรับค่า	98
5.2 การวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบมีไอโซโทปในการปรับค่า.....	108
5.3 เปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่างมีไอโซโทปและไม่มีไอโซโทป	113
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	116
6.1 สรุปผลแนวโน้มไอโซโทป	116
6.2 สรุปผลจากข้อมูลจริงและผลจากแบบจำลอง.....	118
6.3 สรุปผลจากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมโดยยังไม่มีการประยุกต์ใช้ไอโซโทป	119
6.4 สรุปผลจากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมโดยมีการประยุกต์ใช้ไอโซโทป ..	120



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับอัตราส่วนของไอโซโทป.....	30
4.2 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับอัตราส่วนของไอโซโทป.....	34
4.3 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับอัตราส่วนของไอโซโทป.....	34
4.4 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับ ดิวทีเรียม.....	38
4.5 ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของแต่ละสถานี.....	48
4.6 ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของแต่ละสถานี.....	55
4.7 ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของแต่ละสถานี.....	63
4.8 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี.....	74
4.9 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี.....	85
4.10 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี.....	96
5.1 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่.....	99
5.2 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ใกล้จังหวัดเชียงใหม่.....	99
5.3 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของจังหวัดหนองคาย.....	100
5.4 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ใกล้จังหวัดหนองคาย.....	101
5.5 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดเชียงใหม่.....	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ ใช้นานการค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ใกล้เคียงอำเภอศรีสำโรง จังหวัด เชียงใหม่.....	103
5.7 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของจังหวัดภูเก็ต.....	104
5.8 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ใกล้เคียงจังหวัดภูเก็ต.....	105
5.9 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของจังหวัดอุบลราชธานี.....	106
5.10 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ใกล้เคียงจังหวัดอุบลราชธานี	107
5.11 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของจังหวัดเชียงใหม่	108
5.12 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของจังหวัดหนองคาย.....	109
5.13 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดเชียงใหม่	110
5.14 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่าง ๆ ของจังหวัดภูเก็ต.....	111
5.15 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆ ของจังหวัดอุบลราชธานี.....	112
5.16 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป จังหวัดเชียงใหม่	113
5.17 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป จังหวัดหนองคาย	113
5.18 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป อำเภอศรีสำโรง.....	114
5.19 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป จังหวัดภูเก็ต.....	114
5.20 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป จังหวัดอุบลราชธานี.....	115
6.1 ตารางแสดงค่าความชันคงที่ กับค่า R^2	118
6.2 ตารางแสดงค่าความชันคงที่ กับค่า R ของข้อมูลจริง กับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง	119
6.3 ตารางแสดงค่าความชันคงที่ กับค่า R^2 ของข้อมูลจริง กับข้อมูลที่ได้จาก โครงข่ายประสาทเทียม.....	121
6.4 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอ โซ โทป ของแต่ละสถานี	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 ภาพเรื่อกระจก.....	4
2.2 ไอโซโทปของไฮโดรเจน	5
2.3 ออกซิเจน-16 และ ออกซิเจน-18.....	5
2.4 ผลึกน้ำแข็งในหิมะ	7
2.5 โครงสร้างวงจร Neural Network	14
2.6 แสดงการแยกแยะระหว่างสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม.....	14
2.7 เปิดโปรแกรม MATLAB	15
2.8 นำเข้าข้อมูลจาก Microsoft Excel	15
2.9 คำสั่งเปิดหน้าต่าง โครงข่ายประสาทเทียม	16
2.10หน้าต่าง โครงข่ายประสาทเทียม	16
2.11การนำเข้าข้อมูลลงโครงข่ายประสาทเทียม.....	17
2.12การเลือกชนิดข้อมูล.....	17
2.13หน้าต่างสร้างโครงข่าย	18
2.14รูปแบบการเลือกข้อมูล.....	18
2.15หน้าต่างโครงข่าย.....	19
2.16การอินพุตข้อมูลที่ต้องการสอนแนวโน้มน้ำ	19
2.17รูปที่โปรแกรมกำลังสร้างแนวโน้มน้ำข้อมูล.....	20
4.1 แสดงแผนที่ของประเทศไทยในภูมิภาคต่างๆ.....	39
4.2 แสดงพิกัดใกล้เคียงของสถานีในจังหวัดภูเก็ต, อุบลราชธานี, อ.ศรีสำโรง, เชียงใหม่ และหนองคาย	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น อุทกภัย ภัยแล้ง และการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก หากสามารถทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตได้อย่างแม่นยำ เราจะสามารถบรรเทาภัยดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตนั้นจึงได้มีการนำไอโซโทปของน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบจำลองทางสภาพภูมิอากาศโลก HADcm3 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ทำนายตัวแปรทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ในอนาคตหากแต่มีพื้นที่ในการทำนายที่ใหญ่จึงไม่สามารถนำมาใช้โดยตรงได้ กล่าวโดยสรุป ที่มาของโครงการนี้ถูกทำขึ้นเพื่อบรรเทาอุทกภัยและภัยต่างๆ ที่เกิดมาจากปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง โดยประยุกต์ใช้ไอโซโทปของน้ำฝนและโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบจำลองภูมิอากาศโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลไอโซโทปและปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาผลของแบบจำลองภูมิอากาศโลกกับข้อมูลน้ำฝนโดยตรง
3. เพื่อขอขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
4. เพื่อขอขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับข้อมูลไอโซโทป

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 พื้นที่การศึกษา

โครงการนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆตามวัตถุประสงค์ใน 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่, จังหวัดหนองคาย, จังหวัดสุโขทัย อำเภอ ศรีสำโรง, จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดภูเก็ต

1.3.2 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษานี้จะประกอบไปด้วย การศึกษาโดยวิธีทางสถิติพื้นฐาน(Statistics), สมการการถดถอยเชิงเส้น(Multiple linear regression), เพียร์สัน(Pearson Correlations), การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และ โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Recurrent Neural Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะใช้ ข้อมูลแบบจำลองทางภูมิอากาศโลก HADcm3 ตั้งแต่ปี ค.ศ.1961-2099 จากประเทศอังกฤษ, ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ปี 1965-2014 และข้อมูล ไอโซโทปจากมหาวิทยาลัยโตเกียว ตั้งแต่ปี 2002-2014

1.4 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาวรรณกรรมที่และทฤษฎีเกี่ยวข้องกับ ไอโซโทป แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และ โครงข่ายประสาทเทียม
2. ขอข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูล ไอโซโทป น้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น และข้อมูลจาก แบบจำลองทาง ภูมิอากาศโลก
3. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ ไอโซโทป ร่วมกับ น้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นที่วัดได้
4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง แบบจำลองภูมิอากาศโลกกับปริมาณน้ำฝน
5. ทำการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนร่วมกับข้อมูลน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก
6. ทำการทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตโดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ด้วยโครงข่ายประสาท เทียม พร้อมเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทำนายกับข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา
7. ทำการประยุกต์ใช้ข้อมูล ไอโซโทป ร่วมกับข้อมูลจากแบบจำลอง ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พร้อมเปรียบเทียบผลที่ได้ร่วมกับ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา
8. สรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ไอโซโทปของน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝนได้
2. สามารถย่อขนาดแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมได้
3. สามารถทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำการทดลองเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลักการและความเกี่ยวข้องของไอโซโทปน้ำฝน แบบจำลองภูมิอากาศโลกและการย่อขนาดโครงข่ายประสาทเทียม ปริมาณน้ำฝน และ วิธีการในการวิเคราะห์

2.1.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (average weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายความว่ารวมถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ทม เป็นต้น ในความหมายตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลทางตรง หรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติแต่ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาล ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมของมนุษย์ โดยกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) รุนแรงกว่าที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming)

2.1.1.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ และมีคุณสมบัติยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ และเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ฯลฯ

2.1.1.2 ภาวะเรือนกระจก

ภาวะเรือนกระจก คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่

เอกสารนี้ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจุกอยู่ภายในบรรยากาศจึง
ไม่่าครณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก



รูปที่ 2.1 ภาวะเรือนกระจก

(<http://www.greenhouse.gov.au/education/what.html>)

2.1.2 ไอโซโทป (Isotope)

ไอโซโทปคือ อะตอมของต่างๆของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนหรือเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกันส่งผลให้เลขมวลต่างกันและเรียกเป็นไอโซโทปของธาตุนั้นๆ จะมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์เหมือนกัน ยกเว้นสมบัติทางนิวเคลียร์ที่เกี่ยวกับมวลอะตอมเช่น ยูเรเนียม มี 2 ไอโซโทป คือ ยูเรเนียม-235 เป็นไอโซโทปที่แผ่รังสี ในขณะที่ยูเรเนียม-238 เป็นไอโซโทปที่ไม่แผ่รังสี

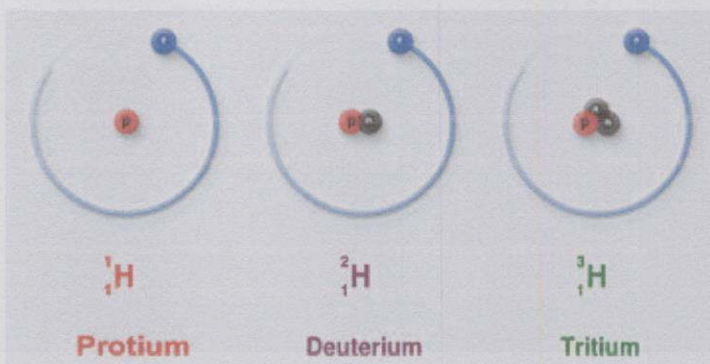
2.1.2.1 ไอโซโทปของน้ำ (Water isotope)

น้ำมีสูตรทางเคมี คือ H_2O โดยไอโซโทปของน้ำคือ $H_2OD_2OH_2^{16}O$ และ $H_2^{18}O$ โดย D หรือที่เรียกว่า ดิวเทอเรียม คือ ธาตุไฮโดรเจนที่มีมวลอะตอมเท่ากับสอง หรือที่เขียนด้วยสัญลักษณ์ ทางเคมีอีกอย่างหนึ่ง คือ 2_1H โดย D และ ^{18}O จะเรียกว่า ไอโซโทปเสถียร

2.1.2.2 ดิวเทอเรียม (Deuterium)

ดิวเทอเรียม เป็นไอโซโทปหนึ่งที่เสถียร ซึ่งประกอบไปด้วย 1 นิวตรอน และ 1 โปรตอน

เอกสารนี้ในนิวเคลียสของมัน ดิวเทอเรียมมีในธรรมชาติอยู่ 0.0026-0.0184% โดยจำนวนให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

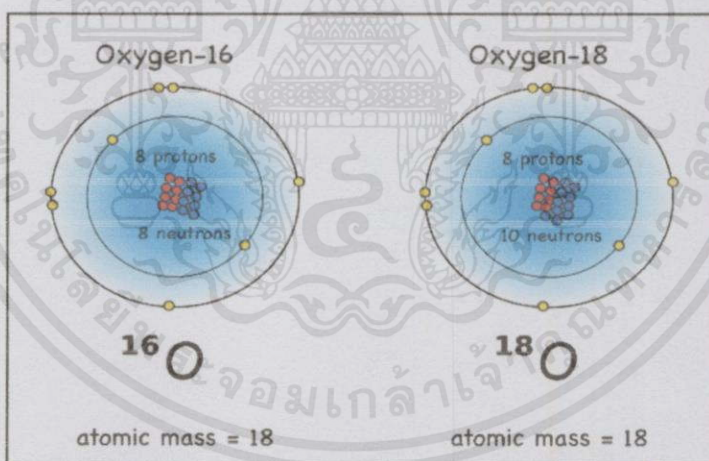


รูปที่ 2.2 ไอโซโทปของไฮโดรเจน

(<http://th.wikipedia.org/wiki/ไอโซโทปของไฮโดรเจน>)

2.1.2.3 ออกซิเจน-18 (Oxygen-18)

ออกซิเจน-18 เป็นไอโซโทปหนึ่งที่เสถียร ซึ่งประกอบไปด้วย 10 นิวตรอน และ 8 โปรตอน ในนิวเคลียสของมัน ออกซิเจน-18 มีในธรรมชาติอยู่ 0.2% โดยเกิดจากการสลายตัวของ ฟลูออรีน-18 ในเวลา 1 วัน



รูปที่ 2.3 ออกซิเจน-16 (ซ้ายมือ) และ ออกซิเจน-18 (ขวามือ)

(<http://montessorimuddle.org/2011/04/10/how-microscopic-shells-can-tell-us-the-history-of-the-earths-climate/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 ค่าของไอโซโทป (Isotope value)

ข้อมูลของไอโซโทปจะรายงานในรูปแบบของค่าเดลตา (Delta) โดยใช้สัญลักษณ์ δ ค่าของไอโซโทปในน้ำจะถูกแสดงด้วยค่าที่เป็นลบ โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน (Standard Mean Ocean Water) โดยใช้สมการ

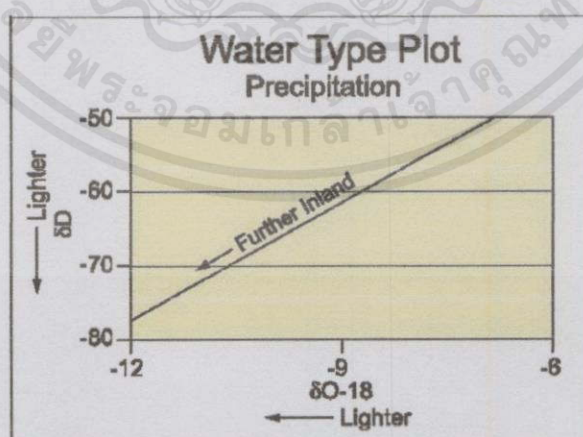
$$\delta^{18}O = \left(\frac{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{sample}}{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{standard}} - 1 \right) * 100 \%$$

เมื่อ $\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{sample}$ = สัดส่วนของออกซิเจน-18 กับออกซิเจน-16 ของตัวอย่าง

$\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{standard}$ = สัดส่วนของออกซิเจน-18 กับออกซิเจน-16 ตามมาตรฐาน

2.1.2.2 อัตราส่วนไอโซโทป (Isotope ratio)

อัตราส่วนไอโซโทป หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ออกซิเจน-18 ต่อ คิวเทอริยมซึ่งค่าอัตราส่วนคงที่แต่จะแตกต่างกันไปตามแต่พื้นที่ศึกษา โดย องค์ประกอบของไอโซโทปของน้ำฝนที่ตกลงมา จะมีค่าเป็นลบมากขึ้นเมื่อเมฆฝนพัดเข้าสู่แผ่นดินด้วยระยะทางมากขึ้น ทำให้ปริมาณ คิวเทอริยมกับออกซิเจน-18 มีค่าลดลง



กราฟ 2.4 กราฟระหว่าง ออกซิเจน-18 กับ คิวเทอริยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (<http://www0.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5101/nkc5101u.html>)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 น้ำจากอากาศ (Precipitation)

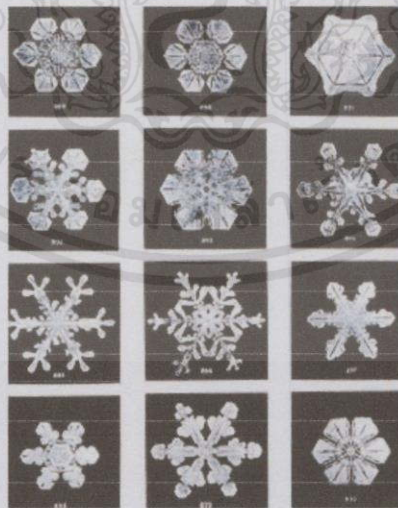
น้ำจากอากาศหมายถึงน้ำในลักษณะของเหลว หรือของแข็งรูปผลึก หรือของแข็งในรูปของอสัณฐานซึ่งเกิดจากก้อนเมฆบนท้องฟ้าแล้วตกลงมายังพื้นโลก ซึ่งจะหมายรวมถึง ฝนละออง ฝน หิมะ และลูกเห็บ ซึ่งในโครงการนี้จะเน้นไปยังฝน

2.1.3.1 ฝน (Rain)

ฝน คือ น้ำจากอากาศที่เกิดในรูปของของเหลวซึ่งน้ำจากผิวน้ำในมหาสมุทรระเหยกลายเป็นไอ ควบแน่นเป็นละอองน้ำในอากาศรวมตัวกันเป็นเมฆในแนวตั้ง หรือที่เรียกว่า เมฆ คิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ซึ่งในเมฆชนิดนี้จะมีหยดน้ำขนาดแตกต่างกันมากจึงมีโอกาสตกลงมาชนน้ำฝนที่มีขนาดเล็กและเกิดการรวมตัวกันเป็นหยดน้ำที่ใหญ่ขึ้น ประกอบกับกระแสการไหลอากาศที่ไหลขึ้น ก็จะพัดมาให้หยดน้ำชนกันมากยิ่งขึ้น จนมีขนาดใหญ่ขึ้นประมาณ 2-5 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถเอาชนะแรงโน้มถ่วง และตกลงมากลายเป็นฝนในที่สุด

2.1.3.2 หิมะ (snow)

หิมะคือ รูปแบบหนึ่งของหยดน้ำ และ น้ำแข็ง ซึ่งเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ ตกลงมาสู่พื้นผิวโลกด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วง โดยหิมะเกิดจากไอน้ำหรือหยดน้ำในเมฆที่มีอุณหภูมิประมาณ -40°C ซึ่งน้ำจะอยู่ในสถานะ “น้ำเย็นยิ่งยวด” (Super cooled water) เมื่อน้ำเย็นยิ่งยวดจะเกิดการกระทบกับอนุภาคเล็กๆที่แขวนลอยอยู่ในอากาศซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนน้ำแข็ง (Ice nuclei) จากนั้นไอน้ำที่ระเหยอยู่โดยรอบจะจับตัวกับผลึกน้ำแข็ง ทำให้ผลึกมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ หากผลึกน้ำแข็งชนกันเองก็จะเกิดการรวมตัวกลายเป็นผลึกขนาดใหญ่เรียกว่า “เกล็ดหิมะ” (Snow flake) และเมื่อผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่่มากพอที่จะตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลก



รูปที่ 2.5 ผลึกน้ำแข็งในหิมะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคนใช้เท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 มาตรการวัดน้ำฝน (Rain measurement)

ปริมาณน้ำฝนนั้นวัดโดยใช้มาตรวัด โดยเป็นการวัดความลึกของน้ำที่ตกลงมา สะสมบนพื้นผิวดินในหน่วย มิลลิเมตร

2.1.4 วิธีการในการวิเคราะห์

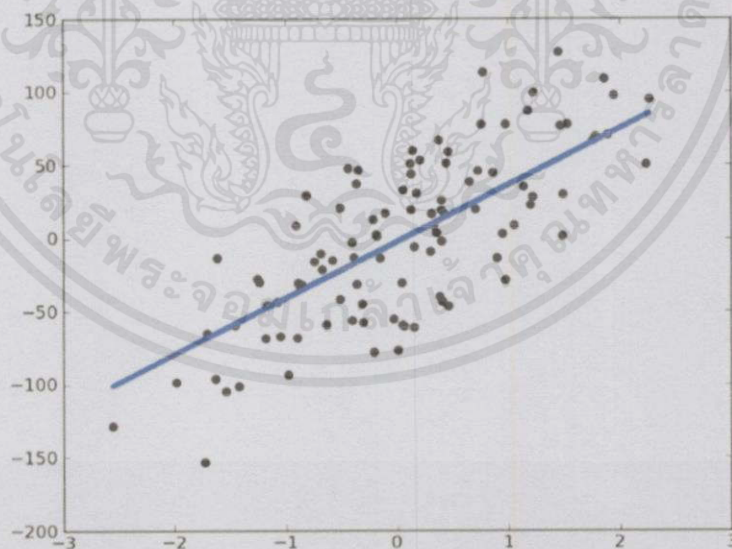
เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการสังเคราะห์หา แนวโน้มของข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆจึงจำเป็นต้องใช้วิธีเกี่ยวกับตัวเลขในการ วิเคราะห์ข้อมูล อาทิเช่น สมการถดถอยเชิงเส้นเส้น(Multiple Linear Regression) ความสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน(Pearson Correlation)การวิเคราะห์อนุกรมเวลา(Time series analysis)

2.1.4.1 สมการถดถอยเชิงเส้น (Multiple Linear Regression)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยที่แทนด้วยตัวแปรตั้งแต่สองตัว แปรขึ้นไป เพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ ทิศทางความสัมพันธ์ และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรหรือเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปรหนึ่ง แล้วนำไปพยากรณ์ ค่าของอีกตัวแปร หนึ่ง ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด

2.1.4.2 การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

คือการวิเคราะห์โดยการกระจายข้อมูลทั้งหมดลงบนกราฟจากนั้นสร้างเส้นแนวโน้มที่ เป็นเส้นตรง โดยกราฟเส้นตรงนั้นจะเรียกว่า “เส้นกราฟถดถอย”



กราฟที่ 2.2 แสดงตัวอย่างกราฟสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (http://scikit-learn.org/0.11/modules/sgd.html) ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 รูปแบบของสมการเชิงเส้น (Linear Model)

รูปแบบของสมการเชิงเส้นสามารถเขียนในรูปทั่วไป (General form) ได้ดังนี้

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i$$

โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เป็นค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น

เมื่อ	Y	=	ตัวแปรตาม (ขึ้นอยู่กับค่าของ X)
	X_i	=	ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นใดๆ
	b_0	=	ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดแกน Y
	b_i	=	ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

2.1.4.4 สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) และค่าคงที่ (Constant)

ในการหาค่าทั้งสองนี้หากเราไม่นำโปรแกรมเข้ามาเพื่อช่วยในการสร้างกราฟ ถดถอยจะสามารถหาตัวแปรทั้งสองนี้ได้จาก

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

เมื่อ	\bar{Y}	=	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตตัวแปรตาม
	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น
	a	=	ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดแกน Y
	b	=	ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ
	x	=	ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีค่าเท่ากับ $X - \bar{X}$
	y	=	ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีค่าเท่ากับ $Y - \bar{Y}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.5 ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson Correlation)

เป็นดัชนีชี้วัดขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวหรือมากกว่าสองตัวที่เราเลือกมาศึกษา ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ในทิศทางใด

2.1.4.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์(Pearson Product

Moment: r_{xy})

ใช้สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวซึ่งตัวแปร ทั้ง 2 เป็นตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous variable)หรือเป็นข้อมูลในมาตราอันดับภาคหรืออัตราส่วน มีสูตรคำนวณดังนี้

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

เมื่อ N = จำนวนคู่ของข้อมูล
X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น
Y = ตัวแปรตาม

2.1.4.7 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา(Time series analysis)

เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลในอดีตมาพิจารณาว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนไปมีลักษณะเป็นอย่างไร มีการเคลื่อนไหวมากน้อยเพียงใด โดยมีข้อสมมติว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอนาคตจะไม่แตกต่างกับในอดีต

2.1.4.8 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

ส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา คือ สาเหตุของการแปรผันแบบต่างๆ ในข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งสามารถแยกส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลาออกได้เป็น 4 ส่วนด้วยกันโดยไม่ต้องมีกรบก็ได้

2.1.4.9 แนวโน้ม (Trend component: T)

หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวที่น่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และลักษณะแนวโน้มนั้นอาจจะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ระยะเวลาที่จะทำให้เห็นแนวโน้มส่วนใหญ่ไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา ลักษณะเด่นของเส้นแนวโน้มคือจะต้องเรียบไม่มีการหักมุม ใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.10 ฤดูกาล (Seasonal component: S)

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะเกิดขึ้นซ้ำๆ กัน ในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี โดยทั่วไปช่วงเวลาของฤดูกาลหนึ่งๆ มักจะสั้นกว่า 1 ปี เช่น รายเดือน รายไตรมาส คำว่าฤดูกาลในที่นี้หมายถึง สภาพภูมิอากาศ วัฒนธรรม สภาพสังคม หรือ เทศกาลต่างๆ ก็ได้ เช่น รายได้ของบริษัทขนส่ง จำกัด จะเพิ่มขึ้นมากในช่วงเดือนเมษายน และเดือนมกราคม เพราะเป็นช่วงหยุดยาว คนนิยมเดินทางกลับภูมิลำเนา หรือไปเที่ยว

2.1.4.11 วัฏจักร (Cyclical component: C)

หมายถึง การเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีลักษณะซ้ำๆ กัน คล้ายกับความผันแปรตามฤดูกาลต่างกันที่ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวของข้อมูลจะมีระยะเวลานานกว่าหนึ่งปี เช่น 10 ปีขึ้นไป โดยทั่วไปความผันแปรตามวัฏจักรมักจะมีพบในวัฏจักรของธุรกิจ

2.1.4.12 ส่วนผิดปกติ (Irregular component: I)

หมายถึง การเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ไม่มีความแน่นอน ลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของเหตุการณ์ที่เราไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ล่วงหน้า เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม ฝนแล้ง การชุมนุมประท้วง และการประกาศนัดหยุดงาน เป็นต้น

2.1.4.13 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมเวลา

ก่อนการแยกส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา จำเป็นต้องทราบก่อนว่า ส่วนประกอบของข้อมูลอยู่ในลักษณะใด ซึ่งมีอยู่ด้วยกันสองลักษณะ

2.1.4.14 ตัวแบบการบวก (Additive model)

เกิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่า ส่วนประกอบทั้ง 4 ของอนุกรมเวลาจะต้องเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือ ส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะไม่มีผลกระทบต่อค่าเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบอื่นๆ ที่เหลือดังสมการ

$$Y = T + S + C + I$$

2.1.4.15 ตัวแบบการคูณ (Multiplicative model)

เกิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่า ส่วนประกอบทั้ง 4 ของอนุกรมเวลาจะมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ ถ้าส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะมีผลกระทบต่อส่วนประกอบอื่นๆ ที่เหลือ ตัวแบบการคูณมักนิยมใช้กับข้อมูลทางธุรกิจ เพราะการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งในทางธุรกิจ จะมีผลกระทบต่อปัจจัยอื่นๆ ดังสมการ

$$Y = T \times S \times C \times I$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Models)

แบบจำลองภูมิอากาศโลก หรือ GCMs เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยใช้ตัวเลขแสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของแต่ละเหตุการณ์จำลอง เพราะฉะนั้นเพื่อให้สามารถคำนวณได้จึงทำการแบ่งโลกออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อยๆ(Grid) โดยตัวแปรที่ถูกรายงานนั้นจะถูกคำนวณลงในแต่ละจุดบนสี่เหลี่ยมนั้น และด้วยแบบจำลองภูมิอากาศโลกนี้จะคำนวณโดยการแบ่งโลกออกเป็นส่วนๆ จึงทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำนายมาใช้ได้โดยตรงเนื่องจากขนาดพื้นที่ที่ถูกรายงาน มีขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการลดขนาด (Downscale)

2.1.5.1 การลดขนาด (Downscale)

การลดขนาดคือการปรับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเพื่อให้สามารถนำมาปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการลดขนาด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลักๆ ได้แก่ การลดขนาดโดยวิธีทางสถิติ (Statistic Downscaling), การลดขนาดโดยวิธีทางพลวัต (Dynamic Downscaling) และการผสมกันจากทั้งวิธีทางสถิติและพลวัต (Statistic and Dynamic Downscaling) โดยการลดขนาดที่ใช้กันจะเป็นการลดขนาดเชิงพลวัตซึ่งมีข้อเสีย คือ ความสิ้นเปลืองทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณมาก ในที่นี้จึงเลือกใช้ โครงข่ายประสาทเทียม(Artificial Neural Network) มาประยุกต์ใช้ในการลดขนาด

2.1.5.2 เหตุการณ์จำลอง (Scenario)

แบบจำลองภูมิอากาศโลกจะทำการจำลองสภาพภูมิอากาศโดยใช้ตัวแปรต่างๆ โดยแบ่งการจำลองตาม สถานการณ์ต่างๆ โดยสภาพเหตุการณ์จำลองหลักจาก IPCC (IPCC Special Report on Emission Scenario) ที่ได้จัดทำขึ้นประกอบด้วยเหตุการณ์หลัก 4 เหตุการณ์ และเหตุการณ์จำลองย่อยของเหตุการณ์จำลองหลักแรก 3 ลักษณะ ซึ่งทำให้มีเหตุการณ์จำลองทั้งหมด 6 เหตุการณ์ คือ A1, A1FI, A1T, A1B, A2, B1, และ B2 ดังนี้

เหตุการณ์จำลอง A1 (A1 Scenario) เป็นโลกอนาคตที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ประชากรโลกขยายตัวจนถึงจุดสูงสุดในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 และเริ่มลดลงหลังจากนั้น รวมทั้งมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้อย่างกว้างขวาง ในส่วนของการพัฒนาสังคมก็คือ การเชื่อมโยงของผู้คนในภูมิภาคต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและวัฒนธรรม และทำให้ช่องว่างของความแตกต่างของรายได้ในแต่ละภูมิภาคลดลง ในเหตุการณ์จำลอง A1 นี้มีเหตุการณ์จำลองย่อยอีก 3 ลักษณะ ที่การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านระบบพลังงานอาจแตกต่าง โดย เหตุการณ์จำลอง A1FI เป็นสภาพการณ์ของอนาคตที่เทคโนโลยีระบบพลังงานยังคงเน้นที่เชื้อเพลิงฟอสซิล ส่วนเหตุการณ์จำลอง A1T เป็นสภาพการณ์ที่ไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก และเหตุการณ์จำลอง A1B ที่มีการใช้พลังงานต่างๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน โดยไม่ได้มีการพึ่งพาแหล่งพลังงานใดพลังงานหนึ่ง

เอกสารนี้ **มีค่าเกินไป** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเหตุการณ์จำลอง A2 (A2 Scenario) เป็น โลกอนาคตที่ภูมิภาคต่างๆ มีความแตกต่างกันมากขึ้น โดยแต่ละประเทศ/ภูมิภาคจะให้ความสำคัญกับการพึ่งพาตนเองและการอนุรักษ์เอกลักษณ์ความเป็นท้องถิ่นของตัวเอง ผู้คนต่างภูมิภาคไม่ได้เชื่อมโยงเข้าหากันมากนัก ประชากรโลกยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจจะเน้นที่ระดับภูมิภาค ส่งผลให้รายได้ต่อหัวของประชาชนและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเติบโตช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์จำลองอื่นๆ

เหตุการณ์จำลอง B1 เป็น โลกอนาคตที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นสังคมโลกาภิวัตน์ในลักษณะเดียวกันกับเหตุการณ์จำลอง A1 แต่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่เน้นในเรื่องการบริการและข้อมูลข่าวสารซึ่งทำให้ลดการผลิตและบริโภคสินค้าที่เป็นวัตถุต่างๆ รวมทั้งการนำเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและสะอาดมาใช้ โดยภาพรวมเป็นอนาคตที่โลกได้มีทางออกให้กับความยั่งยืนทางเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นสังคมที่มีความทัดเทียมกันมากขึ้น แต่ในเหตุการณ์จำลองอนาคตนี้ก็ไม่มีการริเริ่มในเรื่องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศใดๆ

ส่วนเหตุการณ์จำลอง B2 เป็น โลกอนาคตที่เน้นการหาทางออกในเรื่องความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เน้นการแก้ปัญหาในระดับภูมิภาค ประชากรโลกยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ต่ำกว่าที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์จำลอง A2 การพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับปานกลาง และมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่า เหตุการณ์จำลอง A1 และ B1 แต่ความหลากหลายของเทคโนโลยีมีมากกว่า แม้ว่าอนาคตในเหตุการณ์จำลองนี้จะให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ความเป็นธรรมทางสังคม แต่จะเน้นที่ระดับท้องถิ่นและภูมิภาคเป็นหลัก

2.1.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือโมเดลทางคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนกชันนิสต์ (connectionist) แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectric network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท (neurons) และ จุดประสานประสาท (synapses) ตาม โมเดลนี้ ข่ายงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท จนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน

2.1.6.1 การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

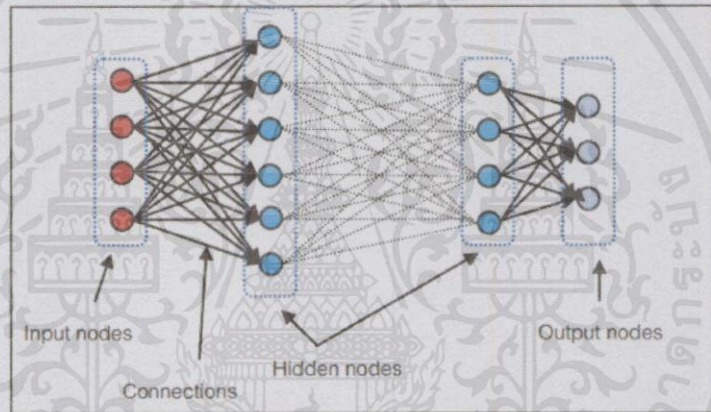
การทำงานของ Neural networks คือเมื่อมี input เข้ามายัง network ก็เอา input มาคูณกับ weight ของแต่ละขา ผลที่ได้จาก input ทุกๆ ขาของ neuron จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับ threshold ที่ กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่า threshold แล้ว neuron ก็จะส่ง output ออกไป output นี้ก็จะถูกส่งไปยัง input ของ neuron อื่น ๆ ที่เชื่อมกันใน network ถ้าค่าน้อยกว่า threshold ก็จะไม่เกิด output เขียนออกมาได้ดังนี้

if (sum(input * weight) > threshold) then output

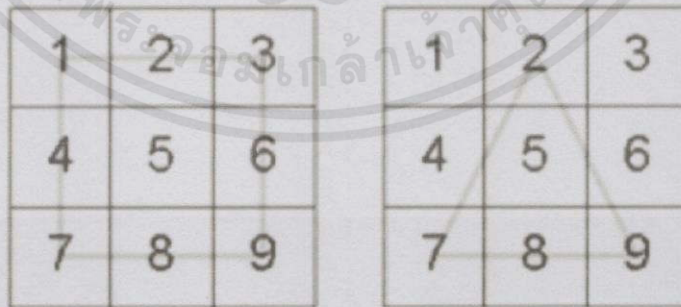
สิ่งสำคัญคือเราต้องทราบค่า weight และ threshold สำหรับสิ่งที่เราต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จัก ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการไม่จำกัดใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนให้มันรู้จัก pattern ของ สิ่งที่เราต้องการให้มันรู้จัก เรียกว่า "back propagation" ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการรู้จัก ในการฝึก feed-forward neural networks จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ back-propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนัก คะแนนของเครือข่าย (network weight) หลังจากได้รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้ว ค่าที่ได้รับ (output) จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวังแล้วทำการคำนวณหาค่าความ ผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป

อย่างเช่นจะรู้จักรูปสามเหลี่ยม กับรูปสี่เหลี่ยม เราอาจแบ่ง input เป็น 9 ตัวคือเป็นตาราง 3x3 ถ้าวาด รูปสี่เหลี่ยมหรือสามเหลี่ยมให้เต็มกรอบ 3x3 พอดีสี่เหลี่ยมจะมีส่วนของขอบอยู่ในช่อง 1,2,3,4,6,7,8,9 ก็สมมติ ให้นำน้ำหนักตรงช่องเหล่านี้มีค่ามากถ้ามีเส้นขีดผ่านก็เอามาคูณกับน้ำหนักแล้วก็เอมารวมกัน ตั้งค่าให้ พอเหมาะก็จะสามารถแยกแยะระหว่างสี่เหลี่ยมกับสามเหลี่ยมได้ซึ่งนี่คือหลักการของneural network



รูป 2.5 แสดงโครงสร้างวงจร Neural Network



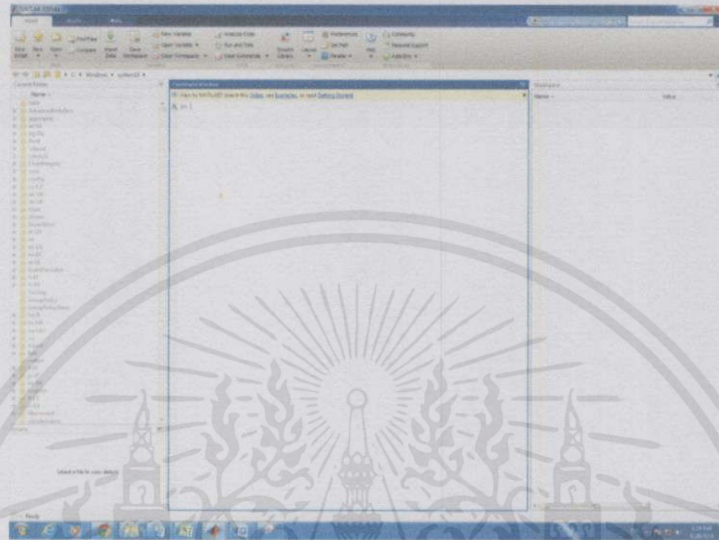
รูปที่ 2.6 แสดงการแยกแยะระหว่างสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 ขั้นตอนในการใช้งาน ANN

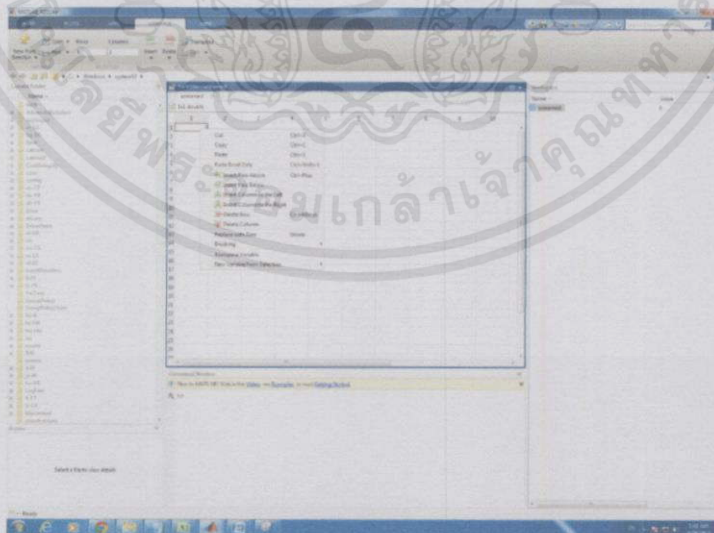
โปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม(ANN) นี้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MATLAB
ง่ายต่อการนำเข้าข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft excel โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.เปิดโปรแกรม MATLAB



รูปที่ 2.7 เปิดโปรแกรม MATLAB

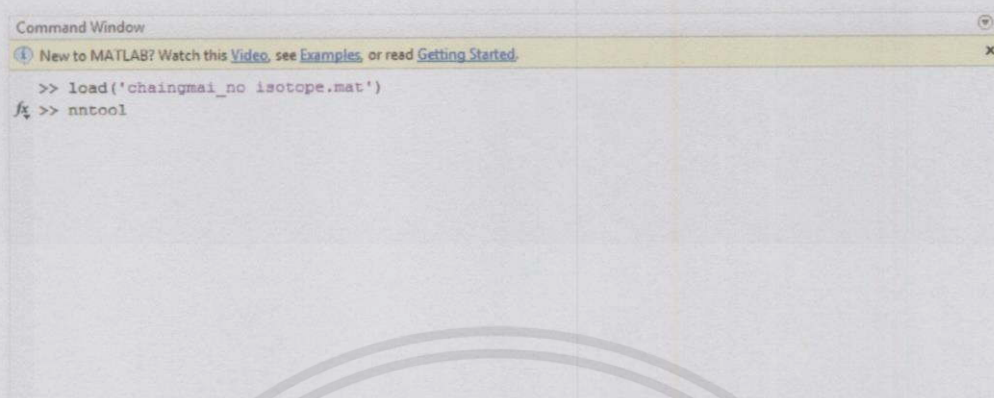
2.ทำการนำเข้าข้อมูลโดยการนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft excel



รูปที่ 2.8 นำเข้าข้อมูลจาก Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

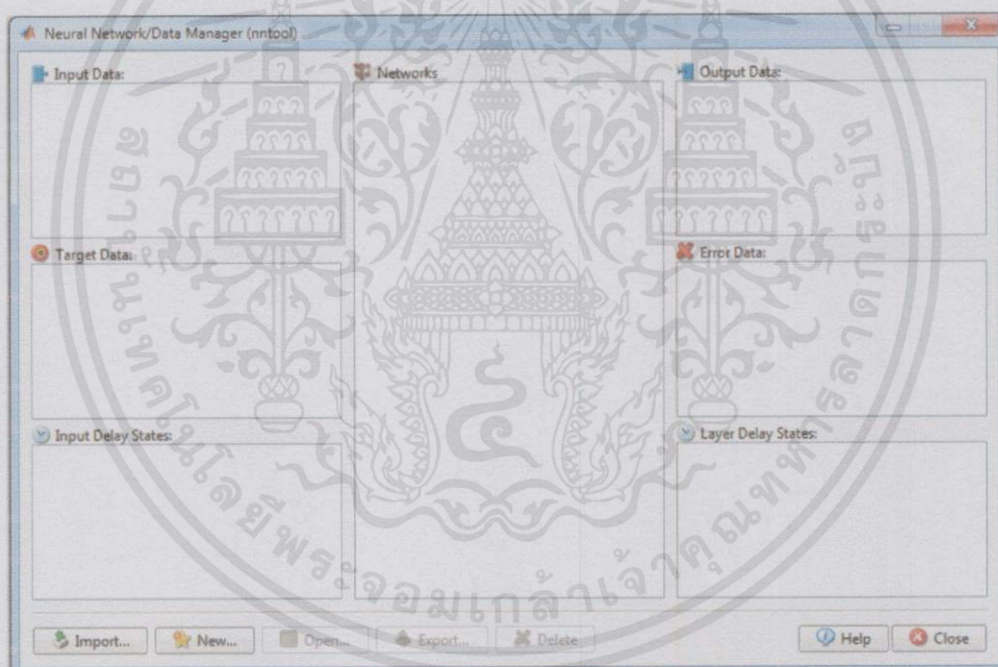
3.เมื่อนำเข้าข้อมูลกับผลลัพธ์ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว พิมพ์คำว่า "nntool" ลงบนcommand line จะพบว่า มีหน้าต่างถูกเปิดขึ้น



```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
>> load('chaingmai_no isotope.mat')
>> nntool
  
```

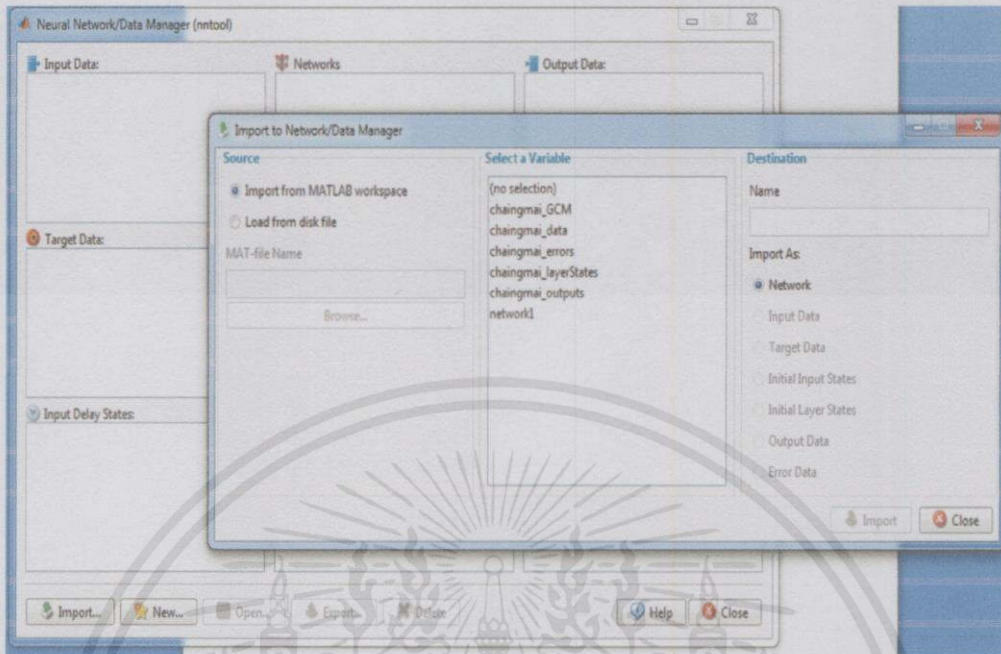
รูปที่ 2.9 คำสั่งเปิดหน้าต่าง โครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 2.10 หน้าต่างโครงข่ายประสาทเทียม

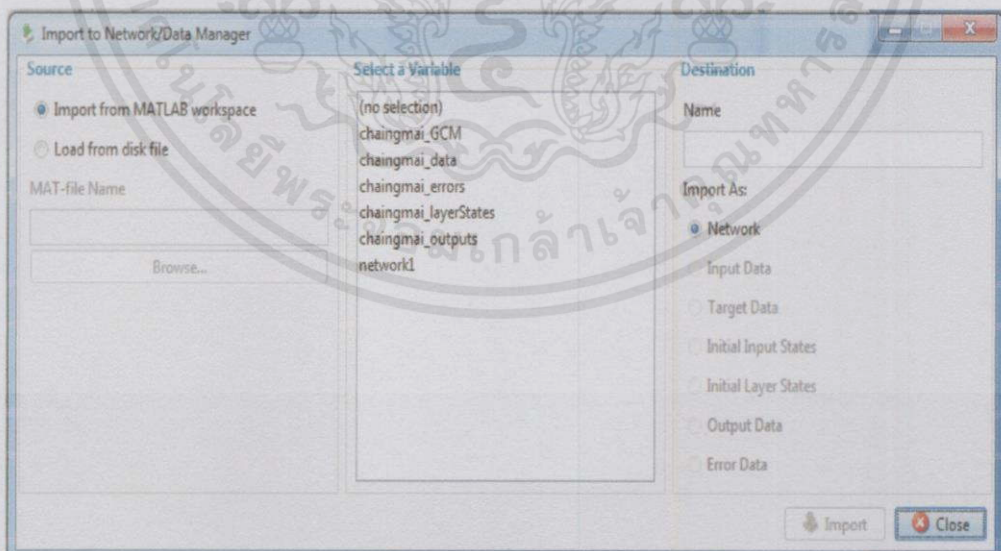
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำเข้าค่าตัวแปรที่ต้องการให้โปรแกรมเรียนรู้โดยคลิกที่คำว่า "Import"



รูปที่ 2.11 การนำเข้าข้อมูลลงโครงข่ายประสาทเทียม

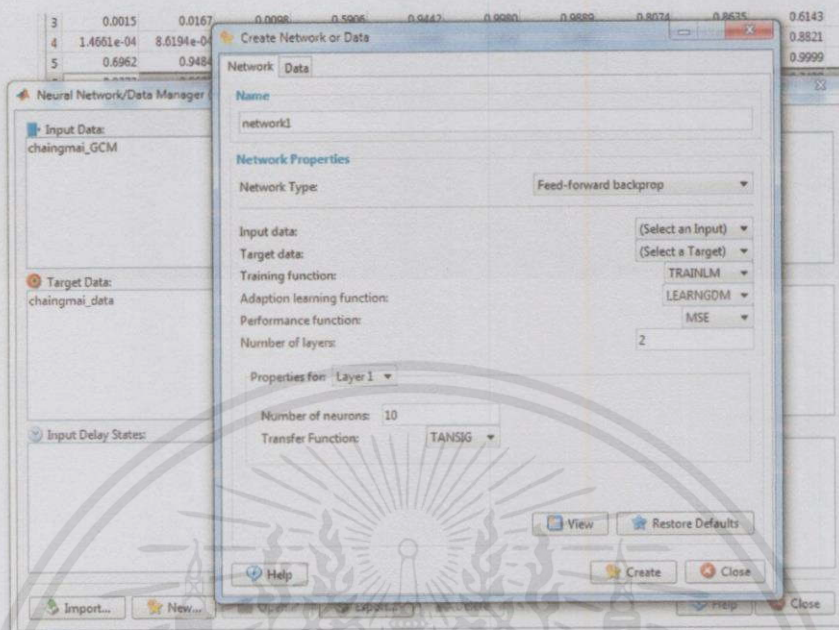
4. เลือกตัวแปรที่ต้องการ ให้ผลลัพธ์เป็น "input data" และข้อมูลที่เรากำลังต้องการให้สร้างแนวโน้มเป็น "Target data"



รูปที่ 2.12 การเลือกชนิดข้อมูล

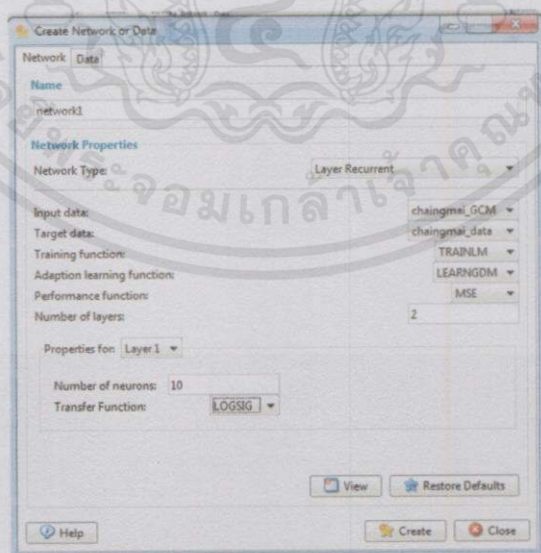
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมโดยคลิกที่ "new"



รูปที่ 2.13 หน้าต่างสร้างโครงข่าย

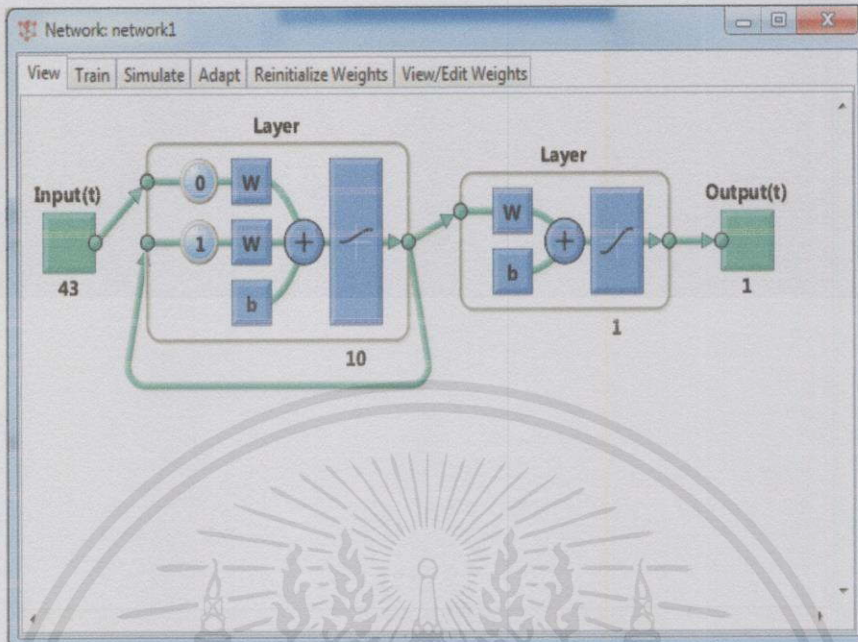
6. ทำการเลือกประเภทของโครงข่าย และข้อมูลรวมไปถึงฟังก์ชันในการเปลี่ยนแปลง และรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งในที่นี้ใช้รูปแบบ recurrent neural network จากนั้นคลิก "create"



รูปที่ 2.14 รูปแบบการเลือกข้อมูล

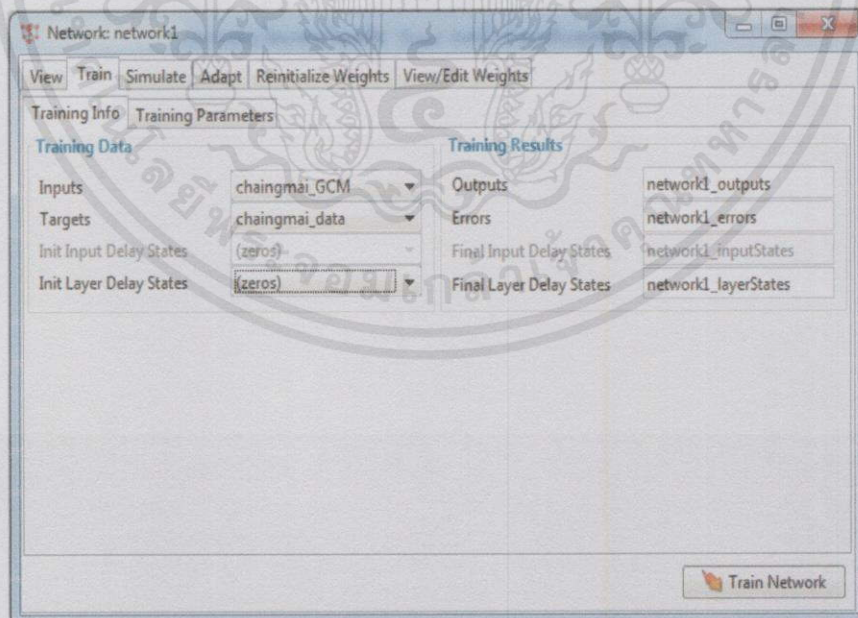
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากนั้นให้ทำการคลิกที่ "Network" แล้วคลิก "open"



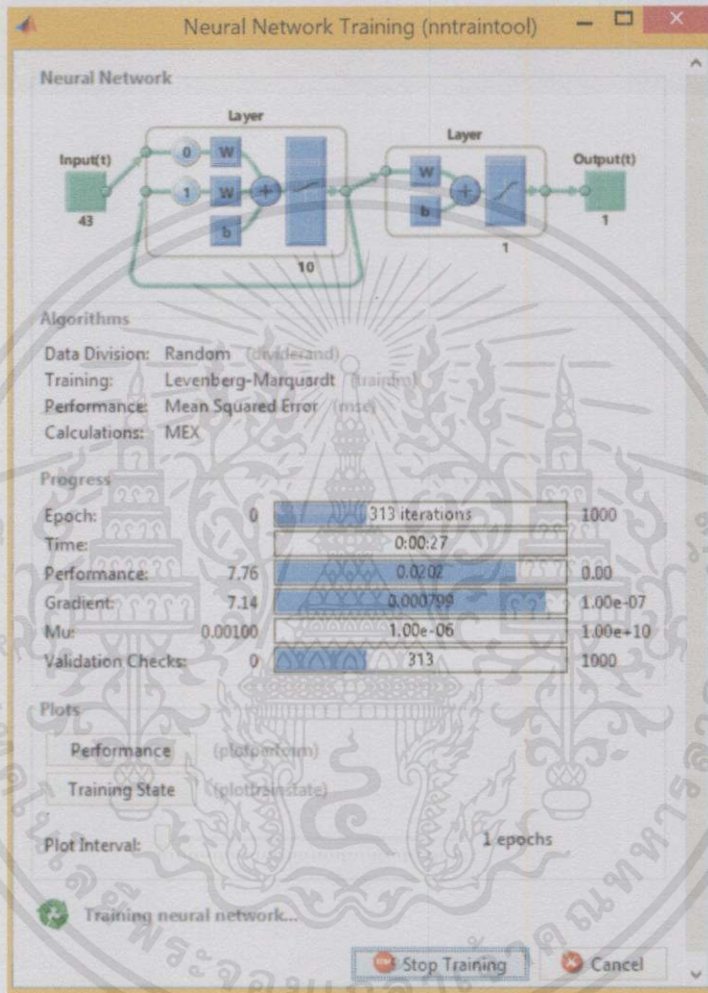
รูปที่ 2.15 หน้าต่างโครงข่าย

8. ทำการสอนโครงข่าย โดยคลิก "Train" จากนั้นทำการอินพุตข้อมูลที่น่าเข้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.16 การอินพุตข้อมูลที่ต้องการสอนแวนอนิมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.คลิก "Train Network" โปรแกรมจะทำการหาค่าแนวโน้มนำให้ เมื่อรันเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะคิดค่าที่เมื่ออินพุตข้อมูลเดิมเข้าไปแล้วจะออกมาเป็นรูปแบบใด หลังจากนั้นก็ทำการ "export" ข้อมูลที่ต้องการจากหน้าของ "nntool" และหากต้องการจำลองโดยใช้ชุดข้อมูลอื่นก็สามารถทำได้โดยการคลิก "stimulate" ในหน้าของ "network" นั้นเอง



รูปที่ 2.17 รูปที่โปรแกรมกำลังสร้างแนวโน้มนำข้อมูล

2.2งานวิจัยและวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง (Research and Journal)

ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีความสนใจในเรื่องของไอโซโทปของน้ำในการนำมาประยุกต์ใช้ในด้านอุทกวิทยามากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามิงงานวิจัยด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การปรับปรุงแบบจำลองระบบน้ำบาดาลในแอ่งเชิงใหม่ด้วยเทคนิคไอโซโทปโดยเครื่องมือวิเคราะห์ไอโซโทปจากเอกสารนี้ คาร์บอนกัมมันต์เสกเซอร์ และ ไอโซโทปเสถียรในน้ำจากอากาศ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การปรับปรุง แบบจำลองระบบน้ำบาดาลในแอ่งเชียงใหม่ด้วยเทคนิคไอโซโทปโดย เครื่องมือวิเคราะห์ไอโซโทปจากการดูคลื่นแสงเลเซอร์(Improvement of Groundwater Modeling by Using of the Environmental Isotopes with Liquid Water Isotope Analyzer)

เป็นการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร โดยการพัฒนาแนวคิดของการวิเคราะห์แก๊สปริมาณน้อย ด้วยคุณลักษณะการดูคลื่นแสง(O'Keefe and Lee,1989) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา ไอโซโทปเสถียรในสิ่งแวดล้อมร่วมกับเทคนิคทางนิวเคลียร์อื่น แทนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ IRMS แบบเดิมได้เป็นอย่างดี ด้วยการวิเคราะห์ที่รวดเร็วยังงายกว่า เทคนิคไอโซโทปดังกล่าวได้นำมา ประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพื่อปรับปรุงแนวทางการบริหารจัดการระบบน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ซึ่งเป็นแอ่งระหว่างภูเขาอาฮามหาชีโนโซอิกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคเหนือของไทย โดยระบบน้ำบาดาล ในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นชั้นหลัก 3 ชั้น ได้แก่ชั้นน้ำเจ้าพระยา ชั้นน้ำเชียงราย และชั้นน้ำ เชียงใหม่ ประกอบไปด้วยชั้นตะกอนร่วนและกึ่งร่วนของชั้นทรายและดินโคลนสลับชั้นกันแสดง ลักษณะชั้นน้ำไม่มีแรงดันและมีแรงดัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพน้ำแสดงชุด ลักษณะชนิด แคลเซียม-แมกนีเซียมไบคาร์บอเนต และชนิดโซเดียม-โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งพบ ปัญหาปริมาณฟลูออไรด์สูงกว่ากำหนดค่ามาตรฐานน้ำดื่มในบางตัวอย่าง

ผลค่าอายุของน้ำบาดาลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเรดิโอคาร์บอน พบว่าน้ำบาดาลมีอายุ ก่อนข้างมาก อยู่ระหว่าง $2,300 \pm 240$ ถึงมากกว่า 30,000 ปี และมีปริมาณริเทียมก่อนข้างค่าน้อยกว่า 1.0 หน่วย (T.U.) ในตัวอย่างน้ำเกือบทั้งหมดยกเว้นน้ำบาดาลในบางตัวอย่างที่แสดงลักษณะการเติมน้ำจาก น้ำผิวดิน ซึ่งมีปริมาณริเทียมใกล้เคียงกับที่พบในน้ำผิวดิน อยู่ในช่วง 2.1-2.6 หน่วย (T.U.)

อัตราส่วนของไอโซโทปเสถียรจากเครื่องมือวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรในน้ำ (Los Gatos Research: DLT-100) แสดงลักษณะต้นกำเนิดของน้ำบาดาล มาจากการเติมน้ำเข้าสู่ระบบน้ำบาดาล โดยตรงจากน้ำฝนในระดับความสูงที่แตกต่างกันบริเวณลานพักระดับสูงใกล้กับขอบของแอ่งในบริเวณ ที่เป็นพื้นที่เติมน้ำ มากกว่าการไหลลงสู่ระบบของน้ำผิวดินจากน้ำท่าและน้ำจากแหล่งเก็บน้ำต่างๆ ผล ค่าอายุของไอโซโทปปรังสี ไม่แสดงการแยกชั้นอย่างชัดเจนของน้ำบาดาลในชั้นน้ำระดับลึกและตื้น คล้ายกับผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2536 (Buapheng et al, 1993). แต่ผลการศึกษาโดยละเอียดในปัจจุบัน แสดงถึงลักษณะการไหลผสมกันของน้ำเก่าในชั้นน้ำบาดาลในอัตราที่ค่อนข้างช้า และกรอบแนวคิด ของแบบจำลองระบบน้ำบาดาลในแอ่งเชียงใหม่ควรมีการปรับปรุง โดยเพิ่มลักษณะการเติมน้ำในพื้นที่ เติมน้ำบริเวณลาดตะพักระดับสูง ซึ่งมีการเติมเข้าไปโดยตรงในชั้นระดับลึกในอัตราที่รวดเร็วกว่า ซึ่ง การปรับกรอบแนวความคิดดังกล่าวจะมีผลต่อการคำนวณทิศทางและอัตราการไหลของน้ำบาดาลใน ระบบให้ตรงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ เพื่อความยั่งยืนต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ไอโซโทปเสถียรในน้ำจากอากาศ (Stable isotope in precipitation)

เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแยกส่วนไอโซโทปของน้ำในตัวอย่างโดยใช้กระบวนการควบแน่นและการระเหยในการพิจารณาเชิงปริมาณตามปัจจัยในการแยกส่วน ซึ่งอุณหภูมิกการควบแน่นถือเป็นตัวแปรสำคัญ ซึ่งอุณหภูมินั้นสามารถนำโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับธารน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระเหยเพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของ δ ในช่วงที่ฝนเบาบาง

การแยกส่วน คิวเทอริยม-ออกซิเจน-18 ซึ่งทำได้ค่อนข้างง่าย โดยใช้ความสัมพันธ์ของอนุพันธ์จากค่ามาตรฐาน (S.M.O.W.) และจะเรียกว่า δ_D แทน คิวเทอริยม และ δ_{18} แทน ออกซิเจน-18 สมการเส้นตรงที่ดีที่สุดในการประมาณค่า คือ $\delta_D = 8\delta_{18}$

การพิจารณาเชิงคุณภาพในสภาวะไม่สมดุล(เร็ว) ลักษณะการเคลื่อนที่ของไอโซโทปหนักนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยในการแยกส่วนซึ่งอาจแสดงชัดเจนได้เพียงในกระบวนการระเหยแต่กระบวนการควบแน่นก็ยังมีอิทธิพลอยู่ โดยค่า d ในสภาวะไม่สมดุลนั้นสามารถหาได้จาก $d = \delta_D - 8\delta_{18}$

ข้อมูลไอโซโทปจาก I.A.E.A.-W.M.O. ซึ่งสำรวจข้อมูลไอโซโทปจากทั่วโลก โดยในการศึกษานี้ได้ให้ความหมายของคำว่า“ค่าเฉลี่ยแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก”ว่าหมายถึงส่วนประกอบของน้ำฝนบริเวณเกาะจะมีค่า $\delta_D = 4.6\delta_{18}$ ซึ่งแสดงถึงขั้นแรกของสภาวะการควบแน่นสมดุลจากไอน้ำที่ระเหยในช่วงที่ไม่สมดุล

ในยุโรปซีกโลกเหนือยกเว้น แอฟริกาและตะวันออกจะมีค่า $\delta_D = 8\delta_{18} + 10$ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับวิธีถ่วงน้ำหนัก ($\delta_D = 8.1\delta_{18} + 11$) โดยมีค่าเท่ากับ สมการสมดุลการควบแน่นของ Rayleigh จากไอน้ำ และการระเหยในกระบวนการไม่สมดุลของ จากสมการสมดุลไอพบว่ามีค่า δ_D จะมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่ส่วนของโลกในสถานีสวนใหญ่ของโลกค่า δ_D มีความสัมพันธ์กับ δ_{18} ด้วยสมการเชิงเส้นโดยมีค่าความชันเข้าใกล้ 8 มีเพียงแค่ 2 สถานีสวนนั้นที่มากกว่า 8 และน้อยกว่า 8

การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบของไอโซโทปจากน้ำฝนรายเดือนในหลายสถานีสวนที่อยู่บริเวณละติจูดมีค่าน้อย ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของไอโซโทปจะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ในส่วนที่อยู่บริเวณเส้นที่ละติจูดมีค่ามาก อุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ส่วนในบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะได้รับผลกระทบจากทั้งสองกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการทดลอง

3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ของไอโซโทปน้ำฝน

เป็นการศึกษาโดยมีความเกี่ยวเนื่องกับตัวแปร คิวเทอเรียมกับออกซิเจน-18 ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่และสัมพันธ์กันอย่างไร รวมไปถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปของน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝน

3.1.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18กับ คิวเทอเรียม

1. ทำการพล็อตกราฟโดยให้แกน x เป็น คิวเทอเรียม ในขณะที่แกน y เป็น ออกซิเจน-18
2. ทำการสร้างเส้นแนวโน้มแสดงสมการ และ ค่า R^2
3. ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลจากกราฟ สมการ และค่า R^2

3.1.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝน

1. ทำการพล็อตกราฟโดยให้แกน x เป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ในขณะที่แกน y เป็นอัตราส่วนระหว่าง คิวเทอเรียมและออกซิเจน-18
2. ดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง
3. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลว่ามีความสัมพันธ์หรือไม่

3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของแบบจำลองกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

เป็นการศึกษาโดยมีความเกี่ยวเนื่องกับตัวแปรที่เหมือนกันของทั้งสองข้อมูลอันได้แก่ ข้อมูล อุณหภูมิ ข้อมูลความชื้น และ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

3.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิจากแบบจำลองและจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1. ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิโดย แกน x เป็น อุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยา และแกน y เป็น อุณหภูมิจากแบบจำลอง
2. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ทุกจุดโดยรอบพื้นที่ศึกษา
3. ทำการสร้างเส้นแนวโน้ม แสดงสมการ และค่า R^2
4. ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลข้างต้น

3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นจากแบบจำลองและจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1. ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น โดย แกน x เป็น ความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยา และแกน y เป็น ความชื้นจากแบบจำลอง

2. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ทุกจุดโดยรอบพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ทำการสร้างเส้นแนวโน้ม แสดงสมการ และค่า R^2

4.ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลข้างต้น

3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองและจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1.ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน โดย แกน x เป็น ปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา และแกน y เป็น ปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง

2.ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ทุกจุดโดยรอบพื้นที่ศึกษา

3.ทำการสร้างเส้นแนวโน้ม แสดงสมการ และค่า R^2

4.ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลข้างต้น

3.3 ทำการย่อขนาดแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Artificial Neural Network

เป็นการย่อขนาดแบบจำลองโดยใช้ค่าที่ได้จากแบบจำลองทั้งหมด ได้แก่ ปี เดือน อุณหภูมิ ความชื้น ระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน ระดับพื้นดิน แรงลมตามแกนละติจูด แรงลมตามแนวลองจิจูด และแรงลม เฉลี่ย เพื่อให้โปรแกรมทำการถ่วงน้ำหนักข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1.ทำการจัดเรียงข้อมูลใน Microsoft Excel โดยจัดเรียงให้แต่ละแถวเป็น 1 ตัวแปร
- 2.ทำการป้อนค่าที่ได้จากการจัดในข้อที่ 1 ลงในโปรแกรม
- 3.ทำการป้อนค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาลงในอีกหน้าหนึ่งในโปรแกรม
- 4.ทำการเรียกคำสั่ง “nntool”
- 5.ทำการ import ข้อมูลที่ได้ป้อนค่าไว้โดยให้ ข้อมูลในข้อที่ 2 เป็น input ในขณะที่ข้อมูลในข้อที่ 3 เป็น target
- 6.ทำการสุ่มรูปแบบของโครงข่ายให้ได้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 7.ทำการสอน โดยใช้ข้อมูลที่ ป้อนเข้าไป
8. หากข้อมูลที่ได้ออกมาไม่มีความดีพอให้ทำการสุ่มใหม่ตามขั้นตอนในข้อที่ 6
- 9.เมื่อได้รูปแบบที่ดีที่สุดแล้วนำข้อมูลที่ได้ออกไปพล็อตกับข้อมูลจริง เพื่อหาค่า R^2
- 10.นำข้อมูลที่หาได้มาทำการหา ความผิดพลาดในรูปแบบต่างๆ
11. ดูข้อมูลการถ่วงน้ำหนักข้อมูล
12. นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ทำการย่อขนาดแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Artificial Neural Network ร่วมกับการใช้ ไอโซโทป

เป็นการย่อขนาดแบบจำลองโดยใส่ค่าที่ได้จากแบบจำลองทั้งหมด ได้แก่ ปี เดือน อุณหภูมิ ความชื้น ระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน ระดับพื้นดิน แรงลมตามแกนละติจูด แรงลมตามแนวลองติจูด และแรงลมเฉลี่ย และไอโซโทป เพื่อให้โปรแกรมทำการถ่วงน้ำหนักข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1.ทำการจัดเรียงข้อมูลใน Microsoft Excel โดยจัดเรียงให้แต่ละแถวเป็น 1 ตัวแปร โดยให้อัตราส่วนไอโซโทปเป็นหนึ่งในตัวแปรนั้นด้วย
- 2.ทำการป้อนค่าที่ได้จากการจัดในข้อที่ 1 ลงในโปรแกรม
- 3.ทำการป้อนค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาลงในอีกหน้าหนึ่งในโปรแกรม
- 4.ทำการเรียกคำสั่ง “nntool”
- 5.ทำการ import ข้อมูลที่ได้ป้อนค่าไว้โดยให้ ข้อมูลในข้อที่ 2 เป็น input ในขณะที่ข้อมูลในข้อที่ 3 เป็น target
- 6.เลือกใช้โครงข่ายแบบเดียวกับหัวข้อ 3.3 เพื่อให้สามารถดูถึงผลลัพธ์ของไอโซโทปได้ชัดเจน
- 7.ทำการสอนโดยใช้ข้อมูลที่ ป้อนเข้าไป
- 8.เมื่อได้รูปแบบที่ดีที่สุดแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกับข้อมูลจริง เพื่อหาค่า R^2
- 9.นำข้อมูลที่หาได้มาทำการหา ความผิดพลาดในรูปแบบต่างๆ
- 10.ดูข้อมูลการถ่วงน้ำหนักข้อมูล
11. นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์

3.5 สรุปผลการทดลอง

ทำการสรุปผลการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- 1.ผลลัพธ์จากการศึกษาข้อมูลไอโซโทป
- 2.ผลลัพธ์จากการลดขนาดแบบจำลอง เทียบกับ เมื่อไม่มีการลดขนาด
- 3.ผลลัพธ์เมื่อมีการลดขนาดที่ไม่มีข้อมูลไอโซโทปกับที่มีข้อมูลไอโซโทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1. กล่าวนำ

จากผลการทดลองได้เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนและไอโซโทปของน้ำฝน จะสังเกตเห็นได้ว่า ปริมาณของออกซิเจน-18 กับปริมาณของดิวเทอเรียม จะมีความสัมพันธ์กัน โดยมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และเมื่อนำค่าดิวเทอเรียมสัดส่วนด้วยค่าออกซิเจน-18 ค่าที่ได้จะเท่ากับ ratio ของไอโซโทป ซึ่งค่าที่ได้นี้เมื่อนำมา plot กราฟหาค่าความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน จะมีค่าค่อนข้างคงที่ไปในทิศทางเดียวกัน

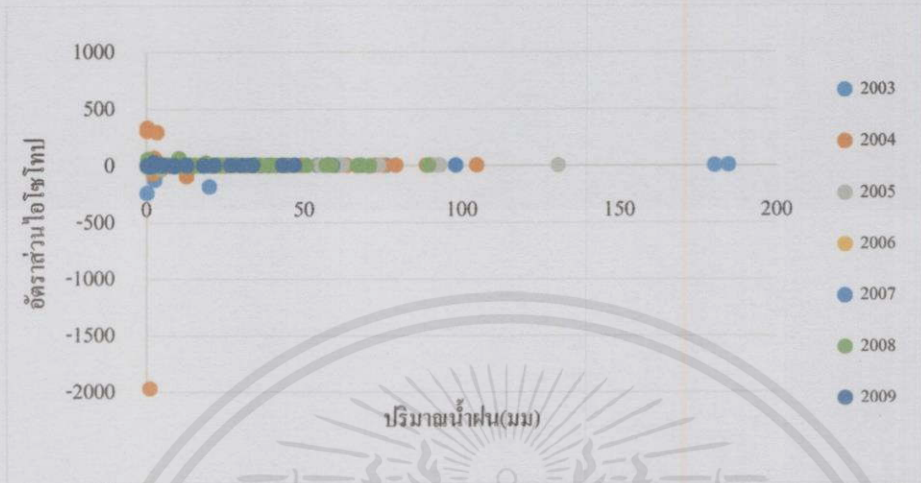
วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของประเทศอังกฤษ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนของแต่ละปีในของแต่ละสถานที่ศึกษา และ ศึกษาค่า R-square ของข้อมูล ซึ่งเป็นบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชุดว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้นำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์หรือทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตของประเทศไทย แต่จากผลการทดลองพบว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นจึงต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจะนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จาก โปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เพื่อนำไปวิเคราะห์หรือใช้ทำนายปริมาณฝนในอนาคตของประเทศไทย

วิเคราะห์อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนของแต่ละปีในของแต่ละสถานที่ที่ศึกษา ซึ่งจะนำข้อมูลจาก GCM ของประเทศอังกฤษมาเปรียบเทียบกัน โดยจะมีข้อมูลในอดีตและอนาคต จะสามารถทำให้เราคาดคะเนได้ว่าในปีต่อไปจะมีปริมาณอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน เพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด ซึ่งในแต่ละภูมิภาคก็จะมีเปลี่ยนแปลงต่างกันออกไป

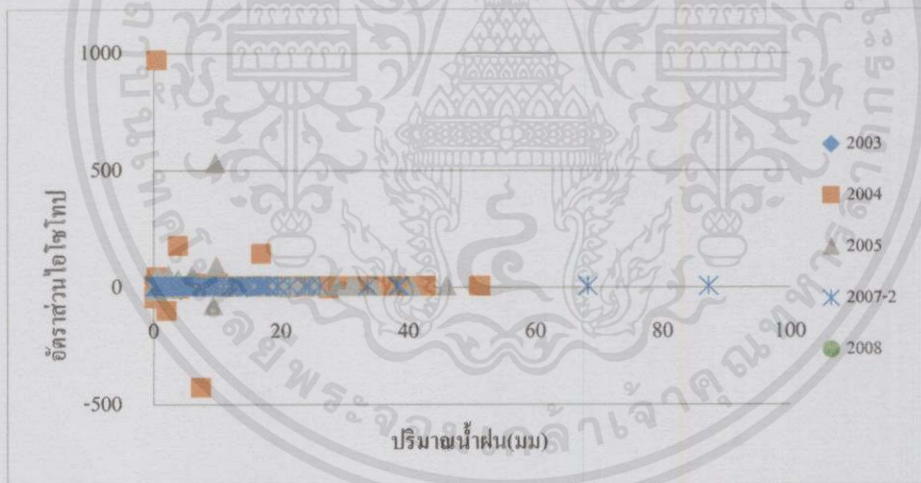
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.ผลจากการศึกษาและการเปรียบเทียบ

4.2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับไอโซโทปไอโซโทปในแต่ละปีของแต่ละจังหวัด

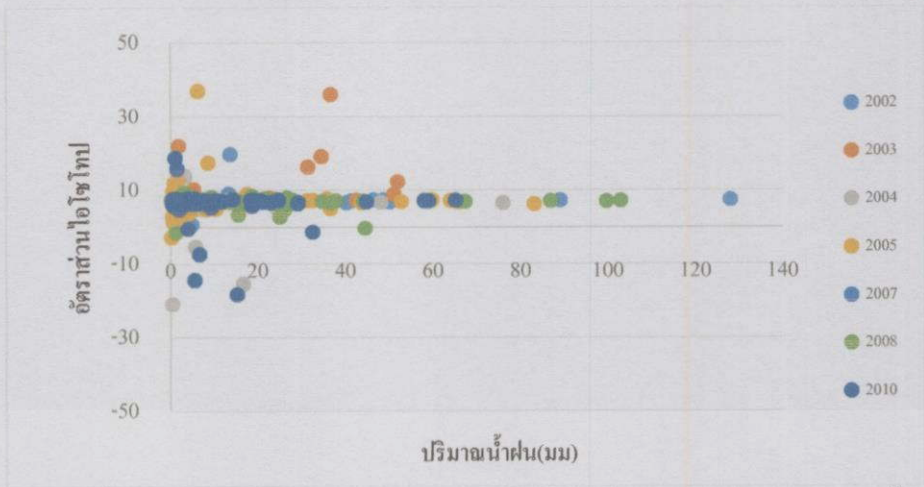


กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝนแต่ละปีของจังหวัดภูเก็ต



กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของจังหวัดอุบลราชธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝน
ในแต่ละปีของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



กราฟที่ 4.4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝน
ในแต่ละปีของจังหวัดเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

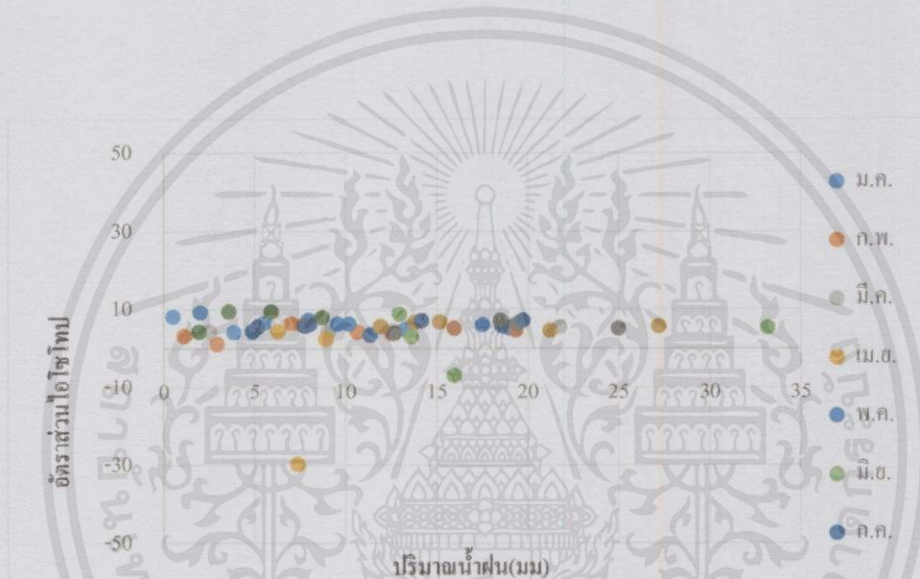
ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน กับอัตราส่วนของไอโซโทป

สถานี	ปี	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square
ภูเก็ต	2003	0.0519	0.0025
	2004	0.2186	0.0007
	2005	0.0255	0.0121
	2006	0.0014	0.00105
	2007	0.0086	0.009
	2008	-0.0004	8.00E-07
	2009	-0.0309	0.0047
อุบล	2003	-0.0003	0.0001
	2004	-0.1972	0.0008
	2005	0.1685	0.0013
	2007	-0.001	0.0001
	2008	0.0125	0.0005
ศรีสำโรง	2002	0.0048	0.0027
	2003	0.0362	0.0057
	2004	0.0266	0.0047
	2005	-0.0047	0.0004
	2007	-0.0161	0.0009
	2008	-0.0043	0.0036
	2010	0.1609	0.0794
เชียงใหม่	2003	-0.0091	0.0002
	2004	0.0071	0.0003
	2005	-0.0765	0.0078
	2006	0.0402	0.0059
	2007	-0.0801	0.1777
	2008	0.0854	0.0055
	2009	-0.7143	0.1063
	2010	0.0068	0.0112
	2011	0.0065	1.00E-05
หนองคาย	2003	0.032	0.0151
	2004	0.001	0.0008
	2005	0.0285	0.0004
	2008	0.1824	0.002
	2009	-0.1813	0.0059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

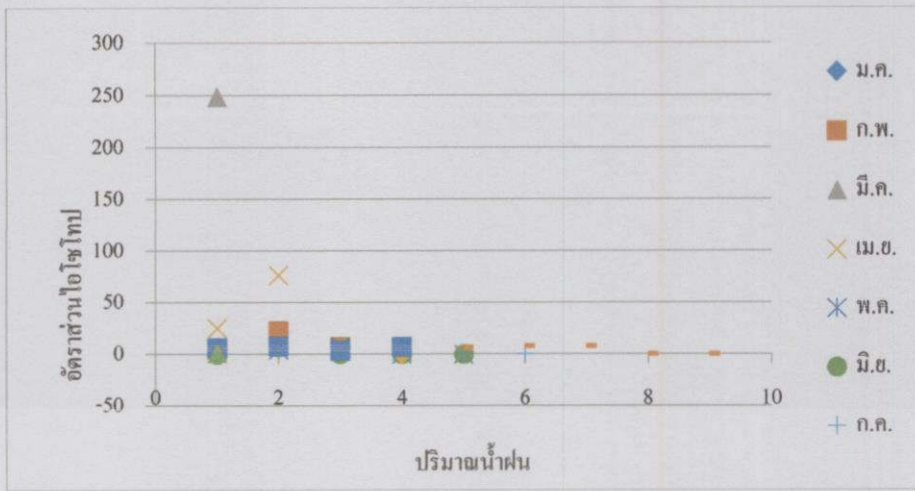
จากกราฟที่ 4.1-4.5 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของแต่ละสถานี ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์จะพบว่ากราฟมีการกระจายตัวแบบไม่แน่นอนมีทั้งการกระจายตัวแบบเพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอน และเมื่อนำข้อมูลค่า R-square ของข้อมูลมาวิเคราะห์ก็พบว่าค่า R-square มีค่าต่ำมาก นั้นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ซึ่งเมื่อตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งเปลี่ยนก็จะไม่มีผลต่ออีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของข้อมูลสามารถดูได้จาก ตารางที่ 4.1.

4.2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับไอโซโทปไอโซโทปในแต่ละเดือนของแต่ละจังหวัด



กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนของจังหวัดภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

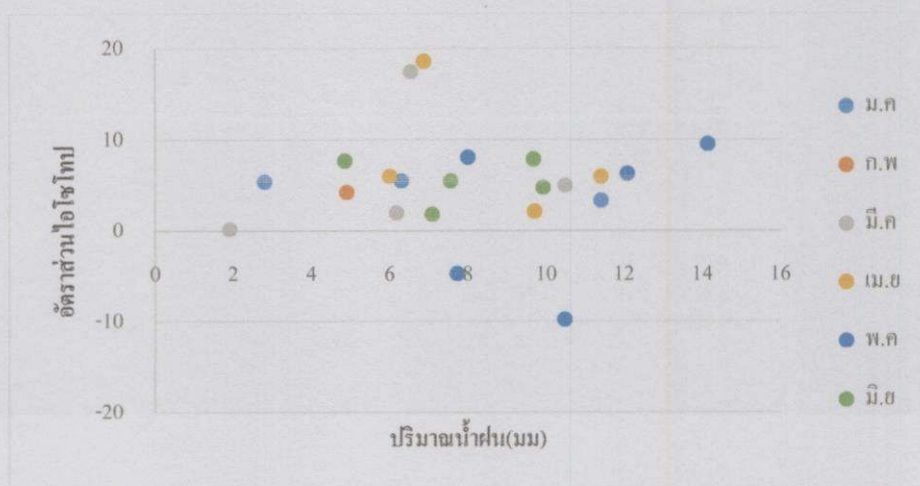


กราฟที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝน
ในแต่ละเดือนของจังหวัดอุบลราชธานี



กราฟที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝน
ในแต่ละเดือนของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไนโตรเจนกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนของจังหวัดเชียงใหม่



กราฟที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไนโตรเจนกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนของจังหวัดหนองคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน กับอัตราส่วนของไอโซโทป

เดือน	ภูเก็ต		อุบล		ศรีสำโรง	
	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square
ม.ค.	-0.2646	0.3722			-0.4414	1
ก.พ.	0.2895	0.3205	0.9437	0.0096		
มี.ค.	0.1012	0.6624	-74.208	0.6158	0.7133	0.0493
เม.ย.	31.994	0.0791	-12.646	0.3725	0.5911	0.3032
พ.ค.	-0.0882	0.4768	-1.4598	0.5197	-0.1542	0.0072
มิ.ย.	0.1039	0.0219	-0.6294	0.102	0.239	0.0449
ก.ค.	0.104	0.4728	-1.7081	0.7691	0.1719	0.7131
ส.ค.	-812	0.2053	-0.5813	0.2937	0.9334	0.8885
ก.ย.	0.0909	0.1031	0.5094	0.2937	0.7133	0.0493
ต.ค.	-0.0682	0.224	-1.5155	0.4706	-0.0296	0.0159
พ.ย.	0.1204	0.8492	-0.1754	0.0176	-0.0044	1
ธ.ค.	0.0909	0.1031			0	0

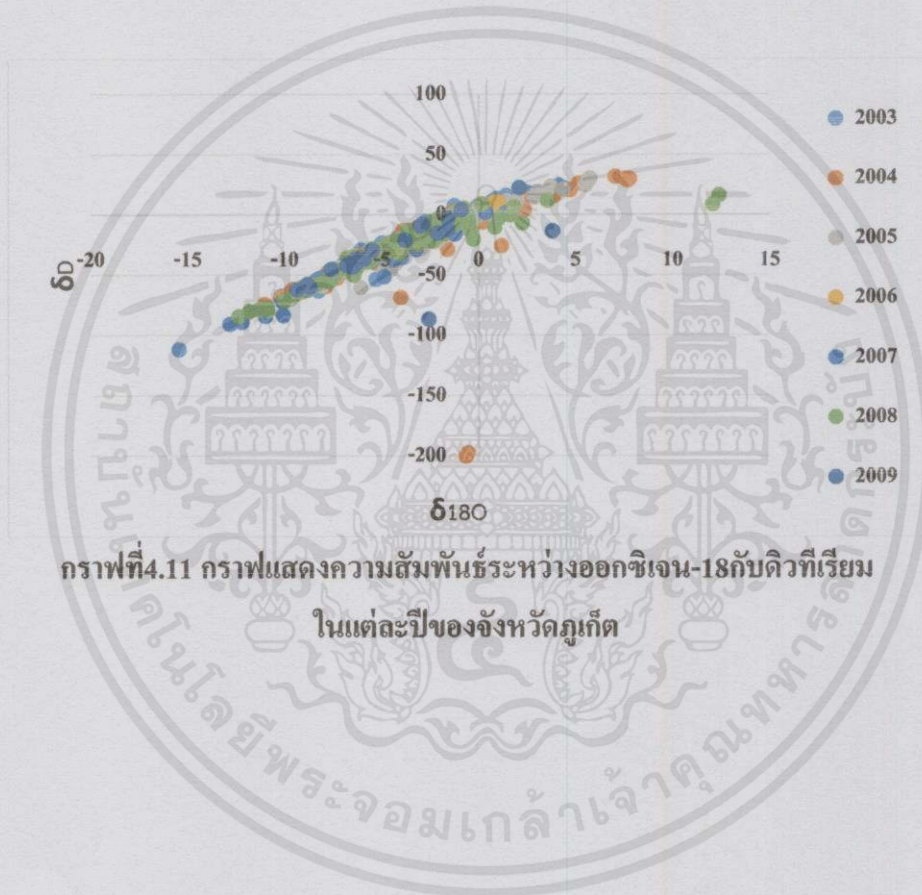
ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน กับอัตราส่วนของไอโซโทป

เดือน	เชียงใหม่		หนองคาย	
	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square	อัตราการเพิ่มขึ้น	R-square
ม.ค.	0.2557	0.8045	-3.3309	1
ก.พ.	-	-	1.8537	1
มี.ค.	0.6691	0.0909	0.0498	0.0108
เม.ย.	-1.3483	0.2201	-2.5112	0.7945
พ.ค.	1.2744	0.1628	8.5181	0.7335
มิ.ย.	-0.0585	0.0024	0.2835	0.3869
ก.ค.			0.183	0.4765
ส.ค.			0.0661	0.1873
ก.ย.			0.1814	0.7415
ต.ค.			0.4022	0.1611
พ.ย.			0.6276	1
ธ.ค.				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

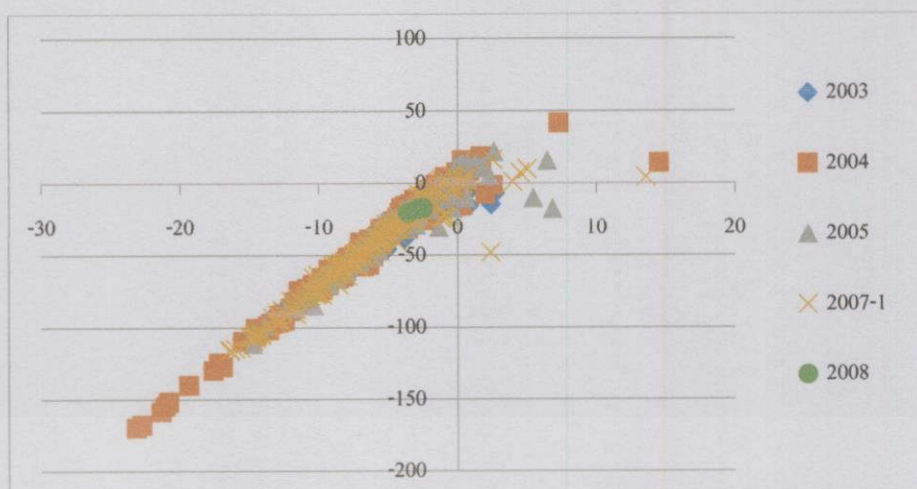
จากกราฟที่ 4.6-4.10 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนไอโทปกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนของแต่ละสถานี ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์จะพบว่ากราฟมีการกระจายตัวแบบไม่แน่นอนมีทั้งการกระจายตัวแบบเพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอน และเมื่อนำข้อมูลค่า R-square ของข้อมูลมาวิเคราะห์ก็พบว่าค่า R-square มีค่าต่ำมาก นั้นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ซึ่งเมื่อตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งเปลี่ยนก็จะไม่มีผลต่ออีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของข้อมูลสามารถดูได้จาก ตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3.

4.2.3. ความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียมในแต่ละปีของแต่ละจังหวัด

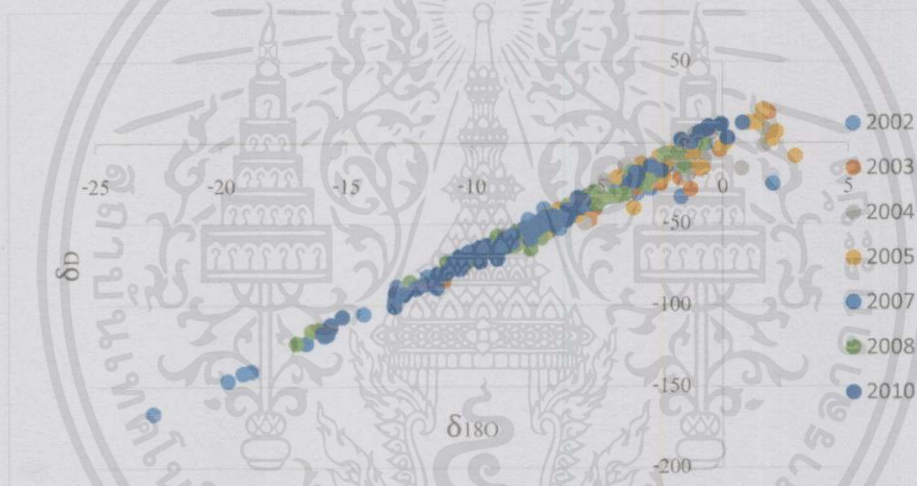


กราฟที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียมในแต่ละปีของจังหวัดภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

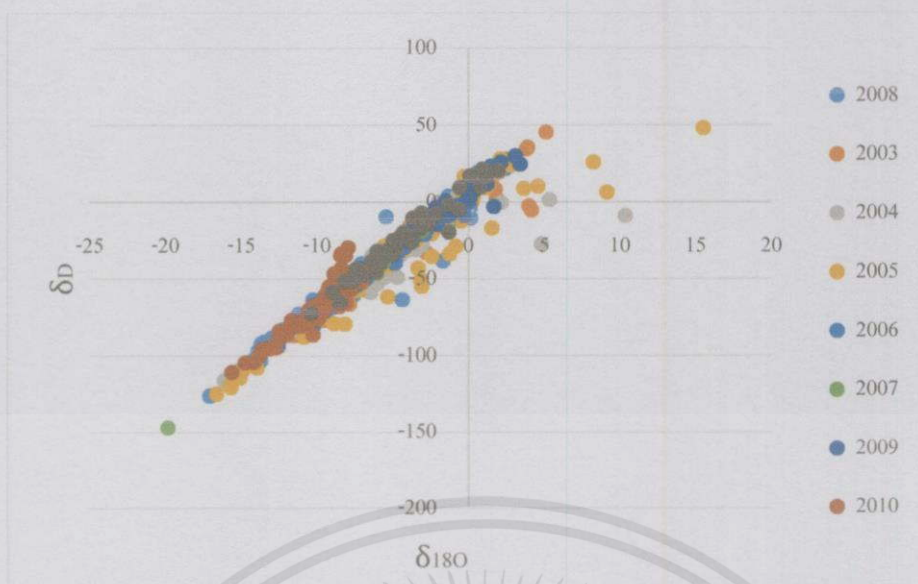


กราฟที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียม
ในแต่ละปีของจังหวัดอุดรธานี



กราฟที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียม
ในแต่ละปีของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียม
ในแต่ละปีของจังหวัดเชียงใหม่



กราฟที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียม
ในแต่ละปีของจังหวัดหนองคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

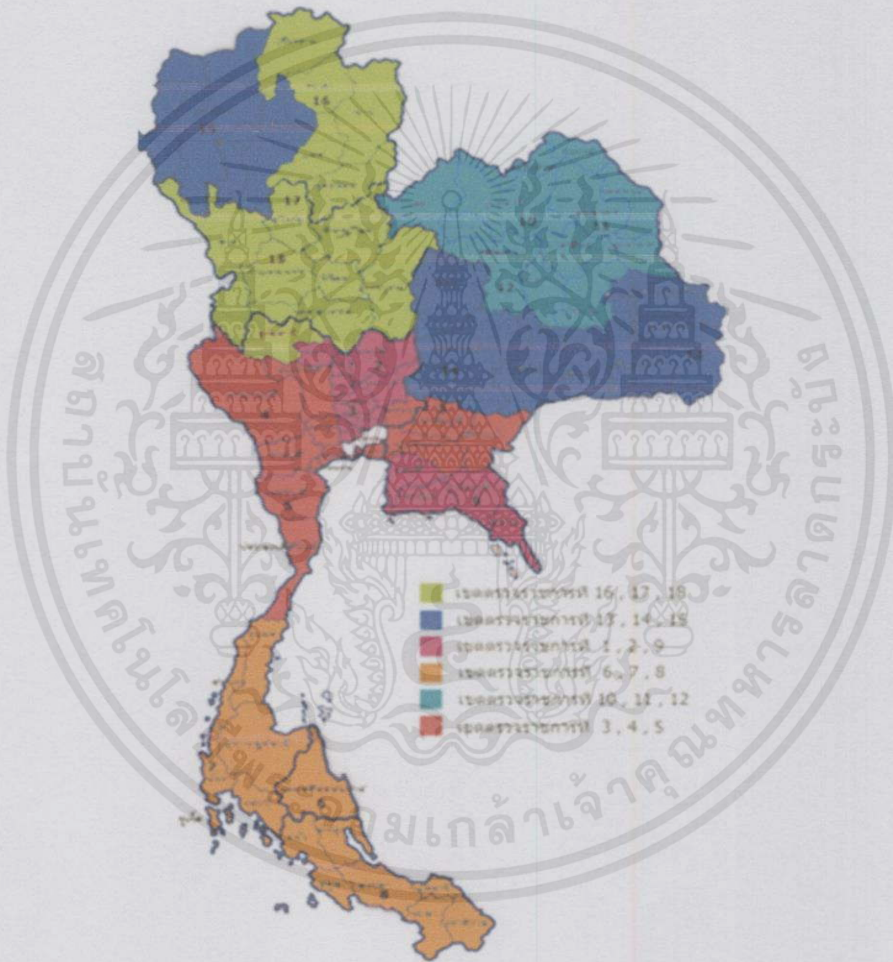
ตารางที่ 4.4 ตารางสรุปค่าการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง
ออกซิเจน-18 กับ ดิวทีเรียม

สถานี	ปี	อัตราค่าการเพิ่มขึ้น	R-square
ภูเก็ต	2003	6.1242	0.935
	2004	7.0086	0.9526
	2005	6.7027	0.9061
	2006	6.9248	0.9614
	2007	7.1278	0.9333
	2008	5.8786	0.7971
	2009	6.3329	0.4661
อุบล	2003	6.769	0.9074
	2004	6.1617	0.3474
	2005	6.4747	0.9294
	2007	6.9799	0.9189
	2008	6.0276	0.0519
ศรีสำโรง	2002	7.1859	0.957
	2003	7.4709	0.9089
	2004	7.2114	0.9569
	2005	7.1429	0.9432
	2007	7.6755	0.9924
	2008	7.0922	0.9804
	2010	7.9342	0.9884
เชียงใหม่	2003	7.0522	0.943
	2004	6.6953	0.8094
	2005	6.9789	0.8592
	2006	6.9735	0.9733
	2007	7.3438	0.9812
	2008	6.9782	0.9548
	2009	6.2996	0.9377
	2010	6.9075	0.8393
	2011	6.2149	0.8977
	2012	6.2149	0.8977
หนองคาย	2003	7.1143	0.9827
	2004	6.9454	0.9387
	2005	6.8538	0.907
	2008	7.0277	0.9638
	2009	6.1538	0.7871

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

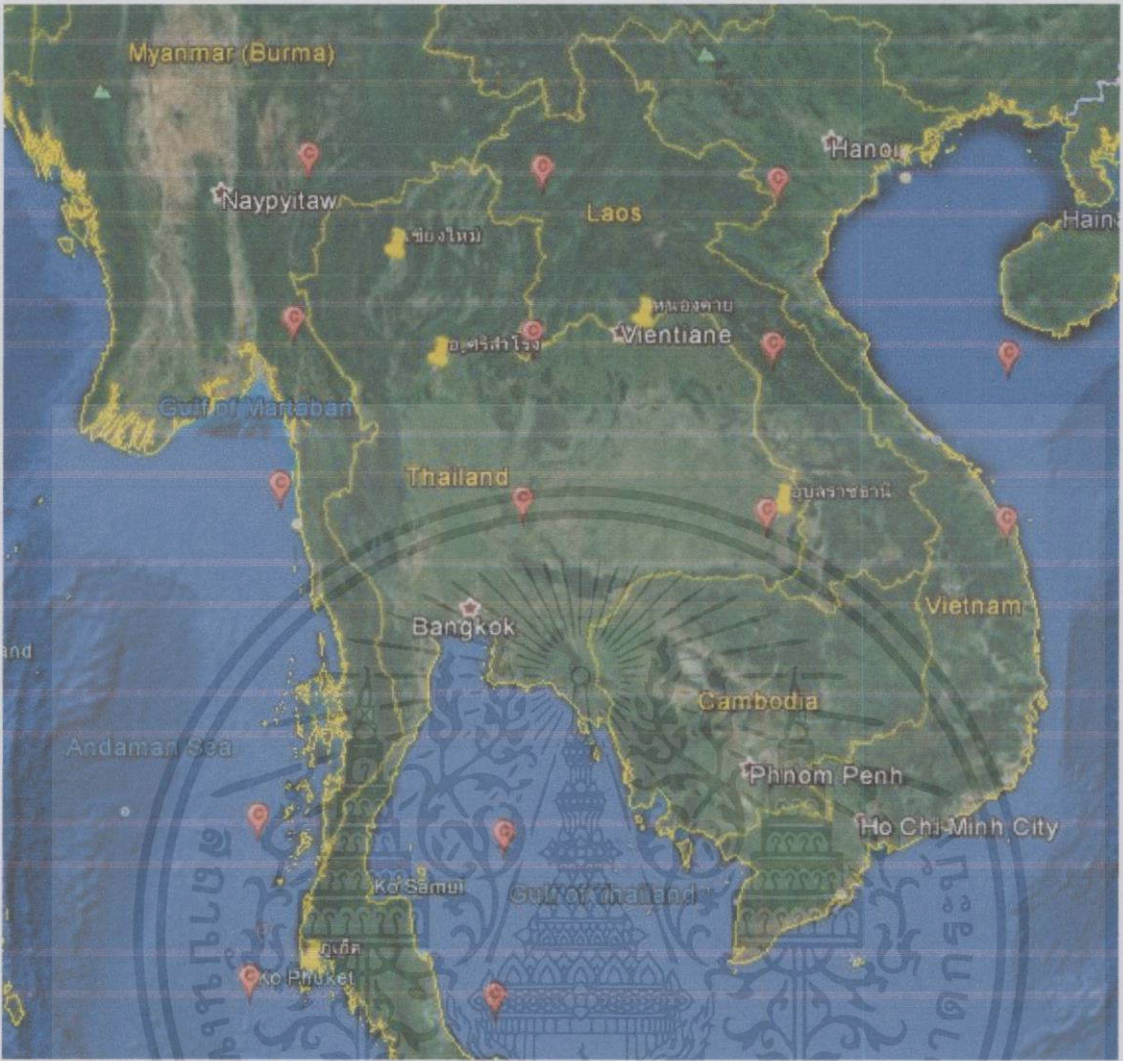
จากกราฟที่ 4.11-4.15.เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับดิวทีเรียม ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์จะพบว่ากราฟมีการกระจายตัวที่แน่นอนมีอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของข้อมูลที่เป็นเส้นตรง และเมื่อนำค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-square มาวิเคราะห์พบว่า ค่าทั้ง 2 มีค่าที่คงที่และใกล้เคียงกันตลอดทั้งชุดข้อมูล นั้นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือเมื่อตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเพิ่มก็จะมีผลทำให้อีกตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-square ของข้อมูลสามารถดูได้จากตารางที่ 4.4

4.2.4. พิกัดแสดงตำแหน่งของแต่ละสถานที่ที่ทำการศึกษา



รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่ของประเทศไทยในภูมิภาคต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

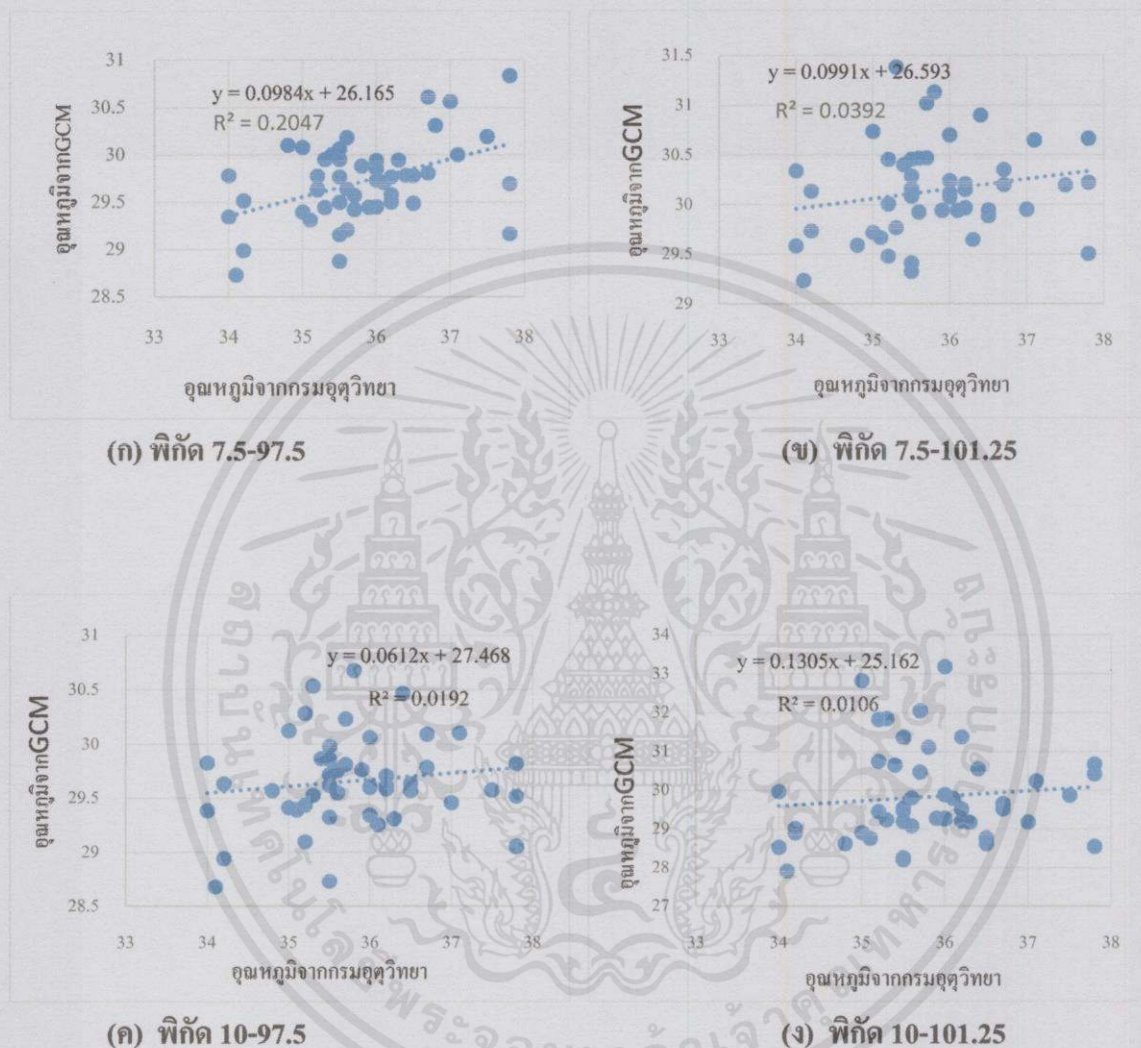


รูปที่ 4.2 แสดงพิกัดใกล้เคียงของสถานีในจังหวัดภูเก็ต, อ.บรบือ, อ.ศรีสำโรง, เชียงใหม่ และ
หาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา

4.2.5.1. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต



กราฟที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต

จากกราฟที่ 4.16. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 7.5-97.5 , 7.5-101.25 , 10-97.5 , 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเท่ากับ 0.0984 , 0.0991 , 0.0612 และ 0.1305 องศาเซลเซียสต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0541 , 0.0392 , 0.0192 และ 0.0106 ตามลำดับ

4.2.5.2. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี

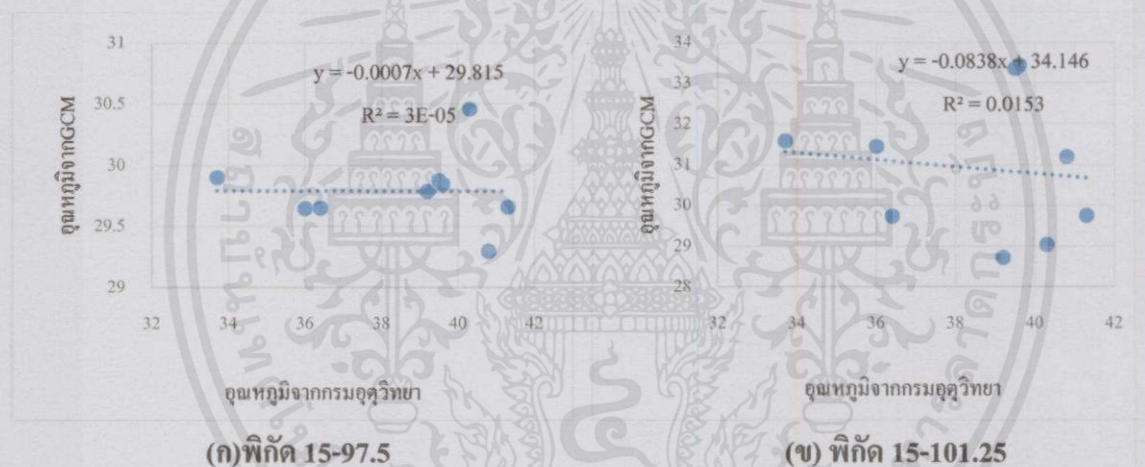


กราฟที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับ

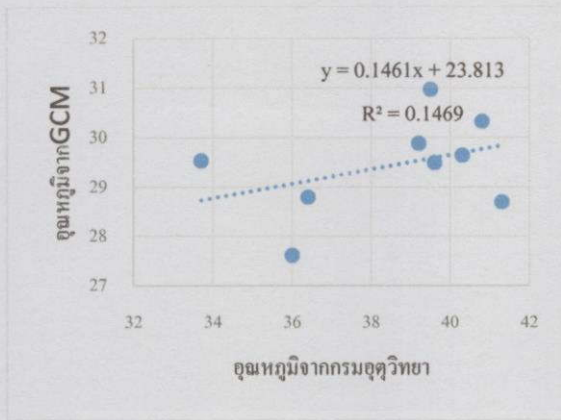
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน **ข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี** ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.17. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ในพิกัดละติจูดกับลองจิจูดที่ 15-105 , 15-108.75 , 17.5-105 , 17.5-108.75ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.1522 , 0.2441 , 0.3929 และ 0.0589 องศาเซลเซียสต่อปี ปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0071 , 0.0279 , 0.0394 และ 0.0222 ตามลำดับ

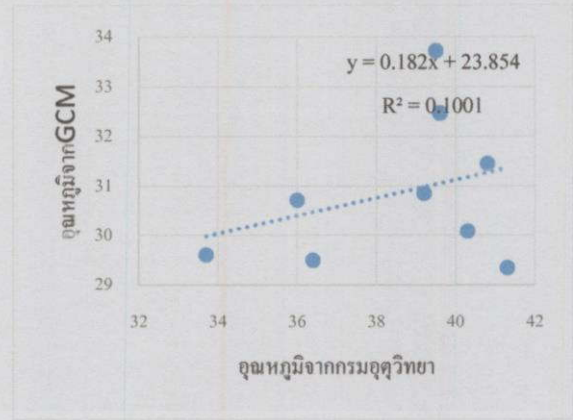
4.2.5.3. เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะตีพิมพ์ในสิ่งใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) พิกัด 17.5-97.5



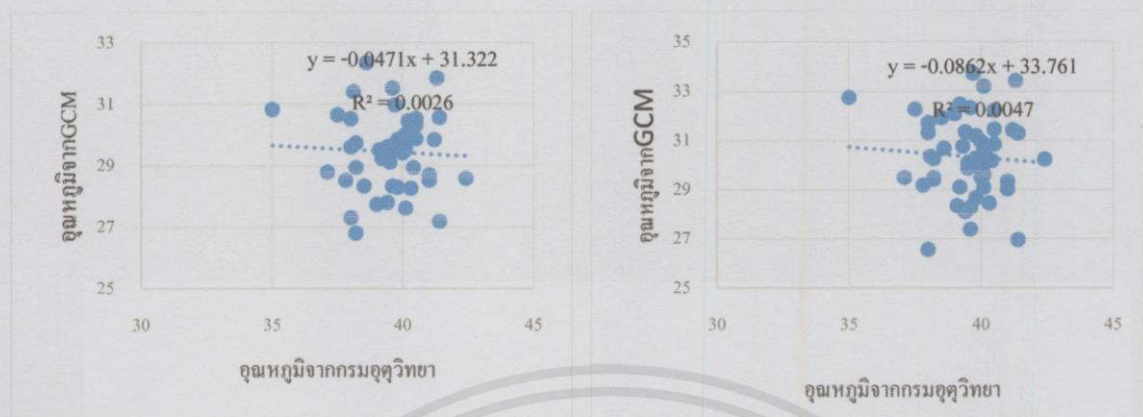
(ง) พิกัด 17.5-101.25

กราฟที่ 4.18. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

จากกราฟที่ 4.18. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 15-97.5 , 15-101.25 , 17.5-97.5 , 101.25 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่ความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของอุณหภูมิเท่ากับ -0.0007 , -0.0838 , 0.1461 , 0.182 องศาเซลเซียสต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 3.00E-05, 0.0153 , 0.1469 และ 0.1001 ตามลำดับ

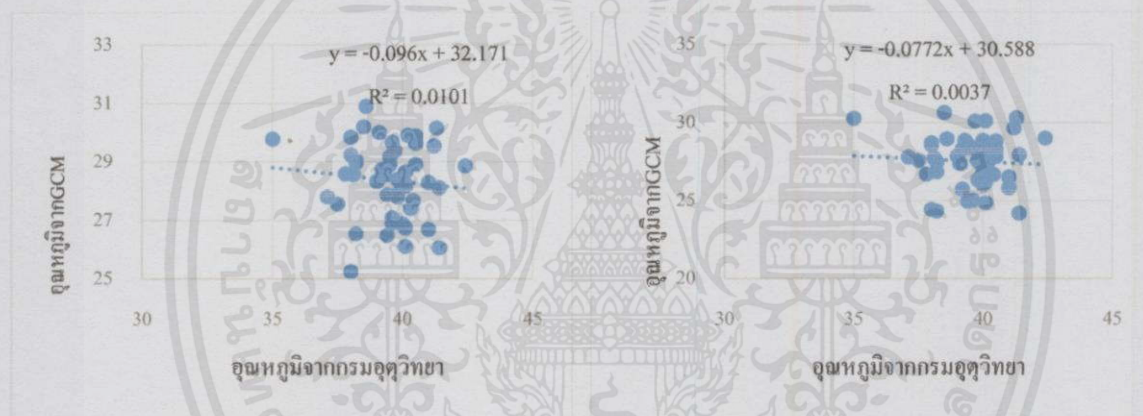
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.4. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่



(ก) พิกัด 17.5-97.5

(ข) พิกัด 17.5-101.25



(ค) พิกัด 20-97.5

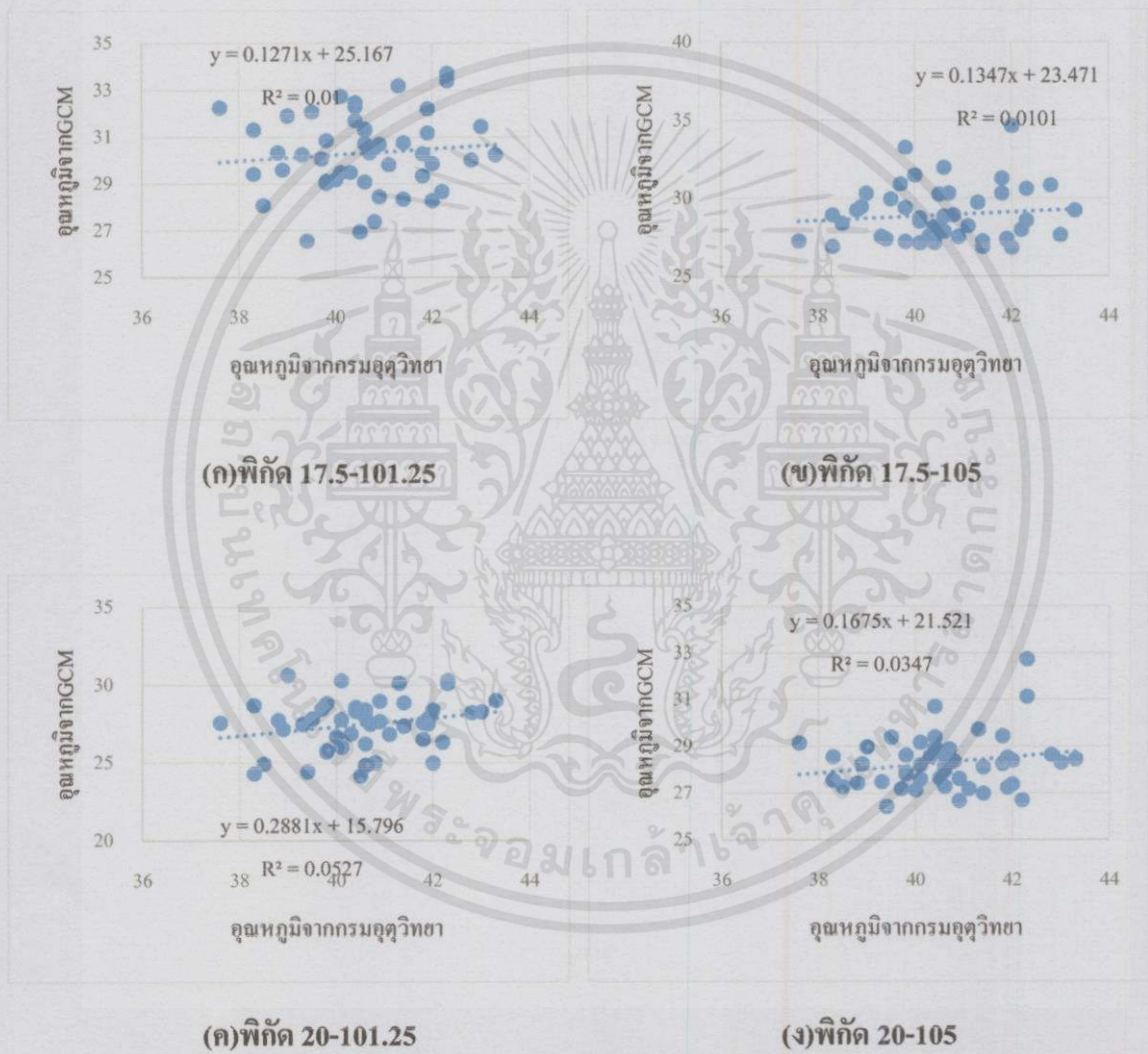
(ง) พิกัด 20-101.25

กราฟที่ 4.19. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่

จากกราฟที่ 4.19. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ในพิกัด ตะติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-97.5 , 17.5-101.25 , 20-97.5 , 20-101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานที่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการลดลงของอุณหภูมิของแต่ละพิกัดเท่ากับ -0.0471 , -0.0862 , -0.096 และ -0.0772 องศาเซลเซียสต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0026 , 0.0047 , 0.0101 และ 0.0037 ตามลำดับ

4.2.5.5. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



กราฟที่ 4.20. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดหนองคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.20. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานีที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-101.25 , 17.5-105 , 20-101.25 , 20-105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานีที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเท่ากับ 0.1271 , 0.1347 , 0.2881 และ 0.1675 องศาเซลเซียสต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.01 , 0.0101 , 0.0527 และ 0.0347 ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจากGCM ของแต่ละสถานี

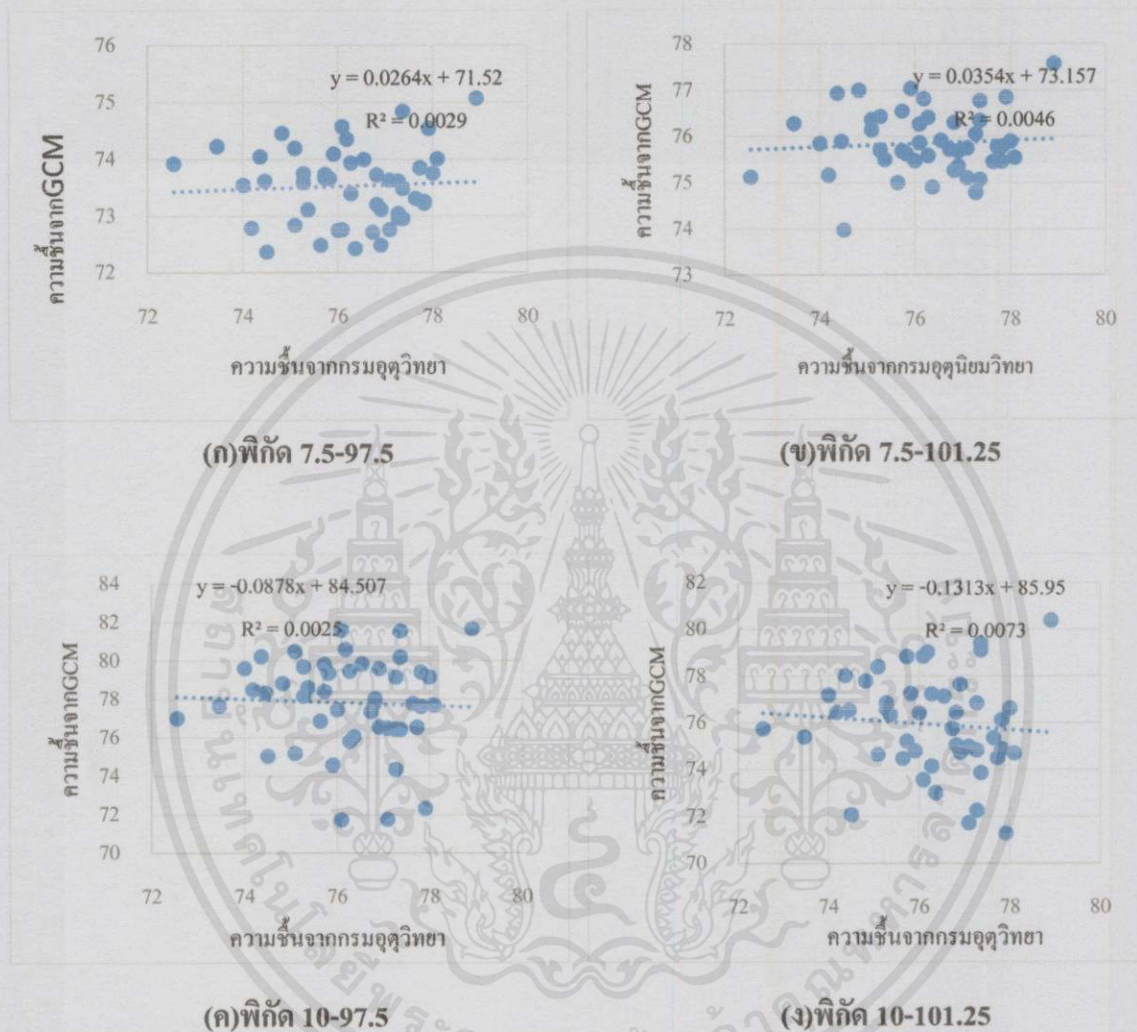
สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้น	R ²
	Lat	lon	lat	lon		
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	-0.0471	0.0026
			17.5	101.25	-0.0862	0.0047
			20	97.5	-0.096	0.0101
			20	101.25	-0.0772	0.0037
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	0.1271	0.01
			17.5	105	0.1347	0.0101
			20	101.25	0.2881	0.0527
			20	105	0.1675	0.0347
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	0.0984	0.0541
			7.5	101.25	0.0991	0.0392
			10	97.5	0.0612	0.0192
			10	101.25	0.1305	0.0106
ศรีสะเกษ	17.17388	99.72635	15	97.5	-0.0007	3.00E-05
			15	101.25	-0.0838	0.0153
			17.5	97.5	0.1461	0.1469
			17.5	101.25	0.182	0.1001
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	0.1522	0.0071
			15	108.75	0.2441	0.0279
			17.5	105	0.3929	0.0394
			17.5	108.75	0.0589	0.0222

จากตารางที่ 4.5. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM จากประเทศอังกฤษเพื่อนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้มีค่าต่ำมาก นั่นคือข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของประเทศอังกฤษไม่สามารถนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา

4.2.6.1. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต

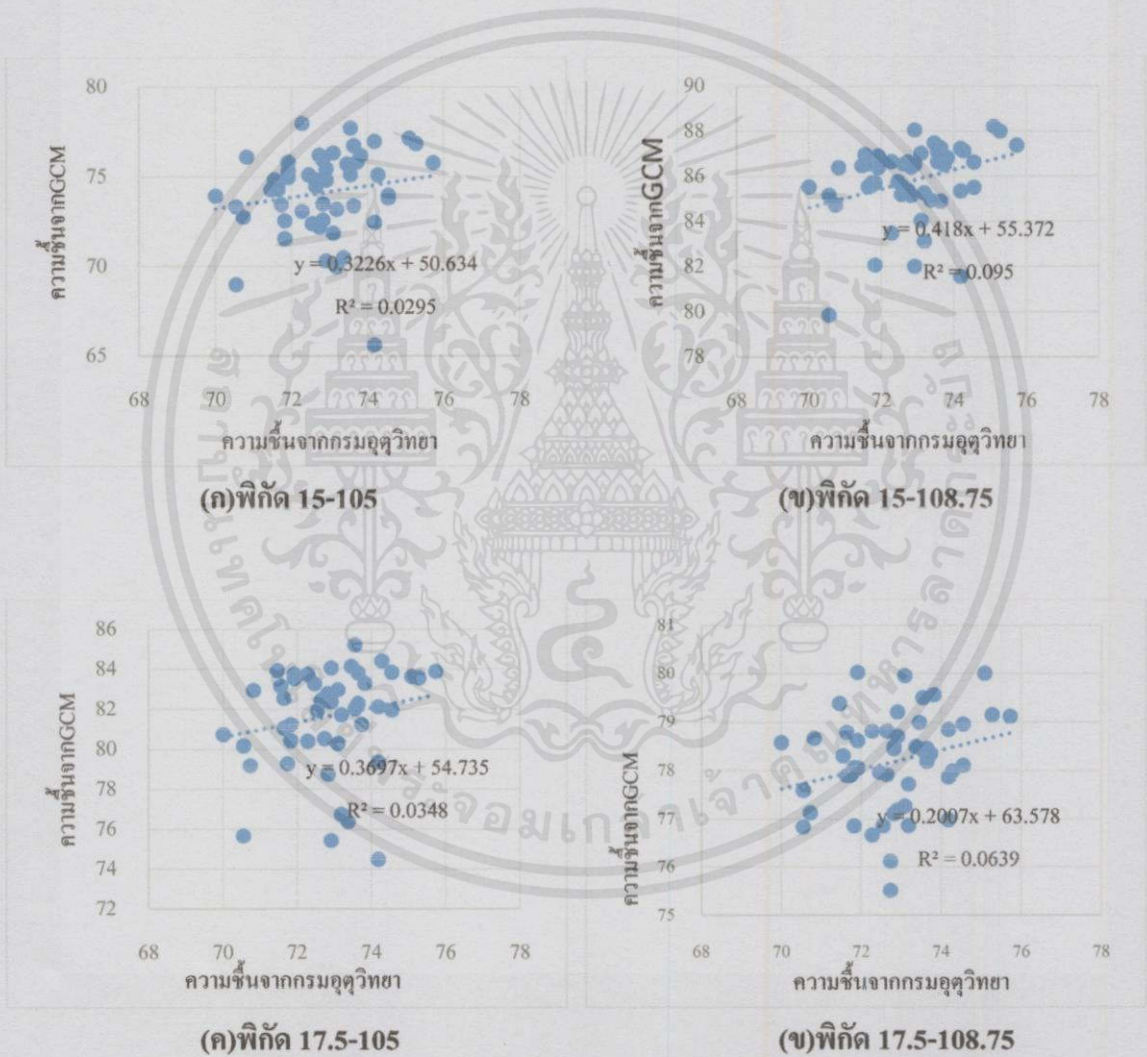


กราฟที่ 4.21. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต

จากกราฟที่ 4.21. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือการถดถอยของปริมาณน้ำฝนในแต่ละพื้นที่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงของความชื้นในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุวิทยาและข้อมูลความชื้นจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 7.5-97.5 , 7.5-101.25 , 10-97.5 , 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานที่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0264 , 0.0354 , -0.0878 และ -0.1313 เปอร์เซ็นต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0046 , 0.0046 , 0.0025 และ 0.0073 ตามลำดับ

4.2.6.2. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี



กราฟที่ 4.22. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี

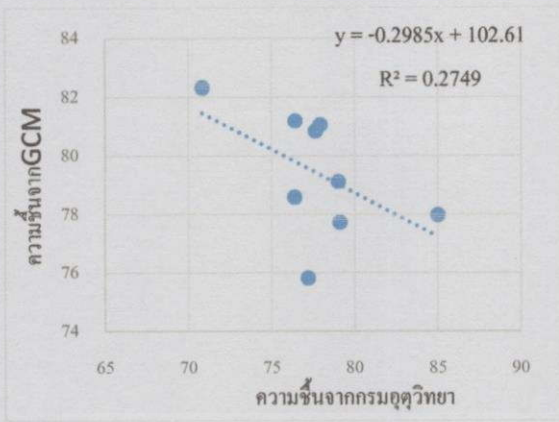
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.22. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานีที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้นในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลความชื้นจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 15-105 , 15-108.75 , 17.5-105 , 17.5-108.75 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานีที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้น 0.3226 , 0.418 , 0.3697 และ 0.2007 เปอร์เซ็นต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0295 , 0.095 , 0.0348 และ 0.0639 ตามลำดับ

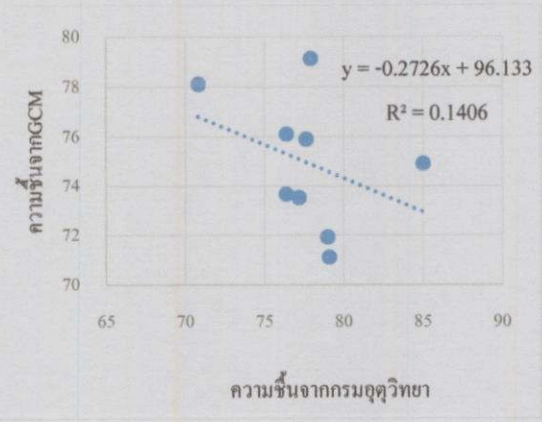
4.2.6.3. เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) พิกัด 17.5-97.5



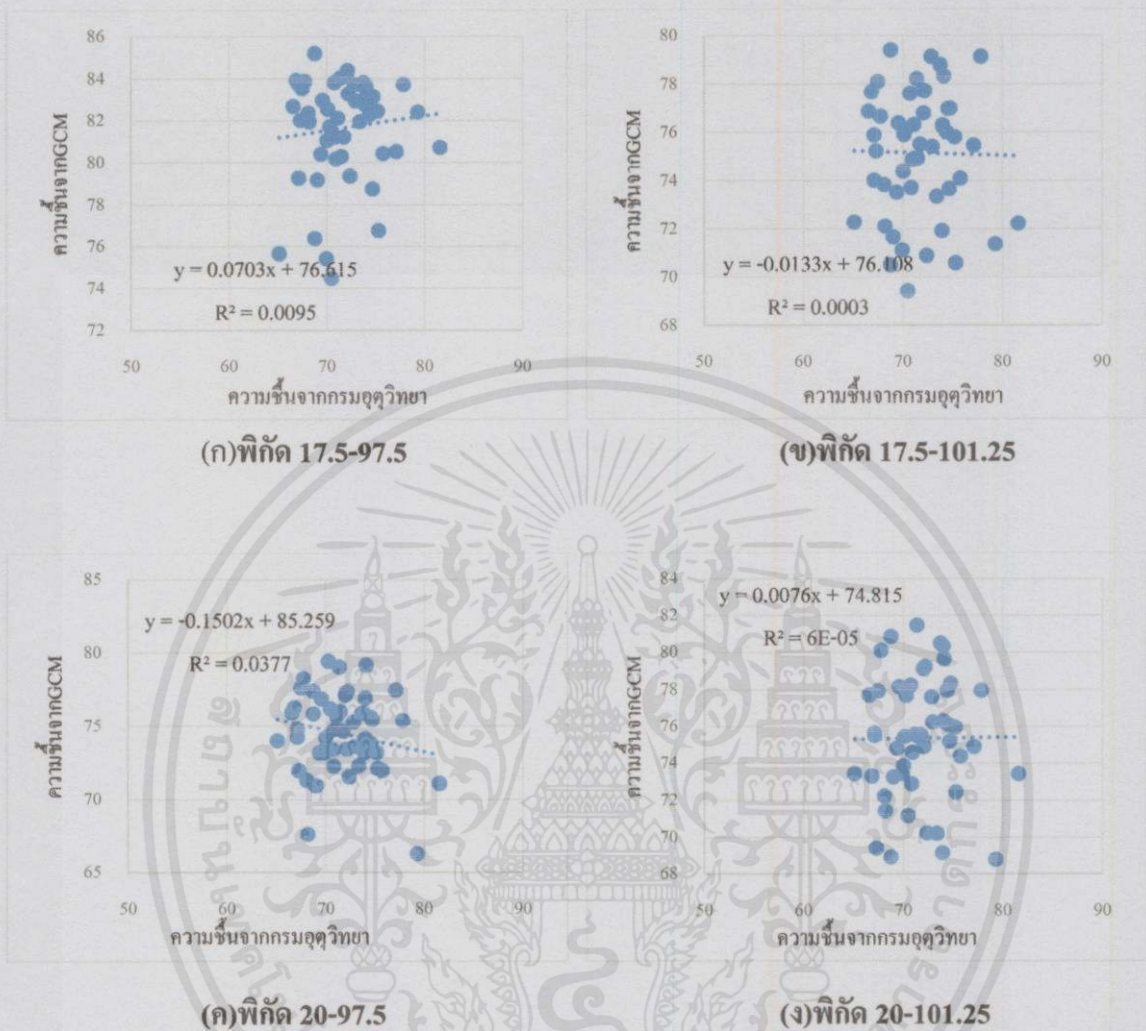
(ง) พิกัด 17.5-101.25

กราฟที่ 4.23. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นจากกรมอุตสาหกรรมวิทยากับข้อมูลความขึ้นจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

จากกราฟที่ 4.23. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นจากกรมอุตสาหกรรมวิทยากับข้อมูลความขึ้นจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานีที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความขึ้นในอนาคต ในพิกัด สะดุดกับสองจุดที่ 15-97.5 , 15-101.25 , 17.5-97.5 , 17.5-101.25 ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความขึ้นของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.074 , -0.2753 , -0.2985 และ -0.2726 เปอร์เซ็นต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0868 , 0.1997 , 0.2749 และ 0.1406 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.4. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่

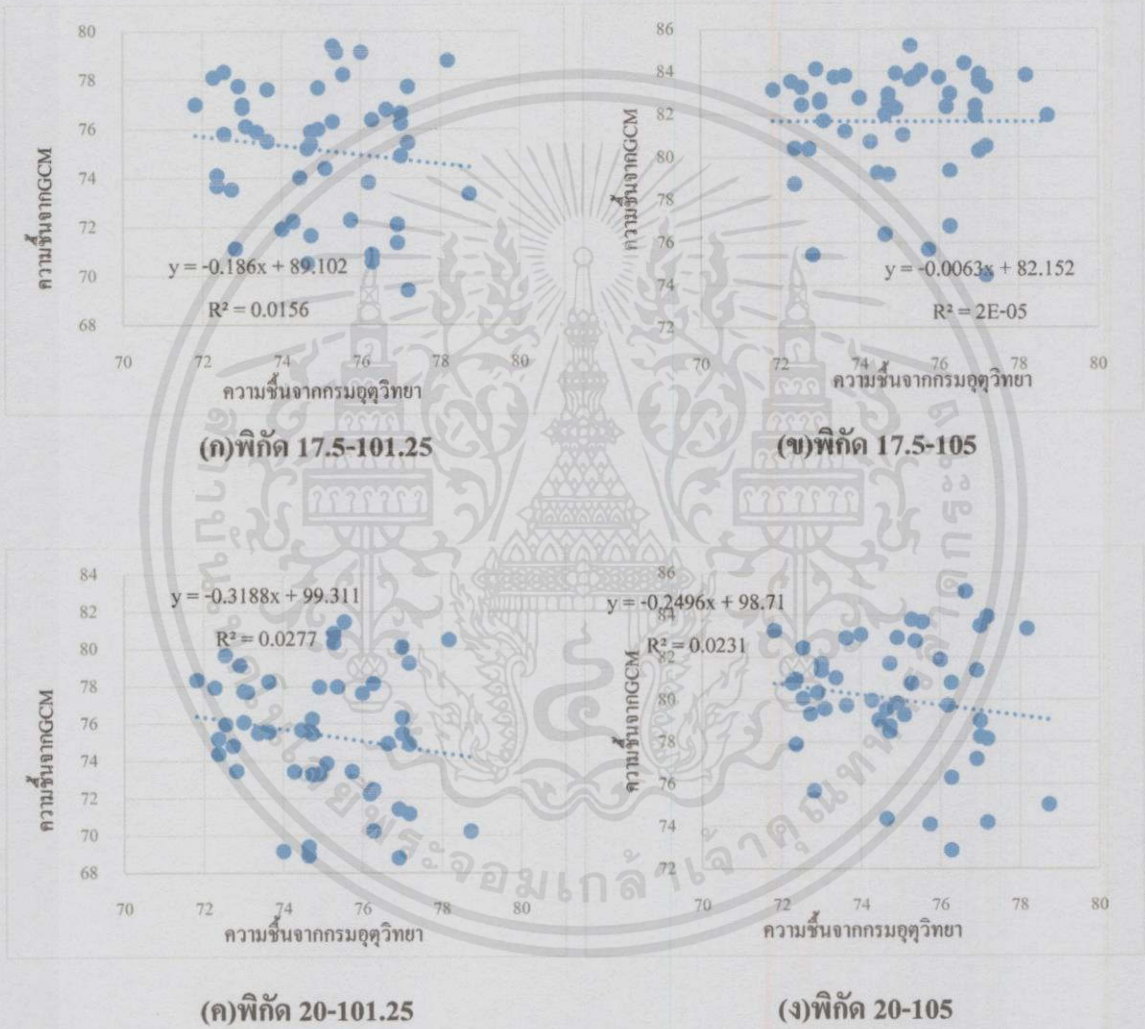


กราฟที่ 4.24. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่

จากกราฟที่ 4.24. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้นในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลความชื้นจากGCM ในพิกัดละติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-97.5, 17.5-101.25, 20-97.5, 20-101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับหรืออยู่โดยรอบสถานที่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0703 , -0.0133 , -0.1502 และ 0.0076 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0095 , 0.0003 , 0.0377 และ 6.00E-05 ตามลำดับ

4.2.6.5. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



กราฟที่ 4.25. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดหนองคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.25. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานีที่ต้องการศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้นในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลความชื้นจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-101.25 , 17.5-105 , 20-101.25 , 20-105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานีที่ต้องการศึกษา ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการลดลงของความชื้นของแต่ละพิกัดเท่ากับ -0.186 , -0.0063 , -0.3188 และ -0.2496 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0156 , 2.00E-05 , 0.0277 และ 0.0231 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจากGCM ของแต่ละสถานี

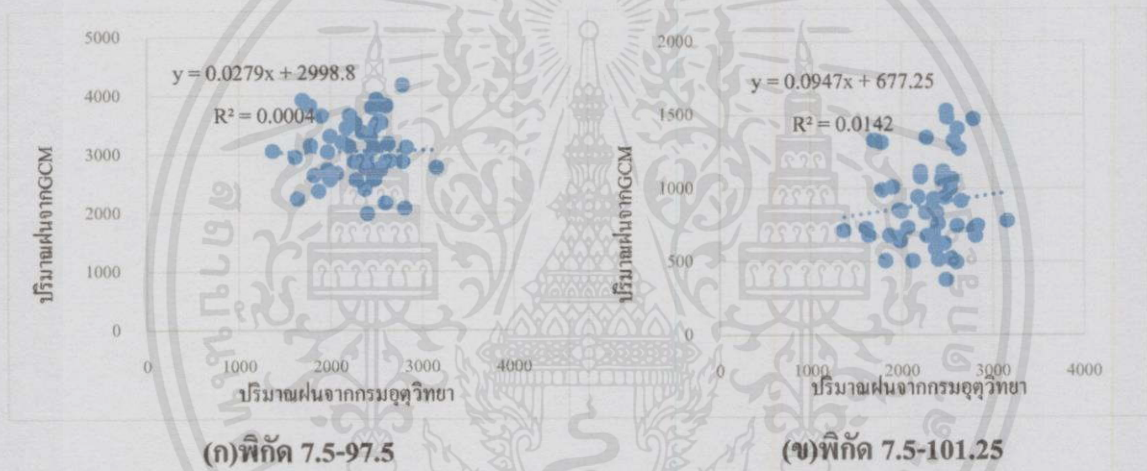
สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้น	R ²
	lat	lon	lat	lon		
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	0.0703	0.0095
			17.5	101.25	-0.0133	0.0003
			20	97.5	-0.1502	0.0377
			20	101.25	0.0076	6.00E-05
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	-0.186	0.0156
			17.5	105	-0.0063	2.00E-05
			20	101.25	-0.3188	0.0277
			20	105	-0.2496	0.0231
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	0.0264	0.0046
			7.5	101.25	0.0354	0.0046
			10	97.5	-0.0878	0.0025
			10	101.25	-0.1313	0.0073
ศรีสะเกษ	17.17388	99.72635	15	97.5	0.074	0.0868
			15	101.25	-0.2753	0.1997
			17.5	97.5	-0.2985	0.2749
			17.5	101.25	-0.2726	0.1406
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	0.3226	0.0295
			15	108.75	0.418	0.095
			17.5	105	0.3697	0.0348
			17.5	108.75	0.2007	0.0639

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

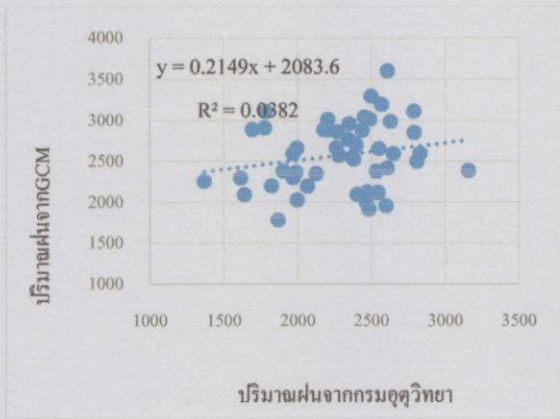
จากตารางที่ 4.6. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟมาวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจาก GCM จากประเทศอังกฤษเพื่อนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก นั่นคือแสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลความชื้นจาก GCM ของประเทศอังกฤษไม่สามารถนำมาทำนายความชื้นในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.7. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับสถานที่ที่ต้องการศึกษา

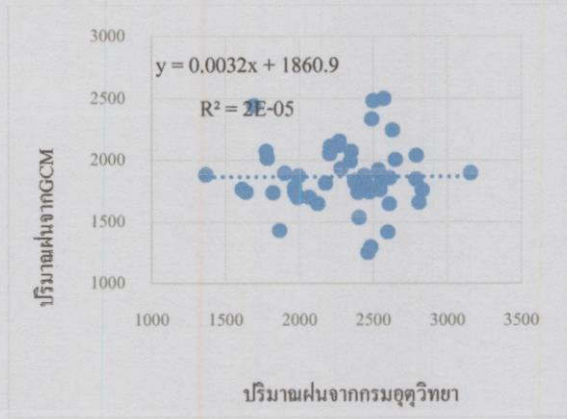
4.2.7.1. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) พิกัด 10-97.5



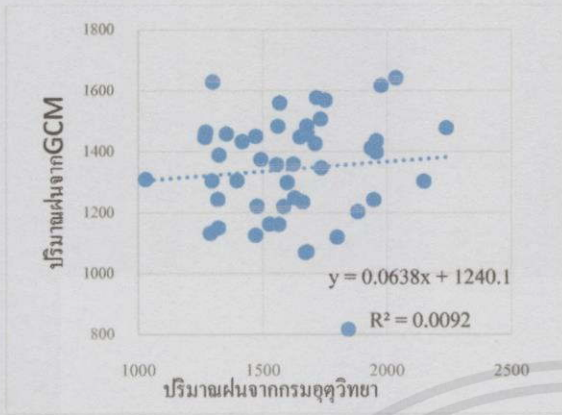
(ง) พิกัด 10-101.25

กราฟที่ 4.26. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต

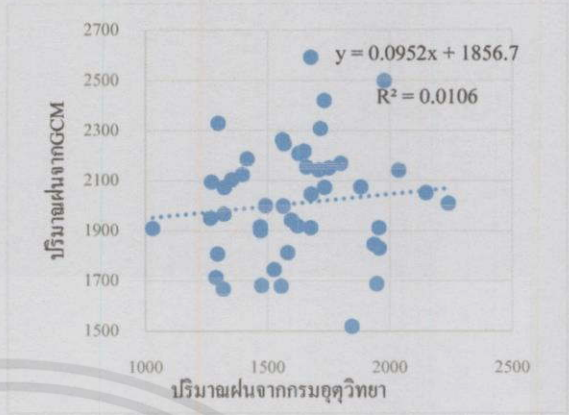
จากกราฟที่ 4.26. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 7.5-97.5 , 7.5-101.25 , 10-97.5 , 10-101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0279 , 0.0947 , 0.2149 และ 0.0032 มิลลิเมตรต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0004 , 0.0142 , 0.0382 และ 2.00E-05 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

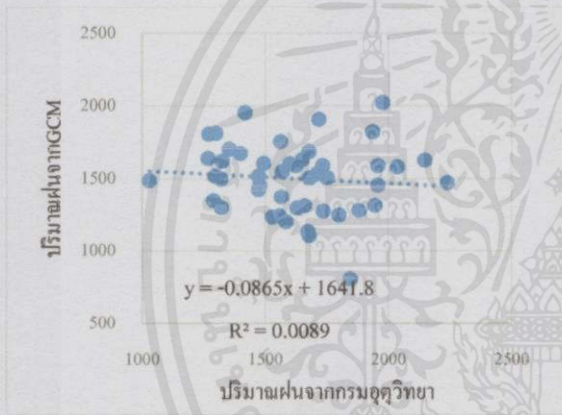
4.2.6.2. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี



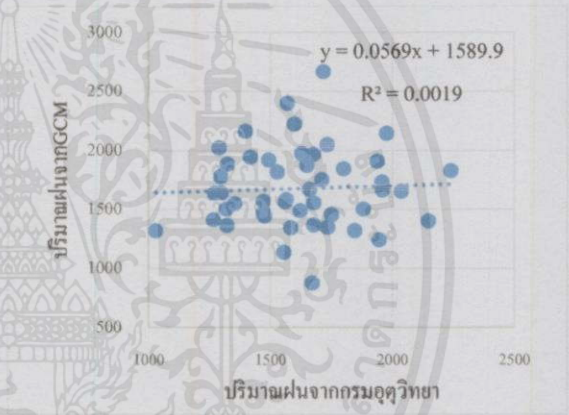
(ก) พิกัด 15-105



(ข) พิกัด 15-108.75



(ค) พิกัด 17.5-105



(ง) พิกัด 17.5-108.75

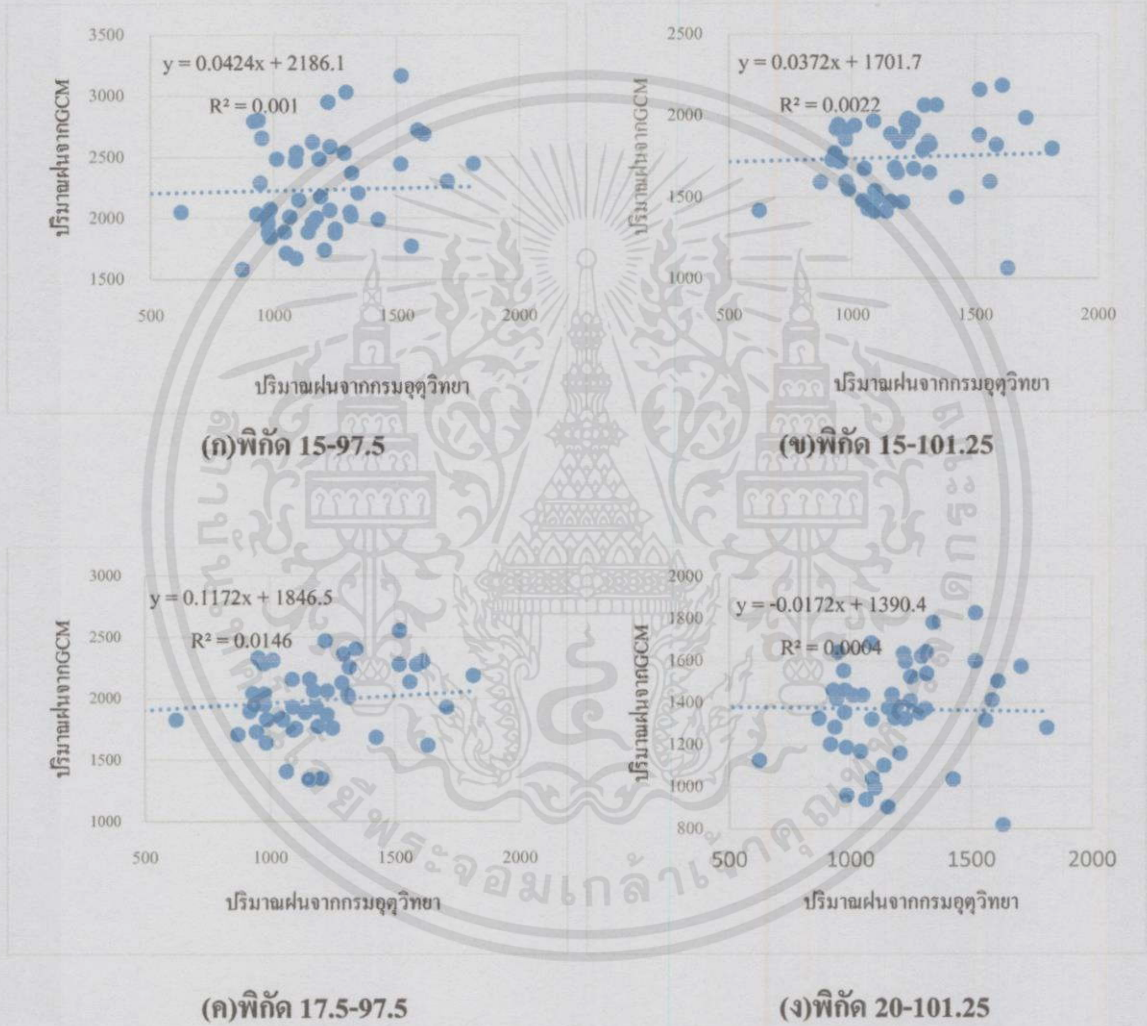
กราฟที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี

จากกราฟที่ 4.27. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 15-105 , 15-108.75 , 17.5-105 , 17.5-108.75 ซึ่ง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.7547 , 1.1281 , -1.0491 และ 0.7707 มิลลิเมตรต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.009 , 0.0104 , 0.0091 และ 0.0018 ตามลำดับ

4.2.6.3. เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

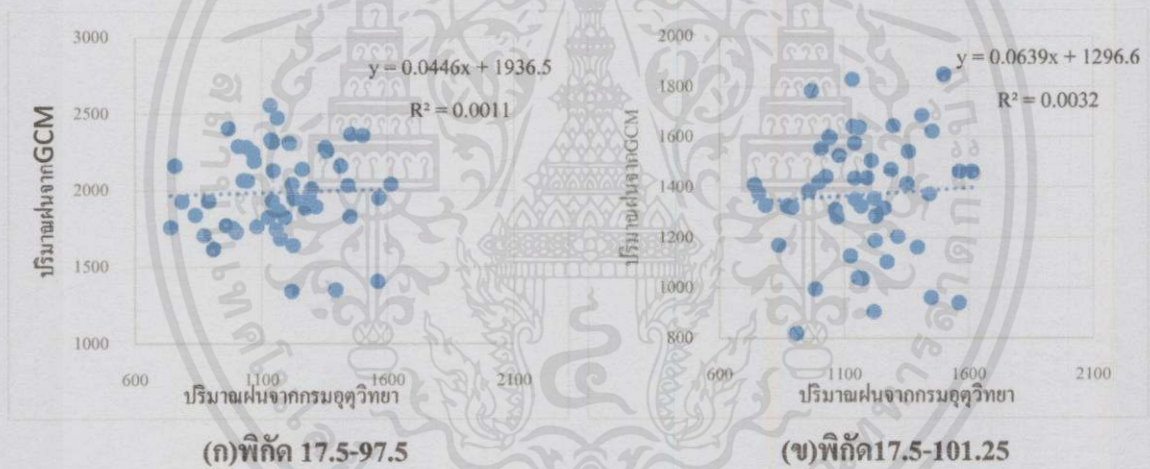


กราฟที่ 4.28. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

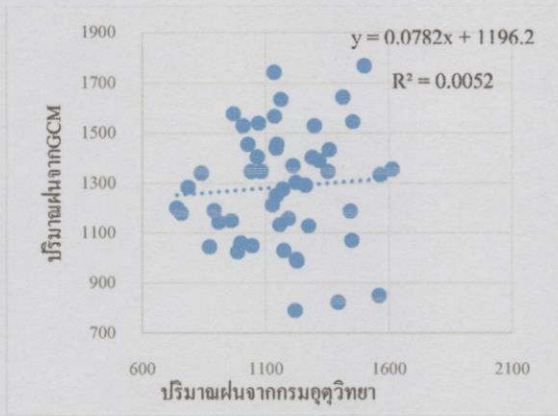
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.28. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 15-97.5 , 15-101.25 , 17.5-97.5 , 17.5-101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีทั้งแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.4887 , 0.4305 , 1.3867 และ -0.2194 มิลลิเมตรต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0009 , 0.002 , 0.0412 และ 0.0005 ตามลำดับ

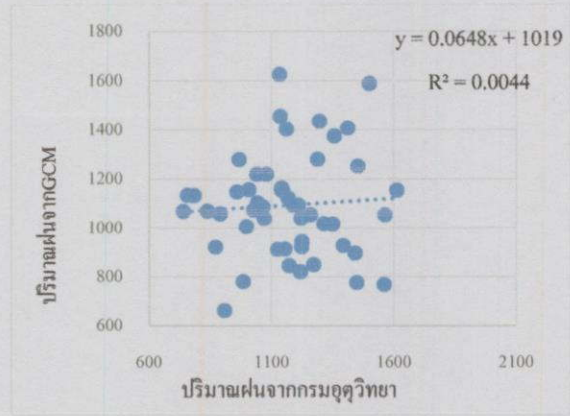
4.2.6.4. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) พิกัด 20-97.5



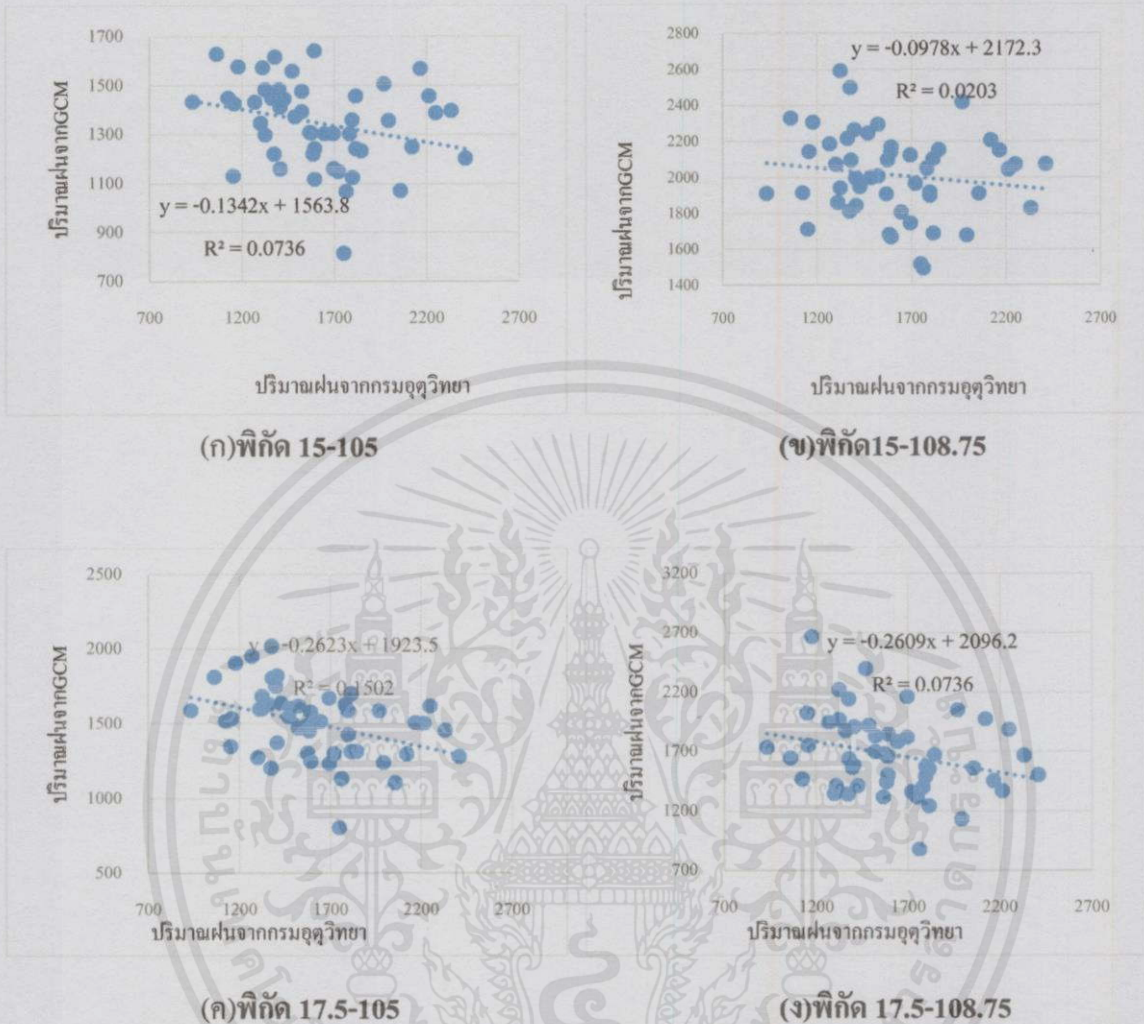
(ง) พิกัด 20-101.25

กราฟที่ 4.29. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่

จากกราฟที่ 4.29 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-97.5, 17.5-101.25, 20-97.5, 20-101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบถึงแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0446, 0.0639, 0.0782 และ 0.0648 มิลลิเมตรต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิกัดเท่ากับ 0.0011, 0.0032, 0.0052 และ 0.0044 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6.5. เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



กราฟที่ 4.30. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากกรมนูตวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากGCM

จากกราฟที่ 4.30. เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากกรมนูตวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากGCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษากับข้อมูลจากGCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำดื่มในอนาคต จากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากกรมนูตวิทยาและข้อมูลปริมาณน้ำดื่มจากGCM ในพิกัด ละติจูดกับลองจิจูดที่ 17.5-101.25 , 17.5-105 , 20-101.25 , 20-105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความใกล้เคียงกับหรืออยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีการกระจายตัวที่ไม่คงที่และจากกราฟความสัมพันธ์ทำให้ทราบถึงแนวโน้มอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนของแต่ละพิคค์เท่ากับ -1.6103 , -1.1728 , -3.1461 และ -1.1315 มิลลิเมตรต่อปี และมีค่า R-square ของแต่ละพิคค์เท่ากับ 0.0739 , 0.0203 , 0.1507 และ 0.0736 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7. ตารางสรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นและค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากGCM ของแต่ละสถานี

สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้น	R ²
	Lat	lon	lat	lon		
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	0.0446	0.0011
			17.5	101.25	0.0639	0.0032
			20	97.5	0.0782	0.0052
			20	101.25	0.0648	0.0044
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	-1.6103	0.0739
			17.5	105	-1.1728	0.0203
			20	101.25	-3.1461	0.1507
			20	105	-3.1315	0.0736
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	0.0279	0.0004
			7.5	101.25	0.0947	0.0142
			10	97.5	0.2149	0.0382
			10	101.25	0.0032	2E-05
ศรีสำโรง	17.17388	99.72635	15	97.5	0.4887	0.0009
			15	101.25	0.4305	0.002
			17.5	97.5	1.3867	0.0412
			17.5	101.25	-0.2194	0.0005
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	0.7547	0.009
			15	108.75	1.1281	0.0104
			17.5	105	-1.0491	0.0091
			17.5	108.75	0.7707	0.0018

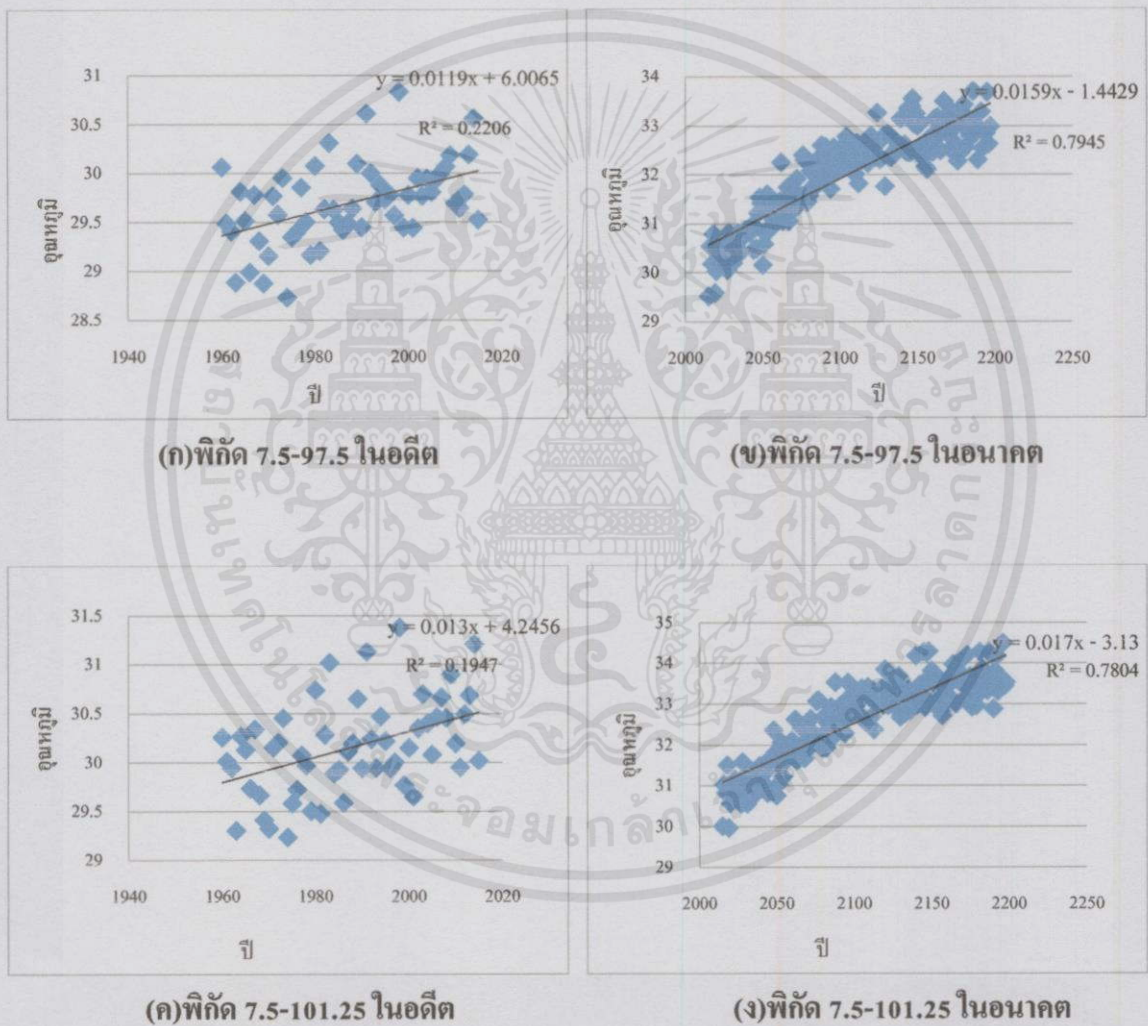
จากตารางที่ 4.7. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟมาวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM เพื่อนำมาทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก นั่นคือแสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ไม่สามารถนำมาทำนายปริมาณน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

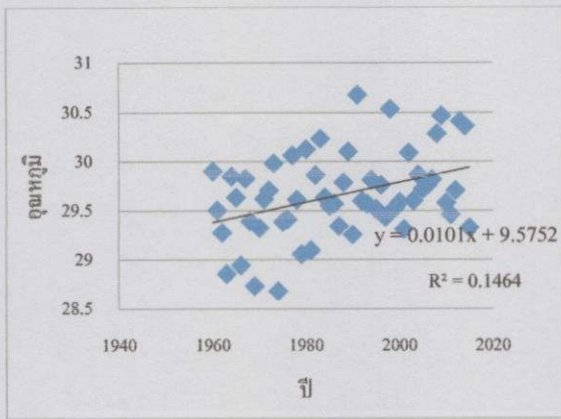
ในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจะนำข้อมูลที่ได้ จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือทำนายปริมาณน้ำฝนในอนาคตของประเทศไทยต่อไป

4.2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

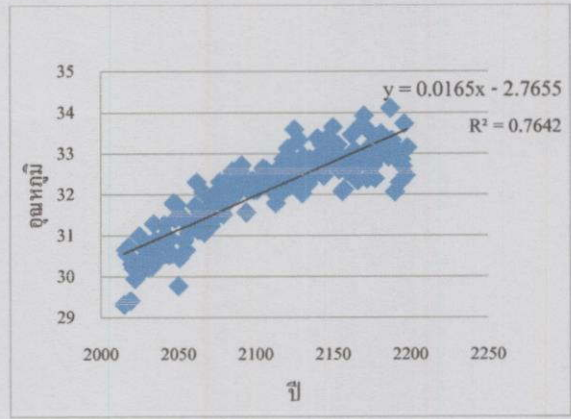
4.2.8.1 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต



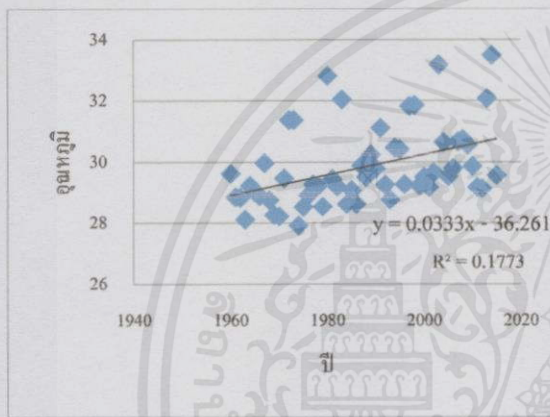
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



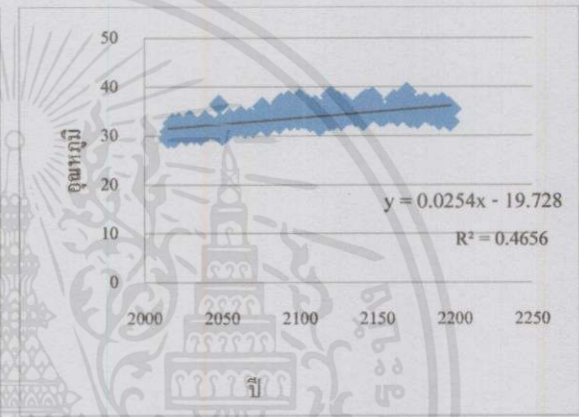
(จ) พิกัด 10-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 10-97.5 ในอนาคต



(ข) พิกัด 10-101.25 ในอดีต



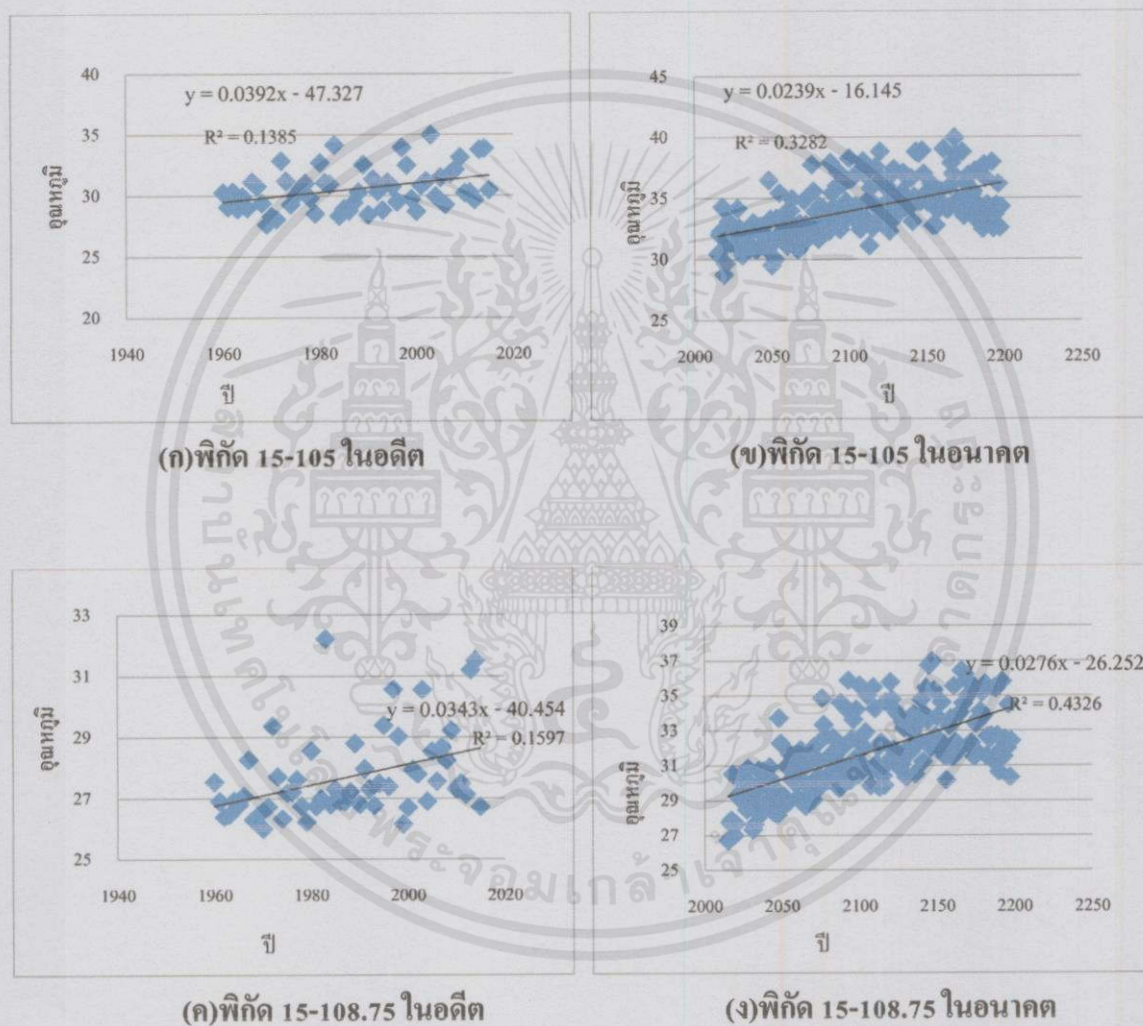
(ฅ) พิกัด 10-101.25 ในอนาคต

กราฟที่ 4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM แต่ละปีในจังหวัดภูเก็ต ทั้งในอดีต และอนาคต

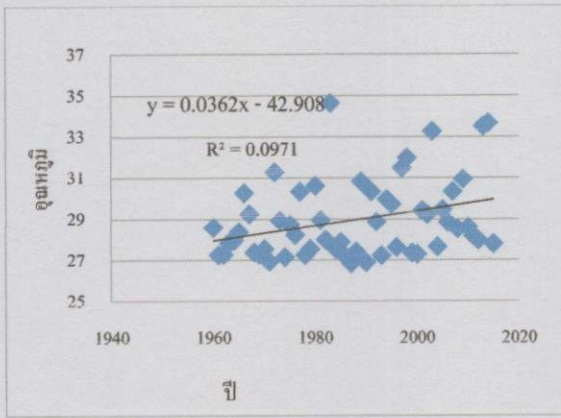
จากกราฟที่ 4.31 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในจังหวัดภูเก็ตทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (7.5-97.5), (7.5-101.25), (10-97.5) และ (10-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 7.5 และ 10 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวไม่คงที่และกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อดีต เท่ากับ 0.0119, .013, 0.0101 และ 0.0333 องศาเซลเซียสต่อปีตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต เท่ากับ 0.0159, 0.017, 0.0165 และ 0.0254 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

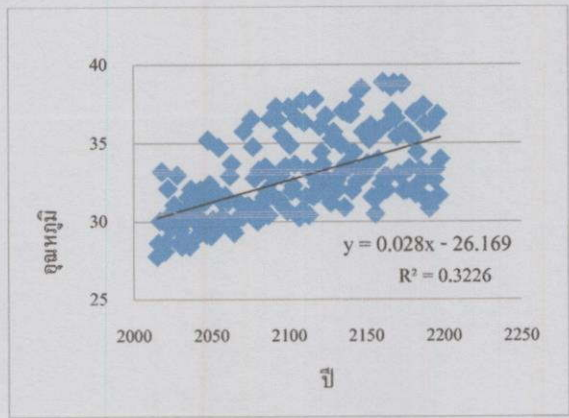
4.2.8.2 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี



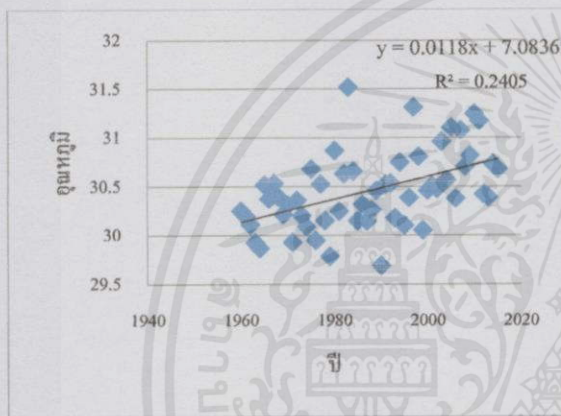
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



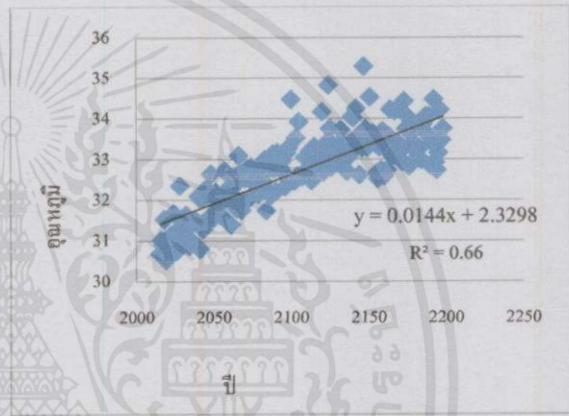
(จ)พิภัก 17.5-105 ในอดีต



(ฉ)พิภัก 17.5-105 ในอนาคต



(ข)พิภัก 17.5-108.75 ในอดีต



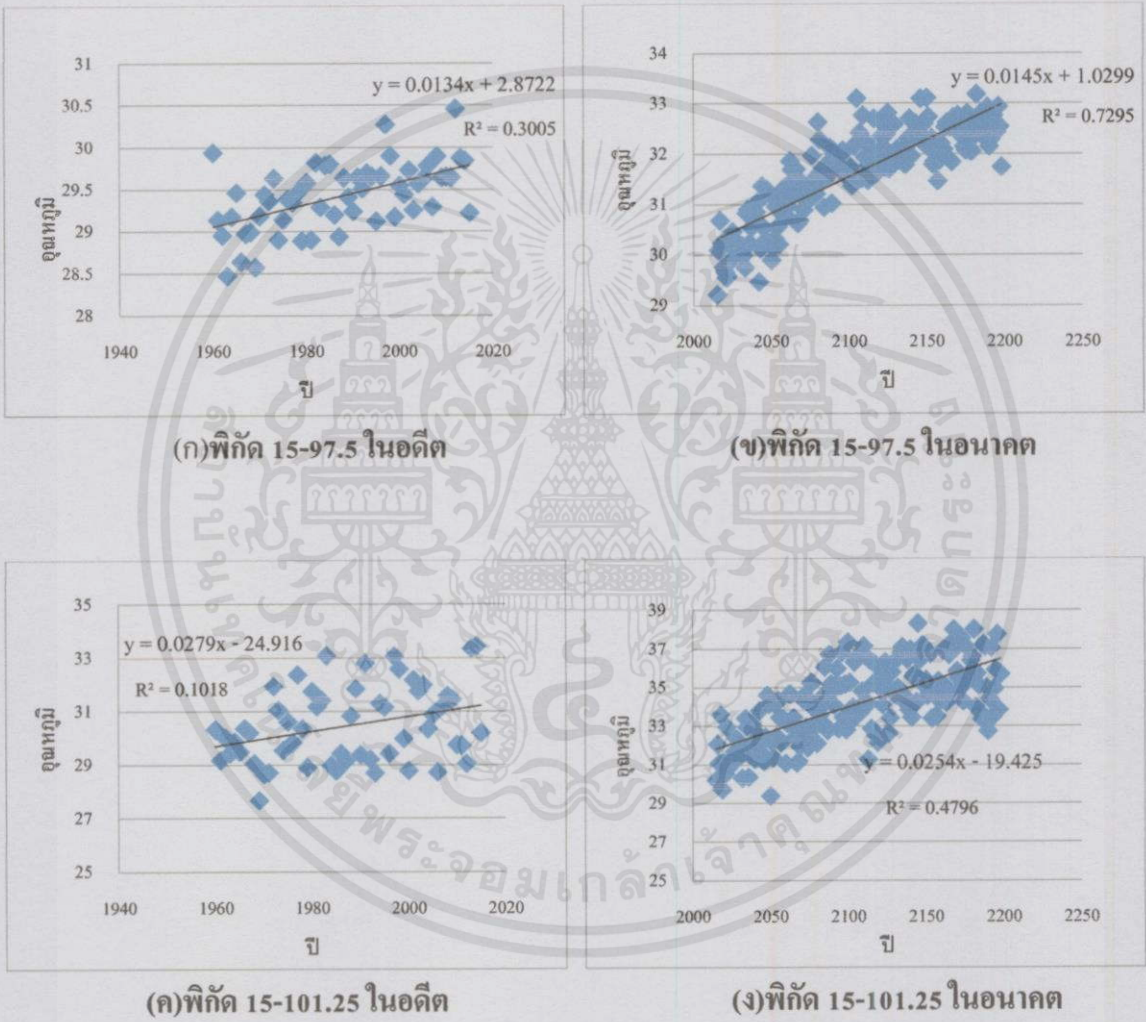
(ฅ)พิภัก 17.5-108.75 ในอนาคต

กราฟที่ 4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละปีในอนาคต

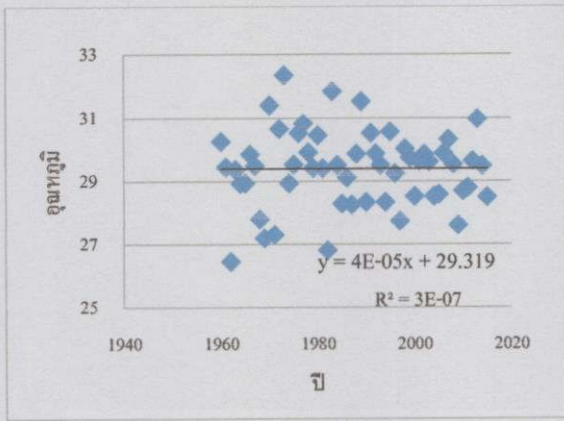
จากกราฟที่ 4.32 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิภักใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในจังหวัดอุบลราชธานีทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิภัก (15-105),(15-108.75),(17.5-105) และ(17.5-108.75) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 105 และ 108.75 ซึ่งเป็นพิภัก 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้น พิกัด(17.5-108.75) ที่มีการกระจายตัวแบบกระจัดกระจายมาก ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในอดีต เท่ากับ 0.0392, 0.0343, 0.0362 และ 0.0118 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่า ความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต เท่ากับ 0.0239, 0.0276, 0.028 และ 0.0144 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

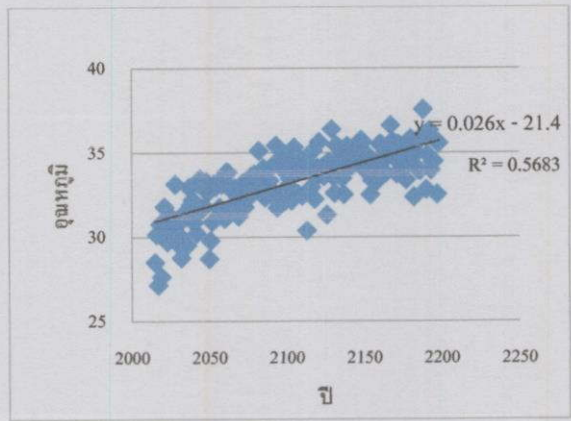
4.2.8.3 เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



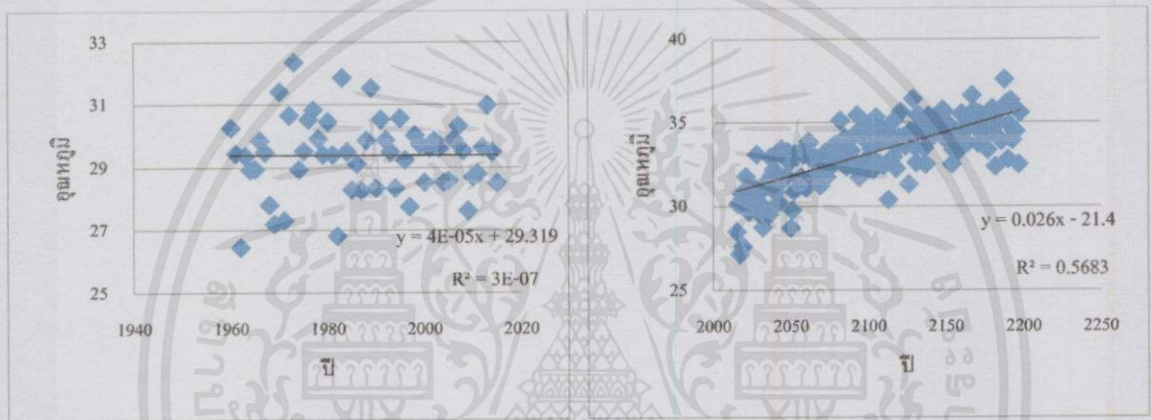
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต



(ข) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต

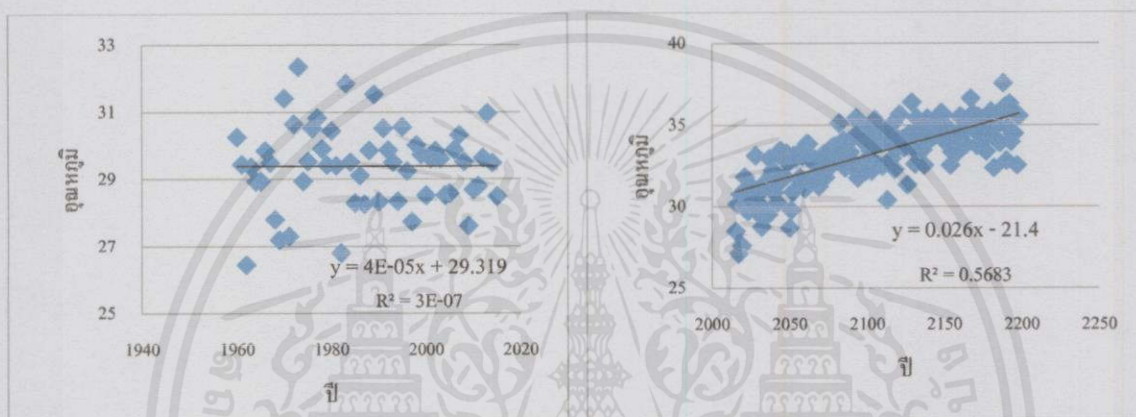
(ค) พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต

กราฟที่ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละปีในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ทั้งในอดีต และอนาคต

จากกราฟที่ 4.33 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาปรีดเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (15-97.5), (15-101.25), (17.5-97.5) และ (17.5-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้น พิกัด (15-97.5) ที่มีการเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

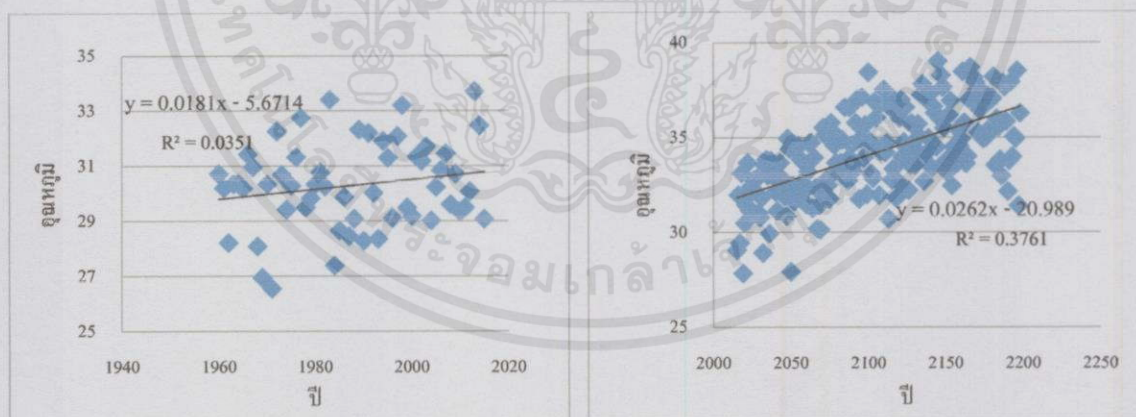
กระจายตัวแบบกระจุกกระจายมาก ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอดีต เท่ากับ 0.0134, 0.0279, 0.00004 และ 0.0181 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต เท่ากับ 0.0145, 0.0254, 0.026 และ 0.0262 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

4.2.8.4 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่



(ก) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต

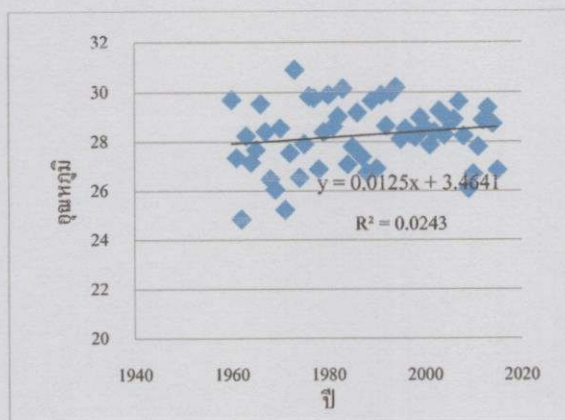
(ข) พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต



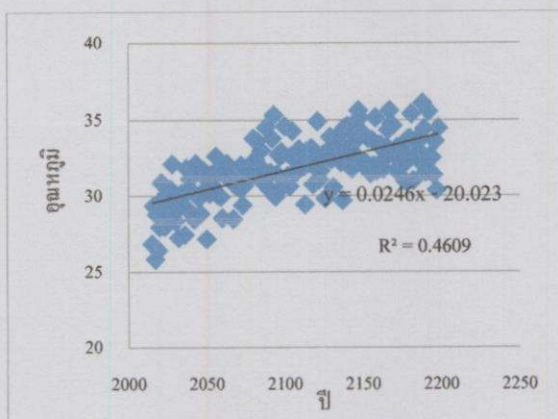
(ค) พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต

(ง) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

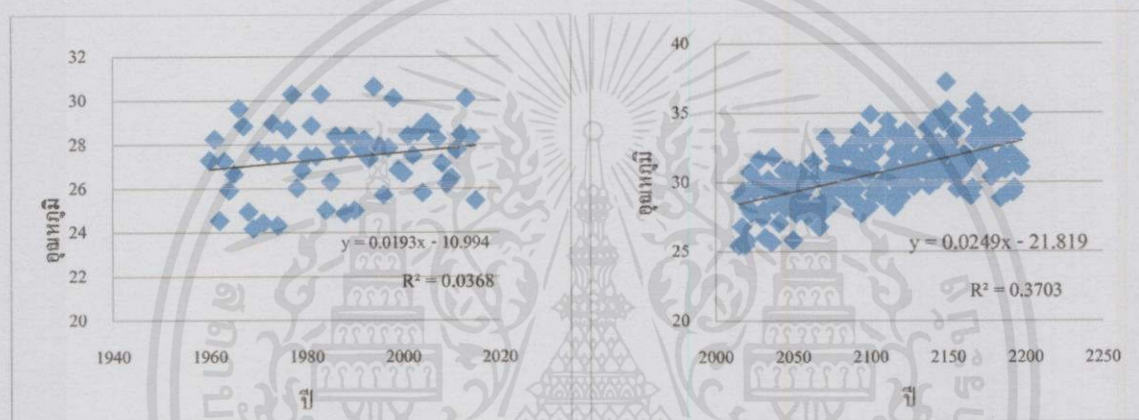
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) พิกัด 20-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-97.5 ในอนาคต



(ข) พิกัด 20-101.25 ในอดีต

(ค) พิกัด 20-101.25 ในอนาคต

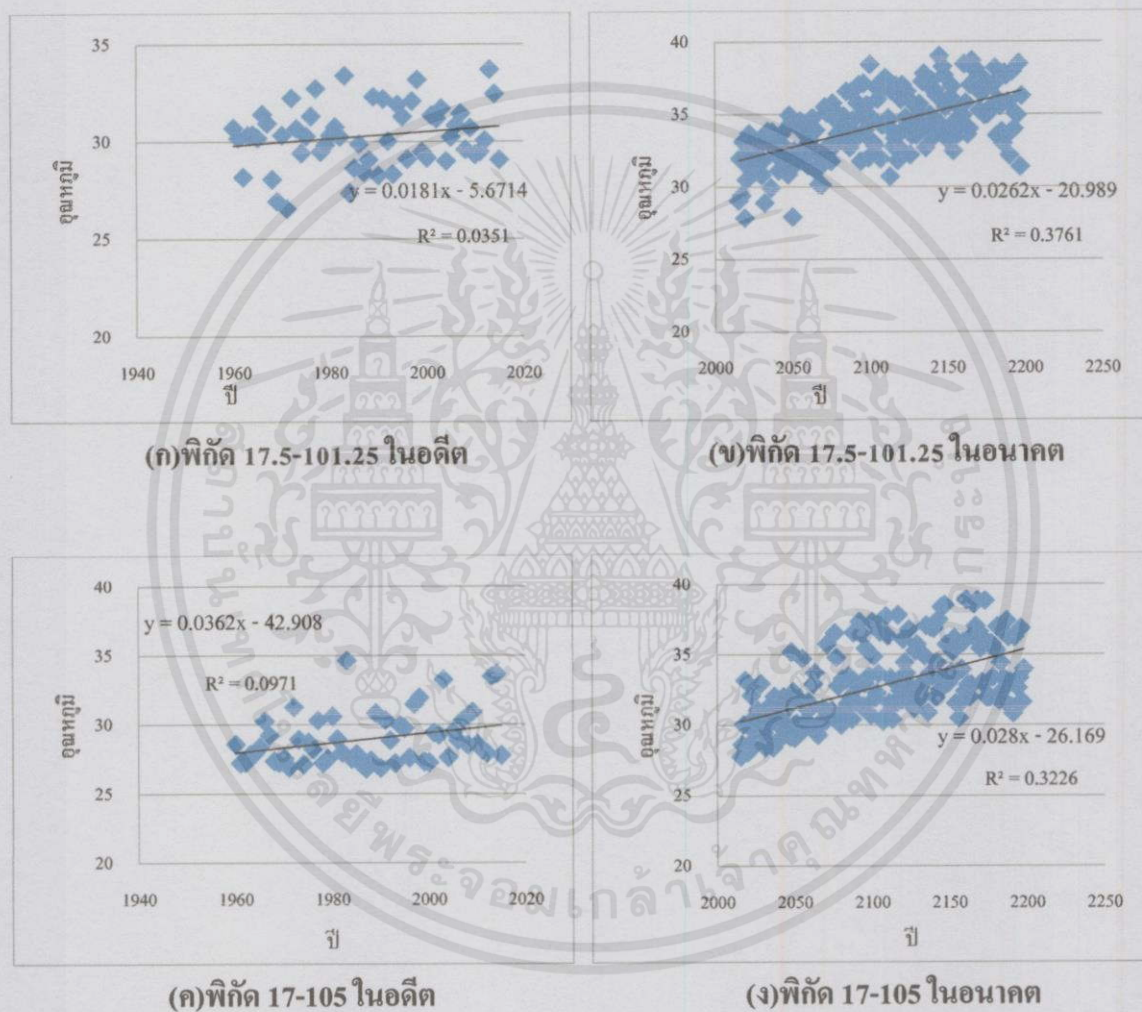
กราฟที่ 4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัด เชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.34 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในจังหวัดเชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (17.5-97.5), (17.5-101.25), (20-97.5) และ (20-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 17.5 และ 20 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการ

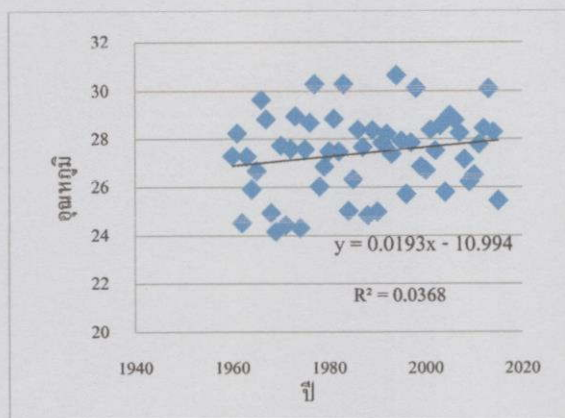
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอดีต เท่ากับ 0.00004, 0.0181, 0.0125 และ 0.0193 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต เท่ากับ 0.026, 0.0262, 0.0246 และ 0.0249 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

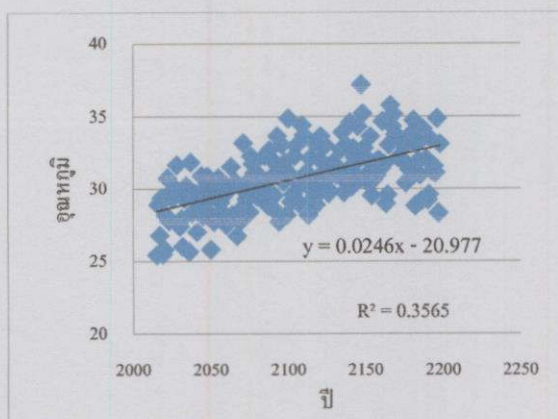
4.2.8.5 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



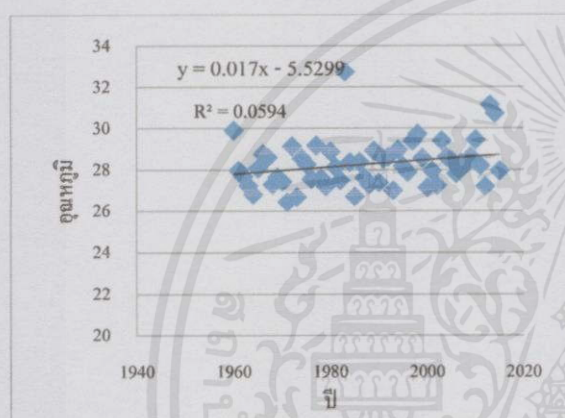
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



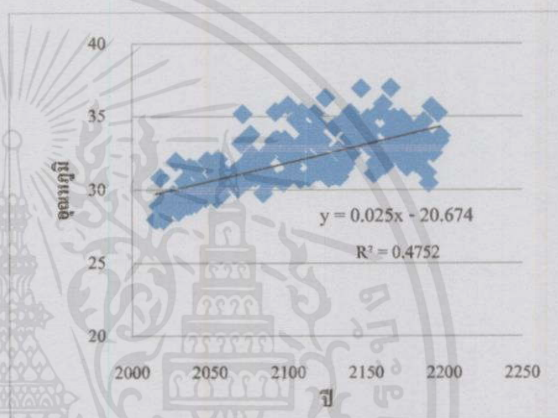
(จ) พิกัด 20-101.25 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-101.25 ในอนาคต



(ข) พิกัด 20-105 ในอดีต



(ฃ) พิกัด 20-105 ในอนาคต

กราฟที่ 4.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัดหนองคาย ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.35 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในจังหวัดหนองคาย ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (17.5-101.25), (17.5-105), (20-101.25) และ (20-105) โดยมีค่าละติจูดคือ 17.5 และ 20 ส่วนลองจิจูด คือ 101.25 และ 105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการ

เพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอดีต เท่ากับ 0.0181, 0.0362, 0.0125 และ 0.0193 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคคนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต เท่ากับ 0.0262, 0.028, 0.0246 และ 0.025 องศาเซลเซียสต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

ตารางที่ 4.8 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานที่ที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

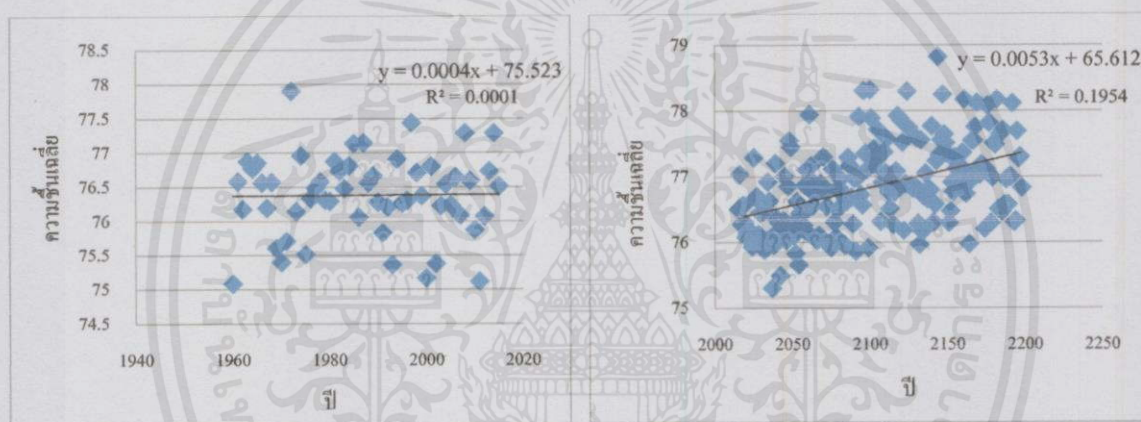
สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้นในอดีต	R ²	ค่าการเพิ่มขึ้นในอนาคต	R ²
	lat	lon	lat	lon				
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	4.00E-05	3.00E-07	0.026	0.5683
			17.5	101.25	0.0181	0.0351	0.0262	0.3761
			20	97.5	0.0125	0.0243	0.0246	0.4609
			20	101.25	0.0193	0.0368	0.0249	0.3703
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	0.0181	0.0351	0.0262	0.3761
			17.5	105	0.0362	0.0971	0.028	0.3226
			20	101.25	0.0193	0.0368	0.0246	0.3565
			20	105	0.017	0.0594	0.025	0.4752
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	0.0119	0.2206	0.0159	0.7945
			7.5	101.25	0.013	0.1947	0.017	0.7804
			10	97.5	0.0101	0.1464	0.0165	0.7642
			10	101.25	0.0333	0.1773	0.0254	0.4656
ศรีสำโรง	17.17388	99.72635	15	97.5	0.0134	0.3005	0.0145	0.7295
			15	101.25	0.0279	0.1018	0.0254	0.4796
			17.5	97.5	4.00E-05	3.00E-07	0.026	0.5683
			17.5	101.25	0.0181	0.0351	0.0262	0.3761
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	0.0392	0.1385	0.0239	0.3282
			15	108.75	0.0343	0.1597	0.0276	0.4326
			17.5	105	0.0362	0.0971	0.028	0.3226
			17.5	108.75	0.0118	0.2405	0.0144	0.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างอุณหภูมิของในอดีต และข้อมูลของอุณหภูมิในอนาคตจาก GCM ของประเทศอังกฤษเพื่อนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก นั่นคือแสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ของประเทศอังกฤษไม่สามารถนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

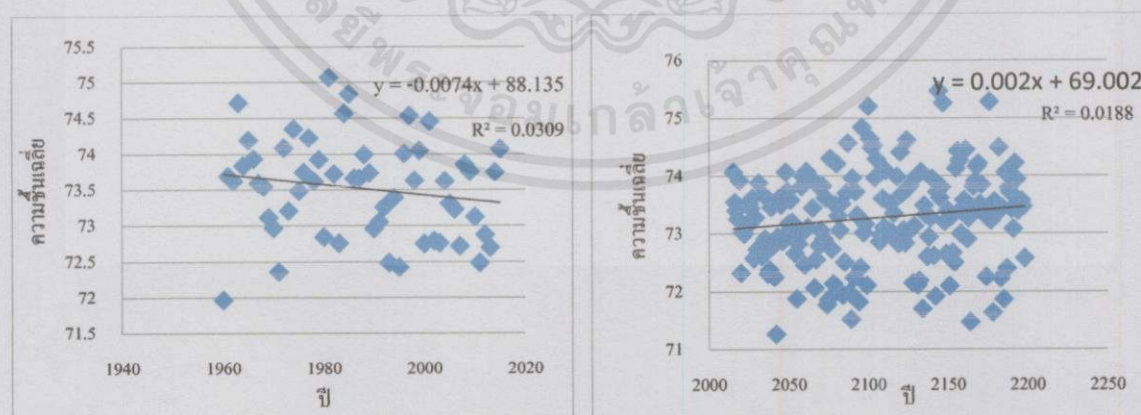
4.2.8. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้น GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานที่ที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

4.2.8.1 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต



(ก) พิกัด 7.5-97.5 ในอดีต

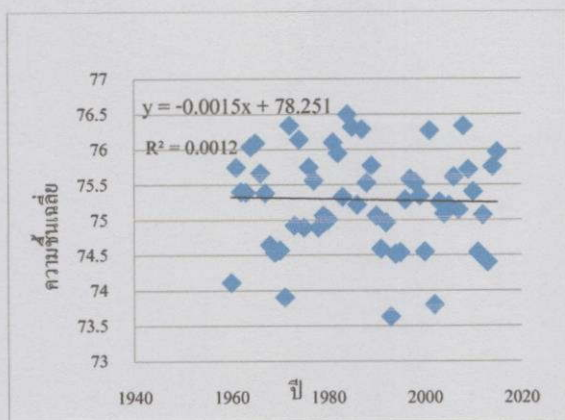
(ข) พิกัด 7.5-97.5 ในอนาคต



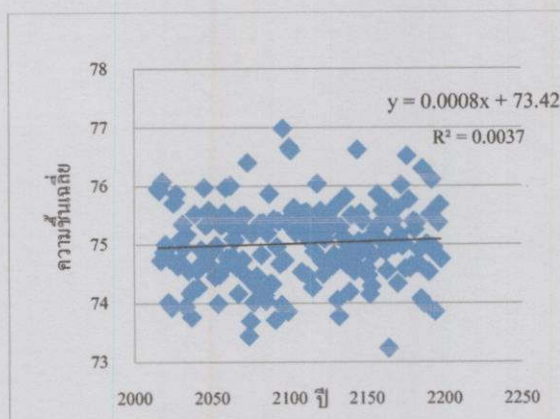
(ค) พิกัด 7.5-101.25 ในอดีต

(ง) พิกัด 7.5-101.25 ในอนาคต

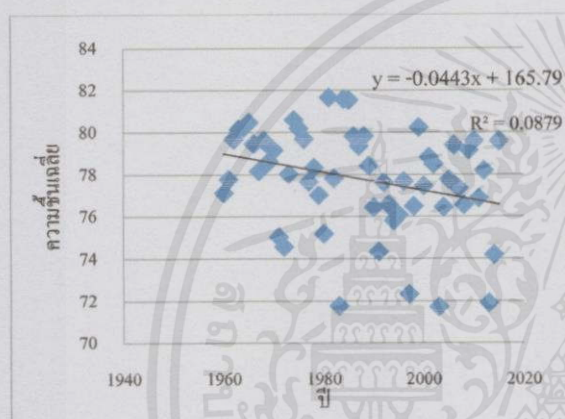
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



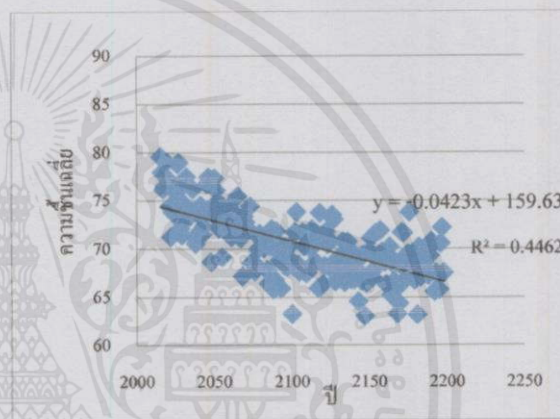
(จ) พิกัด 10-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 10-97.5 ในอนาคต



(ช) พิกัด 10-101.25 ในอดีต



(ฅ) พิกัด 10-101.25 ในอนาคต

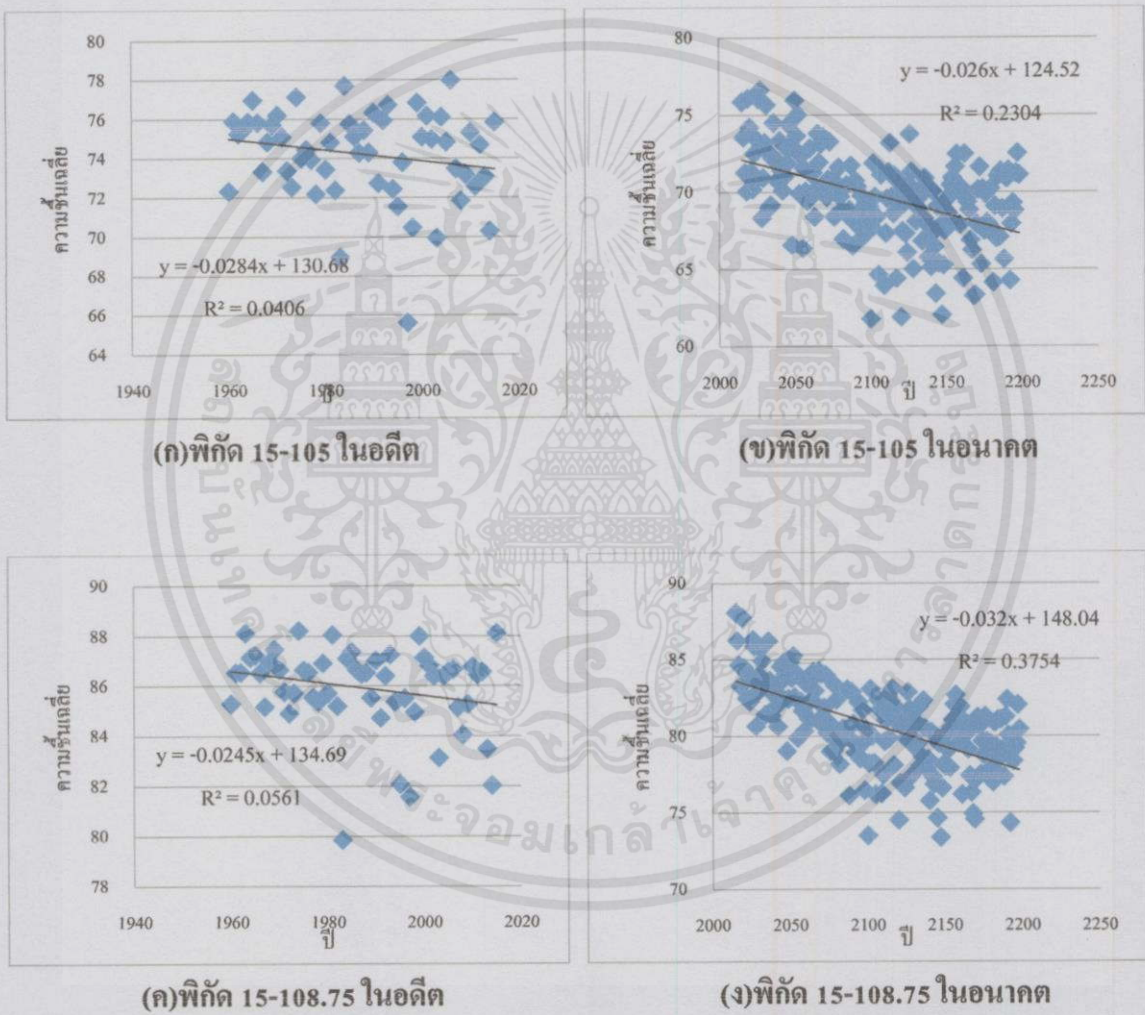
กราฟที่ 4.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัดภูเก็ต ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.36 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความขึ้นเฉลี่ยในจังหวัดภูเก็ต ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (7.5-97.5), (7.5-101.25), (10-97.5) และ (20-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 7.5 และ 10 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตรา

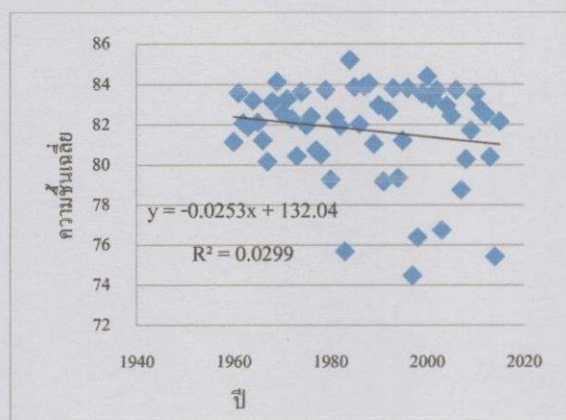
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงนามเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดลงของความชื้นในอดีต เท่ากับ 0.0004, -0.0074, -0.0015 และ -0.0443 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอนาคต เท่ากับ 0.0053, 0.002, 0.0008 และ -0.0423 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

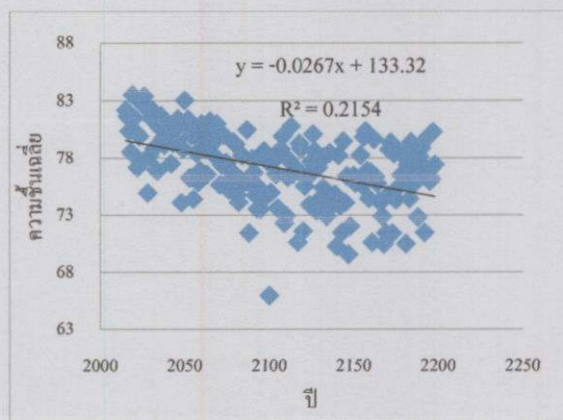
4.2.8.1 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี



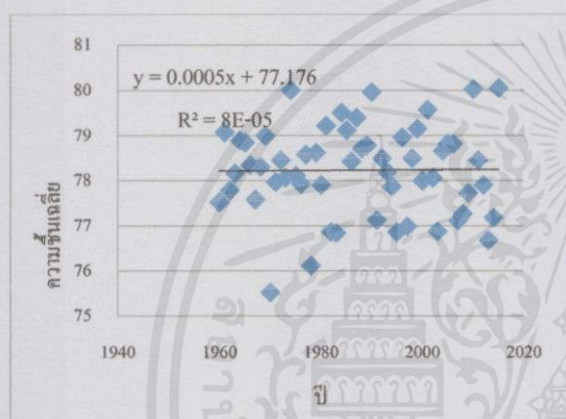
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



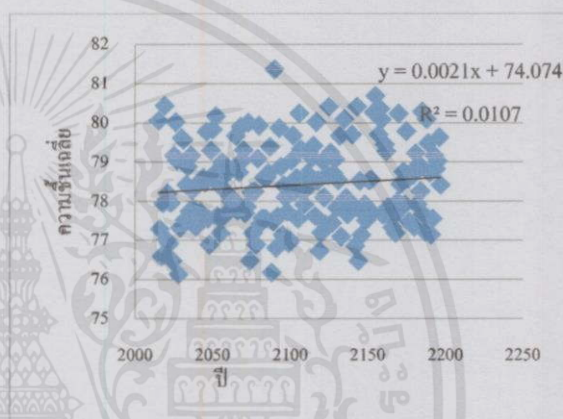
(จ) พิกัด 17.5-108.75 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 17.5-105 ในอนาคต



(ช) พิกัด 17.5-108.75 ในอดีต



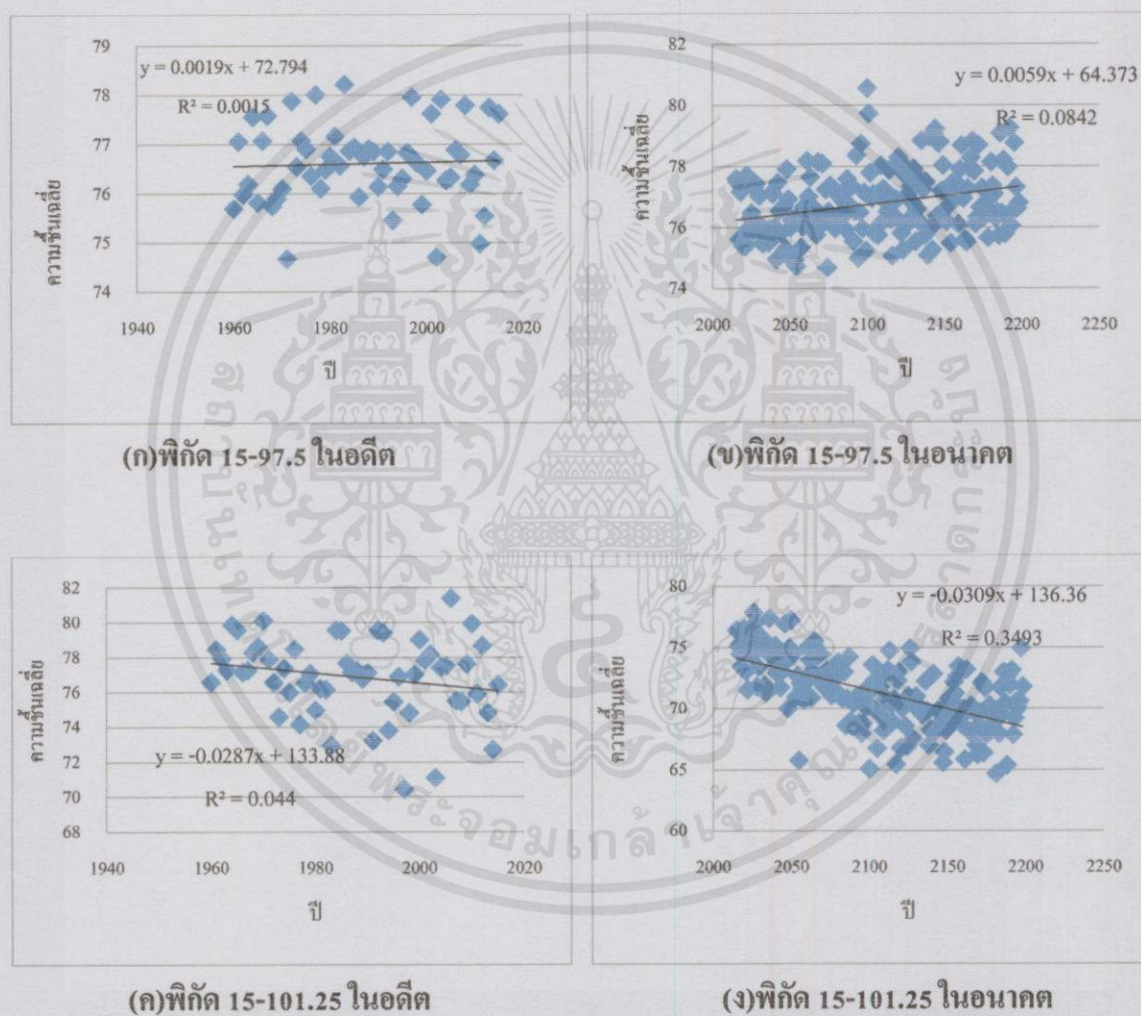
(ฅ) พิกัด 17.5-108.75 ในอนาคต

กราฟที่ 4.37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัด อุบลราชธานี ทั้งในอดีตและอนาคต

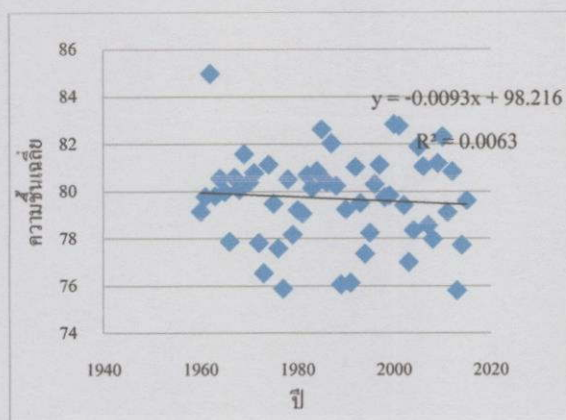
จากกราฟที่ 4.37 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความขึ้นในจังหวัดอุบลราชธานี ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (15-105), (15-108.75), (17.5-105) และ (17.5-108.75) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 105 และ 108.75 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างคงที่ในแนวโน้มใกล้เคียงกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอดีต เท่ากับ -0.0284 , -0.0245 , -0.0253 และ 0.0005 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอนาคต เท่ากับ -0.026 , -0.032 , -0.0267 และ 0.0021 เปอร์เซ็นต์ต่อปีตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

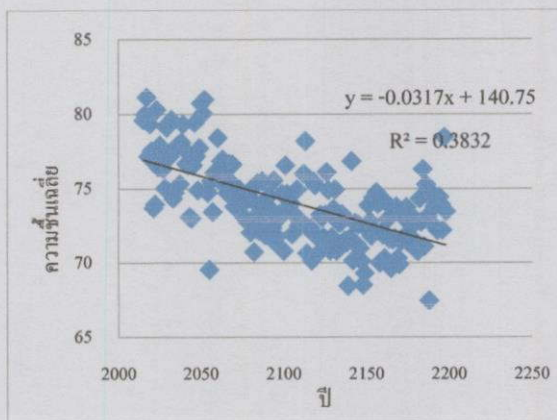
4.2.8.1 เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



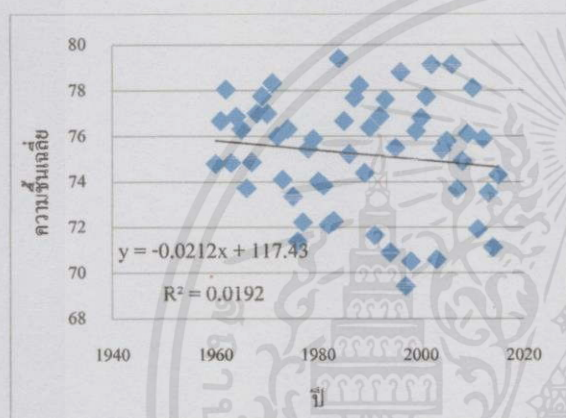
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



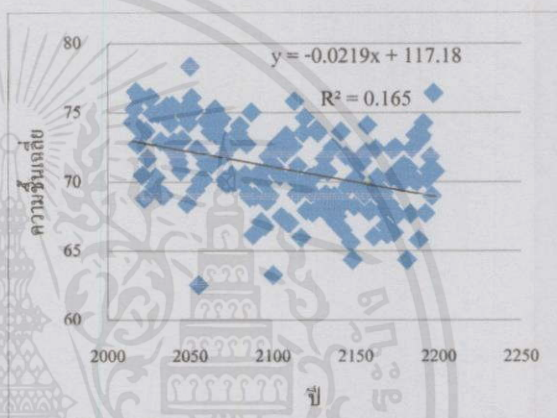
(จ) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต



(ข) พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต



(ฅ) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

กราฟที่ 4.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นเฉลี่ยจาก GCM ของแต่ละปีในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.38 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจาก GCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้นในจังหวัดอุบลราชธานี ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (15-97.5), (15-101.25), (17.5-97.5) และ (17.5-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอดีต เท่ากับ 0.0019, -0.287, -0.0093 และ -0.0212 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอนาคต เท่ากับ 0.0059, -0.0309, -0.0317 และ -0.0219 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

4.2.9.4 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่



(ก) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต

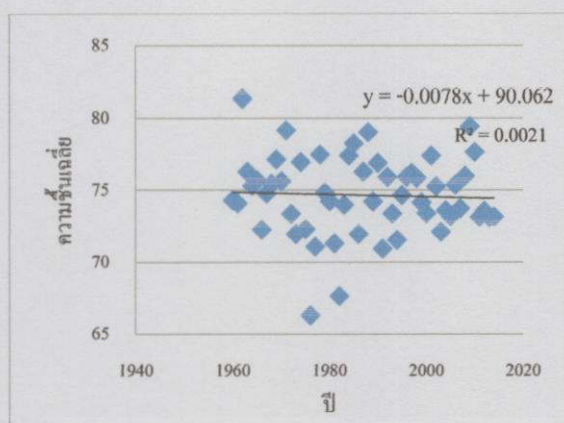
(ข) พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต



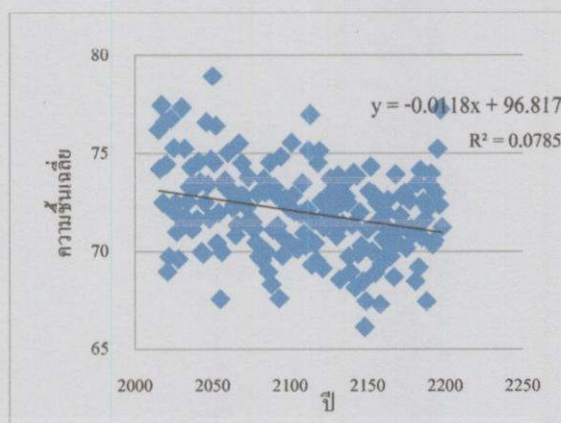
(ค) พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต

(ง) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

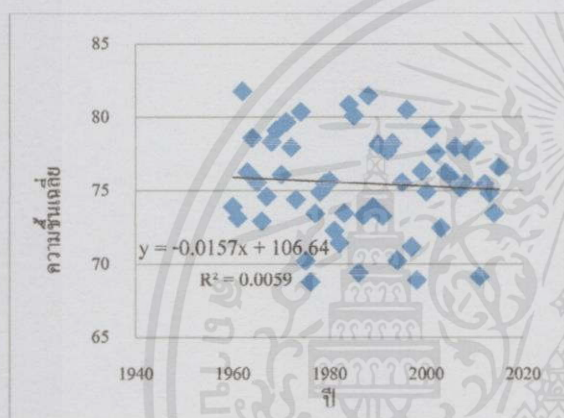
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



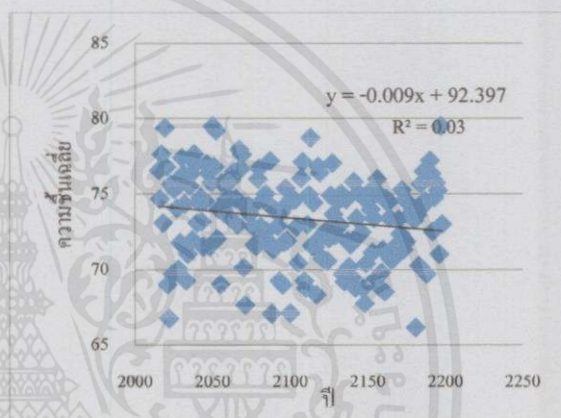
(จ) พิกัด 20-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-97.5 ในอนาคต



(ข) พิกัด 20-101.25 ในอดีต



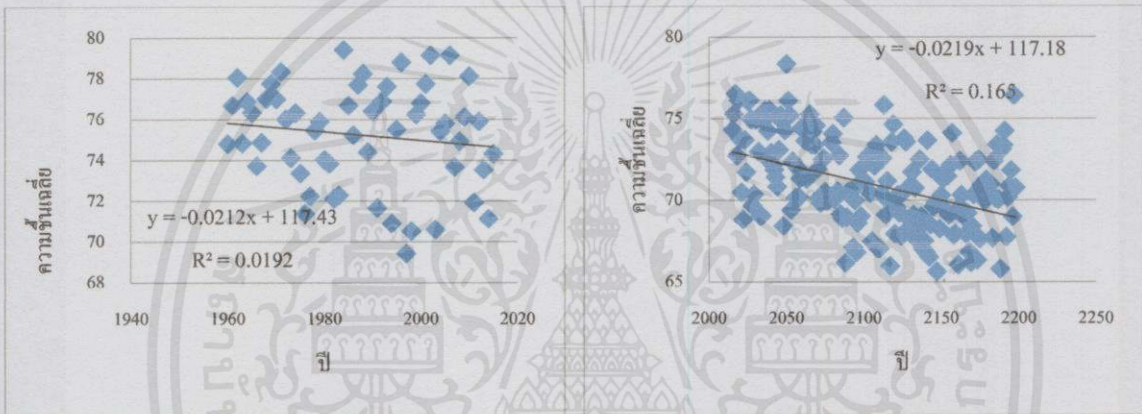
(ฅ) พิกัด 20-101.25 ในอนาคต

กราฟที่ 4.39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัด เชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.39 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความขึ้นเฉลี่ยจาก GCM ของ จังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานที่ที่ต้องการ ศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของ อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความขึ้นในจังหวัดเชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็น การนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (17.5-97.5), (17.5-101.25), (20-97.5) และ (20-101.25) โดยมีค่า ละติจูดคือ 17.5 และ 20 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่ โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนข้างกระจัดกระจาย ยกเว้นพิกัด (20-97.5) จะมีค่าก่อนข้างคงที่ ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอดีต เท่ากับ -0.0093 , -0.0212 , -0.0078 และ -0.0157 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าก่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอนาคต เท่ากับ -0.0317 , -0.0219 , -0.0118 และ -0.009 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีต ซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

4.2.8.5 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



(ก) พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต

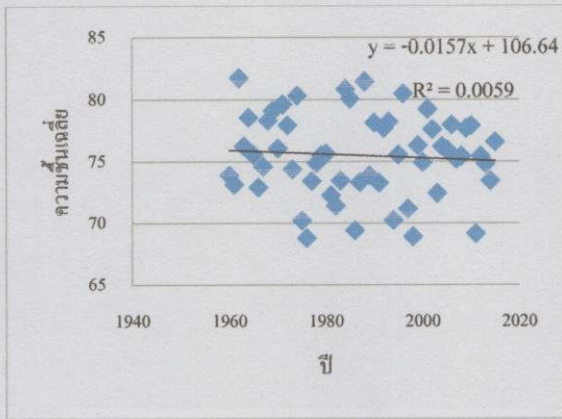
(ข) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต



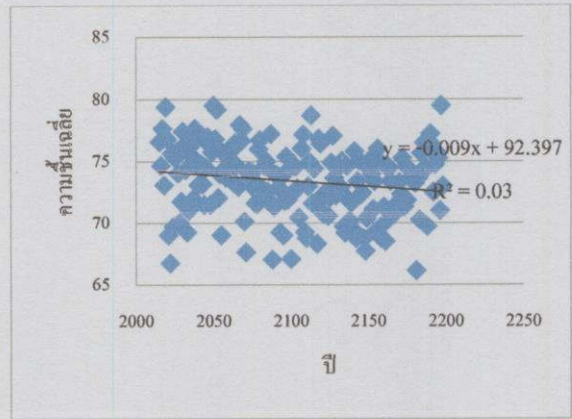
(ค) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

(ง) พิกัด 17.5-105 ในอนาคต

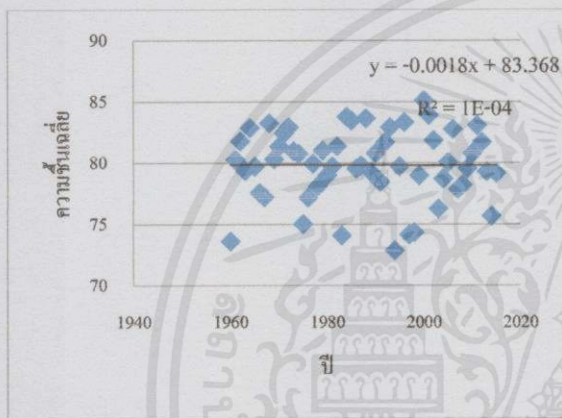
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



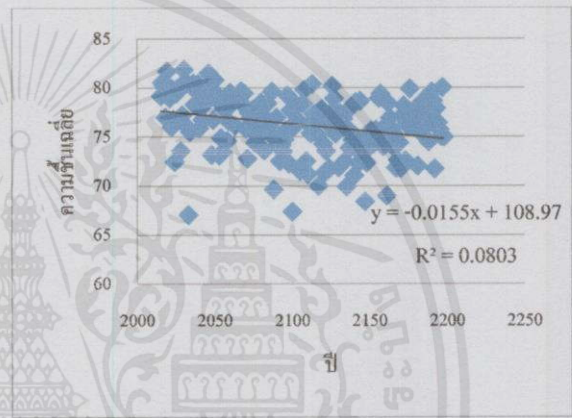
(จ) พิกัด 20-101.25 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-101.25 ในอนาคต



(ข) พิกัด 20-105 ในอดีต



(ฅ) พิกัด 20-105 ในอนาคต

กราฟที่ 4.40 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นเฉลี่ยจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัด เชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.40 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นจาก GCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาปรีดเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้นในจังหวัดหนองคาย ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลอุณหภูมิจาก GCM ในพิกัด (17.5-101.25), (17.5-105), (20-101.25) และ (20-105) โดยมีค่าละติจูดคือ 17.5 และ 20 ส่วนลองจิจูด คือ 101.25 และ 105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและ

นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่บางพื้นที่ในจังหวัดหนองคายที่มีพิกัดใกล้เคียงกับพิกัดของสถานีที่ต้องการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการลดลงของความชื้นในอดีต เท่ากับ -0.0212, -0.0253, -0.0157 และ -0.0018 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของความชื้นในอนาคต เท่ากับ -0.0219, -0.0267, -0.009 และ -0.0155 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

ตารางที่ 4.9 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานที่ที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้นในอดีต	R ²	ค่าการเพิ่มขึ้นในอนาคต	R ²
	lat	lon	lat	lon				
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	-0.0093	0.165	-0.0317	0.3832
			17.5	101.25	-0.0212	0.0192	-0.0219	0.165
			20	97.5	-0.0078	0.0021	-0.0118	0.0785
			20	101.25	-0.0157	0.0059	-0.009	0.03
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	-0.0212	0.0192	0.0156	0.165
			17.5	105	-0.0253	0.0299	-0.0267	0.2154
			20	101.25	-0.0157	0.0059	-0.009	0.03
			20	105	-0.0018	1.00E-04	-0.0155	0.0803
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	0.0004	0.0001	0.0053	0.0001
			7.5	101.25	-0.0074	0.0309	0.0021	0.0188
			10	97.5	-0.0015	0.0012	0.0008	0.0037
			10	101.25	-0.0443	0.0879	-0.0423	0.4462
ศรีสะเกษ	17.17388	99.72635	15	97.5	0.0019	0.0015	0.0059	0.0842
			15	101.25	-0.0287	0.044	-0.0309	0.3493
			17.5	97.5	-0.0093	0.0063	-0.0317	0.3832
			17.5	101.25	-0.0212	0.0192	-0.0219	0.165
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	-0.0284	0.0406	-0.026	0.2304
			15	108.75	-0.0245	0.0561	-0.032	0.3754
			17.5	105	-0.0253	0.0299	-0.0267	0.2154
			17.5	108.75	0.0005	8.00E-05	0.0021	0.0107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟมาวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจาก GCM จากประเทศอังกฤษเพื่อนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก นั่นคือแสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลความชื้นจาก GCM ของประเทศอังกฤษไม่สามารถนำมาทำนายความชื้นในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

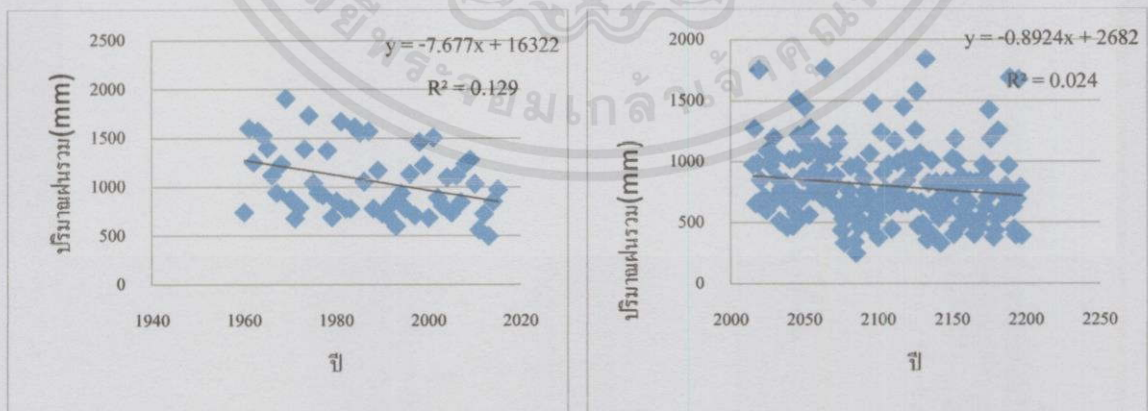
4.2.9. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนรวมจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

4.2.9.1 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดภูเก็ต



(ก) พิกัด 7.5-97.5 ในอดีต

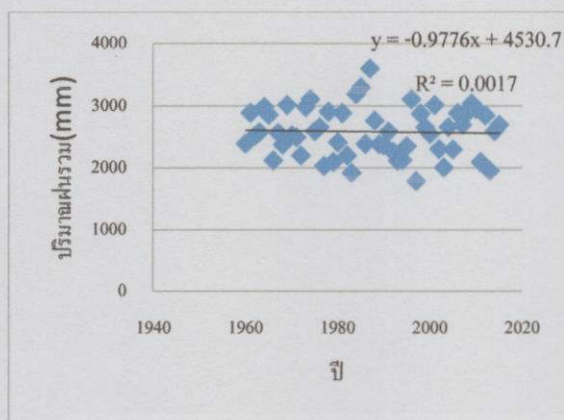
(ข) พิกัด 7.5-97.5 ในอนาคต



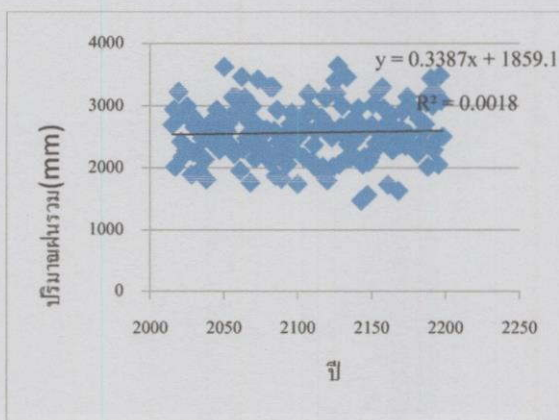
(ค) พิกัด 7.5-101.25 ในอดีต

(ง) พิกัด 7.5-101.25 ในอนาคต

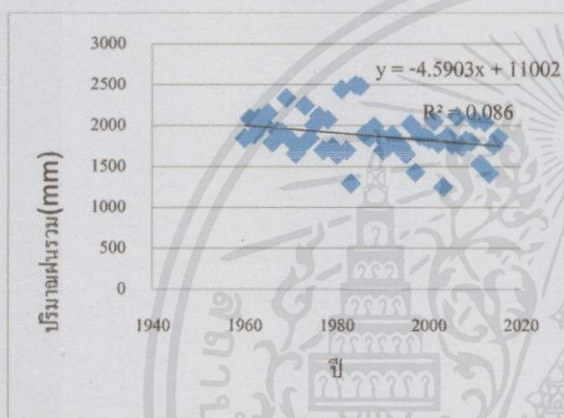
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



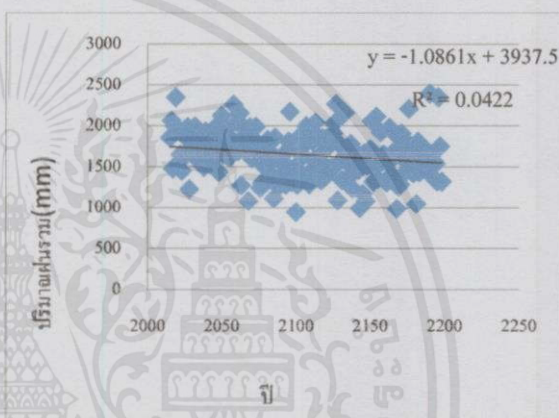
(จ) พิกัด 10-97.5 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 10-97.5 ในอนาคต



(ค) พิกัด 10-101.25 ในอดีต



(ช) พิกัด 10-101.25 ในอนาคต

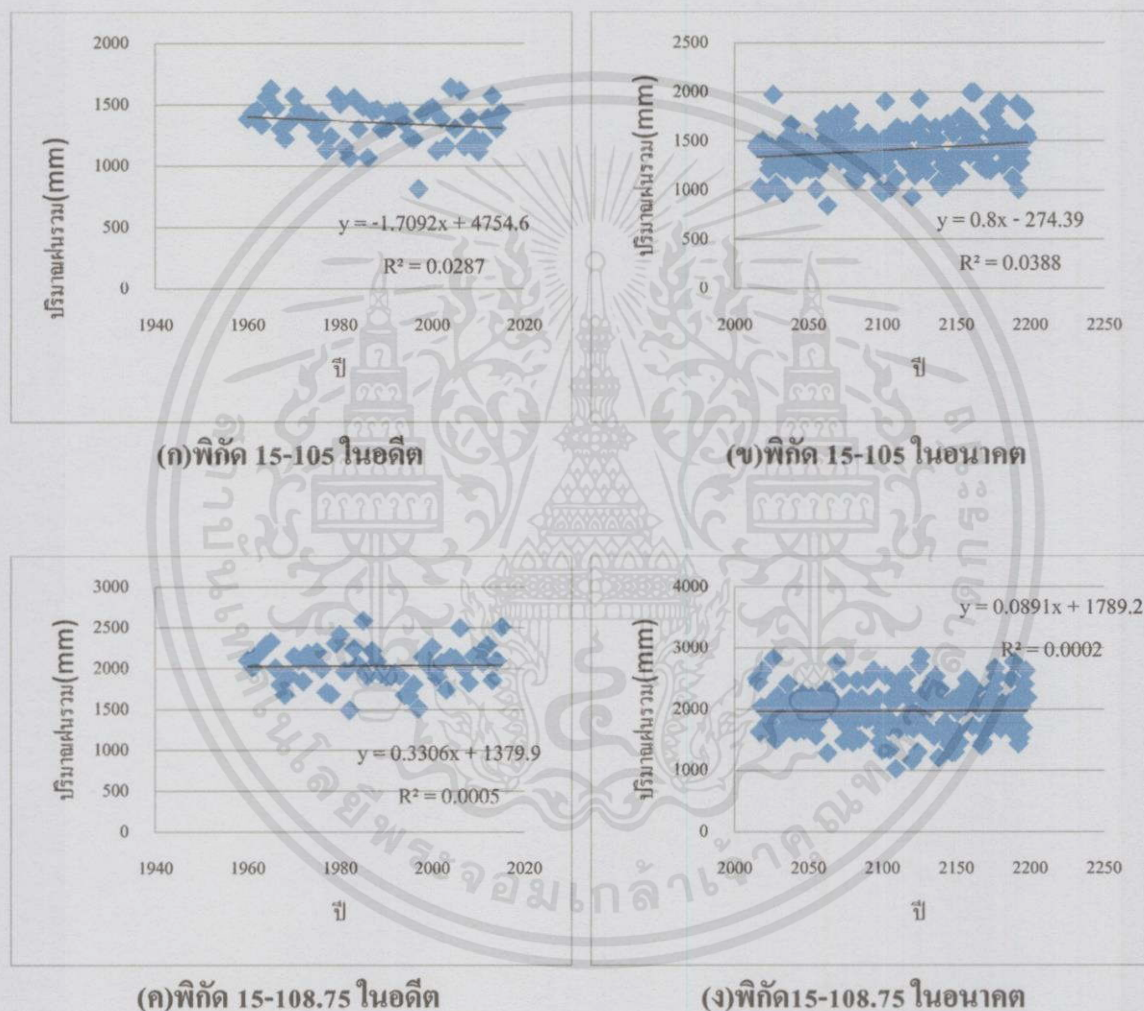
กราฟที่ 4.41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนรวมจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัดภูเก็ต ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.41 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของจังหวัดภูเก็ต โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดภูเก็ต ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ในพิกัด (7.5-97.5), (7.5-101.25), (10-97.5) และ (10-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 7.5 และ 10 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีต เท่ากับ -1.5752, -7.677, -0.9776 และ -4.5903 (มม.ต่อปี)

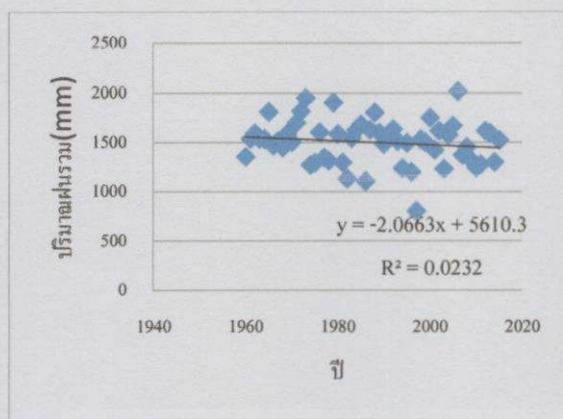
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเพื่อการสื่อสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต เท่ากับ 0.0046, -0.8924, 0.3387, 1.0861 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

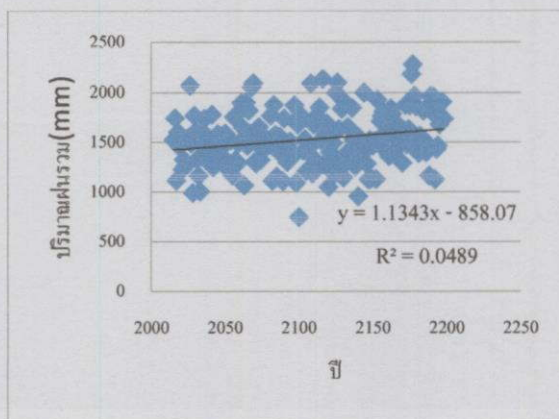
4.2.9.2 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอุบลราชธานี



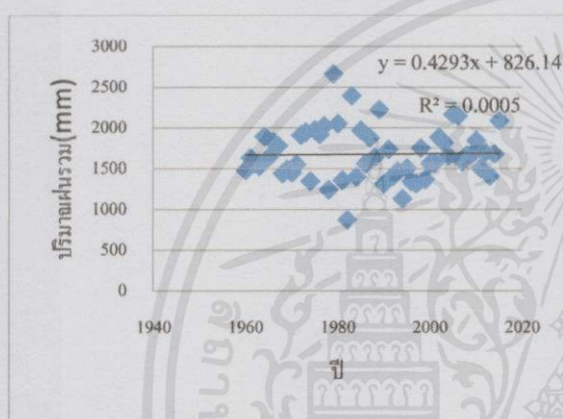
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



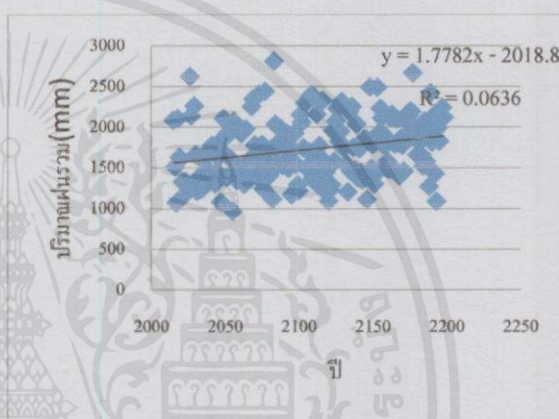
(จ) พิกัด 17.5-105 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 17.5-105 ในอนาคต



(ค) พิกัด 17.5-108.75 ในอดีต



(ค) พิกัด 17.5-108.75 ในอนาคต

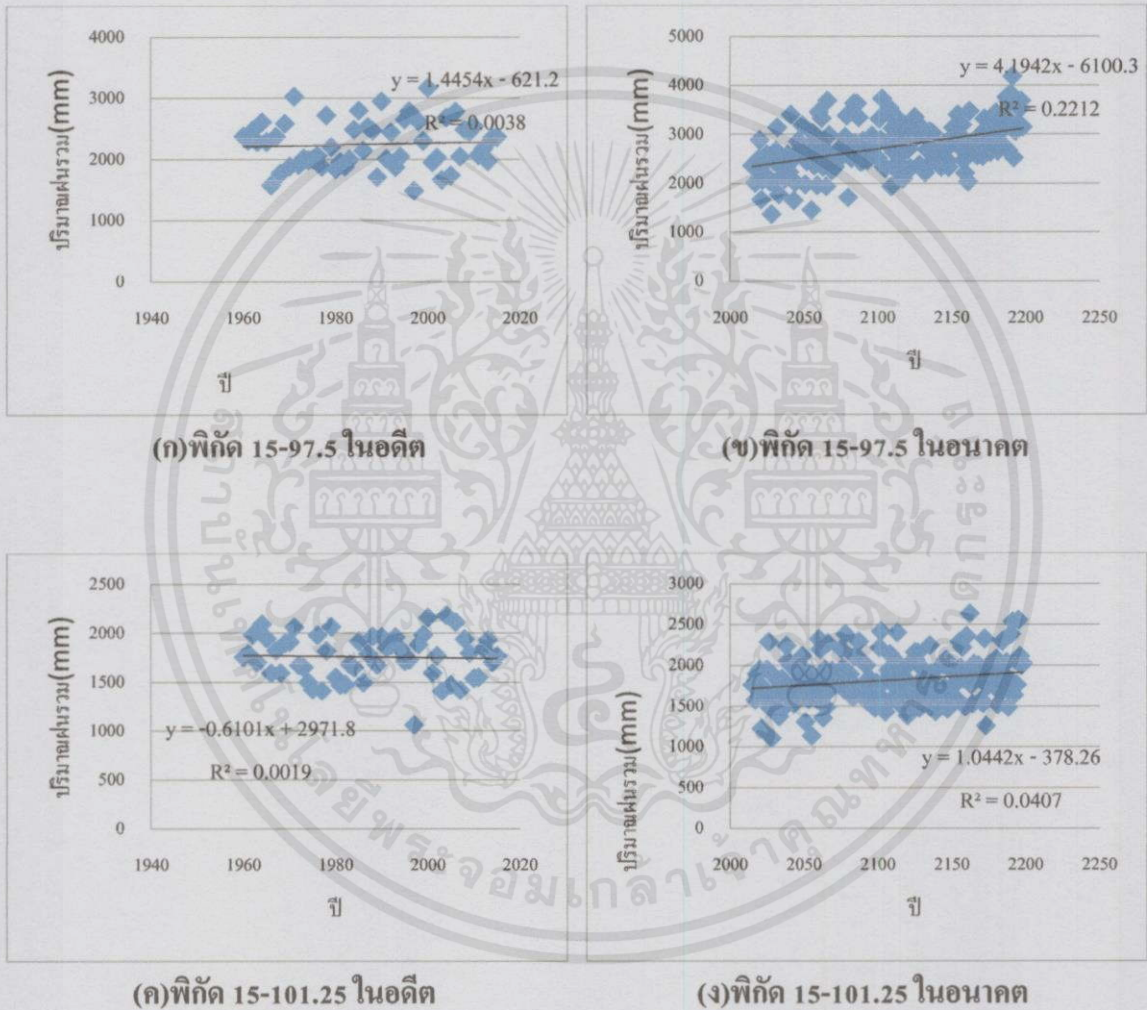
กราฟที่ 4.42 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนรวมจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัดอุบลราชธานี ทั้งในอดีตและอดีต

จากกราฟที่ 4.41 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดอุบลราชธานี ทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ในพิกัด (15-105), (15-108.75), (17.5-105) และ (17.5-108.75) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 105 และ 108.75 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีต

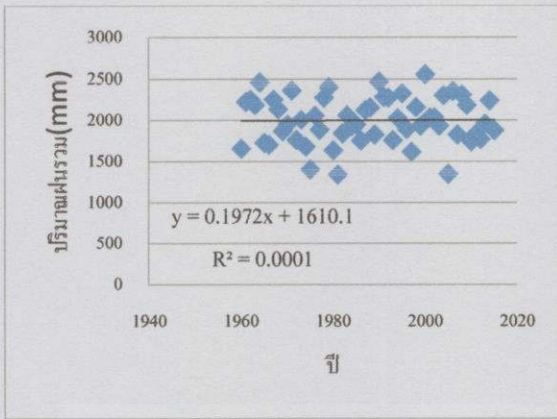
นอกจากนี้ ผลที่ได้จากการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีตไม่ต่างกันมากนัก อีกทั้งยังมีให้คำปรึกษาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ $-1.7092, 0.3306, -2.0663, 0.4293$ (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคคนั้นจะมีค่าก่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต เท่ากับ $0.8, 0.0891, 1.1343, 1.7782$ (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

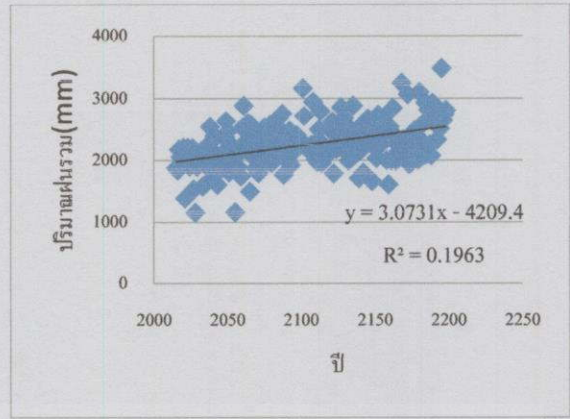
4.2.9.3 เมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



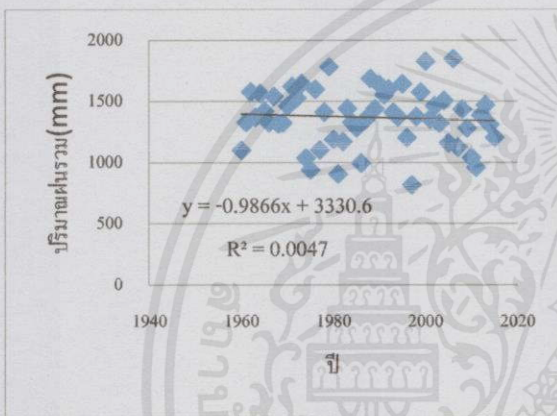
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



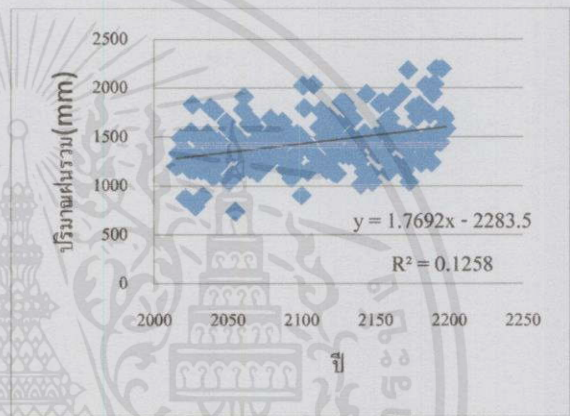
(จ)พิกัด 17.5-97.5 ในอดีต



(ฉ)พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต



(จ)พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต



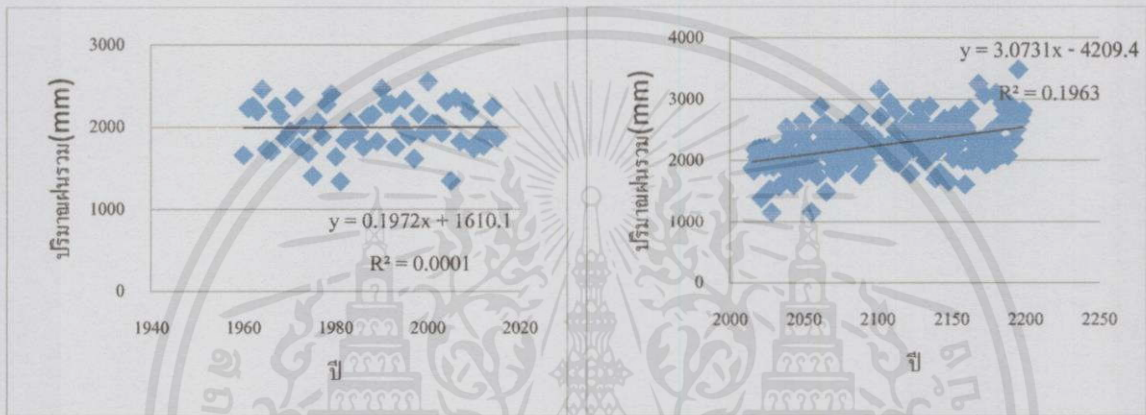
(ฉ)พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

กราฟที่ 4.43 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนรวมจาก GCM ของแต่ละปีในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.43 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ในพิกัด (15-97.5), (15-101.25), (17.5-97.5) และ (17.5-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

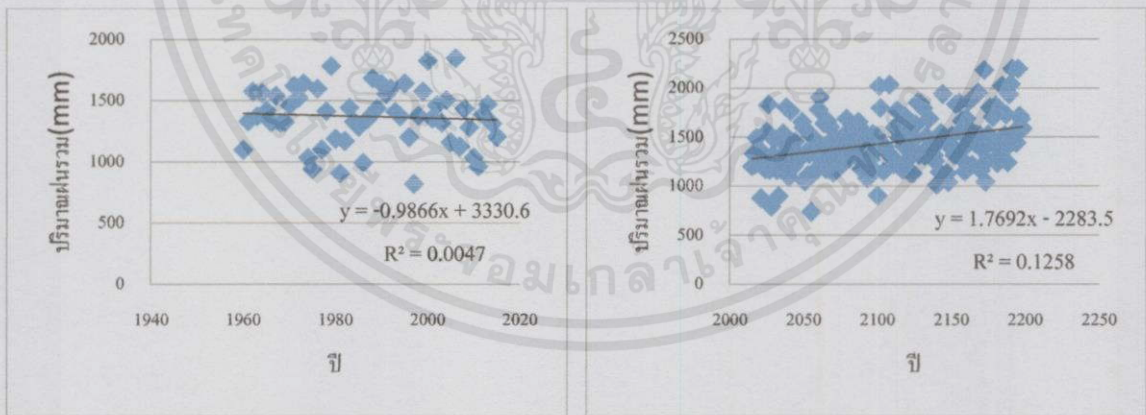
ความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีต เท่ากับ 1.4454, -0.6101, 0.1972, และ -0.9866 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต เท่ากับ 4.1942, 1.0442, 3.0731, และ 1.7692 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

4.2.9.4 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่



(ก) พิกัด 17.97.5 ในอดีต

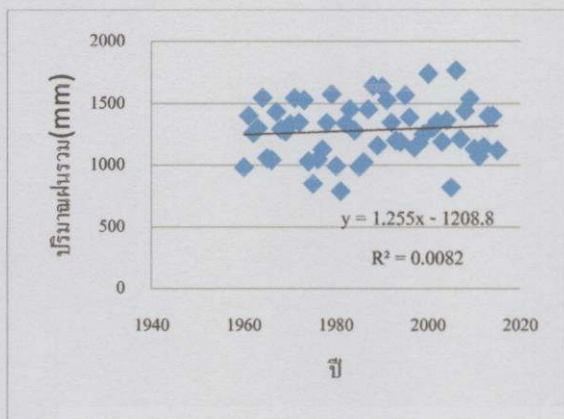
(ข) พิกัด 17.5-97.5 ในอนาคต



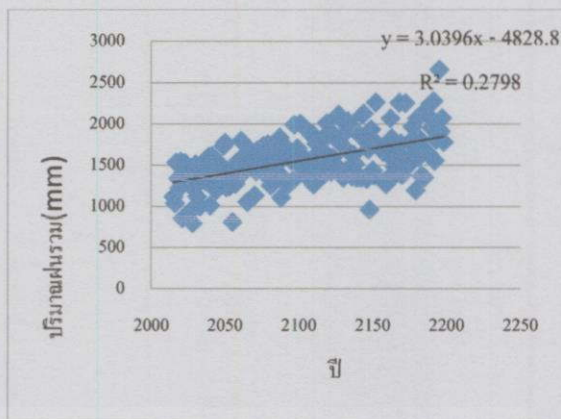
(ค) พิกัด 17.5-101.25 ในอดีต

(ง) พิกัด 17.5-101.25 ในอนาคต

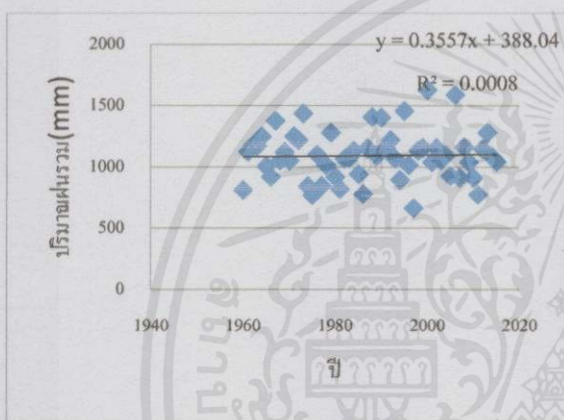
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะจริงใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



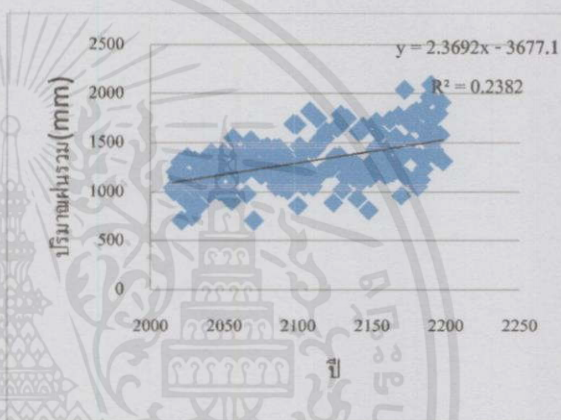
(จ)พิสัย 20-97.5 ในอดีต



(ฉ)พิสัย 20-97.5 ในอนาคต



(จ)พิสัย 20-101.25 ในอดีต



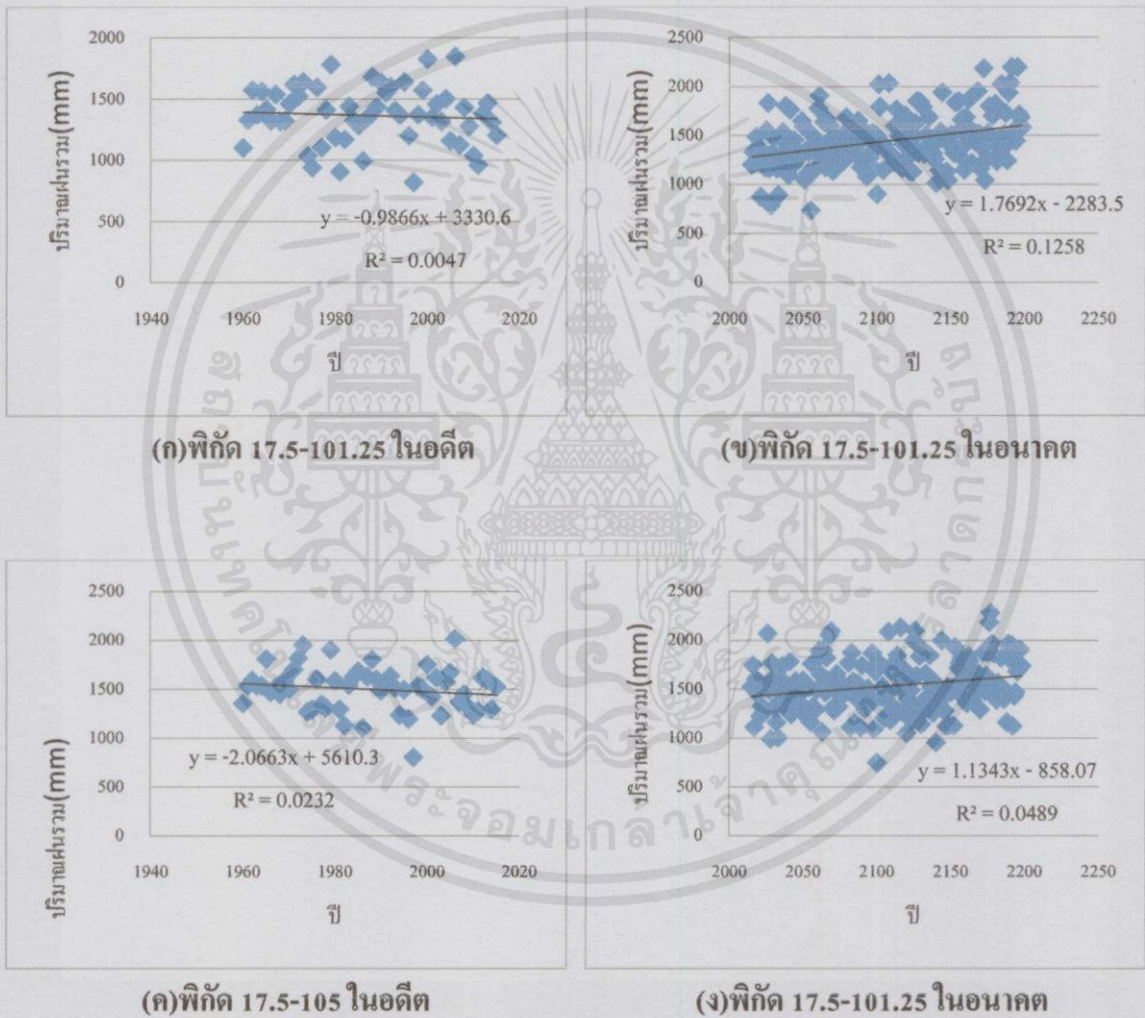
(ฉ)พิสัย 20-101.25 ในอนาคต

กราฟที่ 4.44 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนรวมจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัด เชียงใหม่ ทั้งในอดีตและอนาคต

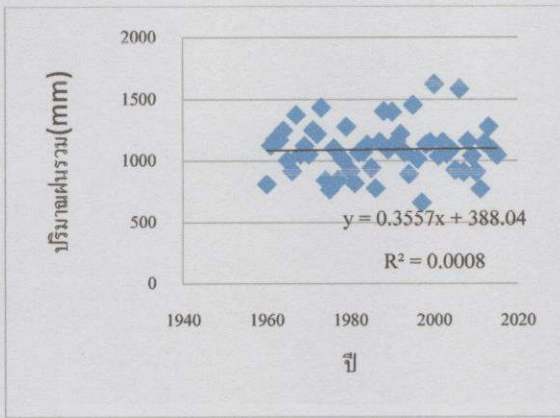
จากกราฟที่ 4.44 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ ต้องการศึกษากับ GCM ที่มีพิสัยใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนาย แนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยทั้งในอดีต และอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ในพิสัย (15-97.5), (15-101.25), (17.5-97.5) และ(17.5-101.25) โดยมีค่าละติจูดคือ 15 และ 17.5 ส่วนลองจิจูด คือ 97.5 และ 101.25 ซึ่งเป็นพิสัย 4 จุดที่มีความใกล้เคียงและอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีต เท่ากับ 1.4454, -0.6101, 0.1972, และ -0.9866 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต เท่ากับ 4.1942, 1.0442, 3.0731, และ 1.7692 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

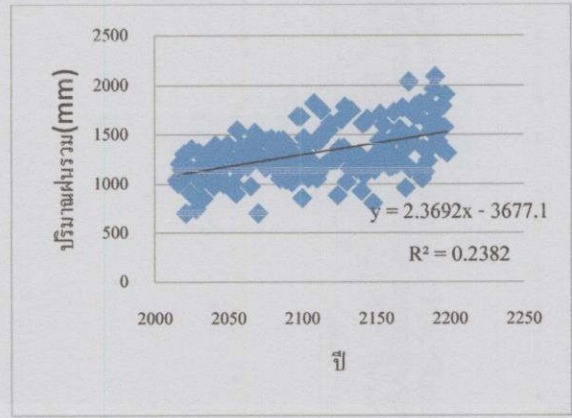
4.2.9.5 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดหนองคาย



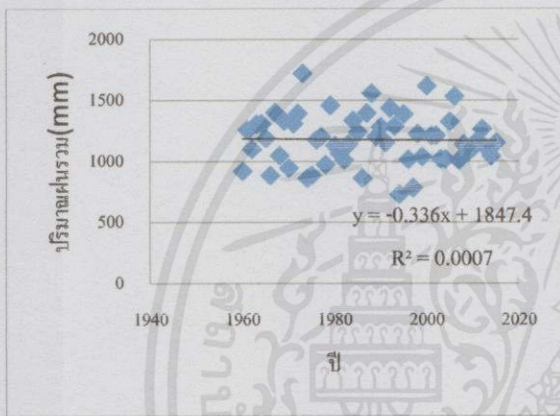
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



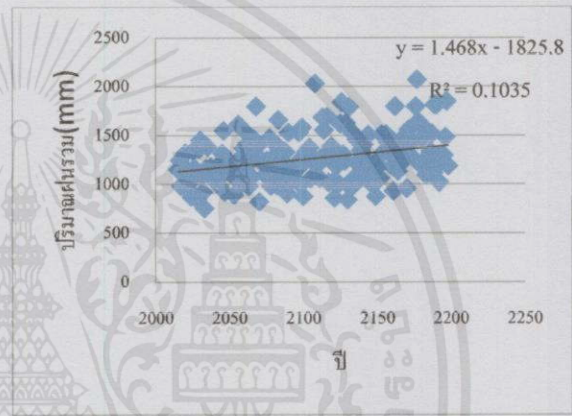
(จ) พิกัด 20-101.25 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-101.25 ในอนาคต



(จ) พิกัด 20-105 ในอดีต



(ฉ) พิกัด 20-105 ในอนาคต

กราฟที่ 4.44 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนรวมจาก GCM ของแต่ละปีในจังหวัดหนองคาย ทั้งในอดีตและอนาคต

จากกราฟที่ 4.44 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ของจังหวัดหนองคาย โดยการนำข้อมูลมาพร้อมเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีที่ต้องการศึกษาจาก GCM ที่มีพิกัดใกล้เคียงหรืออยู่โดยรอบกับสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดหนองคายทั้งในอดีตและอนาคต ซึ่งจากกราฟเป็นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก GCM ในพิกัด (17.5-101.25), (17.5-105), (20-101.25) และ (20-105) โดยมีค่าละติจูดคือ 17.5 และ 20 ส่วนลองจิจูด คือ 101.25 และ 105 ซึ่งเป็นพิกัด 4 จุดที่มีความใกล้เคียง และอยู่โดยรอบสถานี ซึ่งเมื่อนำมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่ากราฟในอดีตจะมีการกระจายตัวที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอดีต เท่ากับ -0.9866, -2.0663, 0.3557 และ -0.336 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ส่วนกราฟในอนาคตนั้นจะมีค่าค่อนข้างคงที่กระจายตัวในแนวโน้มเดียวกัน ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคต เท่ากับ 1.7692, 1.1343, 2.3692, และ 1.468 (มิลลิเมตรต่อปี) ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลในอดีตซึ่งได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 1960-2015 และข้อมูลในอนาคตที่ได้จาก GCM นั้นเป็นการทำนายของปี 2015-2198

ตารางที่ 4.10 ตารางสรุปอัตราการเพิ่มขึ้น-ลดลง และค่า R-Squared ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนจาก GCM ของแต่ละตำแหน่งที่ใกล้เคียงของสถานีที่ต้องการศึกษากับแต่ละปี

สถานี	พิกัดสถานี		เทียบกับพิกัด		ค่าการเพิ่มขึ้นในอดีต	ค่าการเพิ่มขึ้นในอนาคต	R ²	
	lat	lon	lat	lon	R ²	R ²	R ²	
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	17.5	97.5	0.1972	0.0001	3.0731	0.1963
			17.5	101.25	-0.9866	0.0047	1.7692	0.1258
			20	97.5	1.255	0.0082	3.0396	0.2798
			20	101.25	0.3557	0.0008	2.3692	0.2382
หนองคาย	17.92877	102.8623	17.5	101.25	-0.9866	0.0047	1.7692	0.1258
			17.5	105	-2.0663	0.0232	1.1343	0.0489
			20	101.25	0.3557	0.0008	2.3692	0.2382
			20	105	-0.336	0.0007	1.468	0.1035
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	7.5	97.5	-1.5752	0.0026	0.0046	3.00E-07
			7.5	101.25	-7.677	0.129	-0.8924	0.024
			10	97.5	-0.9776	0.0017	0.3387	0.0018
			10	101.25	-4.5903	0.086	-1.0861	0.0422
ศรีสำโรง	17.17388	99.72635	15	97.5	1.4454	0.0038	4.1942	0.2212
			15	101.25	-0.6101	0.0019	1.0442	0.0407
			17.5	97.5	0.1972	0.0001	3.0731	0.1963
			17.5	101.25	-0.9866	0.0047	1.7692	0.1258
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	15	105	-1.7092	0.0287	0.8	0.0388
			15	108.75	0.3306	0.0005	0.0891	0.0002
			17.5	105	-2.0663	0.0232	1.1343	0.0489
			17.5	108.75	0.4293	0.0005	1.7782	0.0636

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.10. เมื่อนำค่าที่ได้จากกราฟมาวิเคราะห์เพื่อดูค่า R-square ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้แก่ ข้อมูลระหว่างข้อมูลความชื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลความชื้นจาก GCM จากประเทศอังกฤษเพื่อนำมาทำนายอุณหภูมิในอนาคตของประเทศไทย จากค่า R-square ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก นั่นคือแสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลความชื้นจาก GCM ของประเทศอังกฤษไม่สามารถนำมาทำนายความชื้นในอนาคตของประเทศไทยได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการนำโปรแกรม Artificial Neural Network (ANN) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

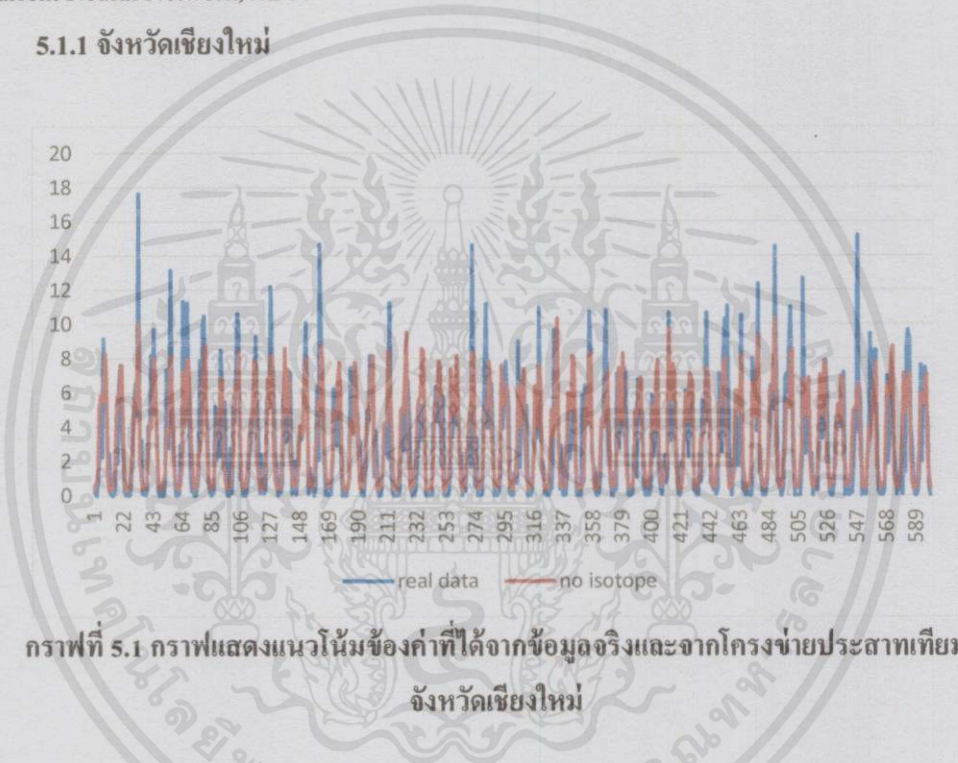
บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีไอโซโทปในการปรับค่า

จากการนำค่าข้อมูลของ แบบจำลองทางสภาพภูมิอากาศ (Global Climate models) ของ ประเทศอังกฤษ หรือ HADcm3 4จุดโดยรอบพื้นที่การศึกษา มาทำการทำนายหาปริมาณน้ำฝน เทียบกับค่าที่วัดได้จริงจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยโครงข่ายประสาทเทียมมาช่วยในการวิเคราะห์ (Recurrent Neural Network)พบว่า

5.1.1 จังหวัดเชียงใหม่



จากข้อมูล พบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มที่ชัดเจนและใกล้เคียงกับค่าจริงเป็นอย่างมาก โดยมีค่า ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error) อยู่ที่ 2425.58 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 6.06 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 2.46 และค่า R^2 เท่ากับ 0.6192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของจังหวัดเชียงใหม่

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	2425.58
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	6.06
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	2.46

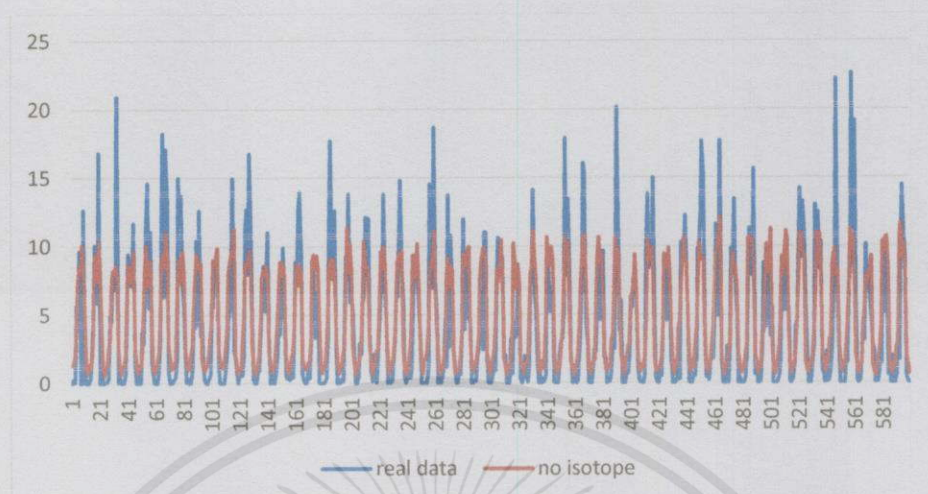
โดยหากดูจากกราฟจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดมักเกิดในตำแหน่งที่มีปริมาณน้ำฝนมากซึ่งโดยปกติเราจะไม่สามารถทำนายได้นั่นเอง สำหรับในการถ่วงน้ำหนักตัวแปรของโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณนั้นพบว่า ตัวแปรที่มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยมากกลับเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความชื้นที่ ตำแหน่ง ละติจูด 17.5 องศา ลองติจูด 97.5 และเกี่ยวข้องกับแรงลมที่ตำแหน่ง ละติจูด 17.5 องศา ลองติจูด 101.25 ,ละติจูด 20 องศา ลองติจูด 97.5 และละติจูด 20 องศา ลองติจูด 101.25 โดยตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจังหวัดเชียงใหม่ที่สุดคือ ตำแหน่งละติจูด 17.5 ลองติจูด 97.5 โดยที่ตำแหน่งนี้มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย ที่มากรองลงมาคือ แรงลม นั้นอาจวิเคราะห์ได้ว่า ปริมาณฝนของจังหวัดเชียงใหม่ขึ้นขึ้นอยู่กับการพัฒนาผลความชื้นเข้าสู่พื้นที่

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆใกล้เคียงเชียงใหม่

	ค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย			
พิกัดx	17.5	17.5	20	20
พิกัดy	97.5	101.25	97.5	101.25
Air temperature	0.523256	0.758867	0.700134	0.71626
humidity	1.03826	0.508546	0.589608	0.923317
precipitation	0.899668	0.648697	1.027569	0.860014
Sea Level pressure	0.839103	0.595906	0.582661	0.696979
surface dowelling	0.660499	0.705182	1.036407	0.554898
wind speed mean	1.01883	1.064949	0.81766	1.226253
wind speed meridional	0.912772	1.007161	1.123681	1.318989
wind zonal	0.666623	0.594548	0.752256	0.736308

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 จังหวัดหนองคาย



กราฟที่ 5.2 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียม จังหวัดหนองคาย

จากข้อมูล พบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มที่ชัดเจนและใกล้เคียงกับค่าจริงเป็นอย่างมาก โดยมีค่าผลรวมของความผิดพลาด(Summmations Error) อยู่ที่ 4749.96 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error)อยู่ที่ 11.99 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 3.46 R^2 เท่ากับ 0.6663

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของจังหวัดหนองคาย

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summmations Error)	4749.96
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	11.99
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	3.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

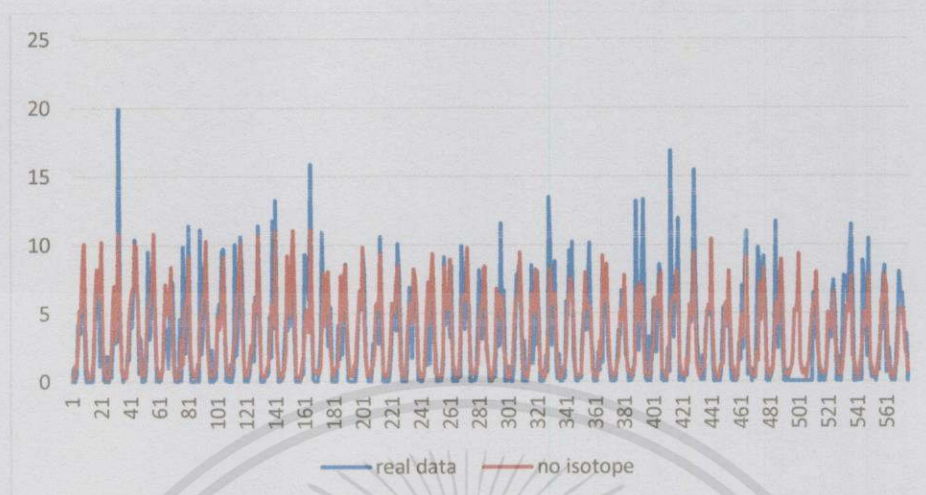
โดยหากดูจากกราฟจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดที่ยังคงเกิดขึ้น โดยมากมักเกิดในตำแหน่งที่มีปริมาณน้ำฝนมากซึ่งโดยปกติเราจะไม่สามารถทำนายได้นั้นเอง สำหรับในการถ่วงน้ำหนักตัวแปรของโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณนั้นพบว่า ตัวแปรที่มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยมากกลับเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับน้ำฝน ตำแหน่ง ละติจูด 17.5 องศา ลองจิจูด 101.25 และเกี่ยวข้องกับแรงลมที่ตำแหน่ง ละติจูด 17.5 องศา ลองจิจูด 105 ,ละติจูด 20 องศา ลองจิจูด 101.25 และละติจูด 20 องศา ลองจิจูด 105 มากกว่าตัวอื่นๆ โดยตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจังหวัดหนองคายที่สุดคือ ตำแหน่งละติจูด 17.5 ลองจิจูด 101.25 โดยที่ตำแหน่งนี้มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย ที่มารองลงมาคือ แรงลมนั้นนี้อาจวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝนของจังหวัดหนองคายนั้นขึ้นอยู่กับสภาพมวลความชื้นเข้าสู่พื้นที่และปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ใกล้เคียงนั่นเอง

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆใกล้เคียงจังหวัดหนองคาย

ค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย				
พิกัดx	17.5	17.5	20	20
พิกัดy	101.25	105	101.25	105
Air temperature	0.51853161	0.26584515	0.57192895	0.39324322
humidity	0.4495512	0.53370644	0.41510597	0.6105318
precipitation	0.68766796	0.39048639	0.59640535	0.58424444
Sea level pressure	0.47132626	0.46477826	0.47592859	0.35659688
surface dowelling	0.5063921	0.4716888	0.62330726	0.31302038
wind speed mean	0.58349462	0.42242207	0.3406369	0.38997766
wind speed meridional	0.48868539	0.56141421	0.55279113	0.77244538
wind zonal	0.45994862	0.41098636	0.69702837	0.53855827

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



กราฟที่ 5.3 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียม อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

จากข้อมูล มีค่า ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error) อยู่ที่ 3105.73 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 7.76 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error) 2.79 R^2 เท่ากับ 0.5667

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของอำเภอศรีสำโรง จังหวัดเชียงใหม่

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	3105.73
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	7.76
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	2.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

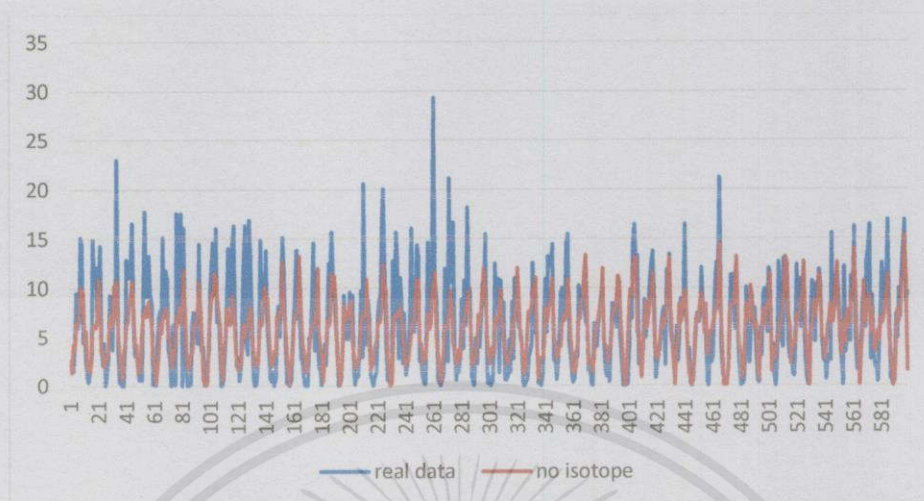
สำหรับในอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย การถ่วงน้ำหนักตัวแปรของโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณนั้นพบว่า ตัวแปรที่มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยมากที่สุดมากเป็นตัวแปรที่เกี่ยวกับความชื้นและแรงลมเป็นหลัก เพราะจะเห็นว่าค่าถ่วงน้ำหนักของทุกจุดที่เกี่ยวข้องกับ ความชื้น นั้นมีค่าโดดเด่นในทุกๆตำแหน่ง จึงวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝนของอำเภอศรีสำโรงจังหวัดสุโขทัยนั้นขึ้นอยู่กับ การพัฒนามวลความชื้นเข้าสู่พื้นที่เป็นหลักนั่นเอง

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆใกล้เคียงอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย				
พิกัดx	15	15	17.5	17.5
พิกัดy	97.5	101.25	97.5	101.25
Air temperature	1.472897	0.880687	0.889163	0.610294
humidity	1.399682	1.905069	1.340919	1.081539
precipitation	1.444694	0.583153	1.652816	0.898146
pressure	1.058284	0.592255	0.516521	1.518763
surface dovelling	1.324356	1.185532	1.4626	0.677307
wind speed mean	1.323482	1.350734	1.501474	1.965593
wind speed meridional	0.874066	0.957281	1.180006	0.886872
wind zonal	1.214629	0.650723	1.701769	1.067334

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 จังหวัดภูเก็ต



กราฟที่ 5.4 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียม
จังหวัดภูเก็ต

จากข้อมูลที่จังหวัดภูเก็ต พบว่าค่า ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error) อยู่ที่ 7225.97 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 18.06 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 4.25 R^2 เท่ากับ 0.5323

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดภูเก็ต

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summatations Error)	7225.97
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	18.06
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

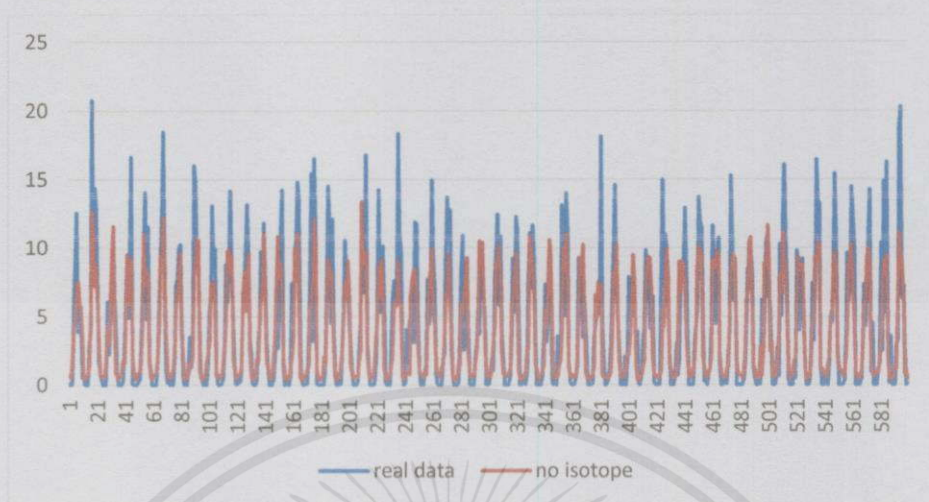
สำหรับใน จังหวัดภูเก็ต การถ่วงน้ำหนักตัวแปรของโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณนั้นพบว่า ตัวแปรที่มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยมากเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับความชื้น และแรงลมเป็นหลักเหมือนกับอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย เพราะจะเห็นว่าค่าถ่วงน้ำหนักของทุกจุดที่เกี่ยวข้องเนื่องกับ ความชื้น นั้นมีค่าโดดเด่นในทุกๆตำแหน่ง จึงวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝนของจังหวัดภูเก็ตนั้นขึ้นอยู่กับสภาพมวลความชื้นเข้าสู่พื้นที่เป็นหลักนั่นเอง

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆใกล้เคียง จังหวัดภูเก็ต

ค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย				
พิกัดx	7.5	7.5	10	10
พิกัดy	97.5	101.25	97.5	101.25
Air temperature	0.952038	1.085856	1.205058	1.25445
humidity	1.261433	1.585326	1.143608	1.718095
precipitation	0.798291	1.618722	1.341855	1.823656
pressure	1.388445	0.710478	0.728071	1.150076
surface dowelling	1.691914	1.058526	1.079067	0.869736
wind speed mean	1.112509	1.301477	1.098668	1.06862
wind speed meridional	1.226271	1.003095	0.863206	0.726332
wind zonal	0.932688	0.799171	0.841695	1.06503

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 จังหวัดอุบลราชธานี



กราฟ

ที่ 5.5 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียม จังหวัดอุบลราชธานี

จากข้อมูลที่จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าค่า ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error) อยู่ที่ 4147.98 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 10.37 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 3.22 R^2 เท่ากับ 0.7097

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดอุบลราชธานี

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	4147.98
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	10.37
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับใน จังหวัดอุบลราชธานี การถ่วงน้ำหนักตัวแปรของ โปรแกรมเพื่อใช้ในการ คำนวณนั้นพบว่า ตัวแปรที่มีค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ในทุกๆตัวแปร โดย ไม่มีตัวไหนโดดเด่นออกมาเป็นหลัก จึงอาจกล่าวได้ว่าปริมาณฝนของจังหวัดอุบลราชธานี มีความ เกี่ยวเนื่องกันของการพัฒนาความชื้น กับสภาพอากาศ และ ปริมาณน้ำฝนของบริเวณใกล้เคียง นั้นเอง

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆใกล้เคียง จังหวัด อุบลราชธานี

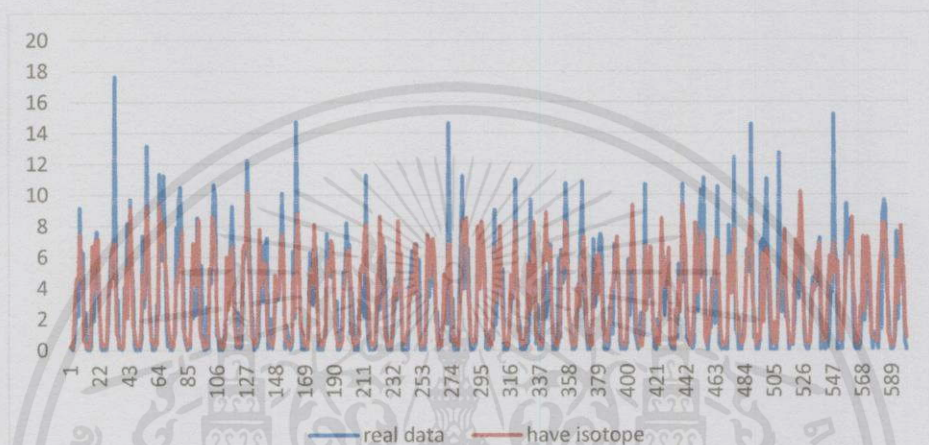
ค่าการถ่วงน้ำหนักสัมบูรณ์เฉลี่ย				
พิกัดx	15	15	17.5	17.5
พิกัดy	105	108.75	105	108.75
Air temperature	0.202579	0.197633	0.317535	0.293608
humidity	0.407318	0.386646	0.284537	0.436845
precipitation	0.336524	0.359623	0.427359	0.555914
pressure	0.253925	0.315412	0.376022	0.20977
surface dowelling	0.347484	0.269731	0.332164	0.271972
wind speed mean	0.49679	0.50628	0.369702	0.382306
wind speed meridional	0.268889	0.374228	0.370383	0.222193
wind zonal	0.400233	0.494287	0.109031	0.415208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบมีไอโซโทปในการปรับค่า

สำหรับการวิเคราะห์โดยใช้ค่าไอโซโทปนั้นค่าไอโซโทปดังกล่าวคืออัตราส่วนระหว่างดิวเทอเรียมกับออกซิเจน-18 ในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากจากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของไอโซโทปทั้งสองเหมาะกับการเป็นตัวแทนในการทำนายเพราะอัตราส่วนของไอโซโทปทั้งสองมีค่อนข้างคงที่ในแต่ละพื้นที่

5.2.1 จังหวัดเชียงใหม่



กราฟที่ 5.6 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไอโซโทป จังหวัดเชียงใหม่

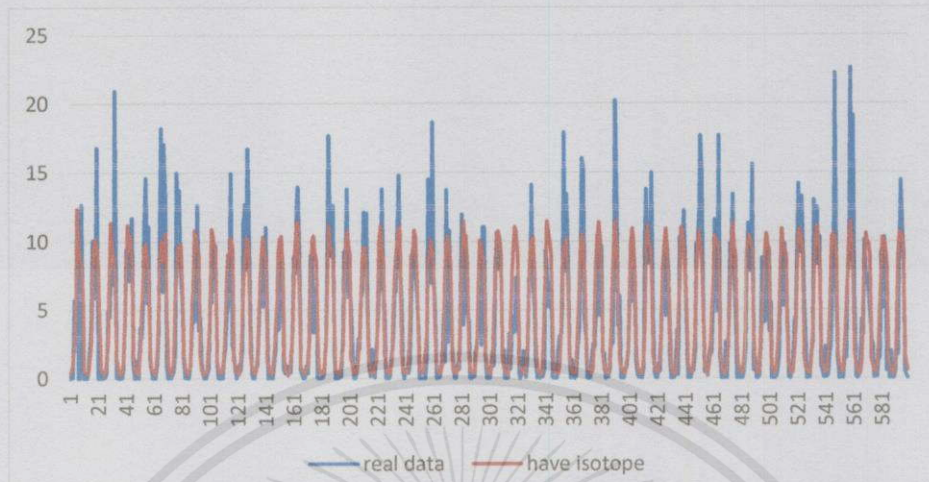
จากข้อมูลทีจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งใส่ค่าไอโซโทป พบว่าได้ความผิดพลาดดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดเชียงใหม่

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	2353.89
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	5.88
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	2.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 จังหวัดหนองคาย



กราฟที่ 5.7 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไอโซโทป จังหวัดหนองคาย

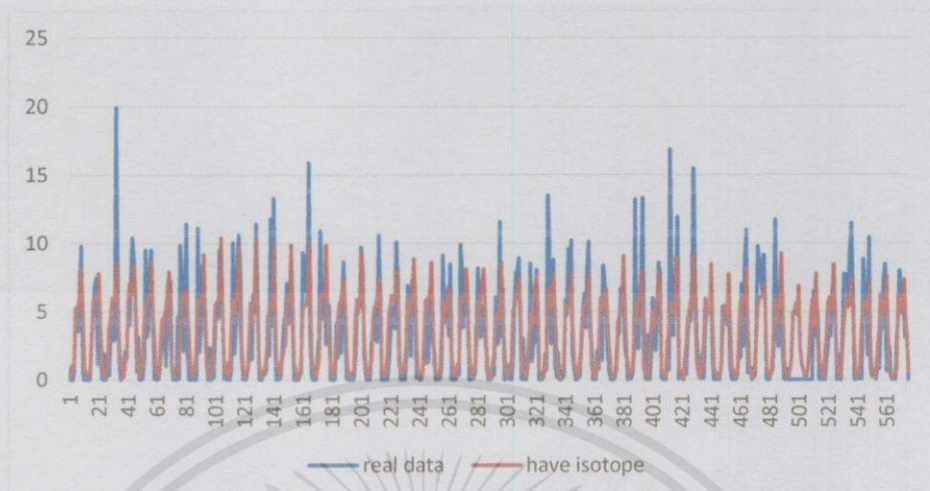
จากข้อมูลที่จังหวัดหนองคาย ซึ่งใส่ค่าไอโซโทป พบว่าค่าผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error) อยู่ที่ 4649.47 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error) อยู่ที่ 11.62 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error) 3.41 R^2 เท่ากับ 0.6676

ตารางที่ 5.12 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดหนองคาย

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	4649.47
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error)	11.62
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย



กราฟที่ 5.8 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไอโซโทป อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

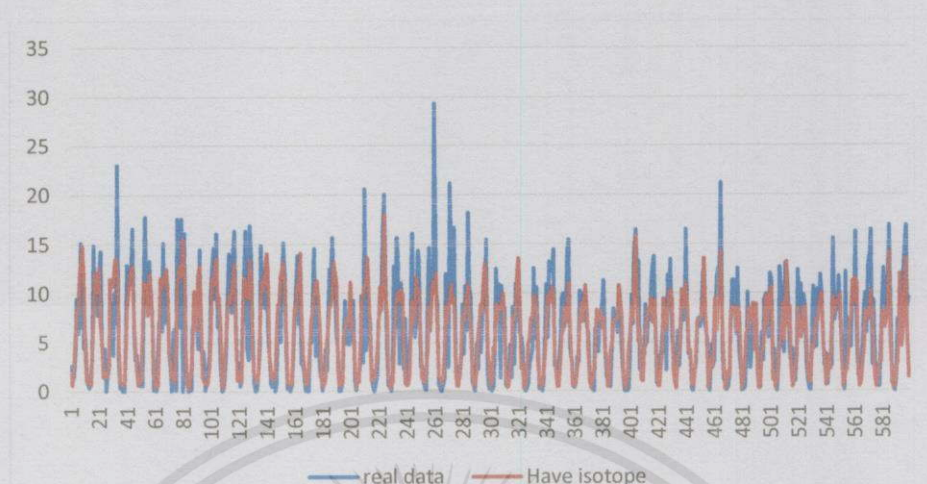
จากข้อมูลที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยซึ่งใส่ค่าไอโซโทป พบว่าค่า ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error) อยู่ที่ 2768.54 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 6.92 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 2.63 R^2 เท่ากับ 0.6137

ตารางที่ 5.13 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	2768.54
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	6.92
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	2.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 จังหวัดภูเก็ต



กราฟที่ 5.9 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไอโซโทป จังหวัดภูเก็ต

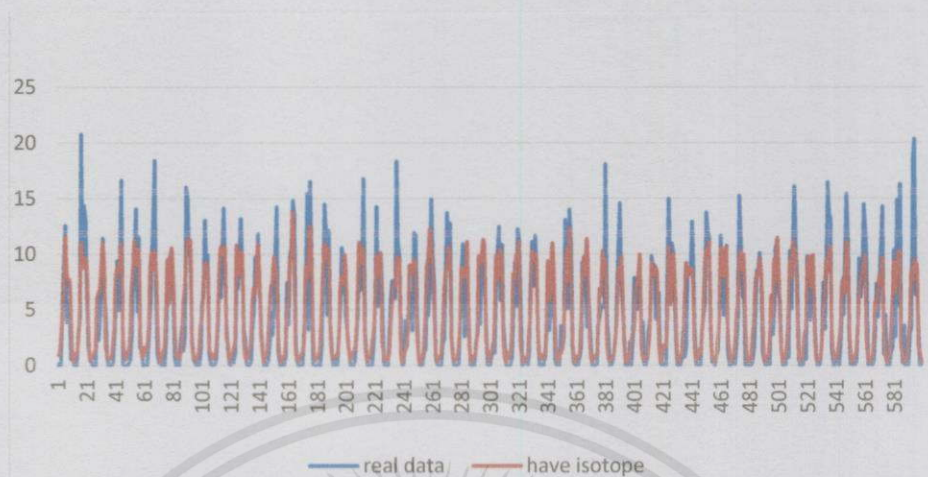
จากข้อมูลที่จังหวัดภูเก็ต ซึ่งได้ค่าไอโซโทป พบว่าค่าผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error) อยู่ที่ 6031.91 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error) อยู่ที่ 15.08 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error) 3.88 R^2 เท่ากับ 0.5989

ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดภูเก็ต

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	6031.91
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error)	15.08
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	3.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะครีเอทีฟทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 จังหวัดอุบลราชธานี



กราฟที่ 5.10 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าที่ได้จากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าไอโซโทป จังหวัดอุบลราชธานี

จากข้อมูลที่จังหวัดอุบลราชธานีซึ่งใส่ค่าไอโซโทป พบว่าค่าผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error) อยู่ที่ 3696.03 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)อยู่ที่ 9.24 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error) 3.04 R^2 เท่ากับ 0.7308

ตารางที่ 5.15 ตารางแสดงค่าความผิดพลาดรูปแบบต่างๆของ จังหวัดอุบลราชธานี

ประเภทของความผิดพลาด	ค่า
ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	3696.03
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	9.24
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	3.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 เปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่างมีไอโซโทปและไม่มีไอโซโทป

5.3.1 จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 5.16 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป จังหวัดเชียงใหม่

ประเภท	ไม่มีไอโซโทป	มีไอโซโทป	%การลดค่าผิดพลาด
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	2425.58	2353.89	2.955582
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	6.06	5.88	2.970297
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความ ผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	2.46	2.43	1.219512
R^2	0.6192	0.6308	1.839

5.3.2 จังหวัดหนองคาย

ตารางที่ 5.17 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป จังหวัดหนองคาย

ประเภท	ไม่มีไอโซโทป	มีไอโซโทป	%การลดค่าผิดพลาด
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	4749.96	4649.47	3.034
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	11.99	11.62	3.034
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาด กำลังสอง(Root Mean Square Error)	3.46	3.41	1.53
R^2	0.6663	0.6676	0.195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ตารางที่ 5.18 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป อำเภอศรีสำโรง

ประเภท	ไม่มีไอโซโทป	มีไอโซโทป	%การลดค่าผิดพลาด
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	3105.73	2768.54	10.86
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด (Mean Error)	7.76	6.92	10.86
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความ ผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	2.79	2.63	5.58
R^2	0.5667	0.6137	8.29

5.3.4 จังหวัดภูเก็ต

ตารางที่ 5.19 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป จังหวัดภูเก็ต

ประเภท	ไม่มีไอโซโทป	มีไอโซโทป	%การลดค่าผิดพลาด
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	7225.97	6031.91	16.52
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	18.06	15.08	16.52
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความ ผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	4.25	3.88	8.64
R^2	0.5323	0.5989	12.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 จังหวัดอุบลราชธานี

ตารางที่ 5.20 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป จังหวัดอุบลราชธานี

ประเภท	ไม่มีไอโซโทป	มีไอโซโทป	%การลดค่า ผิดพลาด
ผลรวมของความผิดพลาด (Summations Error)	4147.98	3696.03	10.9
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	10.37	9.24	10.9
รากที่สองของค่าเฉลี่ยความ ผิดพลาดกำลังสอง(Root Mean Square Error)	3.22	3.04	5.6
R^2	0.7097	0.7308	2.97

จากตารางที่แสดงให้เห็นในบทที่ 5.3 นั้นแสดงให้เห็นว่าไอโซโทปสามารถนำมาปรับค่าผิดพลาดให้ลดต่ำลงได้ ซึ่งในอนาคตหากเอามาใช้ในการทำนายอาจทำให้ค่าที่ได้จากการทำนายมีความแม่นยำมากขึ้น

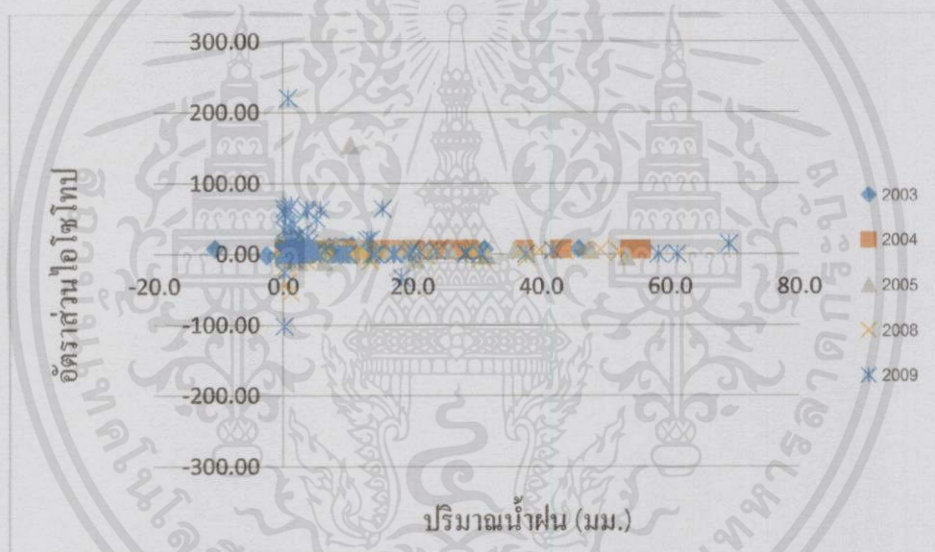
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลแนวโน้มไอโซโทป

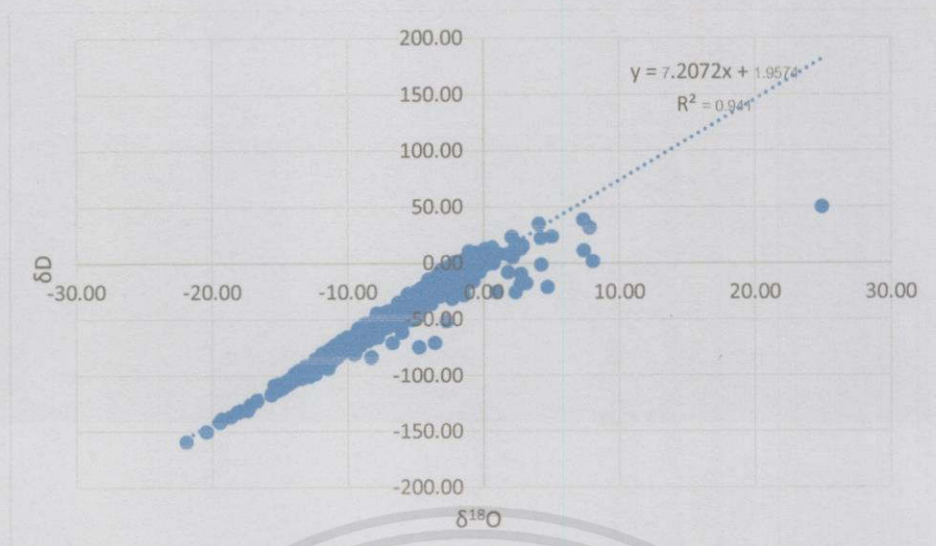
จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนไอโซโทปกับปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กันในทางตรง อาจแต่มีความสัมพันธ์กันในทางอ้อมได้ โดยดูได้จากกราฟ จะเห็นว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มค่าอัตราส่วนของ ไอโซโทปมีค่าไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ซึ่ง เป็นที่น่าแปลกที่ในช่วงที่ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในช่วงแรกๆกลับมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเกิดขึ้น จึงทำให้สรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับอัตราส่วนไอโซโทป ไม่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง อาจแต่มีความสัมพันธ์กันอยู่



กราฟที่ 6.1 ตัวอย่างผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับ อัตราส่วนไอโซโทป

แม้ว่าอัตราส่วนไอโซโทปจะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงแต่ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวไอโซโทปเองกลับมีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด ดูได้จากกราฟที่มีการเรียงตัวของข้อมูลเป็น ลักษณะเส้นตรง โดยที่มีความชันคงที่ค่าหนึ่งและมีค่า R^2 ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับหนึ่งในแต่ละพื้นที่ จึงสามารถสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ออกซิเจน-18 และดีวเทอเรียม มีความสัมพันธ์กับแบบเชิงเส้นในแต่ละพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.2 ตัวอย่างผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 กับ ดิวเทอเรียม จังหวัด
หนองคาย

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงค่าความชันที่ กับค่า R^2

สถานี	ค่าความชัน	R^2
เชียงใหม่	6.9356	0.9172
หนองคาย	7.2072	0.941
ศรีสำโรง	7.2152	0.9643
ภูเก็ต	6.0265	0.6678
อุบลราชธานี	6.8751	0.9315

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 สรุปผลจากข้อมูลจริงและผลจากแบบจำลอง

จากการทดลองเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูลจากแบบจำลองโดยไม่มีการลดขนาด พบว่าความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าน้อยมากสังเกตได้จาก ค่า R^2 ที่มีค่าน้อยกว่า 0.1 ในทุกตำแหน่ง

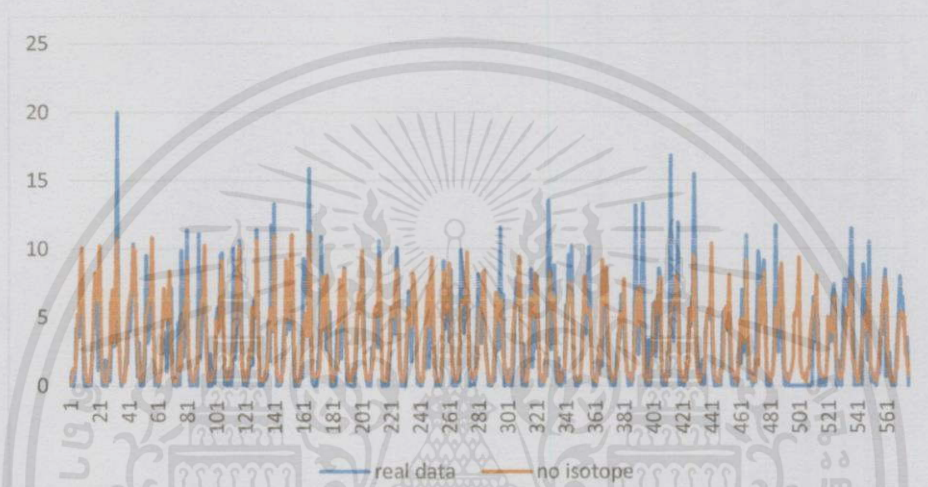
ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงค่าความชัน กับค่า R^2 ของข้อมูลจริง กับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง

สถานี	พิกัดสถานี		ค่าการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย	R ²
	Lat	lon		
เชียงใหม่	18.76262	98.91611	0.062875	0.003475
หนองคาย	17.92877	102.8623	-2.26518	0.079625
ภูเก็ต	7.969932	98.33933	0.085175	0.013205
ศรีสำโรง	17.17388	99.72635	0.521625	0.01115
อุบลราชธานี	15.23332	105.1357	0.4011	0.007575

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 สรุปผลจากข้อมูลจริงและจากโครงข่ายประสาทเทียมโดยยังไม่มีการประยุกต์ใช้ไอโซโทป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการลดขนาดแบบจำลองทางภูมิศาสตร์โลกนั้น มีความแม่นยำและแม่นยำตรงพอสมควร โดยมีค่า R^2 มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ในทุกตำแหน่งแสดงให้เห็นว่า โครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ ในการย่อขนาดแบบจำลองทางภูมิอากาศโลกได้ และให้ผลที่ดีกว่าการใช้โดยไม่ผ่านการลดขนาด ดังเกิดได้จากค่า R^2 ที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก ในแง่ของปริมาณน้ำฝน



กราฟที่ 6.3 กราฟตัวอย่าง ผลการทดลอง ระหว่างปริมาณน้ำฝนจริง และปริมาณน้ำฝนที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีไอโซโทป ของ อำเภอศรีสำโรง

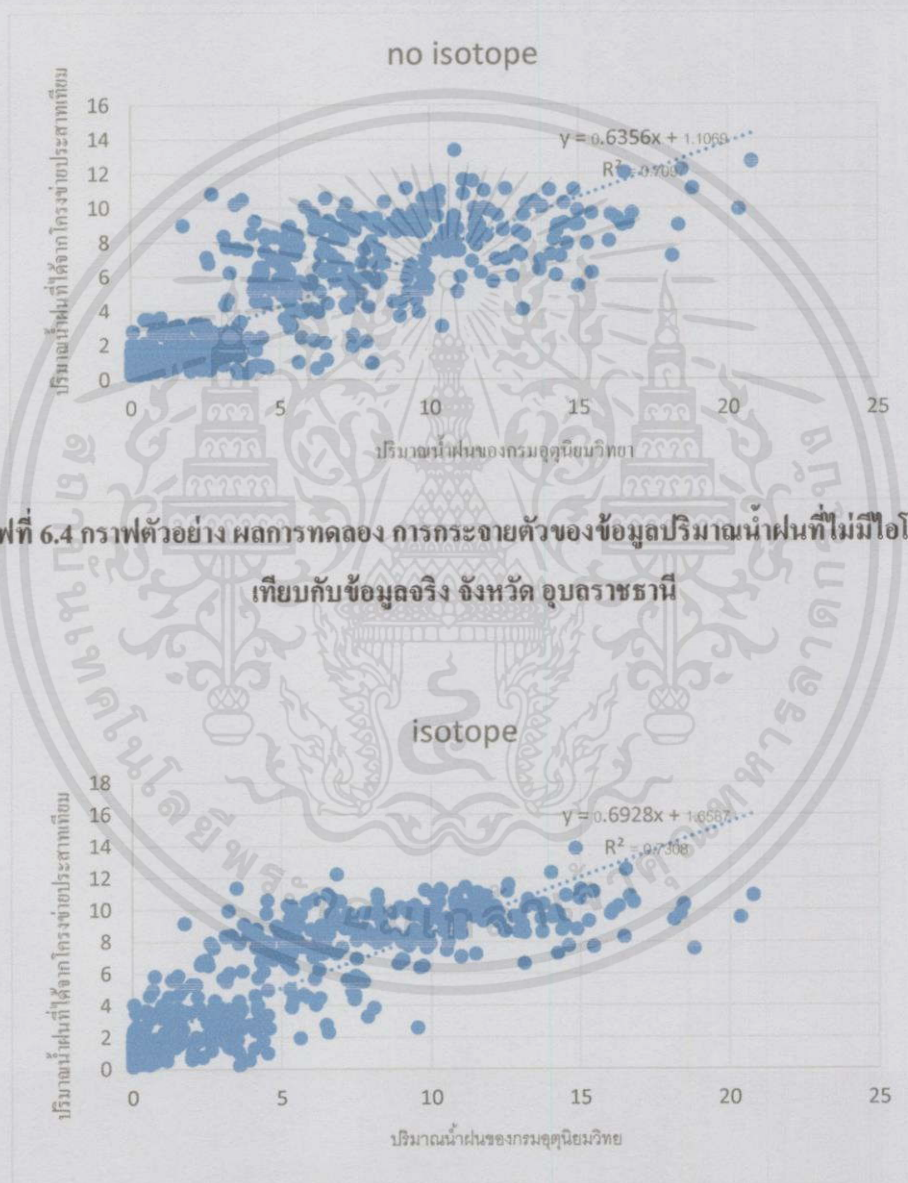
ตารางที่ 6.3 ตารางแสดงค่าความชัน กับค่า R^2 ของข้อมูลจริง กับข้อมูลที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม

สถานี	ค่าความชัน	R^2
เชียงใหม่	0.6564	0.6192
หนองคาย	0.6094	0.6663
ศรีสำโรง	0.6187	0.5667
ภูเก็ต	0.4544	0.5323
อุบลราชธานี	0.6356	0.7097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 สรุปผลจากข้อมูลจริงและผลจากโครงข่ายประสาทเทียมโดยมีการประยุกต์ใช้ไอโซโทป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเมื่อมีการใช้ค่า อัตราส่วนไอโซโทปลงไปจะทำให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น โดย สามารถลดผลรวมของความผิดพลาดและค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดไปได้ตั้งแต่ 3-16 เปอร์เซ็นต์ ลด รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองไปได้ตั้งแต่ 1-8 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่ม ค่า R^2 ได้ตั้งแต่ 0.1-12 เปอร์เซ็นต์



กราฟที่ 6.5 กราฟตัวอย่าง ผลการทดลอง การกระจายตัวของข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่มีไอโซโทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 ตารางเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดเมื่อมีตัวแปรไอโซโทป ของแต่ละสถานี

	ประเภท	ไม่มี ไอโซโทป	มี ไอโซโทป	%การลด ค่า ผิดพลาด
เชียงใหม่	ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	2425.58	2353.89	2.955582
	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	6.06	5.88	2.970297
	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	2.46	2.43	1.219512
	R^2	0.6192	0.6308	1.839
หนองคาย	ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	4749.96	4649.47	3.034
	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	11.99	11.62	3.034
	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	3.46	3.41	1.53
	R^2	0.6663	0.6676	0.195
ศรีสำโรง	ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	3105.73	2768.54	10.86
	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	7.76	6.92	10.86
	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	2.79	2.63	5.58
	R^2	0.5667	0.6137	8.29
ภูเก็ต	ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	7225.97	6031.91	16.52
	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	18.06	15.08	16.52
	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	4.25	3.88	8.64
	R^2	0.5323	0.5989	12.51
อุบลราชธานี	ผลรวมของความผิดพลาด(Summations Error)	4147.98	3696.03	10.9
	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด(Mean Error)	10.37	9.24	10.9
	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error)	3.22	3.04	5.6
	R^2	0.7097	0.7308	2.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Colin Fyfe. Department of Computing and Information System. *Learning in artificial neural network.* Artificial Neural Network and Information Theory. The University of Paisley,2000

Barbara Hammer, Dr. rer. Nat, Diplmath. *Recurrent and Folding Network.* Learning with Recurent Neural Network, Springer. 2000

Dr. Asim Karim, *Basic of neural network toolbox 4.0.1.*Spring Quarter. 2002-2003

K. Yoshimura, T.Oki, N.Ohte, S. Kanae. *A quantitative analysis of short-term 18O variability with Rayleigh-type isotope circulation model.* journal of geophysical research,201, Vol.18

Torrie, J. H.. *Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences.* McGraw Hill,1960

Carol Kendall, Jeffrey J. McDonnell. *Isotope Tracers in catchment Hydrology.* Elsevier. 2003

เกียรติพงษ์ คำดี, สิรินาฏ เลหาะ โรจนพันธ์, นิพนธ์ น้อยเผ่า. *การปรับปรุง แบบจำลองระบบน้ำบาดาล ในแอ่งเชิงใหม่ด้วยเทคนิคไอโซโทปโดยเครื่องมือวิเคราะห์ไอโซโทปจากการดูดกลืนแสงเลเซอร์.*การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิเคลียร์ครั้งที่12 .2554

Canada Climate Data and Scenario.2014. *Time series.*[Online].

Available : <http://ccds-dscc.ec.gc.ca/index.php?page=viz-timeseries>

กรมอุตุนิยมวิทยา.2014.*การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก.*[online]

Available : <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเชียร รตนทรงชัย.ม.ป.ป.การใช้เคมีของน้ำในการประเมินแหล่งน้ำ.[Online]

Available : <http://www0.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5101/nkc5101u.html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้