

## บทที่ 7

### สรุปผลการศึกษา

#### 7.1 สรุปผลการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาแบบจำลอง SDSM สำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่ออุณหภูมิในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและมูล เพื่อให้สามารถคาดการณ์อุณหภูมิที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้เหมาะสม จะได้ใช้เป็นแนวทางในการเตรียมการแก้ไขและบรรเทาปัญหาที่เกี่ยวข้องล่วงหน้าได้ ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลอุณหภูมิรายวัน (อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด) ของสถานีตรวจวัดอุณหภูมิในลุ่มน้ำชีและมูล ที่เก็บรวบรวมได้จากการมอดูนิยมิวิทยา 14 สถานี (ลุ่มน้ำชี 5 สถานี, ลุ่มน้ำมูล 9 สถานี) ความยาวของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา คือ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976-2005 (15 ปี) ผลการพัฒนาแบบจำลอง SDSM สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าสูงสุด) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของสถานีในลุ่มน้ำชีและมูล พบว่า ทั้ง 2 ลุ่มน้ำมีแนวโน้มของข้อมูลอุณหภูมิประเภทต่างๆ ไปในทางเดียวกัน คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีค่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายนและมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมกับเดือนธันวาคม ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 30, 35.5 และ 24.5 °C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 24, 30 และ 17 °C สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ตามลำดับ ส่วนค่าความแปรปรวน ส่วนมากจะมีความแปรปรวนมากในฤดูแล้ง (ม.ค.-เม.ย. และ พ.ย.-ธ.ค.) คือ จะมีค่าเฉลี่ยความแปรปรวนสูงสุดประมาณ 18 (°C)<sup>2</sup>, 21 (°C)<sup>2</sup> และ 8 (°C)<sup>2</sup> สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ตามลำดับ และในช่วงฤดูฝน (มิ.ย.-ต.ค.) จะมีค่าความแปรปรวนน้อย คือ จะมีค่าเฉลี่ยความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 0-10 (°C)<sup>2</sup> และค่าสูงสุดมีแนวโน้มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันไปในทางเดียวกัน คือ มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมกับเดือนธันวาคม ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 34, 42 และ 29 °C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 29, 36 และ 24 °C สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ตามลำดับ

(2) การคัดกรองหาชุดตัวแปร NCEP ที่มีความสำคัญต่ออุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ได้พิจารณาคัดกรองจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร NCEP ที่พิจารณา กับข้อมูลอุณหภูมิที่พิจารณาของสถานีนั้นๆ โดยไม่ให้มีผลกระทบจากตัวแปร NCEP อื่นๆ อยู่ แต่ในการศึกษานี้ได้ปรับปรุงและเสนอวิธีการ

คัดกรองชุดตัวแปร NCEP โดยจะพิจารณาคัดกรองเฉพาะตัวแปร NCEP ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วนที่เป็นค่าบวกทั้งหมด และทำวนซ้ำๆ จนกระทั่งเหลือเฉพาะกลุ่มตัวแปร NCEP ที่มีค่าเป็นบวกมาก (มีค่าประมาณ 0.1 ขึ้นไป) ดังนั้นวิธีการคัดกรองที่เสนอนี้จึงเป็นวิธีการที่ดีกว่าการคัดกรองในแบบจำลอง SDSM เพราะทำให้สามารถประหยัดตัวแปรได้มากกว่า

(3) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีความแปรปรวนไม่มาก เพราะว่าจากผลการคัดกรองชุดตัวแปร NCEP ในการจำลองอุณหภูมิเหล่านี้ใช้จำนวนตัวแปร NCEP ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกส่วนที่เป็นค่าบวกทั้งหมด น้อยตัวแปร

(4) การหาชุดตัวแปร NCEP กรณีที่เหมาะสมของแบบจำลอง SDSM ในแต่ละสถานี เพื่อประโยชน์ประหยัดจำนวนตัวแปร NCEP นั้น การศึกษานี้จึงได้เสนอวิธีการเลือกชุดตัวแปร NCEP โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานทางสถิติ 3 ลักษณะ [ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน] ของข้อมูลอุณหภูมิประเภทต่างๆ รายวันสังเคราะห์กับค่าข้อมูลอดีต แล้วนำค่าผลลัพธ์ของอุณหภูมิสังเคราะห์ที่คำนวณได้จากกรณีต่างๆ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลอดีตในสถานีนั้นๆ ทั้งในช่วงเปรียบเทียบ (ปี ค.ศ.1976-1990) และช่วงการสอบความสมเหตุสมผล (ปี ค.ศ.1991-2001) โดยใช้ 3 เกณฑ์ [ขอบเขตหนึ่งของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าอคติ และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง] ในการพิจารณาเปรียบเทียบ ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้ข้อมูลช่วงการเปรียบเทียบแบบจำลองในการตัดสินใจเลือกชุดตัวแปร NCEP กรณีที่เหมาะสมของแต่ละสถานี แต่อย่างไรก็ตามถ้าช่วงการเปรียบเทียบไม่สามารถให้ข้อสรุปได้ จะใช้ช่วงของการสอบความสมเหตุสมผลมาช่วยในการตัดสินใจเลือก โดยจะยึดหลักการประหยัดตัวแปร NCEP เป็นหลัก ทำให้สามารถเลือกชุดตัวแปร NCEP กรณีที่เหมาะสมของแต่ละสถานีสำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวัน และข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวันได้

(5) ตัวแปร NCEP ที่มีความสำคัญในการลดมาตราส่วนสภาพภูมิอากาศในระดับโลก ลงมาเป็นข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในระดับสถานีของกลุ่มน้ำชี และมูล ได้แก่ ตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับ 2 เมตร (temperature at 2 m, nceptempas) และความชื้นสัมพัทธ์จำเพาะที่ระดับพื้นผิว (surface specific humidity, ncepshumas) อย่างไรก็ตามในการจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และอุณหภูมิสูงสุดรายวันในทั้ง 2 กลุ่มน้ำ ยังคงจำเป็นต้องใช้ตัวแปรความเร็วลมในแนวตะวันออก-ตะวันตก ที่ระดับชั้นความดัน 500 เฮกโตปาสคาร์ล (500 hPa zonal velocity, ncepp5\_uas) รวมด้วย ส่วนการจำลองอุณหภูมิต่ำสุดรายวันนั้น ตัวแปรความเร็วลมในแนวตะวันออก-ตะวันตกที่ระดับชั้นความดัน 850 เฮกโตปาสคาร์ล (850 hPa zonal velocity, ncepp8\_uas) และตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับใกล้พื้นผิว (near surface relative humidity, nceprhumas) ควรจะต้องถูกนำมาพิจารณาในการจำลองด้วย

(6) แบบจำลอง SDSM ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับอธิบายอุณหภูมิในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและมูลสามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ในลุ่มน้ำทั้ง 2 ได้ เพราะลักษณะทางสถิติ [ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ที่ 75 กับควอร์ไทล์ที่ 25 และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95] ของข้อมูลอุณหภูมิลักษณะที่ได้จากแบบจำลอง SDSM และของข้อมูลอดีตมีความสอดคล้องต้องกันพอสมควร ทั้งจากช่วงเปรียบเทียบ และช่วงสอบความสมเหตุสมผล

(7) จากการใช้แบบจำลอง HadCM3 ภายใต้ภาพฉาย HadCM3A2 และ HadCM3B2 จำลองอุณหภูมิในปี ค.ศ.1991-2001 แล้วเปรียบเทียบกับลักษณะทางสถิติต่างๆ กับค่าข้อมูลอุณหภูมิต่ออดีต พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและมูล ทั้งภาพฉาย HadCM3A2 และ HadCM3B2 ให้ลักษณะทางสถิติของข้อมูลอุณหภูมิดูเหมือนๆ กัน เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาพฉายทั้งสองใกล้เคียงกันมาก [อธิบายการแจกแจงความถี่ของค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ที่ 75 กับควอร์ไทล์ที่ 25 และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันได้พอใช้ แต่ไม่สามารถอธิบายสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของอุณหภูมิได้]

(8) จากการใช้ภาพฉาย HadCM3A2 และ HadCM3B2 เพื่อคาดการณ์สภาพอุณหภูมิในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้าของพื้นที่ลุ่มน้ำชี และมูล พบว่าค่าอุณหภูมิของข้อมูลอุณหภูมิต่อเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุดรายวันที่ภาพฉาย HadCM3A2 และ HadCM3B2 จำลองได้ในปี ค.ศ.2021-2040 มีลักษณะของอุณหภูมิที่ไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ภาพฉาย ทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและมูล ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสถิติต่างๆ สำหรับข้อมูลอุณหภูมิต่อเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน มีแนวโน้มของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจากอุณหภูมิสังเคราะห์ปี ค.ศ. 1991-2001 คือ อุณหภูมิมีแนวโน้มลดต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น แต่จะช้ากว่าอุณหภูมิสังเคราะห์ปี ค.ศ.1991-2001 ไปประมาณ 1 เดือน

## 7.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยที่ควรจะทำการศึกษาต่อในอนาคต เกี่ยวกับการพัฒนาเทคนิคการลดมาตราส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา มีดังนี้ คือ

(1) แบบจำลอง SDSM ที่วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการพัฒนา ไม่สามารถใช้ในอธิบายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ได้ ดังนั้นควรที่จะทำการศึกษาวิธีการแปลงข้อมูลอุณหภูมิจนเพื่อให้สามารถอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ได้ อีกทั้งยังต้องหาวิธีการการอธิบายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยนำเอาหลักการวิเคราะห์ทางอนุกรมมาใช้กับแบบจำลอง SDSM

(2) นำอุณหภูมิคาดการณ์ที่ได้ไปใช้เตรียมพร้อมรับปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากสภาวะโลกร้อนในอนาคต เช่น ใช้ค่าอุณหภูมิคาดการณ์เป็นตัวแปรในการคำนวณหาผลกระทบของปริมาณความต้องการน้ำของพืช เป็นต้น

(3) นำผลการคาดการณ์ของค่าอุณหภูมิที่ได้จากวิทยานิพนธ์นี้ ไปเปรียบเทียบกับผลของแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติอื่นๆ เช่น แบบจำลอง LARS-WG เป็นต้น

(4) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SDSM ในการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่อพื้นที่ลุ่มน้ำร่วมกัน

(5) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SDSM ในการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่อพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ ในประเทศไทย

(6) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SDSM กับแบบจำลอง GCM ทางเลือกอื่นๆ ในการจำลองอุณหภูมิต่ออนาคต