

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากภาวะโลกร้อน เป็นวิกฤตการณ์หนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน ที่กำลังบีบคั้นเข้ามาคุกคามธรรมชาติความสมดุลของระบบนิเวศน์ และวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามนุษย์สามารถทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง ได้แก่ กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนในบรรยากาศ 8 terawatts ($1 \text{ terawatt} = 10^{12} \text{ watts}$) ซึ่งความร้อนที่ปล่อยออกมามีแนวโน้มที่มีความเข้มข้นมากในพื้นที่เล็กๆ จึงอาจมีผลกระทบต่ออุณหภูมิในระดับท้องถิ่นได้ (Daniel H., 1980) ส่วนทางอ้อมคือกิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ฯลฯ มีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น เพราะก๊าซเรือนกระจกจะป้องกันพลังงานบางส่วนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ไม่ให้สะท้อนกลับออกไป ทำให้ผิวโลกอุ่นขึ้น (WMO, 1990) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่สืบเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากร ทำให้ความต้องการทั้งด้านอาหารและปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาอุตสาหกรรมและใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีการเผาผลาญเชื้อเพลิงปริมาณมากขึ้น ซึ่งผลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิผิวโลกสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น ในทวีปเอเชียเขตร้อนช่วง 100 ปีที่ผ่านมาปรากฏว่าอุณหภูมิผิวพื้นเฉลี่ยในภูมิภาคนี้สูงขึ้น $0.3 - 0.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (WMO/UNEP, 1998) เป็นต้น ส่งผลให้ระบบภูมิอากาศของโลกเสียสมดุล

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศที่ผันแปรไปกำลังเป็นปัญหาสำคัญ โดยช่วงสองทศวรรษสุดท้ายของศตวรรษที่ 20 มนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาการผันแปรของภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้นในช่วงปลายทศวรรษ 1960 และ 1970 เป็นระยะที่หลายฝ่ายเริ่มตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดเกี่ยวกับเรื่องของอุณหภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงและก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ (Daniel H., 1980) โดยเฉพอย่างยิ่งความแห้งแล้งเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อประชากรโดยตรง ปัญหาความแห้งแล้งที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วง 10 - 20 ปี ที่ผ่านมา เช่น ปี ค.ศ. 1992 ทางตอนใต้ของแอฟริกาที่มีประชากรต้องอดอยากถึง 20 ล้านคน เนื่องจากสภาวะความแห้งแล้ง (Unganai, 1997)

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์นั้น ทำให้อุณหภูมิของโลกเกิดความแปรปรวนส่งผลให้เกิดภัยแล้งและอุทกภัยที่เพิ่มความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะฉะนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาพิสัยของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและกำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศบนโลกที่ส่งผลกระทบให้ความสมดุลทางธรรมชาติของวงจรรูทกเปลี่ยนแปลงไปจึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก การคาดการณ์ความรุนแรงของอุณหภูมิในอนาคต ในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยประยุกต์แบบจำลอง General Circulation Models (GCMs) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สามารถอธิบายแนวโน้มลักษณะหลักๆ ของการกระจายตัวขององค์ประกอบทางภูมิอากาศที่สำคัญ เช่น ฝน อุณหภูมิ เป็นต้น บริเวณละติจูด (latitude) และลองจิจูด (longitude) ต่างๆ ในระดับโลก ได้ดีพอสมควรในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางภูมิอากาศของวงจรรูทก (Gates, 1999; Lambert and Boer, 2001) แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCMs โดยปกติจะมีสเกลมากกว่า 2.0 องศา ทั้งละติจูด และลองจิจูด หรือมากกว่า 200 กิโลเมตร สำหรับละติจูดตรงกลางโลก ซึ่งเป็นมาตราส่วนที่หยาบเกินไป ไม่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือระดับสถานีได้ (Xu, 1999; Prudhomme et al., 2002)

จากปัญหาดังกล่าวแบบจำลองลดมาตราส่วน (downscaling model) จำนวนมากได้ถูกนำเสนอ เพื่อลดมาตราส่วนของการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง GCMs ให้เป็นมาตราส่วนระดับลุ่มน้ำ (basin) หรือสถานี (station) ซึ่งเหมาะสมสำหรับศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในอนาคต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขและการบรรเทาปัญหาภัยพิบัติให้เหมาะสม แต่แบบจำลอง downscaling ที่ใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ การลดสเกลแบบพลศาสตร์ (dynamic downscaling, DD) โดยจะดึงข้อมูลภูมิอากาศระดับภูมิภาคจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCM โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (regional climate models, RCMs) มาอธิบายการกระจายขององค์ประกอบของภูมิอากาศด้วยขบวนการทางพลศาสตร์ (Xu, 1999; Yarnal et al., 2001; Prudhomme et al., 2002) และการลดมาตราส่วนทางสถิติ (statistical downscaling, SD) ซึ่งจะลดสเกลของผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCM โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศระดับโลก (large-scale predictors) กับพารามิเตอร์ระดับท้องถิ่น (local-scale parameters or predictands) ตัวอย่างแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ ได้แก่ Richardson (1981) และ Semenov and Barrow (1997) เป็นต้น ทั้งแบบจำลอง SD และ DD สามารถนำเสนอลักษณะทั่ว ๆ ไป ของภูมิอากาศสำหรับลุ่มน้ำได้ใกล้เคียงกัน แต่ลักษณะของภูมิอากาศที่ได้ก็ยังไม่ตรง (biases) เมื่อนำไปเทียบกับเคียงกับข้อมูลอดีตที่มีอยู่

อย่างไรก็ตามวิธี SD มีข้อได้เปรียบเหนือวิธี DD ในการนำไปใช้งานอยู่หลายประการ คือ มีความยืดหยุ่นต่อการนำไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของปัญหาต่างๆ มีค่าใช้จ่ายในการคำนวณต่ำ และผลลัพธ์ที่ได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนและความเสี่ยงได้ จึงได้รับความนิยมมาก

แบบจำลอง SD ที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ แบบจำลอง SDSM (Wilby et al., 2002a) เนื่องจากเป็นแบบจำลองแรกที่ให้ดาวน์โหลดได้ฟรี มีความละเอียดสูง และใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (general circulation models, GCMs) มาลดสเกลโดยตรง ในขณะที่แบบจำลอง SD ส่วนใหญ่มักจะจำกัดการใช้งานเฉพาะนักวิจัยที่เชี่ยวชาญทางด้านนี้ เพื่อการพัฒนาการวิจัย ในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีโปรแกรมฟรีอื่นๆ เหมือนกับแบบจำลอง SDSM แต่โปรแกรมเหล่านี้ก็ยังไม่ค่อยได้รับความนิยม เนื่องจากคำตอบที่ได้ยังมีสเกลที่หยาบเกินไปทั้งด้านเวลา (temporally) และพื้นที่ (spatially) ส่วนแบบจำลองทางสถิติสำหรับสังเคราะห์ภูมิอากาศ (stochastic weather generators) ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในกลุ่มนักวิจัยทางด้านอุทกศาสตร์ เช่น WGEN (Richardson, 1981) และ LARS-WG (Semenov and Barrow, 1997) เป็นต้น ก็ไม่ได้ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCMs โดยตรงในกระบวนการสร้างภาพฉาย (scenario) ของสภาพอากาศในอนาคต ซึ่งต่างจากแบบจำลอง SDSM

จากข้อดีต่างๆ ของแบบจำลอง SDSM ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นนี้ วิทยานิพนธ์นี้จึงได้พัฒนาแบบจำลอง SDSM สำหรับคาดการณ์พิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ในลุ่มน้ำชีและมูล ที่จะเปลี่ยนแปลงไปจากภาวะโลกร้อนในอนาคต จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง HadCM3 (The UK Headley Centre for Climate Prediction and Research) ภายใต้ภาพฉาย HadCM3A2 (เมื่อสมมติให้อัตราการเพิ่มขึ้นรายปีของก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1 % ถ้ากำหนดให้ประชากรคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2100 เท่ากับ 15,000 ล้านคน) และ HadCM3B2 (เมื่อใช้สมมติฐานของประชากรคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2100 เท่ากับ 10,400 ล้านคน) โดยจะใช้ความยาวของข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่ปี ค.ศ.1976-2001 (16 ปี) ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลอง SDSM พบว่า ตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับ 2 เมตร (temperature at 2 m, nceptempas) และความชื้นสัมพัทธ์จำเพาะที่ระดับพื้นผิว (surface specific humidity, ncepshumas) เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการจำลองข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน แต่อย่างไรก็ตามในการจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และอุณหภูมิสูงสุดรายวันในทั้ง 2 ลุ่มน้ำ ยังคงจำเป็นต้องใช้ตัวแปรความเร็วลมในแนวตะวันออก-ตะวันตก ที่ระดับชั้นความดัน 500 เฮกโตปาสคาร์ล (500 hPa zonal velocity, ncepp5_uas) ร่วมด้วย ส่วนการจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันนั้น ตัวแปรความเร็วลมในแนวตะวันออก-แนวตะวันตกที่ระดับชั้นความดัน 850

เฮกโตปาสคาร์ล (850 hPa zonal velocity, ncepp8_uas) และตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับใกล้พื้นผิว (near surface relative humidity, nceprhumas) จากการนำตัวแปรเหล่านี้มาใช้ในแบบจำลอง SDSM เพื่อการจำลองอุณหภูมิต่างๆ เปรียบเทียบกับข้อมูลอดีตในปี ค.ศ.1976-2001 ก็พบว่าแบบจำลองสามารถจำลองลักษณะทางสถิติต่างๆ [ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ที่ 75 กับควอร์ไทล์ที่ 25 และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์ความแปร] ของข้อมูลอุณหภูมิได้ดี ทำให้สรุปได้ว่าแบบจำลอง SDSM ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในอนาคตได้

1.3 วัตถุประสงค์

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- (1) พัฒนาแบบจำลอง SDSM โดยการคัดกรองตัวแปรสภาพภูมิอากาศในระดับโลก ให้สัมพันธ์กับข้อมูลอุณหภูมิในระดับสถานีทั้งในช่วงการปรับเทียบ (ปี ค.ศ.1976-1990) และในช่วงของการสอบความสมเหตุสมผล (ปี ค.ศ.1991-2001)
- (2) เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำเอาแบบจำลอง SDSM นี้ไปใช้คาดการณ์อุณหภูมิในอนาคต โดยเปรียบเทียบลักษณะทางสถิติ ของค่าอุณหภูมิที่สังเคราะห์ได้จากแบบจำลอง SDSM กับค่าข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่อดีต
- (3) เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลอง SDSM ไปคาดการณ์อุณหภูมิอีกประมาณ 20 ปีข้างหน้า