บทที่ 2
วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีการวิจัย

2.1.1 การจำลองสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 RCM

ก) ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง(Data Required to Run the Modeling System)

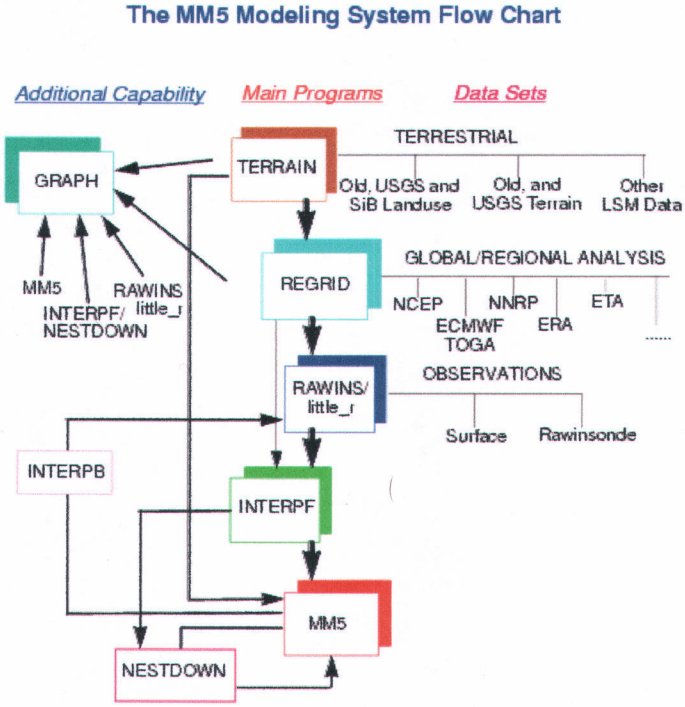
- ลักษณะภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน (Topography and landuse)

งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจภาคพื้นดินและดาวเทียมของหน่วยงาน US Geological Survey (USGS) ซึ่งได้ปรับสภาพตามเงื่อนไขของแบบจำลอง MM5

- ข้อมูลสภาพอากาศ (Gridded atmospheric data) ได้แก่ sea-level pressure, wind, temperature, relative humidity และ geopotential height เป็นต้น ที่ความสูงระดับ 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200,150 และ 100 mb ซึ่งเป็นข้อมูลสภาพอากาศโลกที่ผ่านการวิเคราะห์เทียบค่าตรวจวัด โดย National Centers for Environmental Protection (NCEP) ซึ่งสามารถโหลดข้อมูลได้

- ข้อมูลตรวจวัด (Observation data) จากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย

ข) การทำงานของแบบจำลอง MM5



รูปที่ 2-1 แผนภูมิการทำงานของแบบจำลอง MM5

การทำงานของแบบจำลอง MM5 มีหลายวิธีการ ตามลูกศรที่แสดงในแผนงานดังรูปที่ 1-1 งานวิจัยนี้เลือกขั้นตอนการใช้แบบจำลอง MM5 ดังนี้

TERRIN ---➔ REGRID ---➔ INTERPF ---➔ MM5

สำหรับผู้สนใจ สามารถเข้าศึกษาและทดลองใช้แบบจำลอง MM5 ได้จาก Web page URL :

http://www.mmm.ucar.edu/mm5/doument/tutorial-v3-notes.html

http://www.mmm.ucar.edu/mm5/doument/MM5-tut-Web-notes/Tuttor.html ซึ่งเป็น online tutorial อธิบายการใช้แบบจำลอง และสามารถ download และติดตั้งแบบจำลอง MM5 ได้จากเวปไซต์ของ NCAR

ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง MM5

ส่วนที่ 1 TERRAIN

TERRIN เป็นส่วนที่กำหนดลักษณะภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน ได้แก่

terrain elevation

Landuse/vegetation

Land-water mask

soil types

Vegetation fraction

Deep soil temperature

โดยสามารถปรับตาม script ที่มีในแบบจำอลงให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้

ส่วนที่ 2 REGRID

- อ่าน archived gridded meteorological analyzes and forecast จาก pressure levels และ interpolate ค่าใน horizontal grid และ map project ตาม MM5 ที่เลือกไว้จาก TERRAIN
- จัดการข้อมูลสภาพอากาศตาม pressure-level และ surface analyzes แต่ไม่รับ other type of levels เช่น constant height surfaces , isentropic levels
- สร้าง file ที่พร้อมใช้สำหรับ INTERPF

REGRID ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

- pregrid อ่านค่าของข้อมูลสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น ฯลฯ

- regridder จะทำการ จัดวางข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ความสูง (pressure level) ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล หิมะที่ปกคลุมพื้นที่ ตามกริดและตามพื้นที่ที่เลือกไว้

ส่วนที่ 3 INTERPF

INTERPF เป็นส่วนที่เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าจาก pressure level ให้เป็น sigma level สำหรับเป็น initial and boundary conditions สำหรับแบบจำลอง MM5

ซึ่ง sigma level(σ) คือพิกัดที่ปรับตามความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศ

$$\sigma = \frac{(p_0 - p_t)}{(p_{s0} - p_t)}$$

เมื่อ p_0 คือ ความดันที่ระดังความสูงที่สนใจ

p_t คือ ความดันคงที่ที่ระดับสูงสุดของแบบจำลอง

p_{s0} คือ ความดันระดับอ้างอิงที่ผิวพื้น

ส่วนที่ 4 MM5

MM5 เป็นส่วนที่ทำการประมวลผลสภาพอากาศเชิงตัวเลขของแบบจำลอง โดยสามารถศึกษาสภาพอากาศในขนาดพื้นที่ 3 – 200 กิโลเมตรได้

2.1.2 การดัดแปลง MM5 เป็น MM5 Regional Climate Model (MM5 RCM)

แบบจำลอง MM5 สามารถจำลองสภาพอากาศทั้งในอดีต และในอนาคต สำหรับช่วงเวลาที่ต้องการ ตามข้อมูลนำเข้าที่เป็นเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) และ เงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) ในช่วงเวลาที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ ตามขั้นตอน การ Run MM5 การปรับแบบจำลอง MM5 ให้เป็น MM5 Regional Climate Model (MM5 RCM) ดำเนินการตามหลักการ ดังนี้

1. เลือกช่วงเวลาที่ Run ให้มากขึ้นตามความต้องการและ ตามสมรรถภาพ ของระบบคอมพิวเตอร์ อาทิเช่น 5 ปี 10 ปี หรือ 30 ปี

2. จัดรูปแบบของข้อมูลนำเข้า CCSM3 ทั้งตัวแปร 2-D variables และ 3-D variables ให้อยู่ใน format (GRIB) ที่เข้ากับ MM5

3. จัดการให้ Output ของการ Run ครั้งนี้ เป็นข้อมูลเริ่มต้น สำหรับการ Run ครั้งต่อไป

2.1.3 Intergovernment Panel on Climate Change (IPCC) Special Report on Emission Scenarios (SRES)

IPCC ได้จัดพิมพ์รายงานพิเศษอ้างอิงถึงการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก และอนุภาคขนาดเล็ก SRES ในพ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ตามผลกระทบของการเพิ่มแก๊สเรือนกระจก

ทางทีมวิจัยเลือกใช้ SRES A1B และ A2 แต่ละ SRES มีการคาดการณ์ การปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคต ดังนี้

SRES A1B: โลกในอนาคตมีการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ประชาการโลกเพิ่มสูงสุดช่วงกลางศตวรรษที่ 21 และลดลงหลังจากนั้น มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพ และสะอาด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม แก๊สเรือนกระจกเพิ่มอย่างรวดเร็วตามการพัฒนาทางเศรษฐกิจจนถึงกลางศตวรรษที่ 21และลดลงหลังจากนั้น

SRES A2: โลกในอนาคต มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเติบโตทางเศรษฐกิจ แตกต่างกันไปตามภูมิภาค และน้อยกว่า SRES A1B ปริมาณแก๊สเรือนกระจกเพิ่มอย่างต่อเนื่องถึงปลายศตวรรษที่ 21 ตามรูปที่แสดงใน ภาคผนวก I

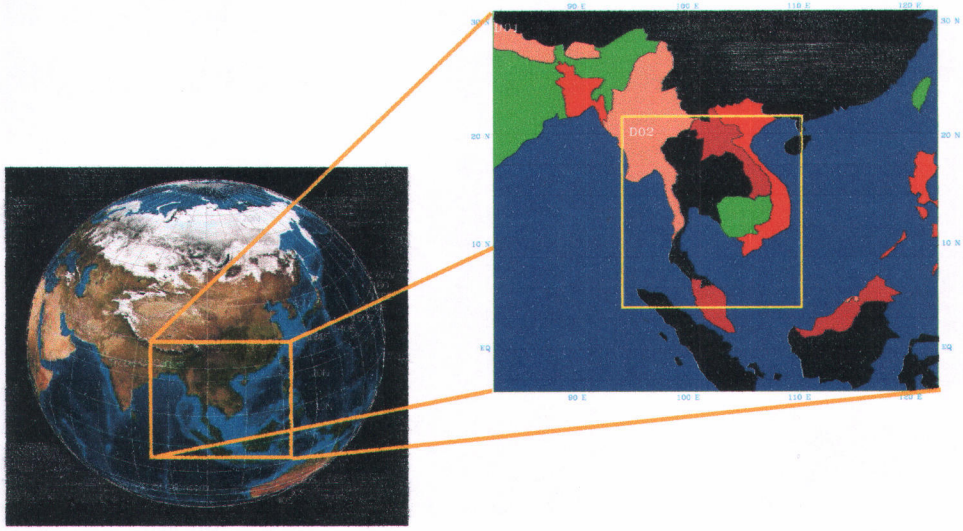
2.1.4 การดำเนินการวิจัย

1) ศึกษา เกี่ยวกับ Community Climate System Model (CCSM version 3) ซึ่งเป็น Atmospheric Ocean Global Climate Model พัฒนาที่ NCAR เพื่อ เป็นข้อมูลเงื่อนไขนำเข้า (forcing field) แบบจำลอง MM5

2) ดัดแปลง MM5 จาก regional weather model ให้เป็น regional climate model (MM5-RCM) ตามหลักการ ที่ว่า climate ก็คือ สภาพอากาศในช่วงเวลาที่ยาวนาน ซึ่ง MM5 สามารถนำมาวิเคราะห์สภาพอากาศ การพยากรณ์อากาศ การเกิดพายุ ฝนตกหนัก อิทธิพลของร่องมรสุมในประเทศไทยได้อย่างแม่นยำ โดยหน่วยวิจัยฟิสิกส์บรรยากาศ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้นำแบบจำลอง MM5 มาวิเคราะห์สภาพอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) กำหนดพื้นที่ที่ศึกษา (domain) ที่เหมาะสมตามลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้าน รายละเอียด (resolution) 45 กิโลเมตร สำหรับโดเมนใหญ่ (mother domain) และ 15 กิโลเมตร สำหรับโดเมนเล็ก (nest domain) เลือกขอบเขตพื้นที่ศึกษา(Domain) ให้ครอบคลุมประเทศไทย

และประเทศเพื่อนบ้านเพื่อเป็นฐานข้อมูลใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและเขตต่อประเทศเพื่อนบ้านในอนาคต ตามรูป 2-2



รูปที่ 2-2 พื้นที่ที่ทำการศึกษาจากแบบจำลอง MM5

Domain ที่ 1 Latitude -3.99151-28.0083 °N Longitude 82.6668-122.337 °E resolution 45 km grid 84x100 grid cell

Domain ที่ 2 Latitude 4.36603-21.8962 °N Longitude 93.8652 – 110.728°E (เป็น domain ที่อยู่ภายใน domain ที่ 1) resolution 15 km grid 136x127 grid cell

และรายละเอียดของลักษณะการใช้พื้นที่ (land use) resolution 4 กิโลเมตร ใน Domain ที่ 1 และ 0.9 กิโลเมตร ใน Domain ที่ 2

4) ดาวน์โหลดข้อมูล NCAR-GCM : CCSM3 SRES A1B และ SRES A2 เพื่อใช้เป็น forcing field จาก Earth System Grid สำหรับ future run ค.ศ.2010-2039 และข้อมูลสำหรับ control run ค.ศ.1970-1999

5) ประมวลผล nested regional climate model (CCSM3-MM5-RCM) ปีฐาน ค.ศ. 1970-1999

6) ทดสอบผลการประมวลจาก nested regional climate model ในช่วงปีฐานกับสภาพอากาศตรวจวัด เพื่อทดสอบสมรรถภาพ และประสิทธิภาพของแบบจำลองที่เลือกใช้

7) ประมวลผล nested regional climate model (MM5-RCM) สำหรับอนาคต ปี ค.ศ. 2010-2039 ตาม SRES A1B และ A2

8) แสดงผลและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า 30 ปี ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด ปริมาณฝนเฉลี่ย และลม

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับแบบจำลอง CCSM3 ที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง MM5-RCM

รายการ (Content)	**รายละเอียด (description)**
หน่วยงานหลักที่พัฒนาแบบจำลอง	National Center for Atmospheric Research (NCAR)
Spatial Extent	ครอบคลุมทั่วโลก
ความละเอียดของข้อมูล (Spatial resolution)	1.40625 degree gridded
รายละเอียดช่วงเวลาของข้อมูลนำเข้า (Time steps)	ทุกๆ 6 ชั่วโมง
ช่วงปีฐานที่ใช้จำลองภูมิอากาศปัจจุบัน	Climate of the 20th century ค.ศ. 1970-1999
ข้อมูลปีอนาคตที่ใช้ในการจำลองภูมิอากาศในอนาคต	- IPCC Special Report on Emissions SRES (SRES) A2 SRES ปี ค.ศ. 2010-2039 - IPCC SRES A1B SRES ปี ค.ศ. 2010-2039
ตัวแปรที่จำเป็นใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง MM5-RCM	- ข้อมูล 2 มิติ (2D) เช่น อุณหภูมิผิวพื้น(surface temperature) ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง(mean sea-level pressure) และลมผิวพื้น (surface wind) เป็นต้น - ข้อมูลแบบ 3 มิติ(3D) ข้อมูล 26 ระดับในแนวดิ่ง เช่น ความเร็วลม (wind) ความชื้นสัมพัทธ์(Relative humidity) อุณหภูมิอากาศ (air temperature) และ ความสูง (geopotential hight) เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 Option ต่างๆของแบบจำลอง MM5-RCM ที่ทีมงานวิจัยเลือกใช้

(MM5-RCM physics and dynamics options*)

Physics and dynamics	**Option**
Cumulus Parameterizations	Betts-Miller cumulus schemes
Planetary Boundary Layer	Medium Range Forecast(MRF)
Moist Vertical Diffusion	Moist vertical diffusion in cloud
Horizontal Diffusion	Sigma-diffusion using temperature
Microphysics(Explicit Moisture) Schemes	Mixed-Phase (Reiner 2)
Radiation Schemes	RRTM radiation
Surface Schemes(Multi-layers Soil temperature)	5-Layer Soil Model
Hydrostatical /Non -hydrostatical	Non-hydrostatical