การคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทย: ผลการจำลองสภาพภูมิอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ศุภกร ชินวรรโณ[1]

บทคัดย่อ

การคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทย โดยการจำลองสภาพภูมิอากาศ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ เป็นการจัดทำการจำลองสภาพภูมิอากาศรายวัน ในอนาคตในช่วงคริสตศักราช 2010-2099 โดยเป็นการจำลองสภาพภูมิอากาศรายวันที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง และครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมด ตลอดจนประเทศข้างเคียง เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคนี้อันเนื่องจากผลจากภาวะโลกร้อน และเพื่อให้เกิดผลที่สามารถนำไปใช้ศึกษาต่อในเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบและภาคส่วนต่างๆ ในประเทศไทย รวมถึงผลกระทบต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นข้ามขอบเขตพรมแดนของประเทศไทยด้วย เพื่อที่จะได้นำไปสู่การศึกษาถึงภาวะเสี่ยงต่อความเดือดร้อนและแนวทางการปรับตัวต่อสถานการณ์อนาคตต่อไป

การจำลองสถานการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตนี้ เป็นการจำลองสภาพอากาศรายวันที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียด 0.22° หรือประมาณ 25x25 กม. โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) (http://precis.metoffice.com/) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย The Met Office Hadley Center for Climate Change ประเทศอังกฤษ และใช้ชุดข้อมูล Global dataset ECHAM4 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ โดยใช้รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นตามการคาดการณ์แบบ IPCC SRES A2 โดยมีผลสรุปขั้นต้นประกอบด้วยข้อมูลในช่วง ค.ศ. 1980-1989/ 2010-2039/2070-2099 ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต มีแนวโน้มที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย แต่พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิมนี้จะแผ่ขยายครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีหรือฤดูร้อนจะยืดยาวขึ้นมาก และในทางกลับกันพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีขอบเขตลดลงไปจากเดิมและระยะเวลาที่มีอากาศเย็นก็จะหดสั้นลงอย่างชัดเจนในอนาคต ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในด้านปริมาณและการกระจายตัวของพื้นที่ที่มีจำนวนฝนตกเพิ่มมากขึ้น แต่จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในแต่ละปีในเกือบทุกพื้นที่ยังคงใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมาในอดีต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะและความยาวนานของฤดูฝน ที่อาจจะเป็นไปได้ในอนาคตว่ายังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากที่เคยเป็นอยู่มากนัก หรืออาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยในอนาคตจะมีฤดูฝนที่ยังคงความยาวนานเท่าเดิม แต่ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของทุกพื้นที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งในอนาคตจะเพิ่มสูงขึ้นหรืออาจจะเรียกได้ว่าฝนที่ตกแต่ละครั้งจะตกหนักมากขึ้นกว่าที่เป็นมาในอดีต

---

[1] *ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้น เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่าที่จะสังเกตพบได้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศนั้นมีความแปรปรวนอยู่แล้วตามธรรมชาติ ดังนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นจึงจะต้องมองไปในอนาคตระยะยาว ซึ่งเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถทำการพยากรณ์สภาพอากาศอนาคตระยะยาวได้ อีกทั้งพลวัตของภาคส่วนต่างๆ ก็ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนได้มาก ดังนั้นแนวทางหนึ่งต่อการทำความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว คือ การดำเนินการศึกษาโดยการจำลองสภาพอนาคตขึ้นภายใต้สมมุติฐานหรือเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นบางประการ ทั้งนี้ การจำลองสภาพอากาศอนาคตที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในระดับภูมิภาคและระดับประเทศได้อย่างเหมาะสมนั้น จะต้องเป็นการคำนวณที่มีความละเอียดสูง ทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ซึ่งสภาพอากาศจำลองอนาคตในลักษณะดังกล่าวสำหรับประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นี้ ยังเป็นสิ่งที่ขาดแคลน และมีการดำเนินการในขอบเขตที่จำกัดมากในปัจจุบัน

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้รับความร่วมมือจาก The Met Office Hadley Center for Climate Change, United Kingdom ซึ่งเป็นหน่วยวิจัยทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศอังกฤษ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 โดยที่ทาง Hadley Center ได้ให้การสนับสนุนต่อทางศูนย์เครือข่ายฯ ในด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านทางการฝึกอบรมการใช้งานแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนการสนับสนุนด้าน software และชุดข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ (www.metoffice.gov.uk/research/hadleycentre/index.html)

การจำลองสถานการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตนี้ เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในโครงการ Climate Change in Southeast Asia and Assessment on Impact, Vulnerability and Adaptation on Rice Production and Water Resource ซึ่งเป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่าง ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์เครือข่ายฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้การสนับสนุนจากทางหน่วยงาน Asia-Pacific Network for Global Change Research (APN) ประกอบกับการดำเนินการภายใต้กรอบโครงการวิจัย “การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง” ซึ่งดำเนินการโดย ศูนย์เครือข่ายฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยเป็นการจำลองสภาพอากาศรายวันที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ความละเอียด 0.22° หรือประมาณ 25x25 กม. โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) (http://precis.metoffice.com) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Hadley Center ทำการจำลองสภาพอากาศ และเนื่องจากการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความละเอียดสูงนี้ เป็นงานที่ใช้เวลาคำนวณสูง

มาก ดังนั้นการดำเนินการจะเป็นการคำนวณโดยใช้ระบบ personal computer หลายระบบขนานกัน โดยที่จะนำผลที่ได้มาสรุปรวมกันอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้จะใช้ชุดข้อมูล Global dataset ECHAM4 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ โดยแบ่งช่วงเวลาในการคำนวณออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้ คือ

ส่วนที่ 1: การจำลองสภาพภูมิอากาศในช่วงปีฐาน เพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากการตรวจวัด งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการคำนวณสภาพอากาศรายวันของพื้นที่ประเทศไทยและประเทศข้างเคียงทั้งหมด ในช่วงเวลา 30 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 1960-1989 (ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ IPCC ใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)

ส่วนที่ 2: การจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคต เพื่อใช้วิเคราะห์ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้สภาวะโลกร้อน ในช่วงเวลา 90 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 2010-2099 ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตาม IPCC SRES Scenario A2 และ B2 (SRES, 2000)

แต่ผลที่จะสรุปในรายงานนี้เป็นเพียงผลสรุปขั้นต้นที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยประกอบด้วยข้อมูลในช่วง ค.ศ.1980-1989/2010-2039/2070-2099 ในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นตามการคาดการณ์แบบ IPCC SRES A2 แต่เพียงอย่างเดียว

วิธีการและขั้นตอนการดำเนินงาน

วิธีที่ใช้ในการคาดหมายการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางภูมิอากาศในอนาคต ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้แบบจำลองระบบภูมิอากาศของโลก (Global Climate Models: GCMs) ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่รวมเอาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาของบรรยากาศและสมุทรศาสตร์เข้าไว้ในกระบวนการคำนวณ แต่ส่วนใหญ่ของการจำลองระบบภูมิอากาศของโลกที่ดำเนินการในปัจจุบันนี้มีความละเอียดต่ำ โดยทำการคำนวณเป็นตารางขนาดประมาณด้านละ 2-3° (ประมาณ 200-300 กม.) เนื่องจากใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์สูงมาก ทำให้ไม่สามารถนำผลที่ได้มาอธิบายถึงลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของภูมิภาค หรือประเทศขนาดเล็กที่มีพื้นที่ไม่มาก ดังนั้น การที่จะศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่งหรือประเทศใดประเทศหนึ่ง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีกระบวนการในการเพิ่มความละเอียดของการคำนวณ หรือเรียกว่ากระบวนการ “Downscale” ซึ่งมีหลายวิธีการ แต่ที่ได้นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นวิธีการทางพลศาสตร์ ซึ่งเป็นการรวบรวมเอาความรู้ทางด้านพลศาสตร์ฟิสิกส์ของบรรยากาศเพื่อจำลองสภาวะภูมิอากาศแบบเดียวกับที่ใช้ใน GCMs มาสร้างเป็นแบบจำลองระดับภูมิภาค โดยให้บรรยากาศได้มีปฏิสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ที่จะศึกษาในเชิงภูมิอากาศ การ Downscale ด้วยวิธีนี้จะเป็นการคำนวณด้วยแบบจำลอง 2 ครั้ง ได้แก่ การคำนวณด้วย GCMs เพื่อให้ได้ผลเพื่อใช้ศึกษาในภาพกว้าง สร้างเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) และข้อมูลในบริเวณพื้นที่ขอบ (Boundary Condition) ให้กับการคำนวณด้วยความละเอียดที่สูงขึ้นในพื้นที่เฉพาะที่จะศึกษาต่อไป (IPCC, 2007)

แบบจำลองความละเอียดสูงที่ใช้คำนวณในพื้นที่เฉพาะ จะมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCMs) ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิอากาศที่มีความละเอียดสูงในพื้นที่ขนาดจำกัด ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับพื้นที่ขนาดประมาณไม่เกิน 5,000x5,000 กม. ด้วยความละเอียดในทางราบประมาณ 25-50 กม. สร้างบนพื้นฐานของกระบวนการทางฟิสิกส์ของบรรยากาศที่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางภูมิอากาศ เช่น เมฆ การแผ่รังสี ฝน ระบบน้ำและดิน ซึ่งบางกระบวนการที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กกว่าขนาดของกริดที่ใช้ในการคำนวณ จะถูกแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เรียกว่า “Parameterization” โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางด้านพื้นที่และเวลาเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ย่อยๆ ของการคำนวณนำไปสู่การไหลเวียนในพื้นที่ขนาดใหญ่ต่อไป

เมื่อ RCMs ได้รับข้อมูลเงื่อนไขเริ่มต้นและข้อมูลพื้นที่ขอบจาก GCMs ก็จะนำไปคำนวณใหม่อีกครั้งบนพื้นฐานทางกายภาพของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา โดยมีรายละเอียดต่างๆ มากยิ่งขึ้นเช่น ลักษณะของเส้นขอบฝั่ง ลักษณะทางภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์จากพื้นดิน ชนิดของวัสดุที่ปกคลุมดิน ฯลฯ ด้วยสมการและเงื่อนไขทางพลศาสตร์ฟิสิกส์เหมือนกับที่ใช้ใน GCMs ข้อเสียของการ Downscale ด้วยวิธีนี้ได้แก่ ความสิ้นเปลืองทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณ ถ้าการคำนวณมีความละเอียดสูงขึ้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณแต่ละครั้งก็จะยิ่งยาวนานขึ้น และความผิดพลาดที่สืบทอดมาจากผลการคำนวณใน GCMs ที่มีกริดของการคำนวณขนาดใหญ่ทำให้ RCMs ไม่สามารถแสดงถึงลักษณะเฉพาะของพื้นที่ในการคำนวณได้ดีเพียงพอ รวมถึงการคำนวณ RCMs แต่ละครั้งมีความต้องการข้อมูลตั้งต้นเป็นจำนวนมากจาก GCMs ทำให้มีปัญหาในเรื่องของการจัดการฐานข้อมูลในระดับหนึ่งด้วย (Jones *et al*., 2004)

แบบจำลองเชิงตัวเลข PRECIS

เป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (RCM) ที่ใช้ในการ downscale สภาพภูมิอากาศอนาคตในครั้งนี้ แบบจำลองนี้เป็นผลจากการพัฒนาโดย The Met Office Hadley Centre for Climate Change ประเทศอังกฤษ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกพื้นที่ทั่วโลก โดยคำนวณได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประสิทธิภาพสูง เพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศต่างๆ ที่มีความประสงค์จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภูมิภาคตัวเอง โดยมีพื้นฐานการพัฒนามาจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาครุ่นที่ 3 ของ Hadley Centre โดยเน้นการพัฒนาไปที่ความสะดวกของการใช้งานและการแสดงผลแก่ผู้ใช้ (http://precis.metoffice.com) (Jone *et al*., 2004)

รายละเอียดทางเทคนิคของ PRECIS

การจำลองบรรยากาศภายในแบบจำลองประกอบด้วย

1. พลศาสตร์ ประกอบด้วย การจำลองการไหลเวียนของบรรยากาศในทางอุตุนิยมวิทยาและเทอร์โมไดนามิกของบรรยากาศ รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นบริเวณผิวพื้น และการรบกวนการไหลเวียนของบรรยากาศเนื่องจากอิทธิพลของความสูงของพื้นที่

2. วัฏจักรของซัลเฟอร์ในบรรยากาศ พิจารณาการกระจายตัวและช่วงชีวิตของผงซัลเฟตในบรรยากาศ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความหนาแน่นและปริมาณการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์

3. เมฆและหยาดน้ำฟ้า พิจารณาการเกิดเมฆก่อตัวทางตั้งและเมฆแผ่นขนาดใหญ่จากผลของหยาดน้ำฟ้ารวมถึงปริมาณรังสีที่บรรยากาศได้รับ

4. กระบวนการในการรับและแผ่รังสี ภายในแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น ความหนาแน่น คุณสมบัติของก๊าซในบรรยากาศ ความหนาแน่นของซัลเฟต ฝุ่นควันแขวนลอยในบรรยากาศ เมฆ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณรังสีที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของปี

5. คุณสมบัติของพื้นดิน พิจารณาถึงการปกคลุมดินในแง่ผลกระทบต่อการไหลเวียนของอากาศ การรับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ หยาดน้ำฟ้า การปลดปล่อยพลังงานความร้อนและความชื้นกลับสู่บรรยากาศ การไหลบ่าของน้ำที่เกิดจากฝน อุณหภูมิตามความลึกของดิน ความสามารถในการรองรับและการดูดซึมน้ำ

ผลการคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทย โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS นี้ ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนมาก แต่จะขอยกที่สำคัญบางส่วนมากล่าวโดยสรุปพอเป็นสังเขปคือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายปี รวมทั้งระยะเวลาที่มีอากาศร้อนและเย็นในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีและจำนวนวันที่มีฝนตกในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย ดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด โดยแยกพิจารณาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในรอบ 10 ปี และจำนวนวันที่มีอากาศร้อนคือ จำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดมากกว่าหรือเท่ากับ 35°เซลเซียส

ในช่วงต้นศตวรรษจนถึงปลายทศวรรษที่ 2030 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยไม่ได้เพิ่มขึ้นไปจากเดิมในช่วงปลายศตวรรษก่อน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ระหว่าง 34-36°เซลเซียส แต่พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงดังกล่าวจะแผ่ขยายครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้น โดยจะขยายจากเดิมซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะที่ราบภาคกลางฝั่งตะวันตก เช่น สุพรรณบุรี อุทัยธานี กำแพงเพชร และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน และในช่วงปลายศตวรรษอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตลอดทั้งปีจะเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน

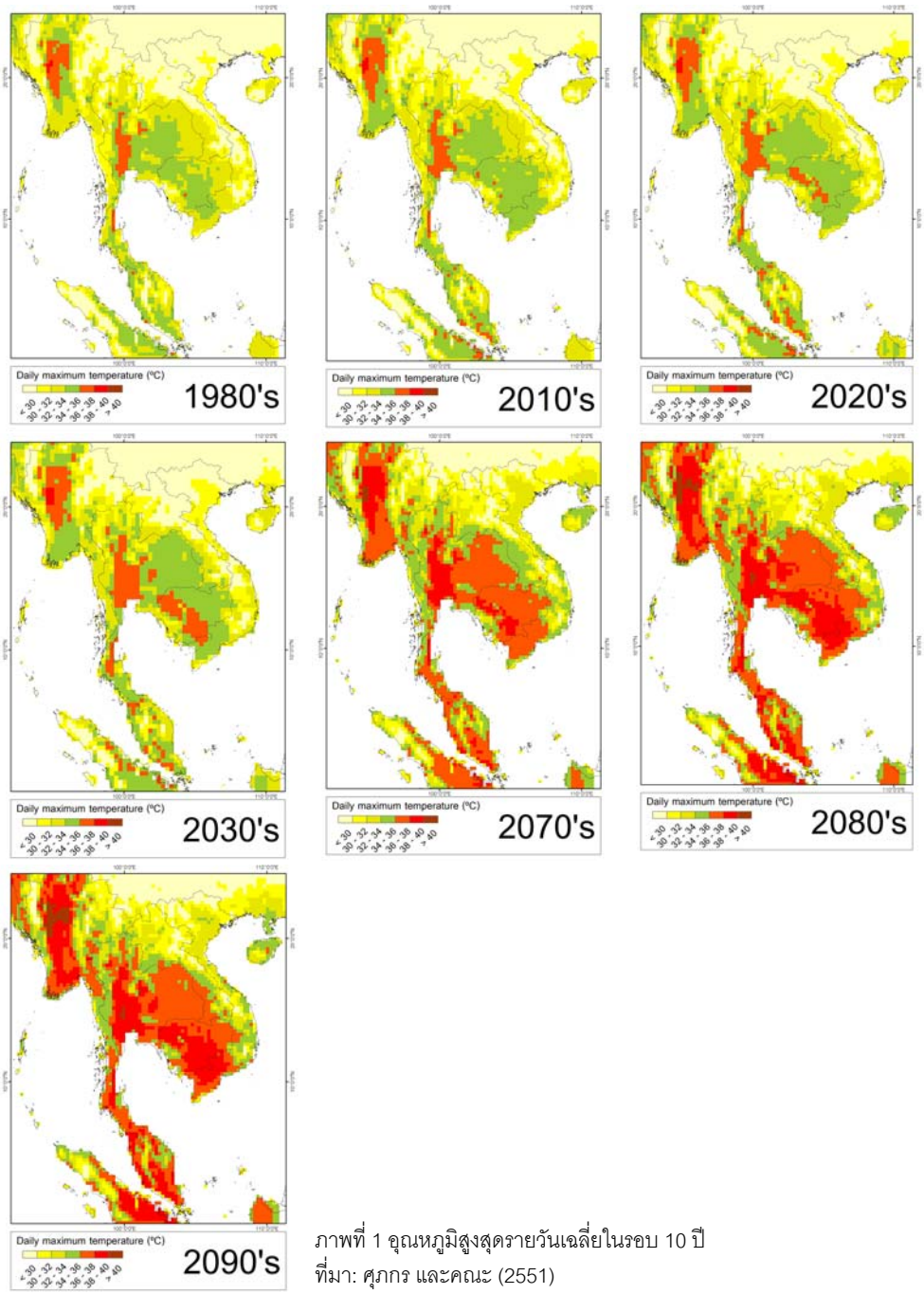
ประมาณ 2-4°เซลเซียส ไปอยู่ที่ 38-40°เซลเซียส และขยายขอบเขตออกไปปกคลุมพื้นที่ประเทศไทยเกือบทั้งหมด ซึ่งสามารถแสดงผลสรุปได้ ดังภาพที่ 1

ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีนั้น ผลสรุปแสดงให้เห็นว่า ในช่วงปลายศตวรรษที่ผ่านมา บริเวณที่มีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนร้อนมากที่สุด อยู่ในบริเวณภาคกลาง และตอนกลางของภาคใต้ โดยมีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนร้อนยาวนานถึง 7-8 เดือน/ปี แต่ในช่วงต้นศตวรรษนี้ผลจากการคาดหมายแสดงให้เห็นว่าฤดูร้อนจะยืดยาวขึ้น ในช่วงปลายทศวรรษที่ 2030 ภาคกลางทั้งหมด รวมถึงบางส่วนของภาคใต้จะมีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนนานกว่า 8 เดือน กระทั่งถึงปลายศตวรรษ พื้นที่ตั้งแต่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มากกว่า 90% ของภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้จะมีฤดูร้อนที่ยาวนานกว่า 8 เดือน ดังที่จะแสดงในภาพที่ 2

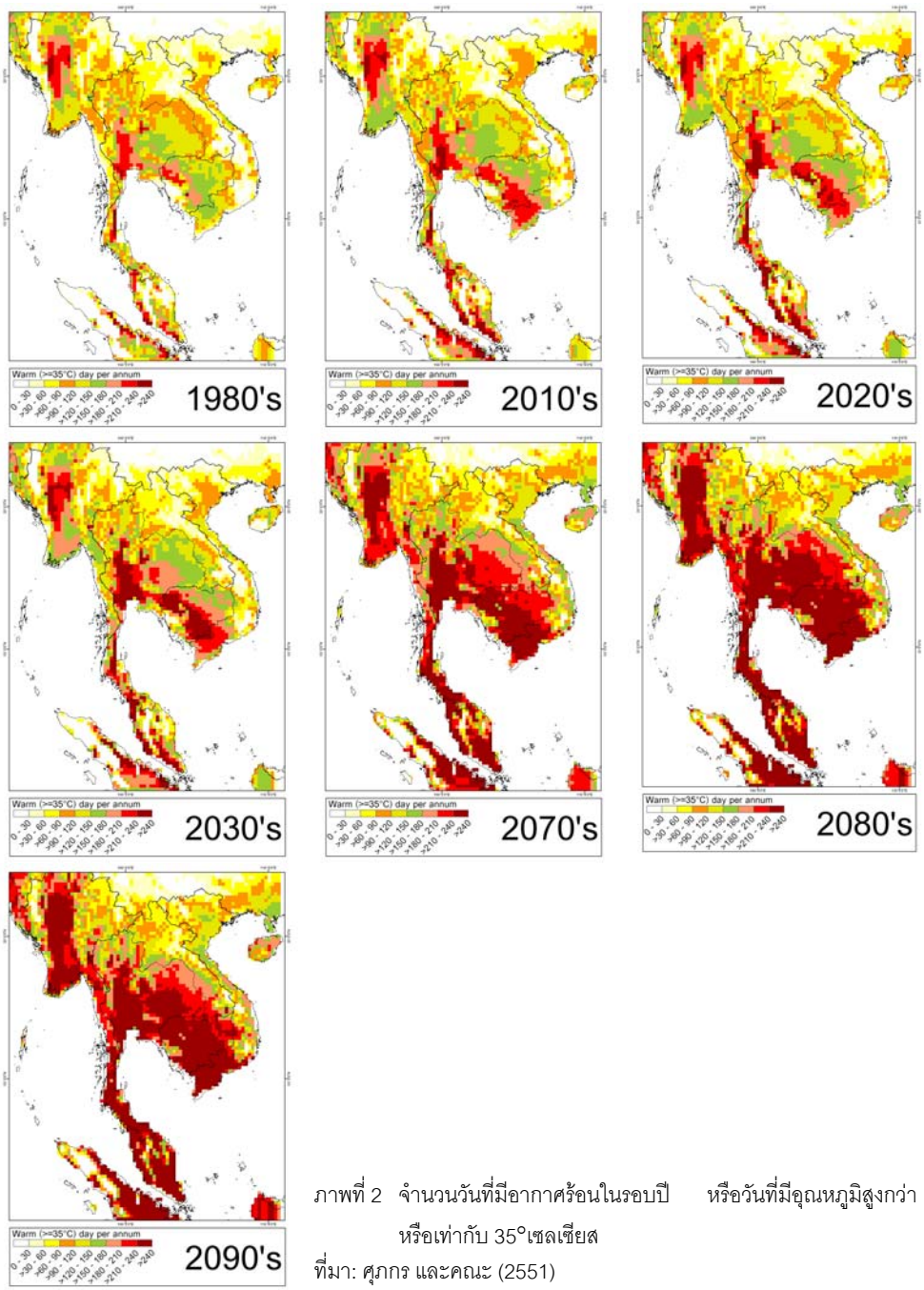
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำสุด โดยแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ยในรอบ 10 ปี และจำนวนวันที่มีอากาศเย็นในรอบปี คือ วันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่า 16°เซลเซียส

ในช่วงปลายศตวรรษก่อน อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทย อยู่ในช่วง 22-24° เซลเซียส ในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง-ภาคตะวันออก ส่วนในบริเวณภาคเหนืออยู่ในช่วงประมาณ 18-22°เซลเซียส ช่วงต้นศตวรรษนี้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยจะมีแนวโน้มสูงขึ้นจนถึงปลายทศวรรษที่ 2030 ในพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ จะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมากกว่า 24°เซลเซียส ส่วนในภาคเหนืออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยยังคงอยู่ในเกณฑ์ 18-22°เซลเซียส แต่พื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะลดลงไปจากเดิมอย่างชัดเจน กระทั่งถึงปลายศตวรรษมากกว่า 90% ของพื้นที่ของประเทศไทยจะมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมากกว่า 24°เซลเซียส ซึ่งสามารถแสดงผลสรุปได้ ดังภาพที่ 3

ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศเย็นในรอบปีนั้น ในช่วงปลายศตวรรษที่ผ่านมา พื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีจำนวนวันที่อุณภูมิต่ำกว่า 16°เซลเซียส ยาวนานที่สุดประมาณ 2-2.5 เดือน จนกระทั่งถึงในช่วงต้นศตวรรษนี้จำนวนวันที่มีอากาศเย็นในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ก็ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก โดยยังคงมีพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16°เซลเซียส ยาวนานกว่า 2 เดือน ปรากฏให้เห็นอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ การหดสั้นลงของจำนวนวันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16°เซลเซียส เริ่มเห็นได้อย่างชัดเจนขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 2070 โดยทางตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16°เซลเซียส เพียง 10 วัน ถึง 1 เดือน เท่านั้น จนกระทั่งถึงช่วงปลายศตวรรษนี้พื้นที่ที่ปรากฏอุณหภูมิต่ำกว่า 16°เซลเซียส จะเหลือเพียงบางส่วนของภาคเหนือตอนบนและเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณไม่เกิน 1 เดือน เท่านั้น ดังที่จะแสดงในภาพที่ 4

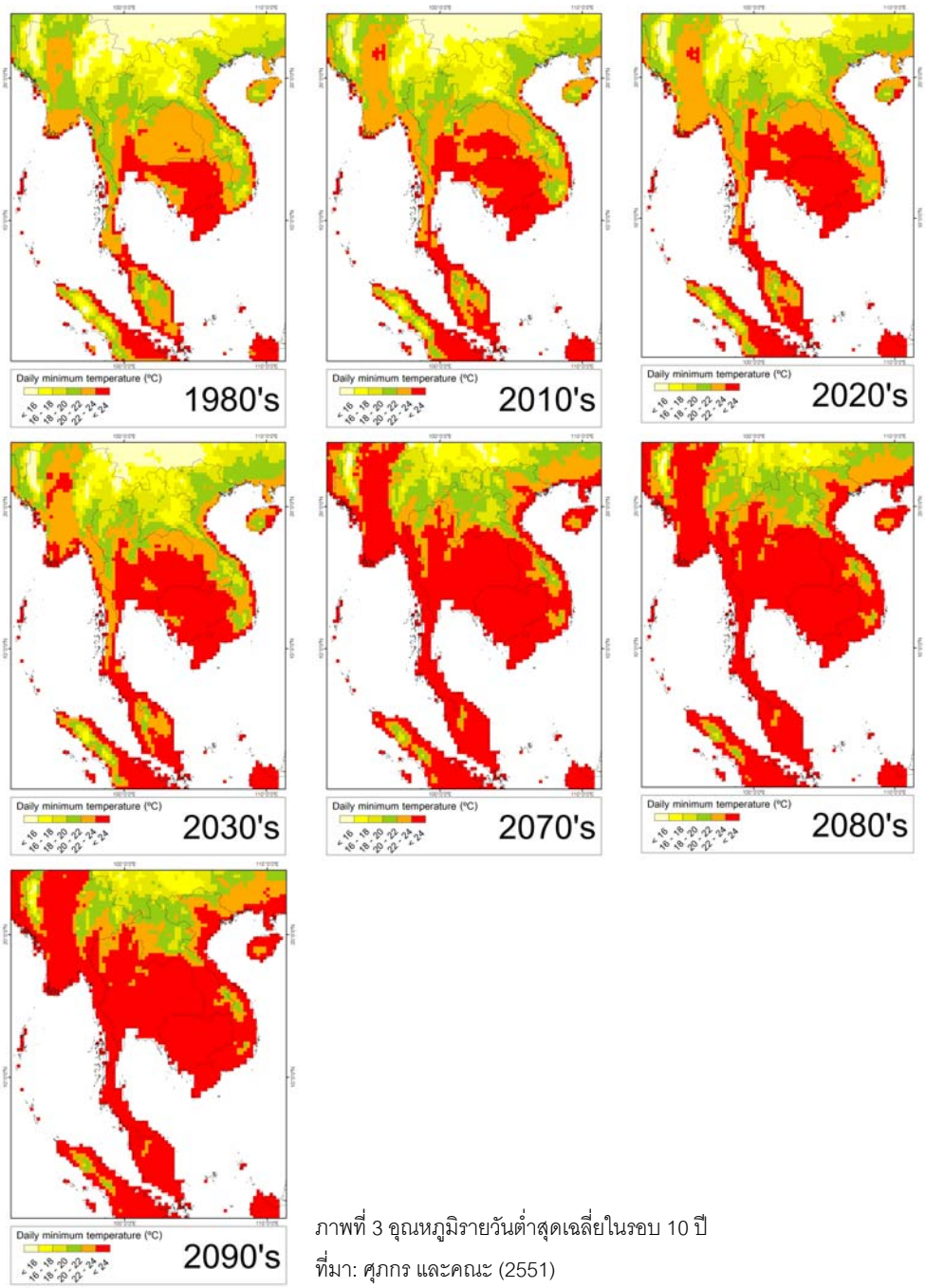


ภาพที่ 1 อุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยในรอบ 10 ปี
ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)

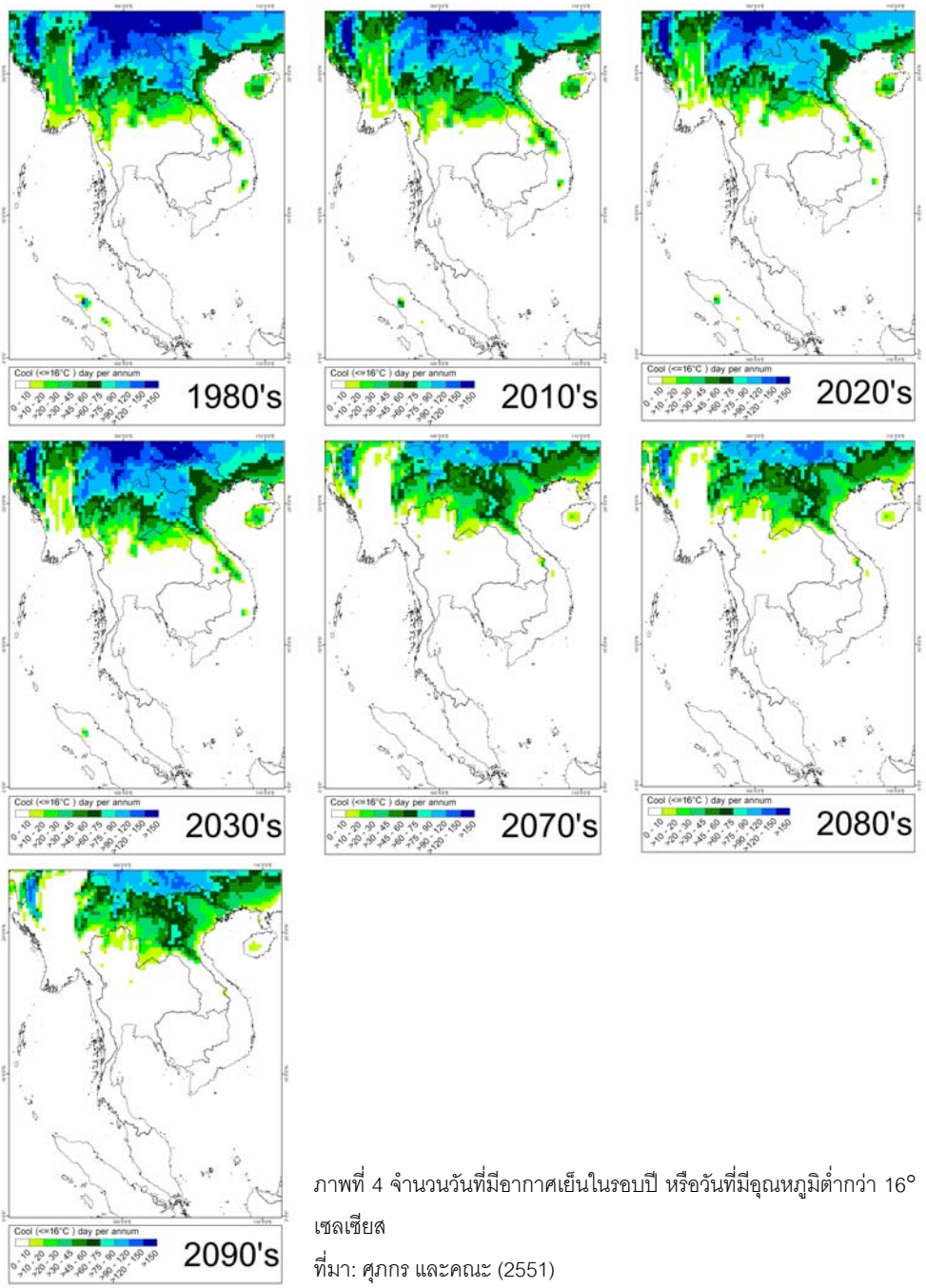


ภาพที่ 2 จำนวนวันที่มีอากาศร้อนในรอบปี หรือวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหรือเท่ากับ 35°เซลเซียส

ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)



ภาพที่ 3 อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยในรอบ 10 ปี
ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)



ภาพที่ 4 จำนวนวันที่มีอากาศเย็นในรอบปี หรือวันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16° เซลเซียส

ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน โดยแยกพิจารณาเป็น 2 ส่วนได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสะสมในรอบ 1 ปี เฉลี่ยทุก 10 ปี และจำนวนวันที่ฝนตกในรอบ 1 ปีเฉลี่ยทุก 10 ปี ผลสรุปการคำนวณแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ในทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในด้านปริมาณและการกระจายตัวของพื้นที่ที่มีจำนวนฝนตกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปลายศตวรรษ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ ดังภาพที่ 5

ในส่วนของจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี ซึ่งใช้เกณฑ์การพิจารณาในรายงานฉบับนี้ คือ วันที่มีฝนตกเกินกว่า 3 มม.ขึ้นไป โดยผลสรุปจากการคำนวณแสดงให้เห็นว่า จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในแต่ละปีในเกือบทุกพื้นที่ยังคงใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมาในอดีต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะและความยาวนานของฤดูฝนที่อาจจะเป็นไปได้ในอนาคตว่า ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากที่เคยเป็นอยู่มากนัก ดังที่จะแสดงในภาพที่ 6

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนทั้ง 2 ชุด แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยในอนาคตจะมีฤดูฝนที่ยังคงความยาวนานเท่าเดิม แต่ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของทุกพื้นที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งในอนาคตจะเพิ่มสูงขึ้นหรืออาจจะเรียกได้ว่าฝนที่ตกแต่ละครั้งจะตกหนักมากขึ้นกว่าที่เป็นมาในอดีต ซึ่งหมายถึงความเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วมฉับพลัน น้ำหลาก และภัยธรรมชาติที่จะเกิดตามมาจากอุทกภัยอีกหลายชนิด

สรุปผลและวิจารณ์

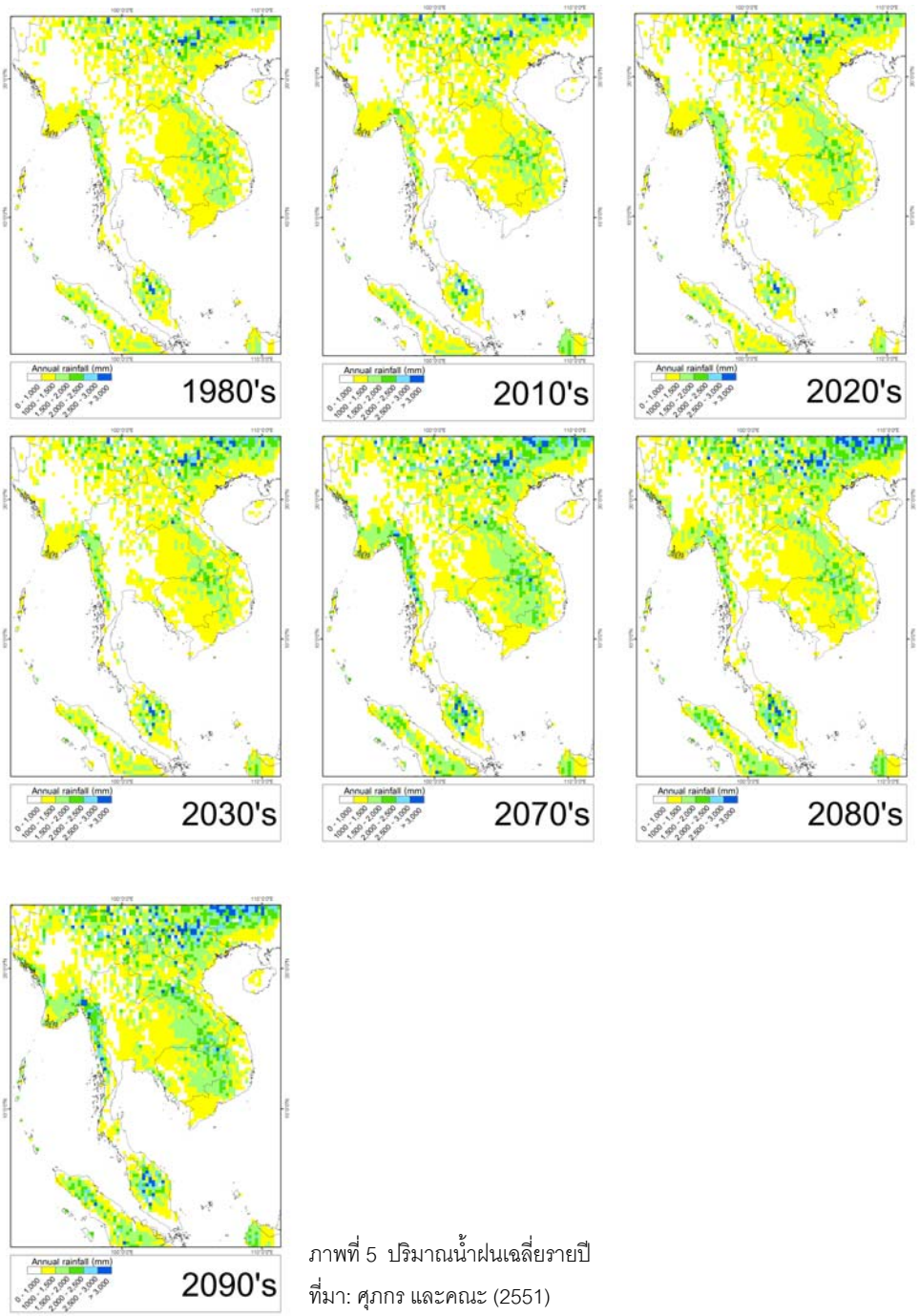
จากการดำเนินงานมาจนถึงปัจจุบันแบบจำลองเชิงตัวเลข PRECIS สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีกับเครื่องมือที่มีอยู่ สามารถให้ผลการคาดหมายลักษณะภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นไปจนถึงปลายศตวรรษนี้ได้ โดยสามารถแสดงให้เห็นข้อมูลถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดในประเทศไทยในอนาคตได้ดังนี้

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ในช่วงประมาณ 30 ปีข้างหน้านี้ พื้นที่ร้อนจัด กล่าวคือ พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนสูงกว่า 44°เซลเซียส จะขยายจากเดิมซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะที่ราบภาคกลางฝั่งตะวันตก เช่น สุพรรณบุรี อุทัยธานี กำแพงเพชร และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จะขยายครอบคลุมพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทั้งหมด รวมทั้งพื้นที่ระหว่างหุบเขาในภาคเหนือ ในขณะที่พื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งหมด อุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนจะยังคงไม่เพิ่มขึ้นมากนัก แต่จำนวนวันที่ร้อนกว่า 35°เซลเซียส จะยังไม่เพิ่มขึ้นมานัก ยกเว้นบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันตอนล่าง ซึ่งจำนวนวันร้อนจะมากขึ้นจากปัจจุบันที่มี 120-150 วัน เป็น 180-210 วัน ส่วนพื้นที่ที่จะยังคงมีอากาศเย็นจัดหรือมีอุณหภูมิต่ำกว่า 6°เซลเซียส ในฤดูหนาว จะลดลงอย่างมากโดยจะเหลือเพียงบริเวณเทือกเขาสูงในภาคเหนือตอนบนเท่านั้น ในขณะที่พื้นที่ จ.เพชรบูรณ์ และ จ.เลย ซึ่งเคยมีอากาศเย็นจัดในฤดูหนาวก็แทบจะไม่มีโอกาสมีอุณหภูมิต่ำกว่า 6°เซลเซียส อีกต่อไป รวมทั้งพื้นที่ที่มี

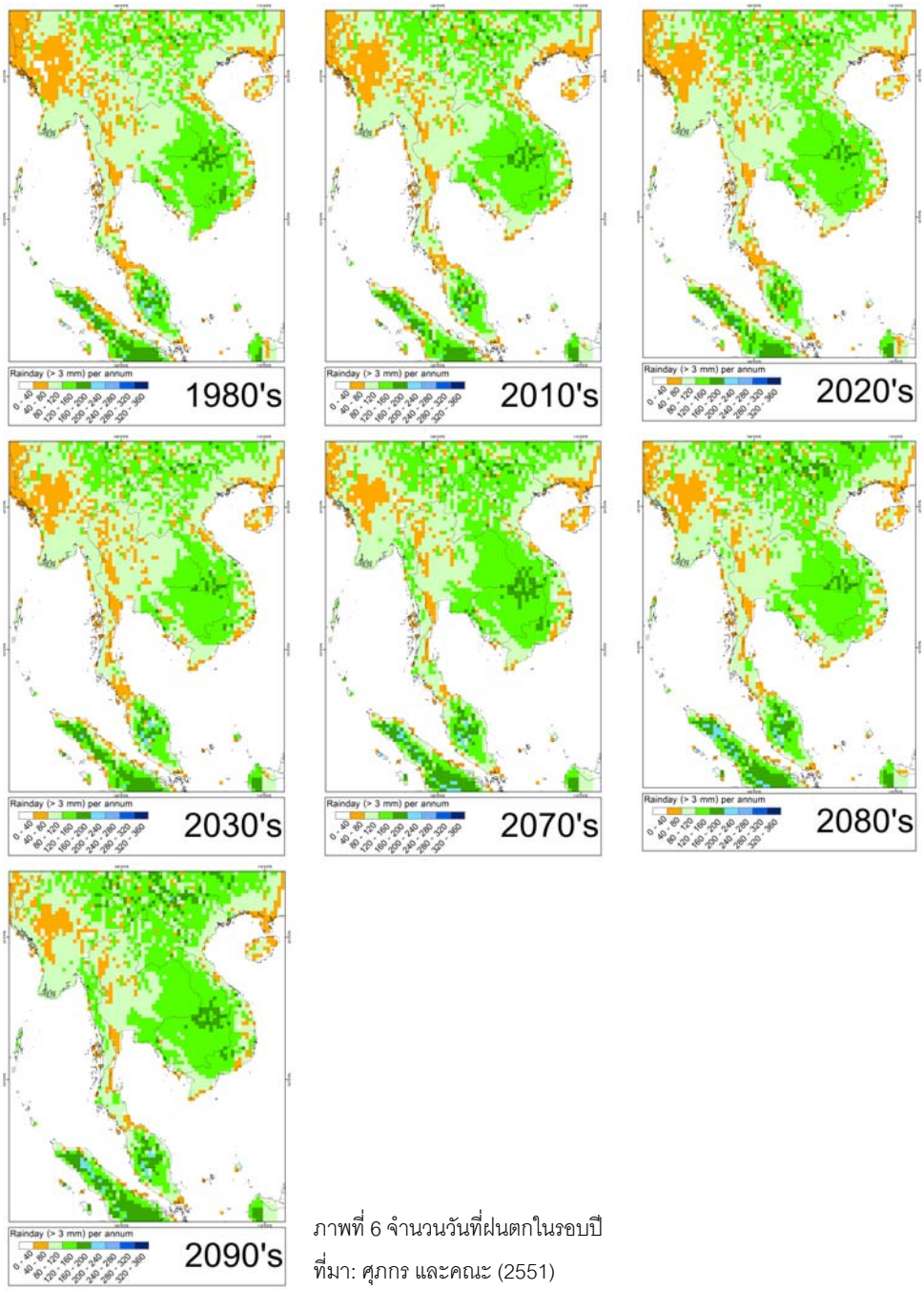
จำนวนวันที่เย็นกว่า 15°เซลเซียส มากกว่า 60 วัน/ปี ก็จะเหลือเฉพาะบริเวณพื้นที่ชายแดนในภาคเหนือที่ต่อกับสหภาพพม่า และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวเท่านั้น สำหรับพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ในส่วนที่เป็นพื้นที่เขาจะเหลือจำนวนวันที่เย็นกว่า 15° เซลเซียส ประมาณ 30-60 วัน/ปี และที่เป็นพื้นที่ราบจะเหลือจำนวนวันที่เย็นกว่า 15°เซลเซียส เพียงไม่เกิน 30 วัน/ปี ในขณะพื้นที่ที่เหลือของประเทศจะแทบไม่มีวันที่เย็นกว่า 15°เซลเซียส และสำหรับพื้นที่ภาคกลางและชายฝั่งภาคตะวันออก จะมีอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 15-18°เซลเซียส ในขณะที่ในภาคใต้ส่วนใหญ่จะอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 18-21°เซลเซียส แต่บางพื้นที่ที่อยู่ติดชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะฝั่งอันดามันจะมีอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวที่ไม่เย็นไปกว่า 24°เซลเซียส

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ในช่วง 60-90 ปีข้างหน้า จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของประเทศได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น กล่าวคืออุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวของประเทศจะอยู่ที่ประมาณ 9-12°เซลเซียส และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะแทบไม่เหลือวันที่เย็นกว่า 15°เซลเซียส เลย ยกเว้นบริเวณเทือกเขาบางแห่งในภาคเหนือตอนบนที่ยังคงมีวันที่เย็นกว่า 15°เซลเซียส เหลืออยู่บ้าง 10-20 วัน/ปี พื้นที่ภาคใต้โดยเฉพาะภาคใต้ตอนล่างจะไม่เหลือวันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 27°เซลเซียส อีกต่อไป ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดในช่วงร้อนจัดอาจจะสูงถึงกว่า 44°เซลเซียส และจำนวนวันที่ร้อนกว่า 35°เซลเซียส จะมีมากกว่า 210 วัน/ปี เกือบทั้งภาค สำหรับพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่นั้น ก็จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นกว่าปัจจุบันประมาณ 2-3°เซลเซียส และจะมีช่วงเวลาที่ร้อนกว่า 35°เซลเซียส เพิ่มจาก 120-180 วัน/ปี ในปัจจุบันเป็น 210-300 วัน/ปี ส่วนพื้นที่ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงอุณหภูมิน้อยที่สุดคือ บริเวณชายทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ซึ่งจะมีอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนที่คล้ายคลึงกับในปัจจุบันแต่ช่วงวันร้อนจะยาวขึ้น 30-60 วัน และอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวจะสูงขึ้น 2-3°เซลเซียส

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนนั้นพบว่า ในระยะเวลาประมาณ 30 ปีข้างหน้านี้ ปริมาณฝนรวมรายปีในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศจะใกล้เคียงกับในปัจจุบัน ยกเว้นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่จะมีฝนมากขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่พื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันจะมีปริมาณฝนน้อยลงบ้าง แต่ความแปรปรวนของปริมาณฝนรายปีจะเพิ่มมากขึ้นกว่าในปัจจุบัน แต่ในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษนี้ จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของฝนจะค่อนข้างชัดเจน กล่าวคือปริมาณฝนรวมจะเพิ่มขึ้นเกือบทั้งประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันตกที่อาจจะเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าจากในปัจจุบัน ในขณะที่จำนวนวันฝนตกไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก พื้นที่ฝั่งตะวันตกของประเทศไทยบริเวณ จ.กาญจนบุรี มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฝนน้อยลงค่อนข้างมาก และมีช่วงเวลาฝนตกที่สั้นลงเล็กน้อย



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี
ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)



ภาพที่ 6 จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี
ที่มา: ศุภกร และคณะ (2551)

อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการคำนวณในชั้นนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองในช่วงปี ค.ศ. 1980-1989 ในบางจุดที่มีตำแหน่งใกล้เคียงกับสถานีตรวจอากาศของประเทศไทย ที่มีข้อมูลอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยเลือกสถานีให้มีการกระจายตำแหน่งที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศให้สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ในแต่ละภาคทางอุตุนิยมวิทยาได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน-ตอนล่าง และภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามัน รวม 24 สถานี โดยได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูล 3 ชนิด คือ ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือน ทั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

ผลการคำนวณจากแบบจำลอง สามารถแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามฤดูกาลได้เป็นอย่างดี โดยมีช่วงเวลาในการเกิดช่วงที่ร้อนที่สุดและเย็นที่สุดของปีใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศ แต่พบความคลาดเคลื่อนในลักษณะที่ผลจากแบบจำลองให้ค่าอุณหภูมิสูงสุดมากกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดของปี และในพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน โดยในช่วงเวลาและพื้นที่ดังกล่าวแบบจำลองให้ผลการคำนวณค่าอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าความเป็นจริงอยู่ประมาณ 4-6°เซลเซียส แต่ในส่วนของอุณหภูมิต่ำสุดนั้น แม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนบ้าง แต่ผลการคำนวณจากแบบจำลองก็จัดว่าเป็นที่น่าพอใจ

ในส่วนของการคาดการณ์ปริมาณฝนพบว่า ผลการเปรียบเทียบแม้ว่าแบบจำลองจะแสดงให้เห็นถึงการเกิดฤดูกาลได้อย่างชัดเจน โดยมีการแสดงให้เห็นถึงช่วงที่เป็นฤดูฝนและฤดูแล้งของแต่ละปี แต่ความคลาดเคลื่อนที่พบจากการเปรียบเทียบในเรื่องของช่วงเวลาการเกิดฝนและช่วงเวลาที่ฝนทิ้งช่วงก็ยังคงปรากฏให้เห็นในบางสถานี โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ส่วนความคลาดเคลื่อนในเรื่องของปริมาณก็ยังปรากฏให้เห็นโดยผลที่ได้จากแบบจำลองส่วนใหญ่ให้ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าความเป็นจริงค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ติดชายฝั่งและคาบสมุทรบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ จะนำไปสู่ขั้นตอนการปรับผลที่ได้จากการคำนวณในขั้นต้นนี้ กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ที่มีอยู่แล้ว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า “Rescale” ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ต้องการของข้อมูลอ้างอิง จากฐานข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลมายาวนานเพียงพอ และมีการกระจายตัวของข้อมูลในเชิงพื้นที่อยู่ในพื้นที่คำนวณอย่างสม่ำเสมอ

2. หาค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันของผลการคำนวณจากแบบจำลอง ในพิกัดเดียวกันกับที่มีข้อมูลอ้างอิงในช่วงเวลาเดียวกัน

3. นำค่าเฉลี่ยใน 1 และ 2 มาหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อปรับข้อมูลทั้ง 2 ชุดเข้าหากัน ในแต่ละจุด

4. นำค่าสัมประสิทธิ์ของทุกจุดมา Interpolate ด้วยวิธีการทาง GIS ไปยังทุกจุดของการคำนวณของแบบจำลอง

5. นำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ในแต่ละกริดมาเป็นค่าอ้างอิงและนำไปดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผลที่ได้จากแบบจำลองทั้งหมด

ผลที่ได้จากการปรับแก้นี้ จะมีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการตรวจวัดมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่างๆ ได้แก่ การศึกษา และวิเคราะห์ทางด้านผลกระทบในการเกษตรในอนาคต นอกจากนี้ ยังทำให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิอากาศ ซึ่งสามารถนำไปสู่การวางแผนเตรียมการในด้านต่างๆ เช่น การเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับภัยธรรมชาติอย่างอุทกภัย หรือการจัดการลุ่มน้ำ ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

อย่างไรก็ดี การคาดการณ์นี้ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงในอนาคตภายใต้เงื่อนไขชุดหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะต้องมีการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในหลายๆ แนวทางภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่งในประเทศไทยก็ได้มีการดำเนินการอยู่บ้างแล้วในปัจจุบัน และคาดว่าจะมีผลงานวิจัยเผยแพร่ออกมามากขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้

เอกสารอ้างอิง

ศุภกร ชินวรรโณ, วิริยะ เหลืองอร่าม และ สุธาทิพย์ หาญพิชิตวณิชย์. 2551. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการ “การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง” เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Jones, R.G., M. Noguer, D.C. Hassell, D. Hudson, S.S. Wilson, G.J. Jenkins and J.F.B. Mitchell. 2004. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS, Met Office Hadley Centre, Exeter, UK.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

SRES, 2000. IPCC Special Report on Emission Scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.