Thesis Title Climate Change Simulations for Thailand Using Regional Climate Model

Author Mr. Chakrit Chotamonsak

Degree Doctor of Philosophy (Environmental Science)

Thesis Advisory Committee Asst. Prof. Dr. Somporn Chantara Advisor

Assoc. Prof. Dr. Jiemjai Kreasuwun Co-advisor

Assoc. Prof. Dr. Kingkeo Siriwitayakorn Co-advisor

Asst. Prof. Dr. Eric Salathe Co-advisor

ABSTRACT

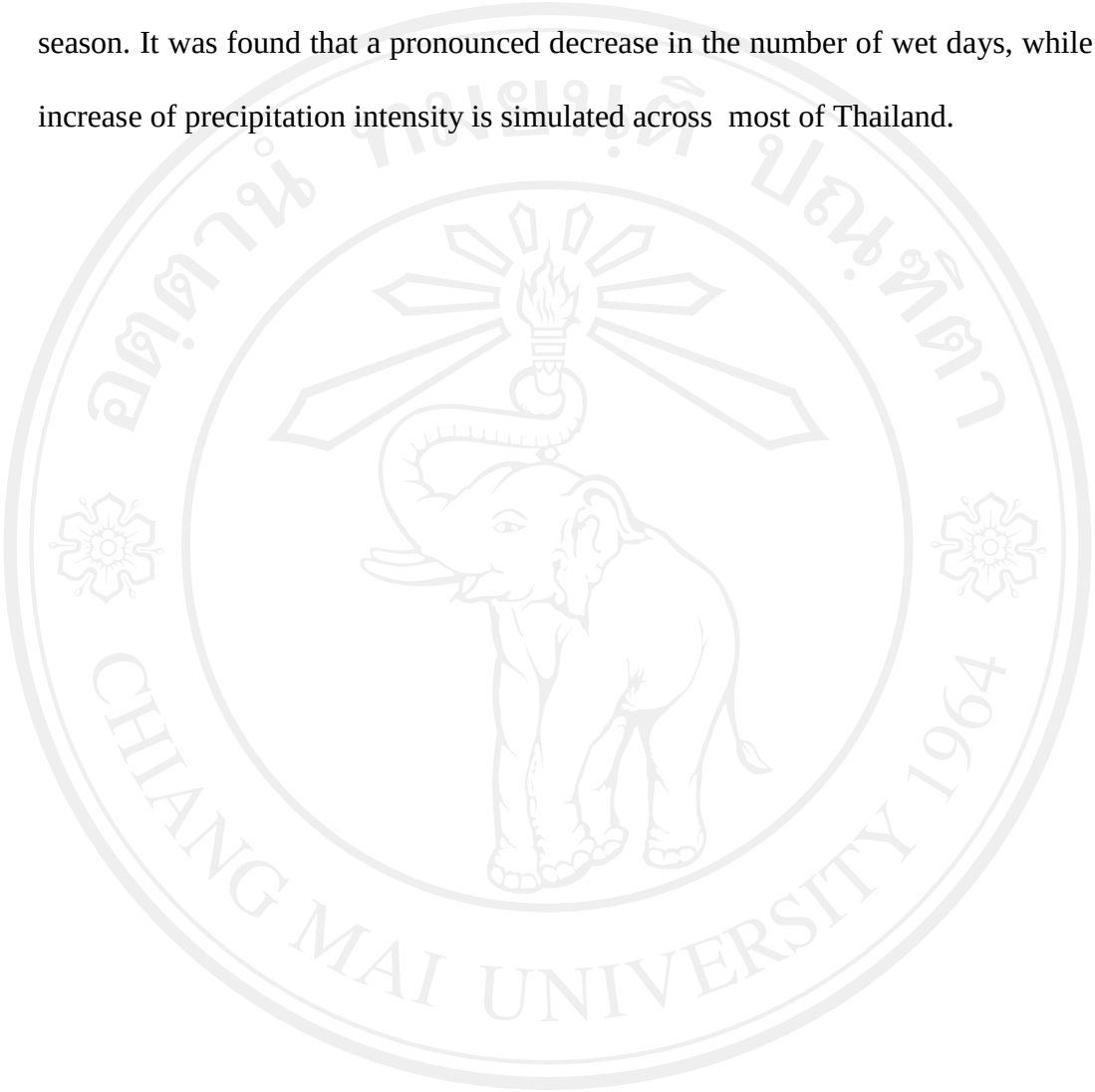
The Weather Research and Forecasting (WRF) model is widely used as a regional climate model for dynamical downscaling in many regions world-wide. The objectives of this study are : 1) to evaluates the WRF model for regional climate applications over Thailand, focusing on the model convective parameterization and simulated precipitation; 2) to simulate high-resolution present and future climate change for Thailand; 3) to analyze the climatic change and climatic variability over Thailand and nearby countries. The high-resolution regional climate variables and climate change information are very important information for policy makers to make decision for future planning under global warming and scientific community to studies regional climate impacts on various issues such as energy resources and demands, air quality, extreme weather, hydrology, health, agriculture and ecosystems. The studies include two major parts, model evaluation and climate change projection. The precipitation evaluated results show that differences in cumulus

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

parameterizations and the application of nudging can have substantial impacts on simulated convection and precipitation. In general, the experiments with nudging perform better than un-nudged experiments and the BMJ cumulus scheme with nudging yields the smallest bias relative to observations. The regional climate model reproduces the observed spatial distribution of temperature well, with a cold bias for maximum temperatures and a warm bias for minimum temperatures. Wet-season precipitation is simulated with less skill than dry-season precipitation. The 2045-2064 projected warming is 1.41 °C averaged over Thailand compared to the 1990-2009, with greater warming at nighttime (1.52 °C) than daytime (1.30 °C) temperature, leading to decrease in diurnal temperature range about 0.22 °C. The highest increasing in temperature is in the rainy season (especially from June to August) and the mid of cool season (December and January), while the lowest increasing occurs during the early of cool season (November) and the end of cool season (February). The central Thailand have the biggest warming while the smallest warming is pronounced over the lower southern Thailand. A slight decrease in annual mean precipitation is projected over Thailand. The decrease in precipitation during the rainy is seen over all parts of Thailand, with an average of 0.31 mm/day. An averaged increase in precipitation of about 0.31 mm/day is found in the hot season except over the east and south of Thailand where a decease in hot-dry season precipitation is found. The decreasing rate of precipitation during June-August is obviously related to the weakening trend of the southwest summer monsoon. The increase in pre-monsoon precipitation (especially in April) is likely from increasing moisture transport from the oceans across Thailand and nearby countries leading to intensify thunderstorm precipitation. The increase in late monsoon precipitation (October) is indicated from

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

tropical cyclone intensified that likely increases moisture transport across northern and central Thailand leading to more precipitation and slightly extending the rainy season. It was found that a pronounced decrease in the number of wet days, while an increase of precipitation intensity is simulated across most of Thailand.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค

ผู้เขียน นายชาคริต โชติอมรศักดิ์

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. สมพร จันทระ	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ. ดร. เจียมใจ เครือสุวรรณ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
รศ. ดร. กิ่งแก้ว ศิริวิทยากร	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ. ดร. อีริค สาลาเท่	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

แบบจำลองสภาพอากาศและพยากรณ์อากาศ WRF ได้ถูกใช้เป็นแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคอย่างกว้างขวาง เพื่อทำการย่อส่วนภูมิอากาศในหลายภูมิภาคทั่วโลก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง WRF ในการจำลองภูมิอากาศภูมิภาคสำหรับประเทศไทย โดยเน้นแบบจำลองคิวมูลัสพารามิเทอไรเซชันกับผลการจำลองฝน 2) ทำการจำลองภูมิอากาศภูมิภาคปัจจุบันและอนาคตที่ระดับความละเอียดสูง 3) วิเคราะห์การเปลี่ยน แปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง ตัวแปรทางด้านสภาพภูมิอากาศและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศความละเอียดสูงในระดับภูมิภาคเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างมากต่อผู้กำหนดนโยบายในการวางแผนรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคตภายใต้สภาวะโลกร้อน และเป็นข้อมูลสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภูมิภาคต่อด้านต่างๆ เช่น แหล่งพลังงานและความต้องการพลังงาน คุณภาพอากาศ สภาพภูมิอากาศแบบสุดโต่ง ทรัพยากรแหล่งน้ำ สุขภาพ การเกษตร และระบบนิเวศ การศึกษาประกอบไปด้วยสองส่วนหลักคือ การตรวจสอบประสิทธิภาพความแม่นยำในการจำลอง และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตรวจสอบผลการจำลองฝนพบว่าการเลือกคิวมูลัสพารามิเทอไรเซชันที่แตกต่างกัน และการทำ Nudging มีผลต่อการจำลองการพาความร้อนและฝนอย่างชัดเจน โดยทั่วไปการทำ Nudging ให้ผลการจำลองฝนได้ดีกว่าไม่ทำ Nudging และการเลือกพารามิเทอไรเซชันแบบ BMJ ร่วมกับการทำ Nudging ให้ผลของการจำลองฝนในพื้นที่ทำการศึกษาได้ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดที่สุด แบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพภูมิอากาศภูมิภาคจำลองการกระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิอากาศในพื้นที่ได้ดี แต่ผลการจำลองอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายวันต่ำกว่าค่าตรวจวัดในฤดูหนาว และผลการจำลองอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายวันสูงกว่าค่าตรวจวัดเล็กน้อยในช่วงฤดูร้อน การจำลองฝนในช่วงฤดูฝนให้ผลดีน้อยกว่าการจำลองฝนในช่วงฤดูแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ประเทศไทยเฉลี่ยในอนาคต ค.ศ. 2045-2064 จะสูงขึ้น 1.41 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยปัจจุบัน ค.ศ. 1990-2009 โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในช่วงกลางคืน (1.52 องศาเซลเซียส) จะสูงขึ้นในอัตราที่มากกว่าในช่วงกลางวัน (1.30 องศาเซลเซียส) ซึ่งทำให้ค่าพิสัยของอุณหภูมิรายวันลดลงประมาณ 0.22 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเพิ่มสูงมากที่สุดในช่วงฤดูฝน (โดยเฉพาะเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม) และกลางฤดูหนาว (ธันวาคมและมกราคม) ในขณะที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเกินขึ้นในช่วงต้นฤดูหนาว (พฤศจิกายน) และปลายฤดูหนาว (กุมภาพันธ์) ภาคกลางมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากที่สุดในขณะที่ภาคใต้ตอนล่างมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ปริมาณฝนโดยเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ประเทศไทยลดลงเล็กน้อย โดยปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนจะลดลงทุกภาคโดยเฉลี่ยทั้งประเทศจะลดลงประมาณ 0.31 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งจะเพิ่มมากขึ้นประมาณ 0.31 มิลลิเมตรต่อวัน ยกเว้นภาคตะวันออกและภาคใต้ที่ฝนจะลดลงในช่วงฤดูแล้ง การลดลงของปริมาณฝนในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับการอ่อนกำลังลงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนการเพิ่มขึ้นของฝนในช่วงเดือนก่อนฤดูมรสุม (โดยเฉพาะเดือนเมษายน) ดูเหมือนว่าเป็นผลมาจากความชื้นที่พัดจากมหาสมุทรเข้าสู่ประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงมีค่าสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้พายุฤดูร้อนที่มักจะเกิดในช่วงดังกล่าวมีความรุนแรงมากขึ้น ปริมาณฝนในช่วงปลายฤดูมรสม (ตุลาคม) จะตกมากขึ้น ชี้ให้เห็นว่ามาจากความเข้มของพายุหมุนเขตร้อนมีมากขึ้น และดูเหมือนว่าจะเพิ่มปริมาณความชื้นที่พัดผ่านตอนเหนือและภาคกลางของประเทศไทยทำให้ปริมาณฝนมีมากขึ้นและบริเวณนี้จะมีช่วงฤดูฝนยาวนานขึ้นเล็กน้อย ผลการวิเคราะห์ยังพบอีกว่าจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยทั้งปีน้อยลงในปริมาณน้ำฝนต่อวันที่ฝนตกมีค่าเพิ่มขึ้นเกือบทั่วทั้งพื้นที่ประเทศไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved