

บทที่ 3

สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย

บทนี้แนะนำสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในโลก การเปลี่ยนแปลงและการแปรปรวนสภาพภูมิอากาศของไทยที่ผ่านมาและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยต่อไปในอนาคต

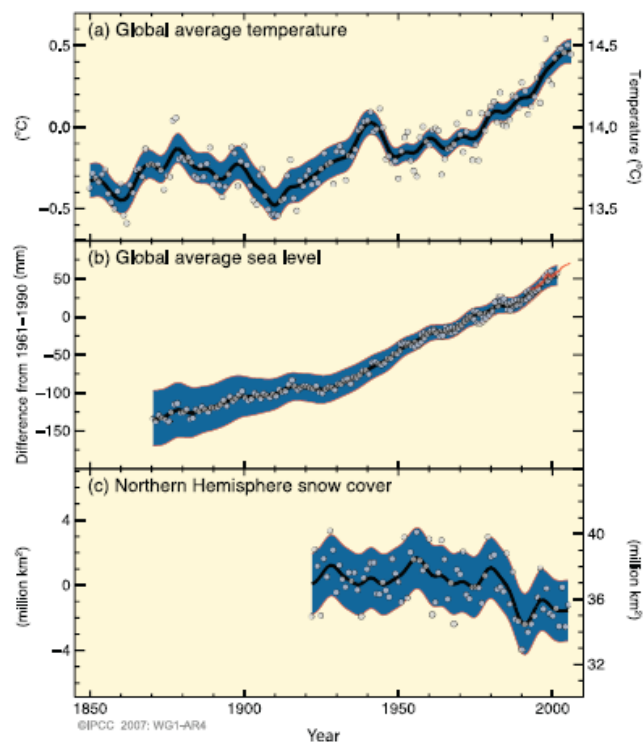
3.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) หมายถึง สถานการณ์ที่สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ใดๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากเดิมเป็นช่วงเวลานาน(ไม่ต่ำกว่า 30 ปี)หรืออย่างถาวร ไม่ว่าจะเป็นแนวโน้มของสภาพอากาศ ค่าเฉลี่ย ค่าการแกว่ง เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากข้อมูลสภาพอากาศที่มีการตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ จากหลายๆ พื้นที่ในโลก เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกทั้งบนพื้นดินและในทะเล ที่มีค่าสูงขึ้นถึงประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสในศตวรรษที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 9 ถึง 20 เซนติเมตร หรือแม้แต่การที่น้ำแข็งขั้วโลกและเทือกเขาสูงในหลายๆ แห่งมีการหลอมละลายอย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ณ ปีฐาน จำนวน 30 ปี (ค.ศ. 1961 ถึง ค.ศ. 1990) ดังแสดงในรูปที่ 3-1 (IPCC, 2007)

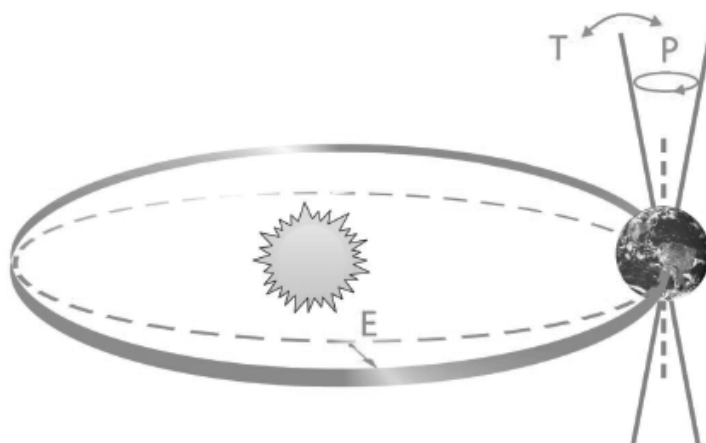
ในความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีระยะเวลายาวนานนี้ ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีต โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของ 3 ปัจจัยหลัก (Imbrie, 1986; ธนวัฒน์ 2550) ได้แก่ (1) วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงขนาดความรี ด้วยคาบการเกิดเฉลี่ยประมาณ 1 แสนปี (2) การส่ายของแกนหมุนของโลกในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 2 หมื่นปี และ (3) การเปลี่ยนองค์ประกอบของแกนหมุนของโลกระหว่าง 22.6-24.2 องศา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 4 หมื่นปี (ดังแสดงในรูปที่ 3-2) ปัจจัยทั้งสามดังกล่าวทำให้พื้นที่ต่างๆ ในโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป และส่งผลให้สภาพภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยดังกราฟของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่แสดงในรูปที่ 3-3 ในช่วงระยะเวลา 1.6 แสนปีที่ผ่านมานี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า สภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุดครั้งล่าสุดเกิดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลต่างๆ ข้างต้น นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอื่นๆ เช่น ภูเขาไฟระเบิดก็สามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกได้เช่นกัน

หากปัจจัยหลักทั้ง 3 เป็นเหตุผลหลักในการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาปัจจุบันน่าจะลดลงตามลูกศรเส้นประ ในรูปที่ 3-3 อย่างไรก็ตามก็สังเกตเห็นว่า อุณหภูมิของโลกในปัจจุบันกลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้นมากกว่าในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

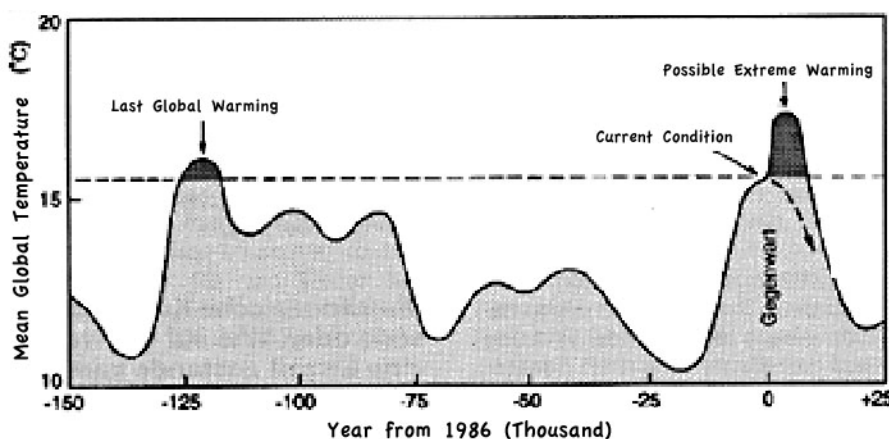
การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลกในปัจจุบันจึงไม่น่าจะเกิดจากเหตุผลทางธรรมชาติที่ได้กล่าวไปแล้ว



รูปที่ 3-1 ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง (a) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลก (b) ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของโลก และ (c) ปริมาณหิมะที่ปกคลุมขั้วโลกเหนือ ขนาดการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปีฐาน (ค.ศ. 1961-1990) เส้นทึบสีดำแสดงค่าเฉลี่ยราย 10 ปี จุดสีฟ้าแสดงข้อมูลรายปี และพื้นที่แรเงาสีน้ำเงินแสดงความแปรปรวนของข้อมูล (ที่มา: IPCC, 2007)



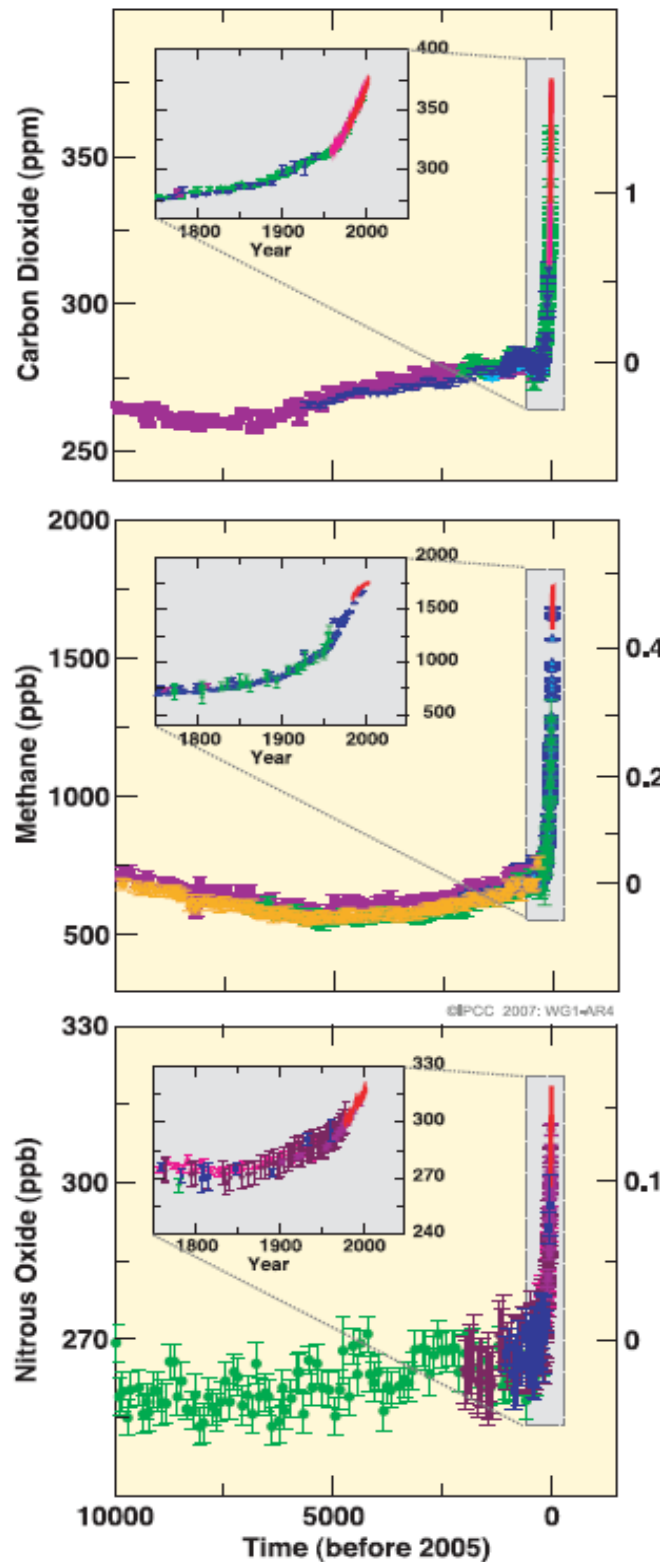
รูปที่ 3-2 ปัจจัยหลักทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ได้แก่ การเปลี่ยนวงโคจรของโลก (E) การส่ายของแกนหมุนของโลก (P) และการเปลี่ยนองศาของแกนหมุนของโลก (T) (ที่มา: IPCC, 2007)



รูปที่ 3-3 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 1.5 แสนปี ซึ่งแสดงภาวะโลกร้อนครั้งล่าสุดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลทางธรรมชาติ และความเป็นไปได้ที่จะเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบันที่อุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงกว่าที่เคยเป็นมา (ที่มา: ปรับปรุงจาก Imbrie J. and K. P. Imbrie, 1986)

จากข้อมูลการศึกษาวิจัยที่มีอยู่อย่างมากมายในปัจจุบันระบุว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol) รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้สมดุลของพลังงานที่โลกได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย (IPCC, 2007) จากรายงานของศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้สรุปว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์เป็นหลักตั้งแต่ก่อนยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมและเพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 70 ในระหว่างช่วงปี ค.ศ. 1970-2004 โดยก๊าซที่มีผลกระทบมากที่สุดได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รองลงมาได้แก่ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-4 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ น่าจะเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ในปัจจุบัน

นอกจากนี้รายงานของ IPCC (2007) ได้แสดงข้อมูลที่เชื่อถือได้ว่า หากไม่มีมาตรการในการป้องกัน และตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกแล้ว การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์ยังคงเพิ่มขึ้นถึง 25-90% ในระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2030 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นไปอีกมาก และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในศตวรรษหน้าที่หนักกว่าที่ได้เคยประมาณการเอาไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกใบนี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



รูปที่ 3-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยในล้านหน่วย, บน) ก๊าซมีเทน (หน่วยในพันล้านหน่วย, กลาง) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (หน่วยในพันล้านหน่วย, ล่าง) โดยเฉลี่ยของโลกในชั้นบรรยากาศ พิจารณาจากข้อมูล 10,000 ปีที่ผ่านมาโดยการศึกษาแก่น้ำแข็งที่ขั้วโลก (ที่มา: IPCC, 2007)

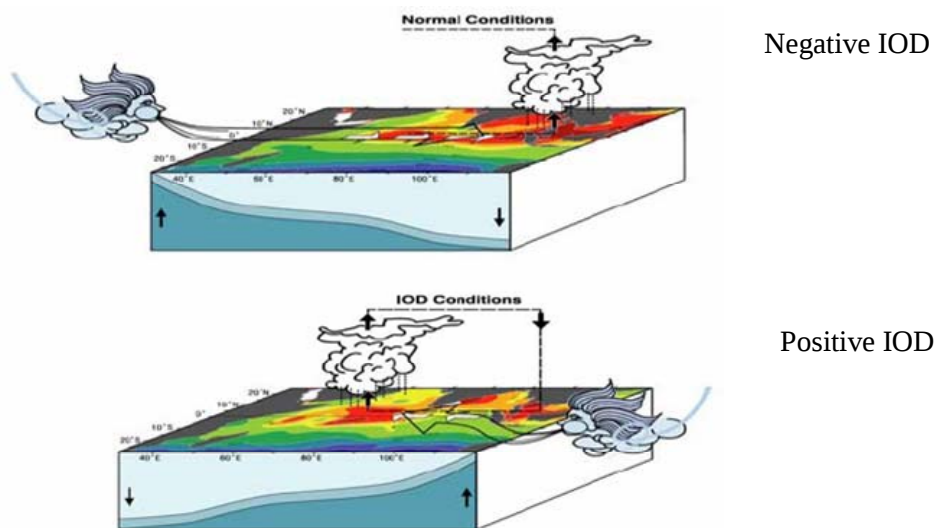
3.1.1 การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (Global Climate Change) มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Variability) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น ดังตัวอย่างของ ปรากฏการณ์ เอลนีโญ (El Nino) ที่อุณหภูมิของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ และปรากฏการณ์ ลานีญา (La Nina) ที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉื่อยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงต่ำกว่าปกติ หรือ SOI ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทิศตะวันตกและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก หรือ IOD ซึ่งเป็นความแตกต่างของอุณหภูมิทางด้านตะวันตก และตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนไหวของมวลน้ำจากฟ้าสู่พื้นดินในประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-5 รูปที่ 3-6 เป็นผลมาการตรวจวัดไอโซโทปของฝนที่ตกมาในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพบว่า ฝนในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากทั้งมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิก (ทะเลจีนใต้) เมื่อปรากฏการณ์โลกร้อนส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในพื้นที่แถบมหาสมุทรแปซิฟิกมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยปรากฏการณ์เอลนีโญ ที่มวลอากาศบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกตินี้ ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรซึ่งปกติเมฆฝนเหล่านี้จะก่อตัวบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทร ลักษณะเช่นนี้ทำให้ฝนมีแนวโน้มที่จะตกบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแทน และส่งผลให้สภาพอากาศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (รวมไทย) และทวีปออสเตรเลียแห้งแล้งขึ้น เป็นสาเหตุของการเกิดภัยแล้งและไฟป่าในภูมิภาคดังกล่าว ส่วนในทวีปอเมริกาฝั่งตะวันตกก็จะเกิดฝนตกหนักกว่าปกติ ในทางตรงกันข้ามปรากฏการณ์ลานีญาที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉื่อยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงส่งผลให้เกิดฝนตกหนักกว่าปกติในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยได้ (NOAA, 2007) ปรากฏการดังกล่าวนี้ แม้ว่าจะเป็นความแปรปรวนของสภาพอากาศโลกที่สามารถเกิดขึ้นได้เป็นปกติในภูมิภาคดังกล่าว แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้ลักษณะของความแปรปรวนมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีความถี่ในการเกิดสูงขึ้น และมีความรุนแรงมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าพฤติกรรมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวรและมีความสำคัญ (Karl et.al., 1995; IPCC, 2007)

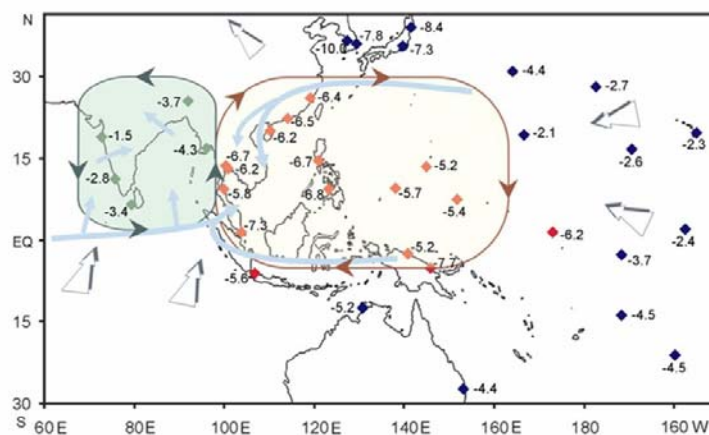
ข้อมูลสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) คือ ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ซึ่งคาดการณ์โดยการสร้าง Emission Scenarios แต่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากขึ้นอยู่กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การเติบโตของประชากรและเทคโนโลยีในอนาคต ดังนั้นจึงมีการสร้าง Emission Scenarios เป็น 4 แบบหลักๆ (IPCC SRES) ดังแสดงในรูปที่ 3-7 ตามลักษณะการพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี และความร่วมมือระหว่างสังคมโลกดังนี้

- | | |
|---------------------------|--|
| A Scenarios (ตระกูล A) | เป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก
(More economic) |
| B Scenarios (ตระกูล B) | เป็นการพัฒนาที่พิจารณาสิ่งแวดล้อม
(More environmental) |
| 1 Scenarios (สายพันธุ์ 1) | เป็นการพัฒนาที่มีความร่วมมือระหว่างประเทศ
มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (More global) |
| 2 Scenarios (สายพันธุ์ 2) | เป็นความร่วมมือระหว่างภูมิภาค (More regional) |

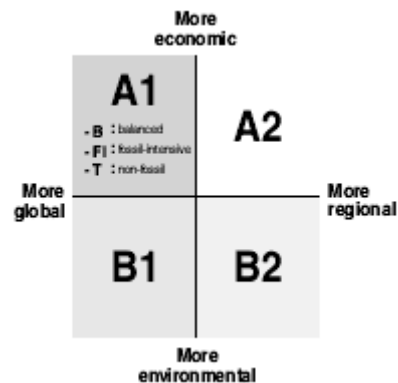
นอกจากนี้ มี Scenarios A1F1 คือ ใช้พลังงานฟอสซิลอย่างเข้มข้น A1T มีเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนทันสมัย และ A1B ซึ่งเป็นการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและความร่วมมือระหว่างโลกและภูมิภาคอย่างสมดุล (กัณฑ์ชัย บุญประกอบ, 2007; IPPC, 2007)



รูปที่ 3-5 ลักษณะของ IOD (Indian Ocean Dipole) (ที่มา: Yamagata (2008))



รูปที่ 3-6 แหล่งและการหมุนเวียนความชื้น ของมรสุมฤดูร้อนในพื้นที่อาเซียน
(ที่มา: Türker KURTAS, 2010)



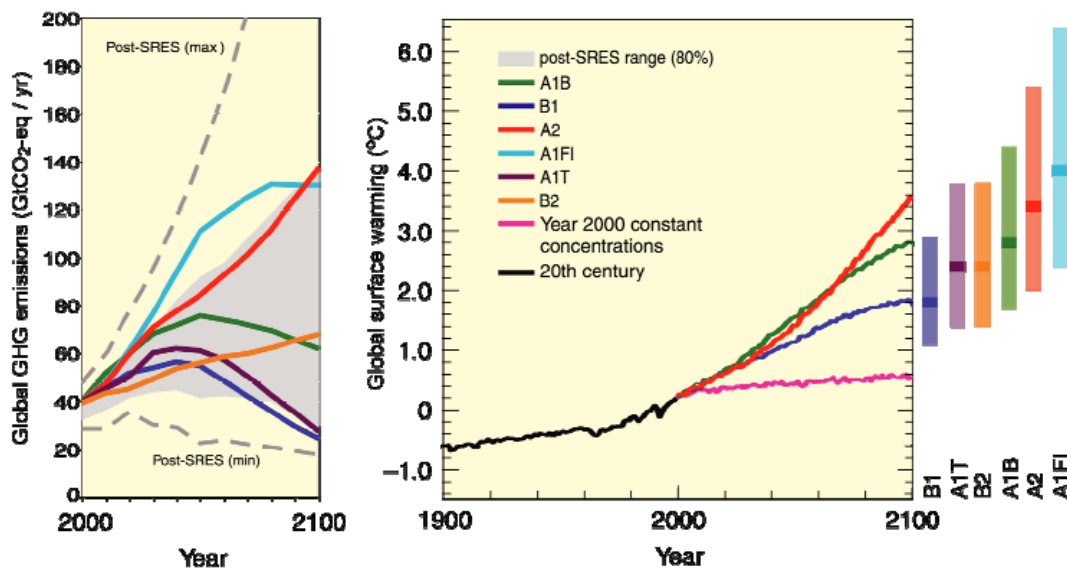
รูปที่ 3-7 สมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล (IPCC SRES) (ที่มา: IPCC, 2001)

การกำหนดสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล หรือที่เรียกว่า SRES (The IPCC Special Report on Emission Scenarios) ในรายการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกครั้งที่สาม (the IPCC Third Assessment Report, TAR) กำหนดให้มีสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังต่อไปนี้

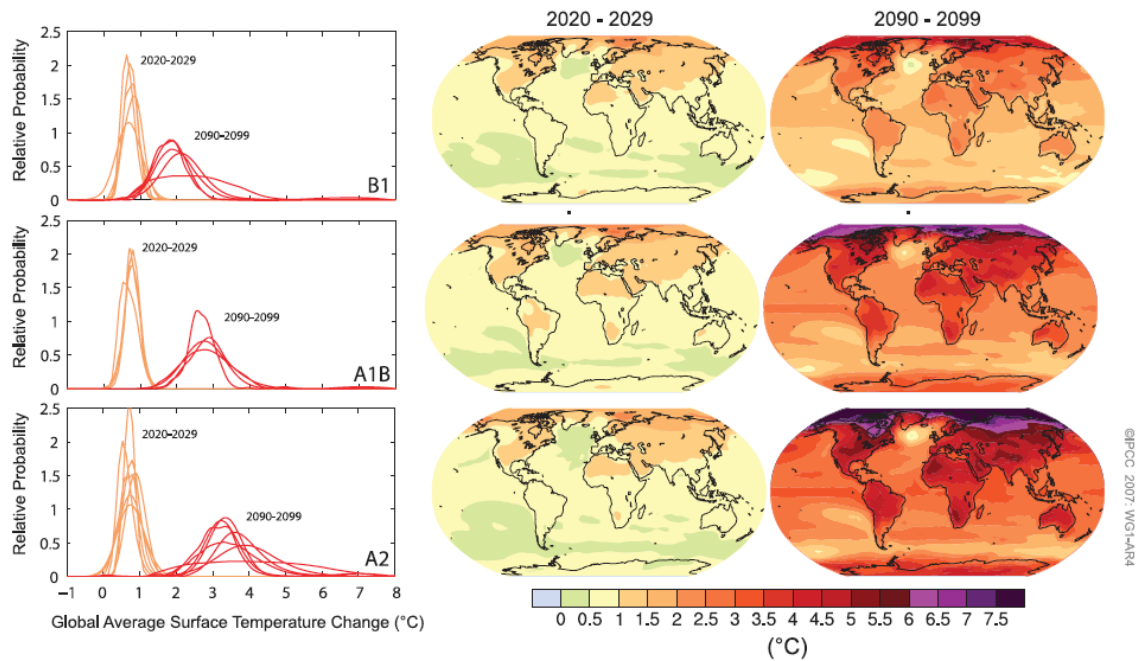
- สมมติฐาน A1: เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับโลกอนาคตที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณปี ค.ศ. 2050 และลดลง มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่อย่างรวดเร็วและหลากหลาย โดยทุกประเทศมีความร่วมมือกันและช่องว่างของรายได้ลดลง สมมติฐาน A1 นี้แบ่งออกเป็น 3 สมมติฐานย่อยตามเทคโนโลยีสำคัญ คือ สมมติฐาน A1F1 เน้นการใช้พลังงานจากฟอสซิล เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ สมมติฐาน A1T เน้นการใช้พลังงานอื่นที่ไม่ใช่พลังงานจากฟอสซิล เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น และ A1B มีการใช้พลังงานที่สมดุลระหว่างแบบที่ใช้และไม่ใช้ฟอสซิล
- สมมติฐาน A2: เป็นสมมติฐานของโลกอนาคตที่มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคซึ่งมีนโยบายและแนวทางเป็นของตัวเอง ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระบบเศรษฐกิจและรายได้มีความแตกต่างกันมากในแต่ละภูมิภาค รวมทั้งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะช้ากว่าสมมติฐานอื่นๆ
- สมมติฐาน B1: แสดงโลกอนาคตที่ประเทศและประชากรในโลกมีความร่วมมือกันอย่างดี จำนวนประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นและสูงสุดในช่วงกลางศตวรรษและลดลง ดังเช่นกรณี A1 แต่ระบบเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของทุกภูมิภาคมีลักษณะสอดคล้องกัน และเน้นการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสมมติฐานที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่นๆ

- สมมุติฐาน B2: เป็นลักษณะของสังคมและความเป็นอยู่ ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาคของโลก ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่น้อยกว่ากรณี A2 มีความเจริญทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่ช้ากว่าและหลากหลายน้อยกว่าสมมุติฐาน A1 และ B1 แต่ดีกว่า A2 สมมุติฐานนี้มีความพยายามในการที่จะรักษาสภาพแวดล้อมแต่จะแตกต่างกันตามนโยบายของแต่ละประเทศหรือภูมิภาค

จากสมมุติฐานที่ได้กำหนดไว้ ศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกได้ทำการรวบรวมผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากแบบจำลอง GCMs ต่างๆ และสรุปผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกโดยเฉลี่ยได้ตามรูปที่ 3-8 โดยรูปที่ 3-8 (ซ้าย) แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาและรูปที่ 3-8 (ขวา) แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกตามสมมุติฐานต่างๆ โดยแถบสีแสดงผลการพยากรณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ร้อยละ 80 จากขอบเขตผลการพยากรณ์ทั้งหมด และเส้นทึบแสดงค่าเฉลี่ยในแต่ละสมมุติฐาน และรูปที่ 3-9 แสดงตัวอย่างผลการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในภูมิภาคต่างๆ จากค่าเฉลี่ยของแบบจำลอง GCM ที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ หรือ AOGCM (Atmosphere Ocean General Circulation Model) เปรียบเทียบระหว่างปี ค.ศ. 2020-2029 และปี ค.ศ. 2090-2099 ตามสมมุติฐาน B1, A1B, และ A2 ตามลำดับ



รูปที่ 3-8 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ซ้าย) และกราฟแสดงการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมุติฐาน SRES ต่างๆ (ขวา)



ที่มา: IPCC, 2007

รูปที่ 3-9 ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในปี ค.ศ. 2020-2029 และ ค.ศ. 2090-2099 เทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (SRES) B1 A1B และ A2 ตามลำดับ ในรูปการกระจายของความน่าจะเป็น (ซ้าย) และรูปแบบแผนที่ (ขวา)

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM นี้ มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูงสำหรับสภาพอากาศของโลกโดยรวมที่ความละเอียดต่ำเมื่อกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองนี้ สืบเนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องโดยมีการใช้ความสัมพันธ์และสมการทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนในเรื่องของการถ่ายเทมวล พลังงาน และโมเมนตัม รวมทั้งใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้มีการกลั่นกรองความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ (ที่ความละเอียดของแบบจำลองค่อนข้างหยาบ) นอกจากนี้แบบจำลองเหล่านี้ยังได้มีการปรับแก้และตรวจสอบจากข้อมูลปีฐานที่สมบูรณ์ รวมทั้งได้ผ่านการทดสอบจากการจำลองสภาพภูมิอากาศในศตวรรษปัจจุบันด้วยข้อมูลในอดีตเมื่อหลายพันปีก่อนซึ่งได้จากการศึกษาคาร์บอนในแท่งน้ำแข็ง ดังนั้นหากสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง แบบจำลอง GCM น่าที่จะให้ผลการพยากรณ์ในระดับโลกที่มีความน่าเชื่อถือด้วยเช่นกัน ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า ผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM ของตัวแปรต่างๆ กันก็มีความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน เช่น อุณหภูมิจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าปริมาณน้ำฝน หรือการระเหย เป็นต้น

อย่างไรก็ดีแม้ว่าผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM จะมีความน่าเชื่อถือ แต่ข้อมูลที่ได้อาจมีความละเอียดอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือมีความละเอียดประมาณ 200 x 200 ตารางกิโลเมตรหรือหยาบกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้กับการศึกษาในระดับภูมิภาคจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อจำกัดของการพยากรณ์ที่ความละเอียดสูงเกิดโดยมากเกิดจาก (1) ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่ไม่สามารถการคำนวณ

สมการที่สลับซับซ้อนและมีจำนวนตัวแปรมากๆ ได้ (2) ข้อมูลสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงและมีความถูกต้องในทั่วทุกภูมิภาคยังไม่สามารถหาได้เพียงพอเพื่อการปรับแก้และตรวจสอบข้อมูล และ (3) ข้อจำกัดถึงความซับซ้อนของสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงที่ยังไม่สามารถเข้าใจและจำลองได้อย่างถูกต้อง เช่น ฟิสิกส์ของเมฆและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในระดับย่อย เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หากจะนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้เพื่อการศึกษาผลกระทบที่ความละเอียดสูง เช่น ในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ หรือระดับลุ่มน้ำ เป็นต้น โดยในการศึกษาที่ความละเอียดดังกล่าวจำเป็นจะต้องเพิ่มความละเอียดของข้อมูล (Downscale) ด้วยความระมัดระวัง ซึ่งแนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองสภาพอากาศระดับภูมิภาค (Regional Circulation Model, RCM) หรือใช้เทคนิคการเพิ่มความละเอียดข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Downscale Model) เป็นต้น

3.2 การศึกษาพฤติกรรมของสภาพภูมิอากาศของไทย

ในบทนี้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนรายเดือน ที่ได้จากสถานีตรวจวัดใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย จะถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมต่างๆ อันได้แก่ (1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลรายปีจากอดีตถึงปัจจุบันด้วยสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้น (2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและลักษณะของฤดูกาล ด้วยการเปรียบเทียบในอดีตและปัจจุบัน และ (3) คาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใช้เทคนิคเวฟเลต (Wavelet) โดยจะทำการสรุปพฤติกรรมที่มีความสำคัญลงบนแผนที่ เพื่อแสดงการกระจายตัวของพฤติกรรมดังกล่าวเชิงพื้นที่ ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพฤติกรรมของระดับน้ำทะเลเบื้องต้น เพื่อช่วยสนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าพฤติกรรมที่สำคัญเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตหรือไม่ (Chatdarong, V., et.al., 2009)

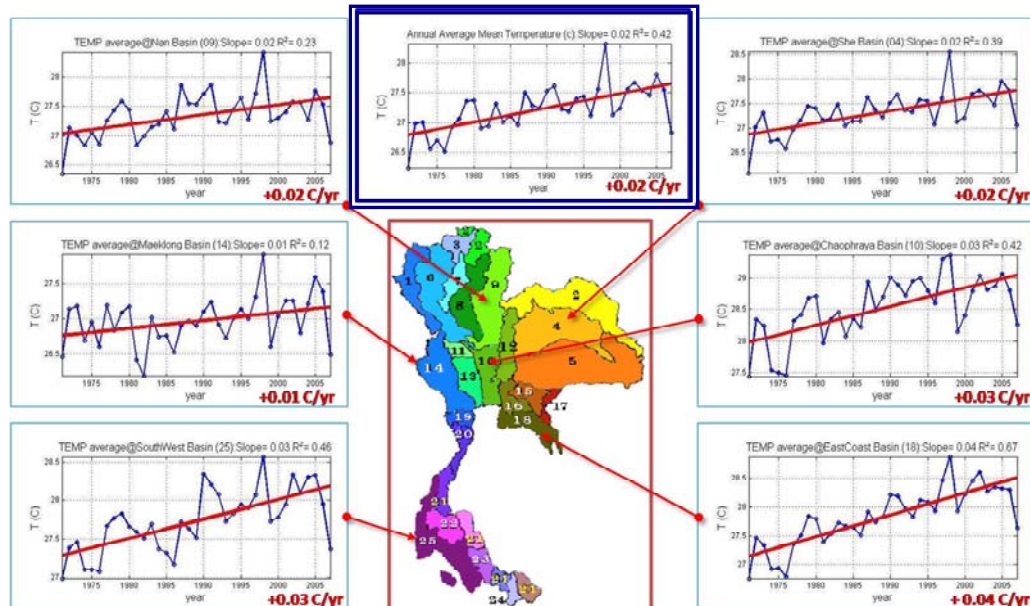
3.2.1 พฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในไทย

การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย

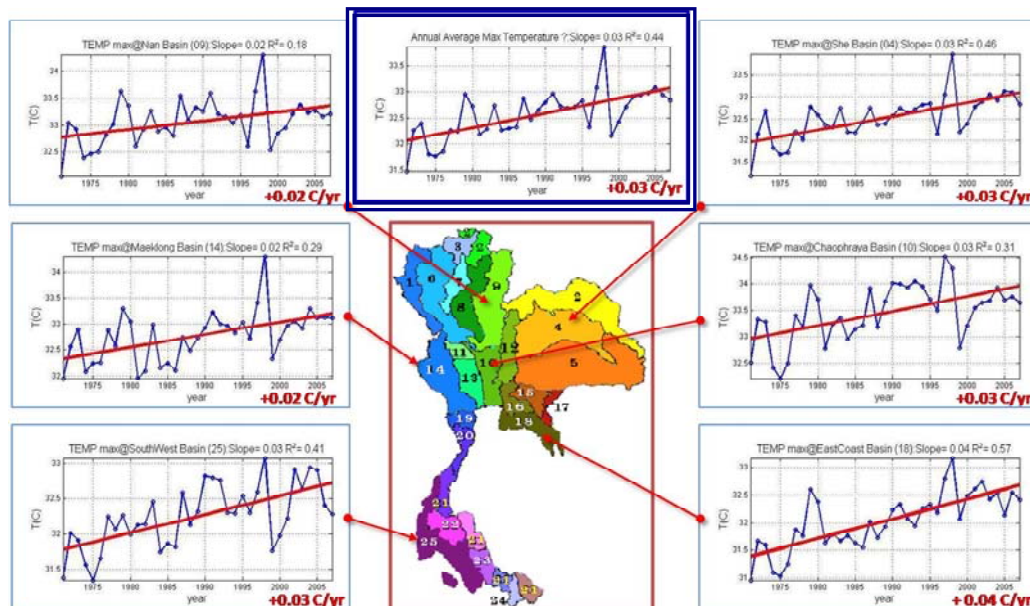
1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในไทย

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรายปี อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มสูงขึ้นเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-10 ถึง 3-12 โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยที่ประมาณ $0.01 - 0.04^{\circ}\text{C}$ ต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำแม่กลองและลุ่มน้ำบางปะกงที่มีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิน้อยกว่า 0.02°C ต่อปี และ

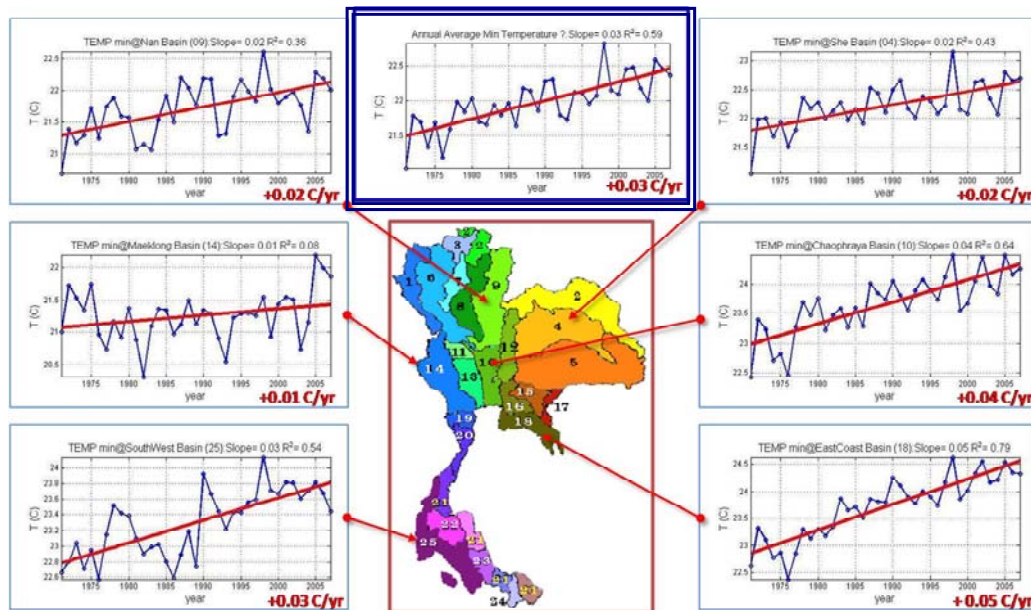
อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ $+0.02^{\circ}\text{C}$ ต่อปี ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ $+0.03^{\circ}\text{C}$ ต่อปี



รูปที่ 3-10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.02°C ต่อปี



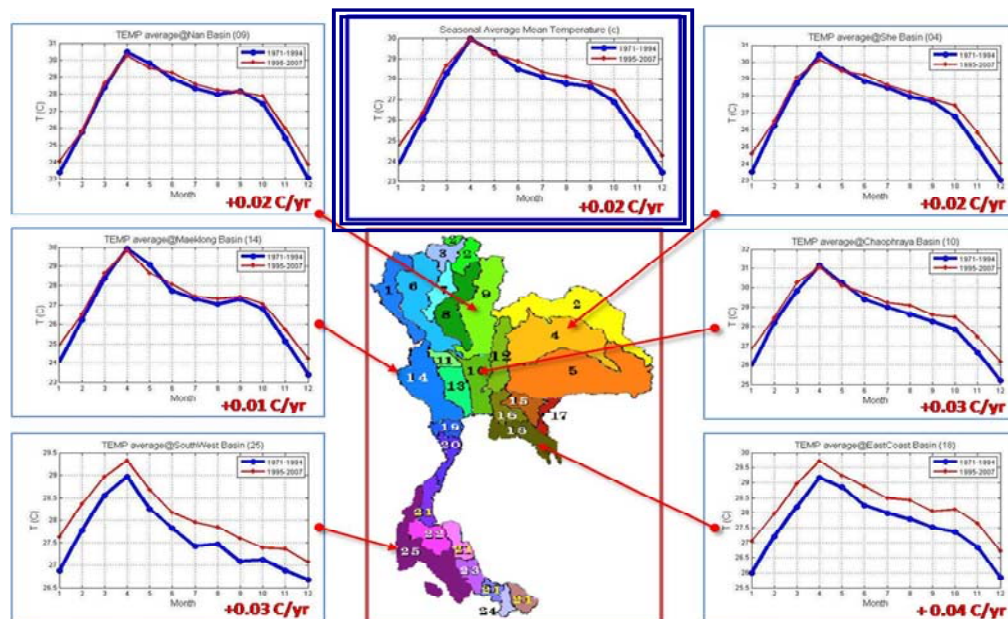
รูปที่ 3-11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03°C ต่อปี



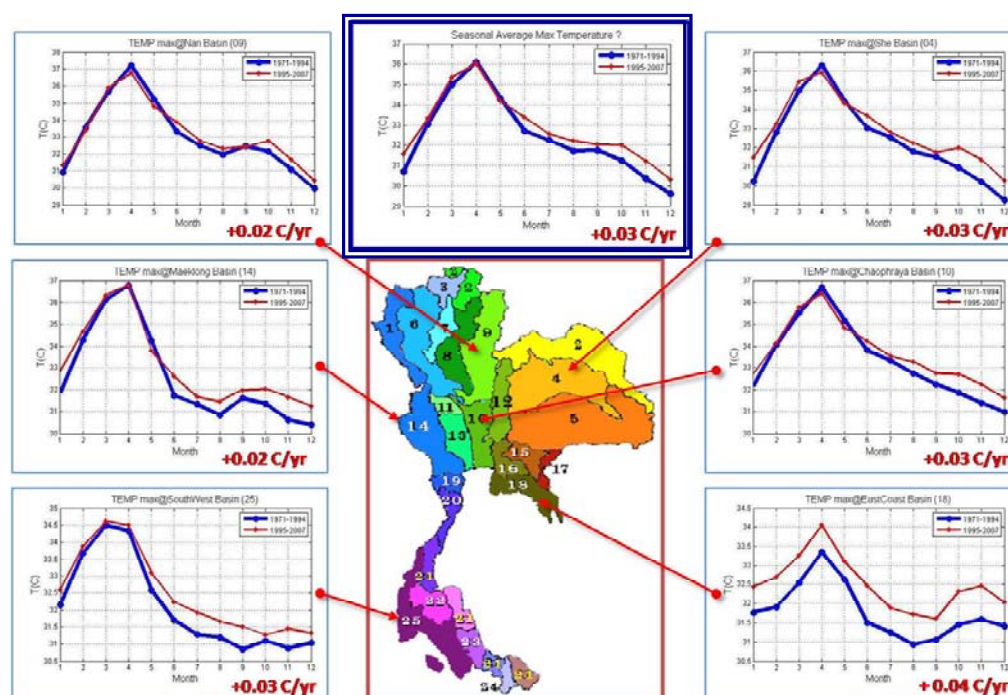
รูปที่ 3-12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03°C ต่อปี

2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลในประเทศไทย

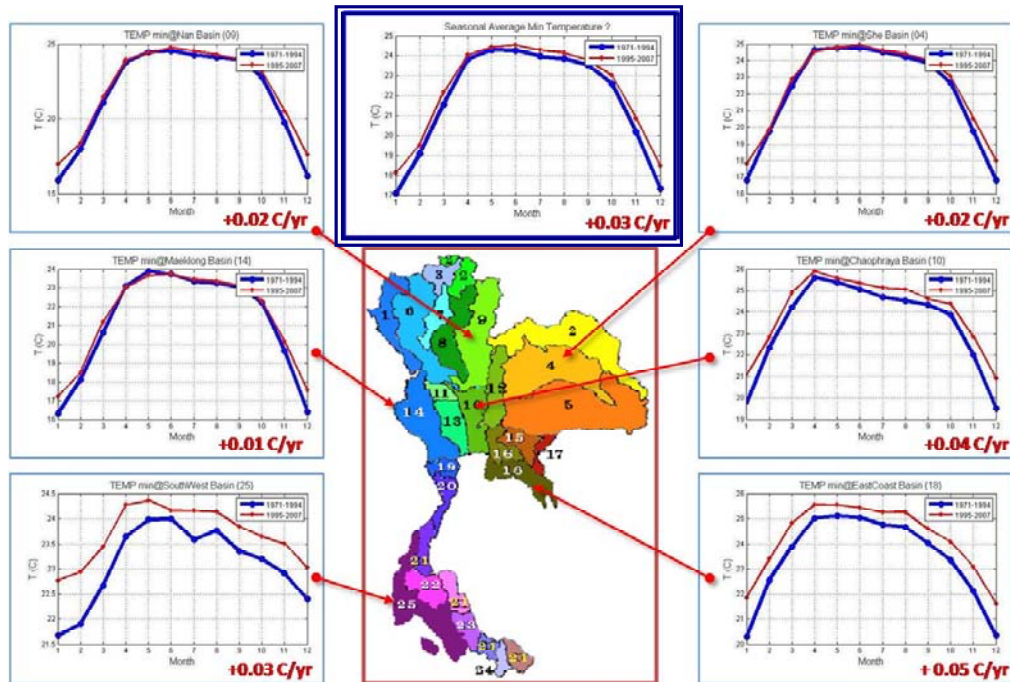
จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุดของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1971 – 1994 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยในทุกเดือนและในทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 3-13 ถึง 3-15 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว และพบว่ามีรูปแบบการเปลี่ยนแปลง 2 รูปแบบที่ชัดเจน แบบแรกอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว แบบที่สองสูงทั้งปี โดยในภาคเหนือมักจะเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและฤดูหนาว ส่วนฤดูร้อนโดยเฉพาะเดือนเมษายนนั้น อุณหภูมิเฉลี่ยในปัจจุบันไม่ได้สูงขึ้นมากนัก ผิดกับพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและทางภาคใต้ที่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะเกิดขึ้นในทุกเดือนตลอดทั้งปี แสดงดังรูปที่ 3-16 ถึง 3-18



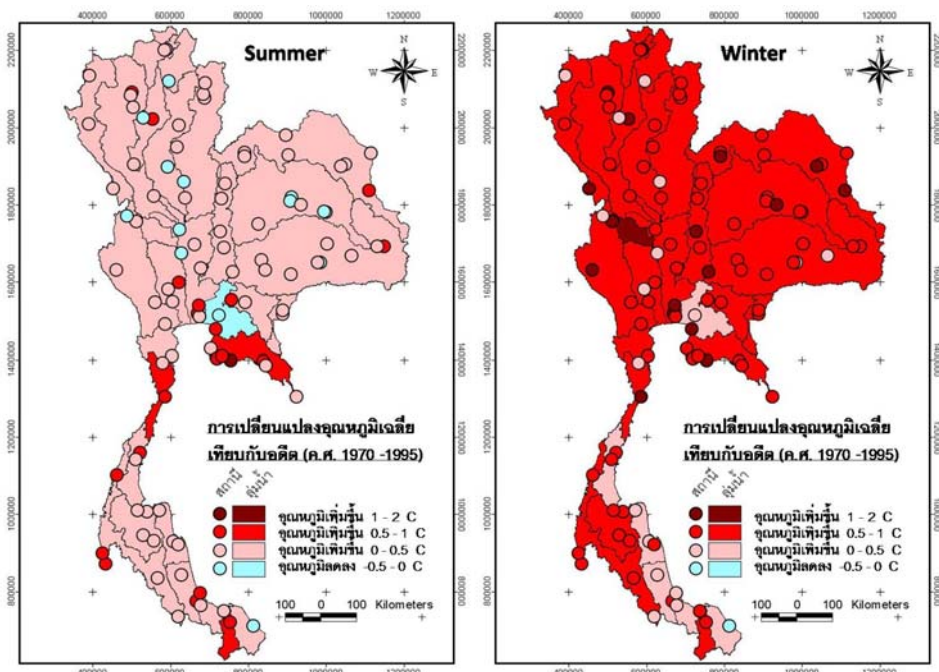
รูปที่ 3-13 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงิน แสดงค่าเฉลี่ยของไทย



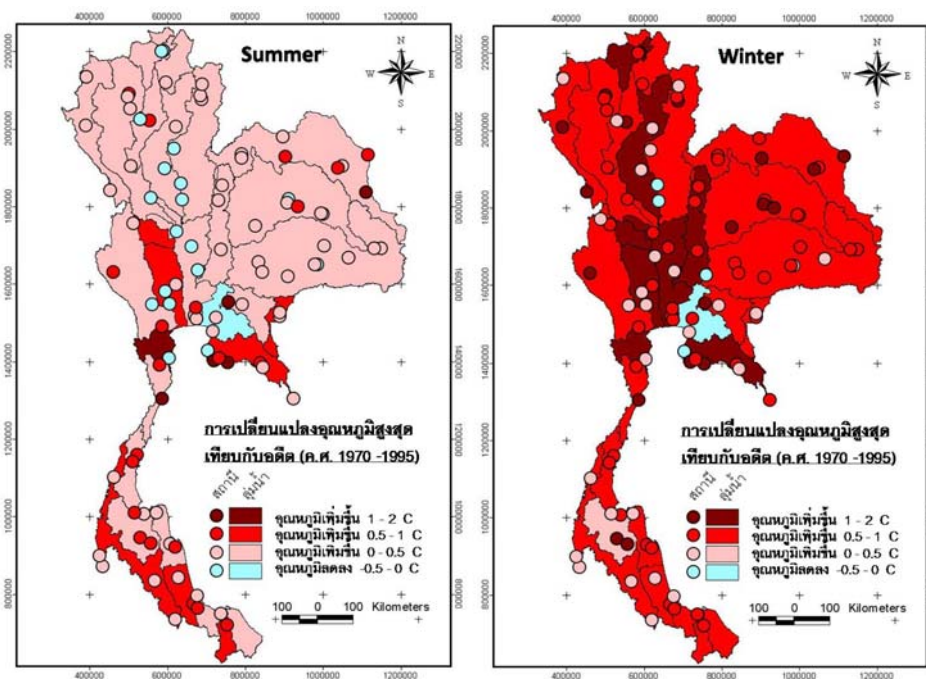
รูปที่ 3-14 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิสูงสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงิน แสดงค่าเฉลี่ยของไทย



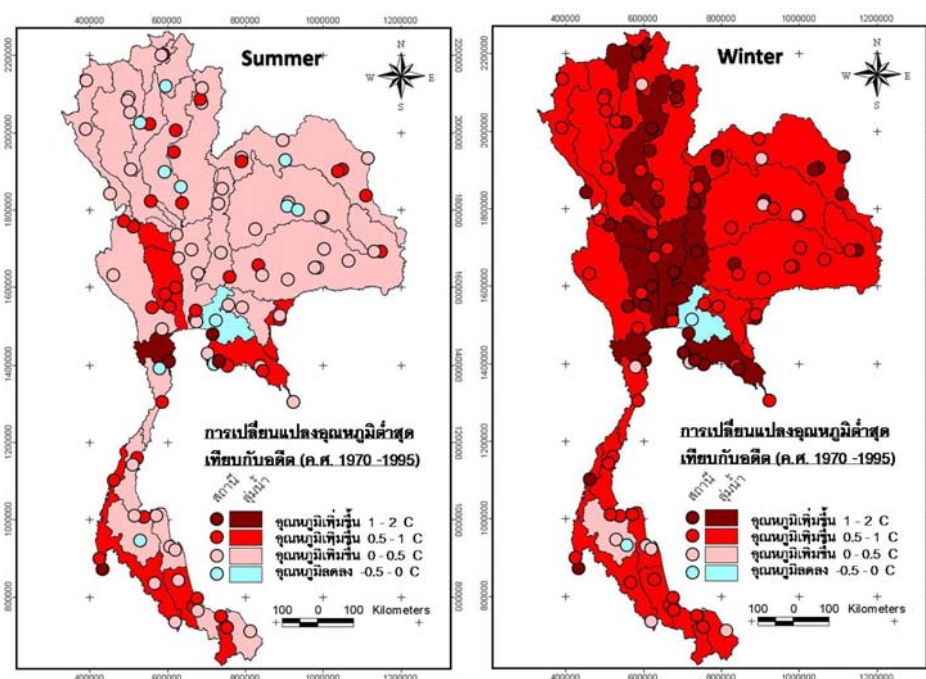
รูปที่ 3-15 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิต่ำสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของไทย



รูปที่ 3-16 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย



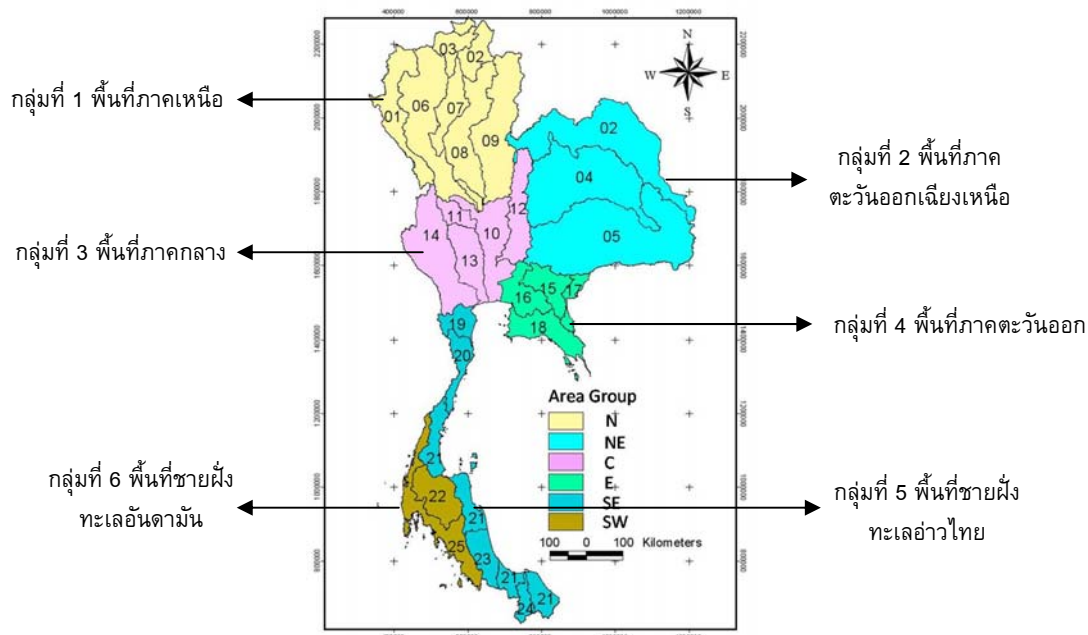
รูปที่ 3-17 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย



รูปที่ 3-18 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของไทย

3) สรุปลักษณะพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และ พฤติกรรมการเกิดซ้ำของอุณหภูมิตั้งหวัข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทย ตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย และกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน แสดงดังรูปที่ 3-19



รูปที่ 3-19 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

ผลการวิเคราะห์แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และ พฤติกรรมของอุณหภูมิที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของ สัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 3-1 โดยพบว่า แนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นในทุกกลุ่มพื้นที่ แต่มีการกระจายอยู่ในระดับปานกลาง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดพบว่าโดยส่วนใหญ่ฤดูหนาวอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจากอดีตมากกว่าฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตทั้ง 2 ฤดู ส่วนพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมมีความสำคัญมากในทุกพื้นที่ ความชัดเจนของฤดูกาลลดลงจากในอดีต ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่อุณหภูมิสูงสุดมีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง

3.2.2 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในไทย

1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนในไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มลดลงเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-20 และ 3-21 โดยมีอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยประมาณ $-0.51 - -8.89$ มิลลิเมตรต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำน่านที่มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนประมาณ $+1.46$ มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี โดยการกระจายตัวของฝนจะแตกต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝน ส่วนพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่ที่ควรมีการเฝ้าระวังคือลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำโตนเลสาป และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา คือระยองและชลบุรี แต่ทั้งนี้หากพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) แล้ว พบว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ โดยมีค่า R^2 โดยรวมทั้งประเทศอยู่ในช่วง $0 - 0.2$ เท่านั้น แต่ทั้งนี้ผลการศึกษาทำให้รู้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

ตารางที่ 3-1 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1971-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	□	□	□	□	□	□
- อุณหภูมิสูงสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	□	□	□	□	□	■
- อุณหภูมิต่ำสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	□	■	□	□	□	□
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑
3. พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี มีความชัดเจนในปัจจุบันลดลงเมื่อเทียบกับอดีต						
- อุณหภูมิเฉลี่ย	◎	◎	◎	◎	◎	○
- อุณหภูมิสูงสุด	◎	◎	◎	○	○	○
- อุณหภูมิต่ำสุด	◎	◎	◎	○	◎	◎

หมายเหตุ:

- สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้
↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น • เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก
- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก □ ปานกลาง □ น้อย
- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต
◎ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

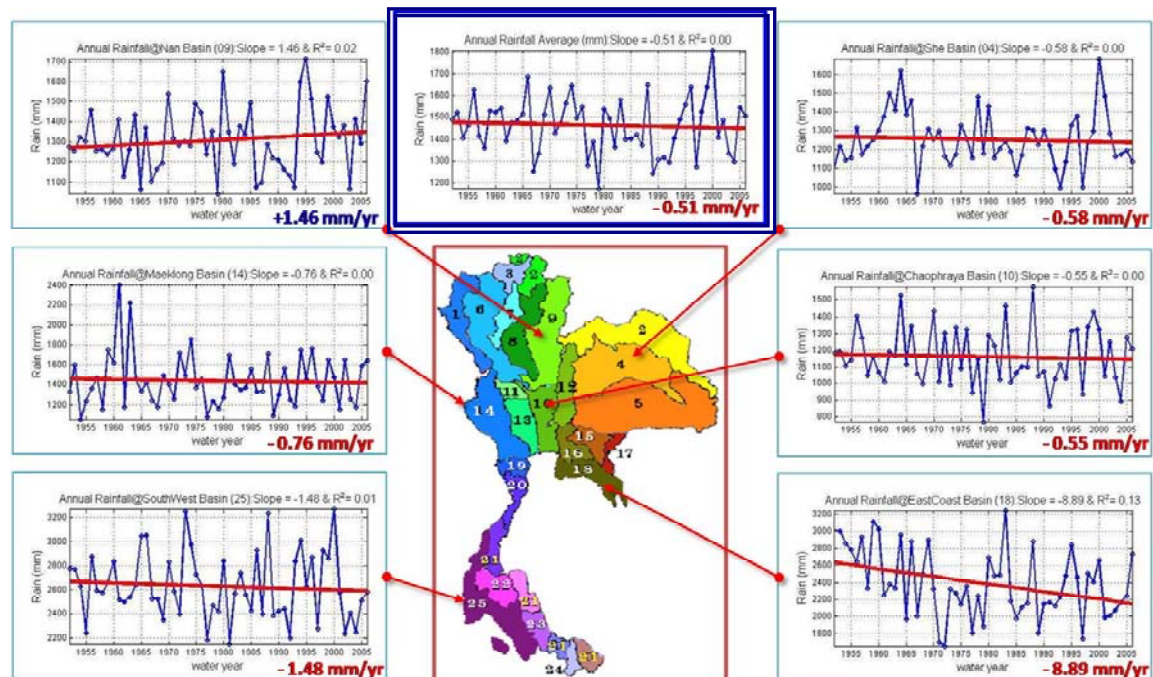
กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

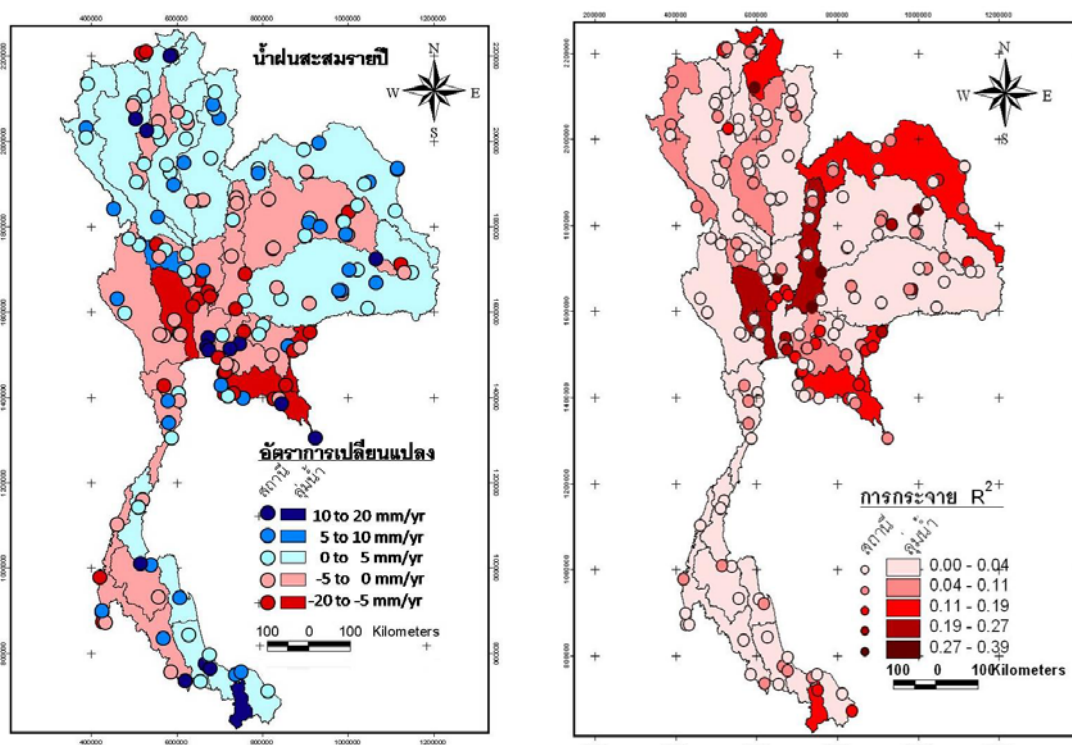
กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน



รูปที่ 3-20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้น และลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบสีน้ำเงิน) ลดลงประมาณ -0.51 มล.ม./ปี



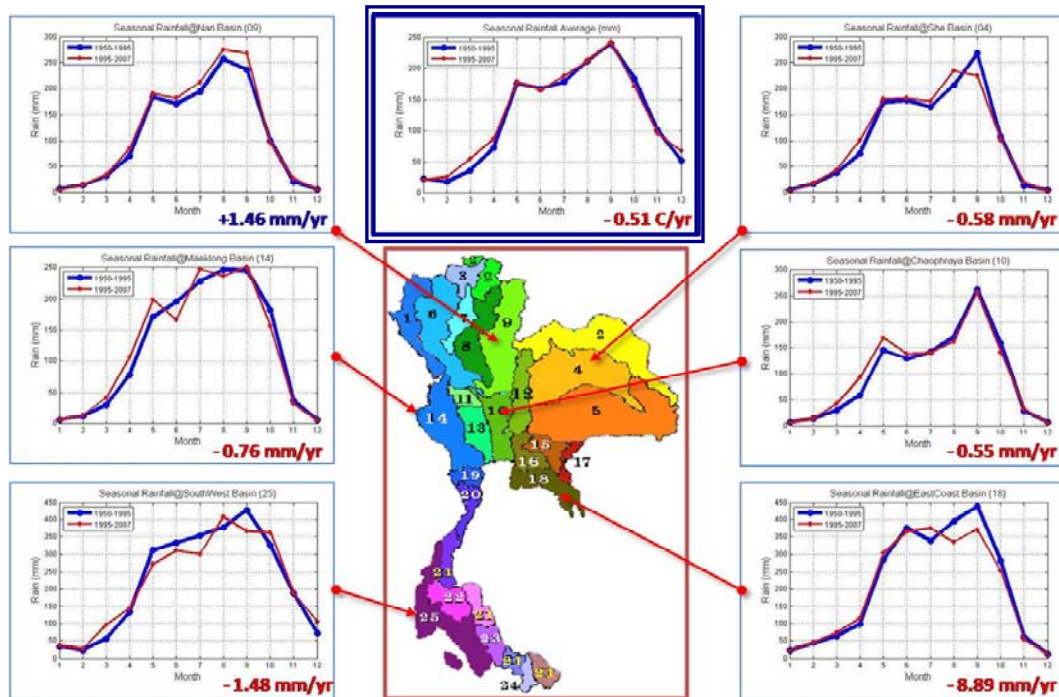
รูปที่ 3-21 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนในไทย

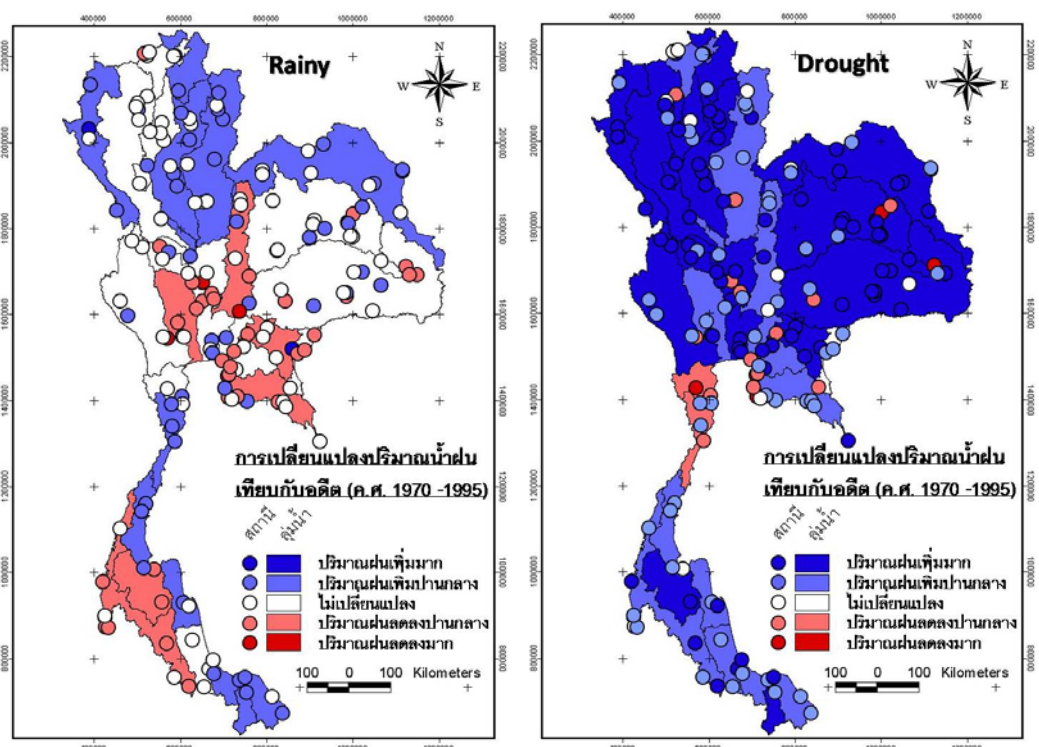
จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณฝนของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณฝนเฉลี่ยในทุกเดือนและเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าลดลง ดังรูปที่ 3-22 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่มีข้อสังเกตว่าช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มของฝนที่เพิ่มขึ้น และปริมาณฝนในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 3-23 ยกเว้นในบางลุ่มน้ำเช่นลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำปัตตานี

3) สรุปลักษณะพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนดังหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่มเช่นเดียวกับการศึกษาอุทกภัย โดยได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝนที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 3-2 โดยสรุปภาพรวมเชิงพื้นที่พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนลดลงในทุกกลุ่มพื้นที่ ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากการกระจายของข้อมูลค่อนข้างสูง และการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนพบว่าในฤดูฝนพื้นที่กลุ่มที่ 1 ภาคเหนือ และกลุ่ม 5 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นจากอดีต กลุ่ม 4 ภาคตะวันออก และกลุ่ม 6 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณฝนลดลง ส่วนกลุ่มพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออกเฉยงเหนือ กลุ่ม 3 ภาคกลาง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ แต่ในฤดูแล้งกลับพบว่าเกือบทุกกลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ 2 จะเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนกลุ่ม 5 ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ โดยภาพรวมแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตได้ค่อนข้างชัดเจน นอกจากนี้พบว่าพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีระดับความสำคัญมาก แสดงถึงความชัดเจนของฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่ม 1 2 3 และ 4 มีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง และกลุ่ม 5 มีความสำคัญของพฤติกรรมค่อนข้างน้อย



รูปที่ 3-22 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปใน กรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 3-23 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

ตารางที่ 3-2 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน แยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1952-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี - อัตราการเปลี่ยนแปลง - การกระจาย R^2	● □	● □	↓ □	↓ □	↑ □	↓ □
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน - ฤดูฝน - ฤดูแล้ง	↑ ↑	● ↑↑	● ↑	↓ ↑	↑ ●	↓ ↑
3. พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย - ความการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต	○	○	○	○	△	⊙

หมายเหตุ:

- สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้
↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น ● เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก
- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก □ ปานกลาง □ น้อย
- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต
⊙ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน

3.2.3 พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลในไทย

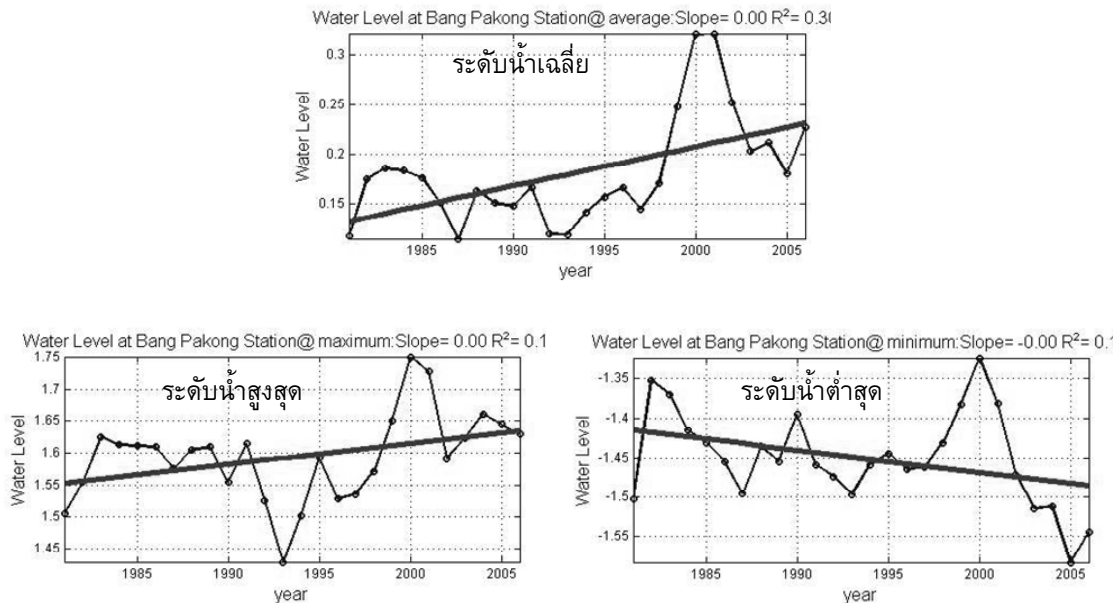
จากการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิน้ำฝน และน้ำท่าของประเทศไทยในหัวข้อที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งต่ออุณหภูมิน้ำฝน และน้ำท่า แต่ข้อมูลอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผลการศึกษต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศชัดเจนยิ่งขึ้นได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเล เนื่องจากการศึกษาของ IPCC ได้ให้ความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และมีการคาดการณ์ไปยังอนาคตต่อระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จะศึกษาถึงระดับน้ำทะเลของประเทศไทยเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยศึกษาจากข้อมูลระดับน้ำทะเลของกรมอุทกศาสตร์ ที่สถานีบางปะกงแสดงตำแหน่งสถานีดังรูปที่ 3-24 (ข้อมูลที่ใช้ยังไม่ได้ปรับแก้ค่าระดับจากการทรุดตัวของเสาระดับและการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกหลังเหตุการณ์สึนามิ) (สุจริต, 2552) ภายหลังจากมีการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยโดยมีการปรับระดับการทรุดตัวของหมุด (Itti et.al., 2011)



รูปที่ 3-24 ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง (ในกรอบ) ของกรมอุทกศาสตร์
ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (<http://www.navy.mi.th>)

1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลในไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลรายปีของสถานีบางปะกง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 2006 พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าระดับน้ำสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายสูง เห็นได้จาก R^2 ที่ต่ำ โดยพบว่าในปี 2000 ระดับน้ำทะเลทั้งระดับน้ำเฉลี่ย ระดับสูงสุด และระดับต่ำสุดมีค่าสูงสุดในรอบ 25 ปี ที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่ 3-25



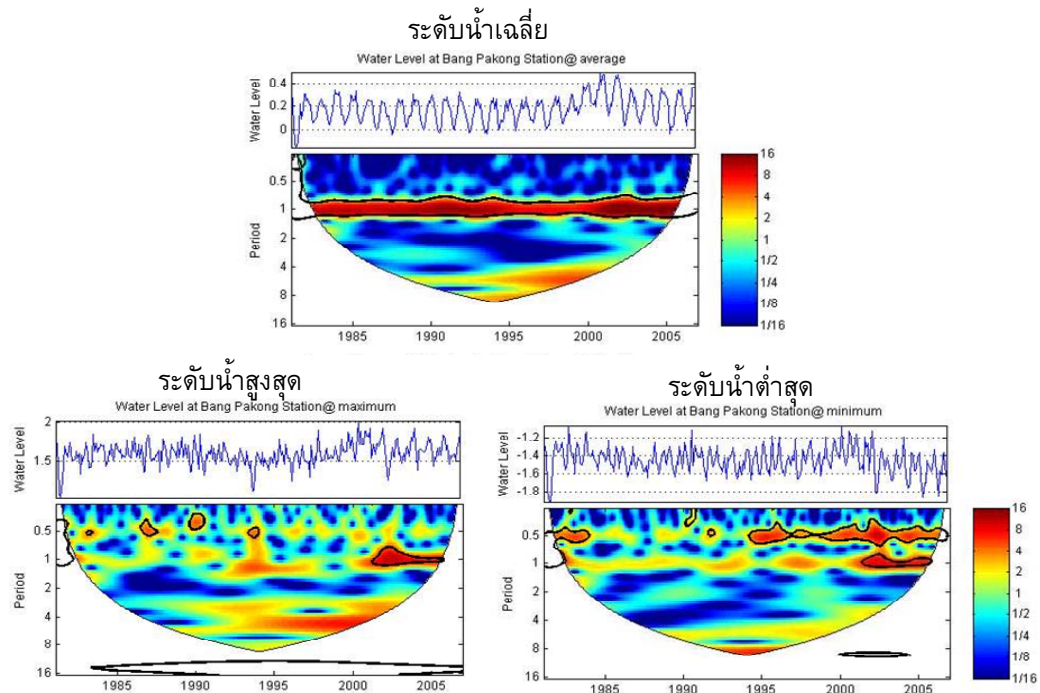
รูปที่ 3-25 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (รูปบน) ระดับสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

2) พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

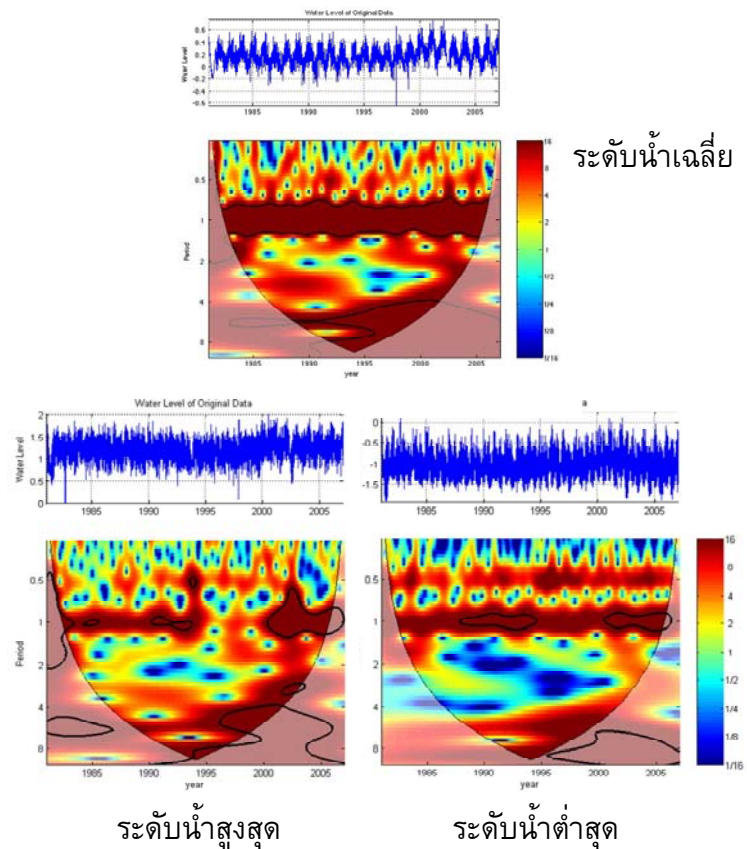
พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเล จะพิจารณาจากแอมพลิจูดของเวฟ เล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลระดับน้ำรายเดือนและรายวันของสถานีบางปะกง ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ดังแสดงในรูปที่ 3-26 และ 3-27 โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าว อย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลรายเดือน พบว่ามีคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ชัดเจน โดยหลังปี 1995 พฤติกรรมมีความรุนแรงลดลง และเริ่มเด่นชัดมากขึ้นกว่าในอดีต ประมาณหลังปี 2000 ซึ่งสังเกตได้จากความกว้างของแกนที่คาบการเกิดที่ 1 ปี ส่วนพฤติกรรมของระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดจะไม่พบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี เด่นชัดเช่น ค่าเฉลี่ย แต่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่รุนแรงมากขึ้นกว่าในอดีตตั้งแต่หลังปี 2000 นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปี ในข้อมูลระดับน้ำต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยราย เดือนในรูปที่ 3-26 หลังปี 1995 เป็นต้นมา

3) การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนในประเทศไทย

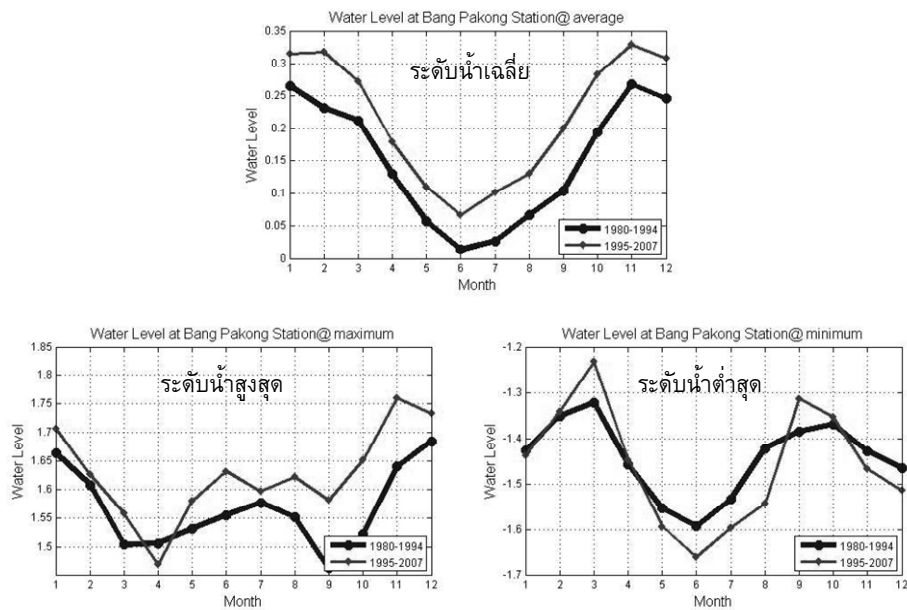
จากการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของระดับน้ำทะเลสถานี บางปะกงของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลในทุกเดือนมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ระดับน้ำสูงสุดจะมีค่าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนเมษายน โดยจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูฝน ส่วนระดับน้ำต่ำสุดโดยรวมจะมีค่าต่ำกว่าอดีต ยกเว้นใน เดือนมีนาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 3-28



รูปที่ 3-26 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 3-27 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 3-28 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

3.2.4 สรุปพฤติกรรมของสภาพภูมิอากาศของไทย

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี

จากผลการศึกษาจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว ปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990

จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา ซึ่งควรมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่อไป (โดยเฉพาะการตรวจสอบการทรุดตัวของเสาวัดระดับ)

3.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย

1) การศึกษาที่ผ่านมา

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำและการเกษตรในพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝน ตลอดจนการประเมินภาวะเสี่ยงต่อความเดือดร้อน และแนวทางการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคตของเกษตรกรในพื้นที่ของกลุ่มประเทศในเขตลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง สรุปว่าทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต จะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีฝนมากขึ้นในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก อาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2°C แต่การเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่งคือ จำนวนวันที่อากาศเย็นในรอบปีจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในทางกลับกัน จำนวนวันที่อากาศร้อนในรอบปีก็จะเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน (ตามรายงานนี้ยึดเกณฑ์ว่า วันที่อากาศเย็นคือ วันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 15°C และ วันที่อากาศร้อนคือ วันที่มีอุณหภูมิสูงสุดเกินกว่า 33°C) ซึ่งหากจะกล่าวในอีกนัยหนึ่งก็คือ แม้ว่าประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะไม่ร้อนขึ้นมากนัก แต่จะร้อนนานขึ้นกว่าเดิมมาก โดยที่ฤดูร้อนจะยาวนานกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัด และฤดูหนาวในประเทศไทยจะหดสั้นลง อีกประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือ ความแปรปรวนหรือความแตกต่างระหว่างฤดูต่อฤดู หรือในระหว่างปีต่อกี้อาจเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน (Chinvanno and Snidvongs, 2007, Suppakorn C., 2009)

เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ (2550) ได้จำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ MM5 โดยจำลองสภาพภูมิอากาศ อาทิ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ปริมาณฝน ความดัน เป็นต้น ในปีฐาน 1961-1990 แล้วเปรียบเทียบกับผลกับข้อมูลตรวจวัด และจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียงล่วงหน้า

กัณฑ์รีย์ บุญประกอบ และคณะ (2550) สร้างภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในประเทศไทย โดยการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง GFDL-R30 ในพื้นที่ประเทศไทย และจัดทำข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์จำลองและวิเคราะห์แปลผลข้อมูลที่ได้

สิรินทร์เทพ เต่าประยูร (2550) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้และศึกษาความเหมาะสมของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย และศึกษาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงภายใต้สถานการณ์จำลองในอนาคตของ IPCC โดยเน้นที่ อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก

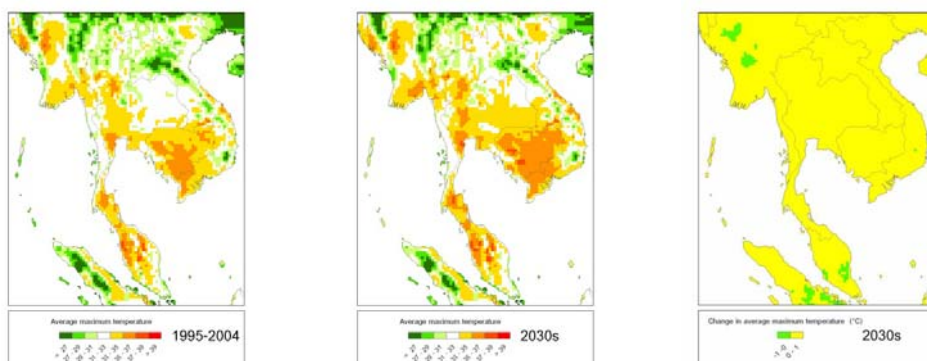
คุณวิ ศุขวัฒน์ (2009) ได้ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลอง Weather Research and Forecasting (WRF) ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย เพื่อให้ได้ภาพจำลองภูมิอากาศประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง WRF ที่มีการปรับปรุงตัวแปรเสริมสำหรับเมฆให้เหมาะสมสำหรับการคาดการณ์ภูมิอากาศ ของประเทศไทย

ธชณัฐ ภัทรสถาพรกุล (2550) ได้ศึกษาความแปรปรวนของสภาพอากาศของประเทศไทยอันเนื่องมาจากความผิดปกติทางสมุทรศาสตร์ เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงของปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole ที่มีต่อปริมาณและการกระจายน้ำฝนของประเทศไทย

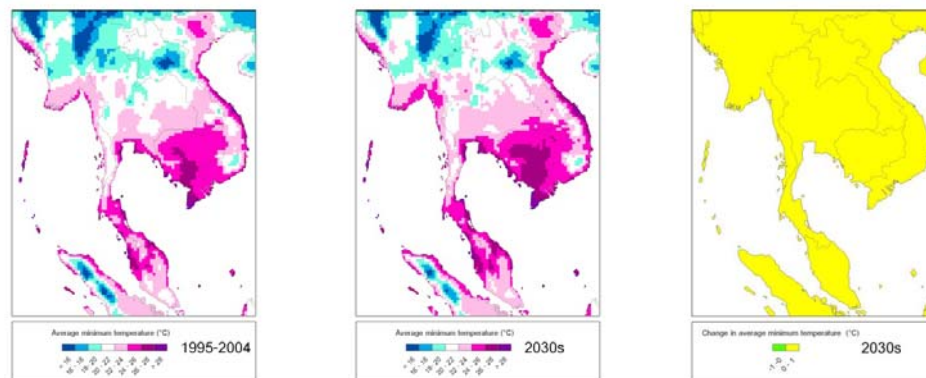
2) ผลการศึกษาที่ผ่านมา

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในประเทศไทยในระยะเวลาประมาณ 20 ปี ข้างหน้า มีความแตกต่างกันบ้างในระหว่างแบบจำลองภูมิอากาศที่ใช้ กรณีใช้ข้อมูลแบบจำลอง Precise คาดว่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากช่วงปัจจุบันมากนัก ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย หรือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ทั้งนี้คาดว่าแนวโน้มอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่น่าสูงกว่า 1°C แต่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ กล่าวคือ ภาคกลางในเขตลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและภาคอีสานตอนล่างเริ่มแสดงแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ดูการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยได้จากรูปที่ 3-29 (แบบจำลอง Precise) และ รูปที่ 3-33 (แบบจำลอง MRI))

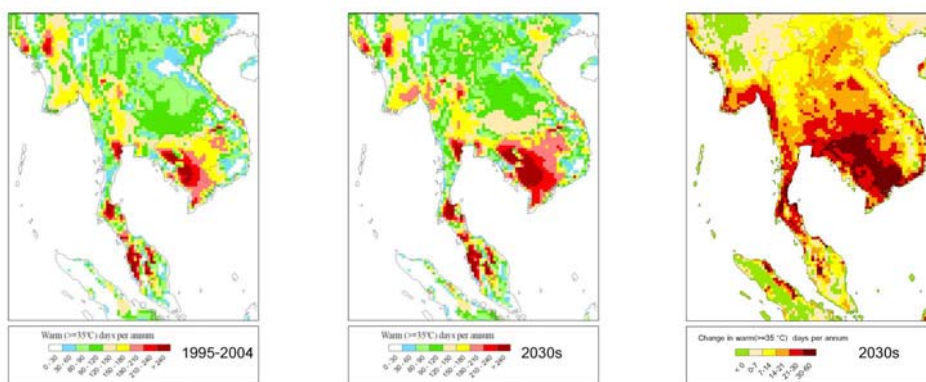
อย่างไรก็ดี แม้ว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยแล้วจะสูงขึ้นไม่มากนัก แต่ระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัด โดยจำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสนั้น เพิ่มขึ้น 1-2 สัปดาห์ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ส่วนภาคกลางตอนล่างและภาคอีสานตอนบนนั้นจะมีระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปียาวนานกว่าปัจจุบันประมาณ 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน และหลายพื้นที่ในภาคอีสานตอนล่างและภาคใต้อาจยาวนานขึ้นมากกว่า 1 เดือน



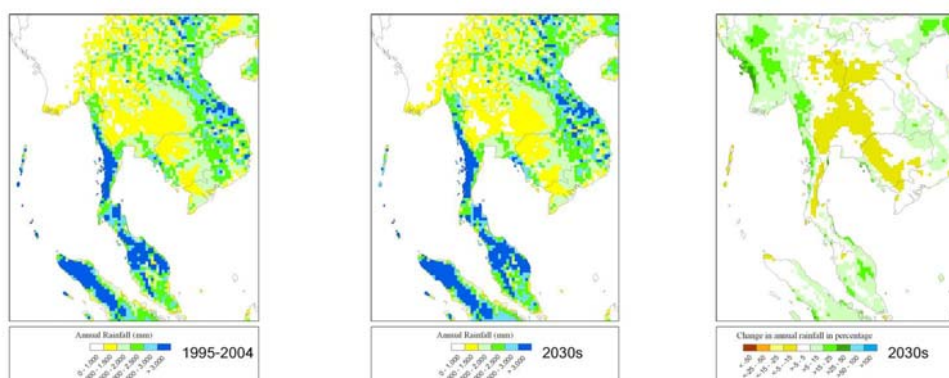
รูปที่ 3-29* อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



รูปที่ 3-30* อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



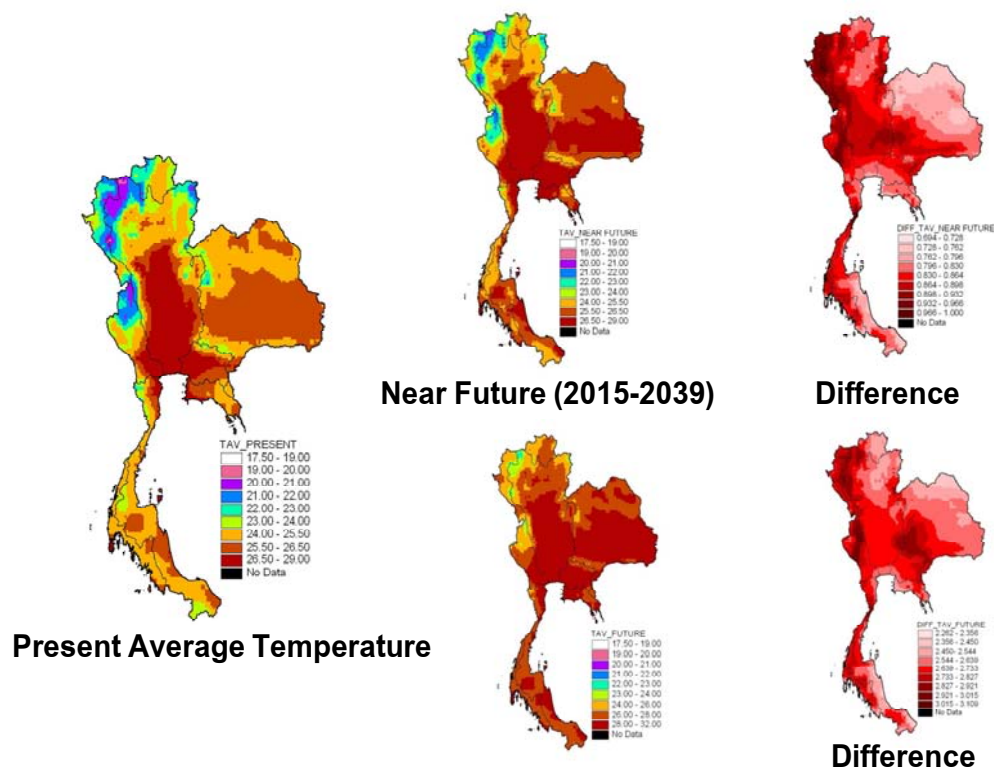
รูปที่ 3-31* ระยะเวลาที่อากาศร้อนในรอบปีเฉลี่ยในประเทศไทยและผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต



รูปที่ 3-32* ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในประเทศไทย และผลต่างแสดงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

(* ที่มา: SEA START)

หมายเหตุ: การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตโดยพิจารณาจากสถานการณ์จำลองนี้ จำเป็นต้องพิจารณาผลการคาดการณ์จากการจำลองสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อที่จะได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนอันเกิดจากแบบจำลองได้มากขึ้น ขณะเดียวกัน การพิจารณาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจำเป็นต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในหลายแง่มุมด้วย ซึ่งผลการศึกษาโดยสรุปข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในแนวทางหนึ่งแต่พอสังเขปเท่านั้น



รูปที่ 3-33 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของประเทศไทยจากแบบจำลอง MRI (AR4)

แม้ว่าผลสรุปการคำนวณ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของภาวะโลกร้อน ต่อแนวโน้มที่ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นในประเทศไทยในระยะยาว แต่ในระยะ 2-3 ทศวรรษข้างหน้าจะมีความผันผวนอยู่ ทั้งนี้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในประเทศไทยในช่วงเวลาประมาณ 20 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มลดลงในหลายพื้นที่ในประเทศไทย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคกลางและบางส่วนของภาคอีสานและภาคเหนือ รวมทั้งชายทะเลภาคใต้ตอนบนฝั่งตะวันออก

3) เปรียบเทียบข้อมูลฝนรายปีจากแบบจำลองต่าง ๆ (หลังปรับแก้)

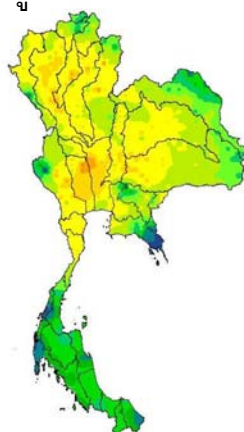
การศึกษาเพื่อดูผลกระทบอาจเริ่มจากการศึกษาเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศของโลกที่มี เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยจากแบบจำลอง 3 ประเทศ(คือ ญี่ปุ่น แคนาดา และอังกฤษ)ที่มีอยู่เป็นการเปรียบเทียบดูแนวโน้มและลักษณะ (ที่เหมือนและต่างกันตามเงื่อนไข เทคนิค และความละเอียดของการจำลอง) (Sucharit K., et. al., 2010) ในการ ศึกษา ผลหลังจากการเพิ่มความละเอียดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ (ฝน) จากแบบจำลอง MRIประเทศญี่ปุ่น แบบจำลอง PRECISE ECHAM4 ของหน่วยงาน START ประเทศไทย และแบบจำลอง CCCMA3 ประเทศแคนาดา ในช่วงปี 1979 – 2006 ซึ่งพบว่า การเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองสามารถลดค่า RMSE (Root mean square root error) ลงได้ โดยที่ ผลการจากการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง MRI สามารถลด RMSE อยู่ในช่วง 9.15% – 17.53% แบบจำลอง PRECISE ECHAM4 สามารถลด RMSE อยู่

ในช่วง 3.84% – 23.40% และแบบจำลอง CCCMA3 สามารถลด RMSE อยู่ในช่วง 8.68% – 14.07% ผลการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองทั้งสามในภาพรวมของประเทศไทยได้ ดังตารางที่ 3-3 การเปรียบเทียบข้อมูลตรวจวัดข้อมูลฝนรายปีกับแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองดังรูปที่ 3-34 – 3-36 ซึ่งเปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลตรวจวัด (Observed) แบบจำลองก่อนเพิ่มความละเอียดข้อมูล และแบบจำลองหลังเพิ่มความละเอียดของข้อมูล จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง ที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว ทั้ง 3 แบบจำลองมีลักษณะเส้นชั้นความสูงของปริมาณน้ำฝนรายปีใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัด จะแตกต่างกันบ้างในบางภูมิภาค ทั้งนี้แบบจำลอง MRI มีสภาพฝนที่ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความละเอียดของแบบจำลอง MRI ที่มีความละเอียดมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ และให้ค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล (R^2) ที่สูงกว่าแบบจำลองอื่นๆ

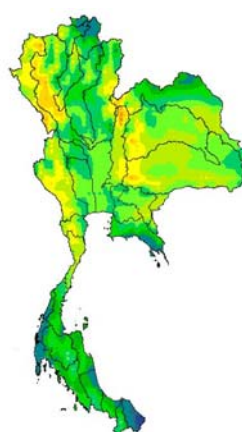
ตารางที่ 3-3 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลฝนประเทศไทยจากแบบจำลองต่างๆ

แบบจำลอง		Before Downscale		After Downscale			
		R ²	RMSE	R ²	%Diff	RMSE	%Diff
MRI	ค่ามากที่สุด	0.71	461.00	0.71	0.00	380.20	-17.53
	ค่าต่ำสุด	0.12	56.23	0.12	0.00	51.08	-9.15
	ค่าเฉลี่ย	0.46	96.69	0.46	0.00	84.42	-12.69
PRECISE	ค่ามากที่สุด	0.68	459.36	0.68	0.00	441.71	-3.84
	ค่าต่ำสุด	0.00	66.52	0.00	0.00	59.51	-10.53
	ค่าเฉลี่ย	0.38	123.49	0.38	0.00	94.59	-23.40
CCCMA3	ค่ามากที่สุด	0.62	509.17	0.62	0.00	437.53	-14.07
	ค่าต่ำสุด	0.00	66.24	0.00	0.00	64.87	-2.07
	ค่าเฉลี่ย	0.37	109.14	0.37	0.00	99.66	-8.68

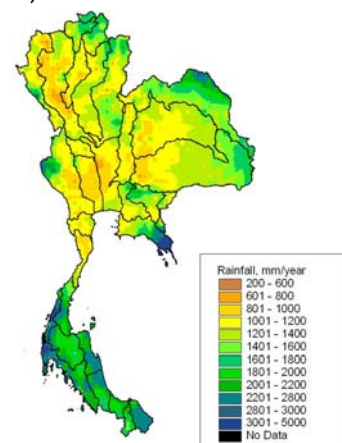
ก) ข้อมูลตรวจวัด



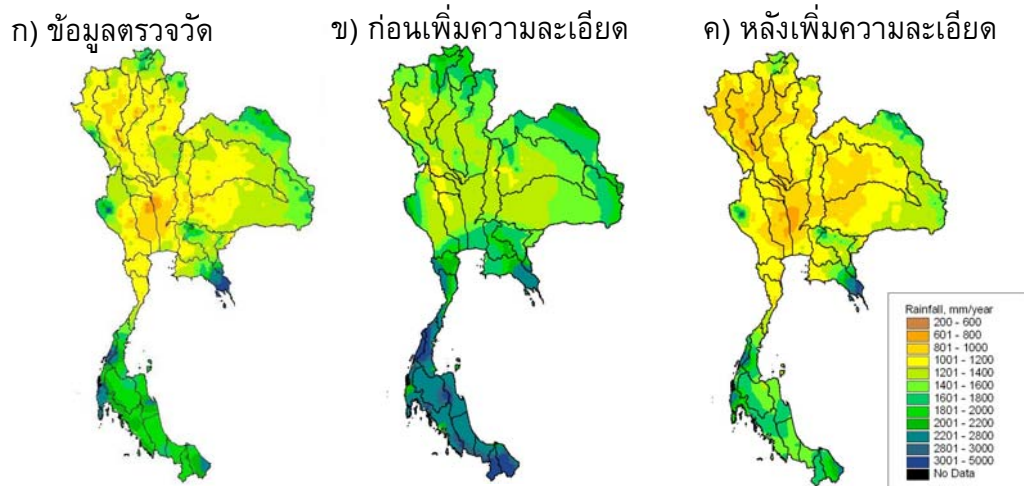
ข) ก่อนเพิ่มความละเอียด



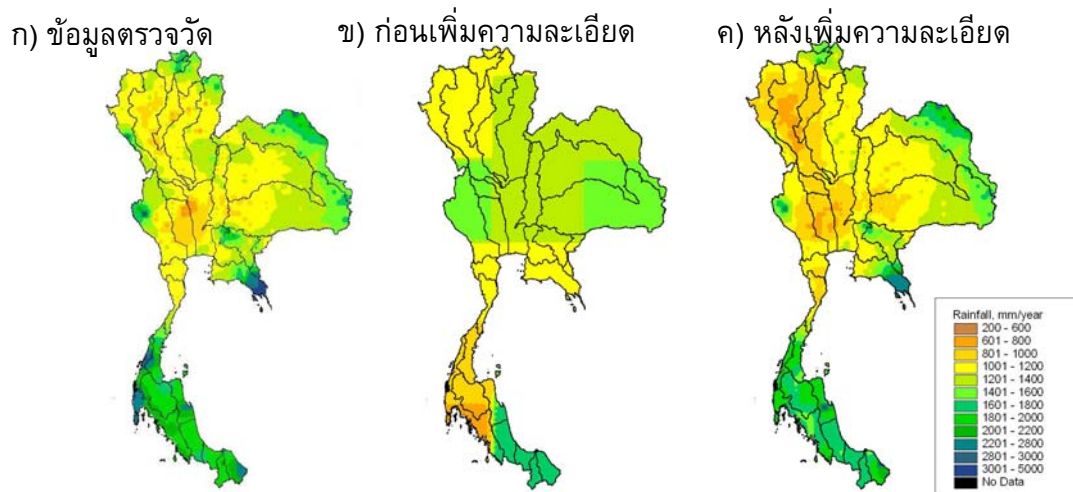
ค) หลังเพิ่มความละเอียด



รูปที่ 3-34 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง MRI



รูปที่ 3-35 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง PRECISE



รูปที่ 3-36 เปรียบเทียบข้อมูลฝนตรวจวัดและแบบจำลองก่อนและหลังเพิ่มความละเอียดของแบบจำลอง CCCMA3

4) การวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต

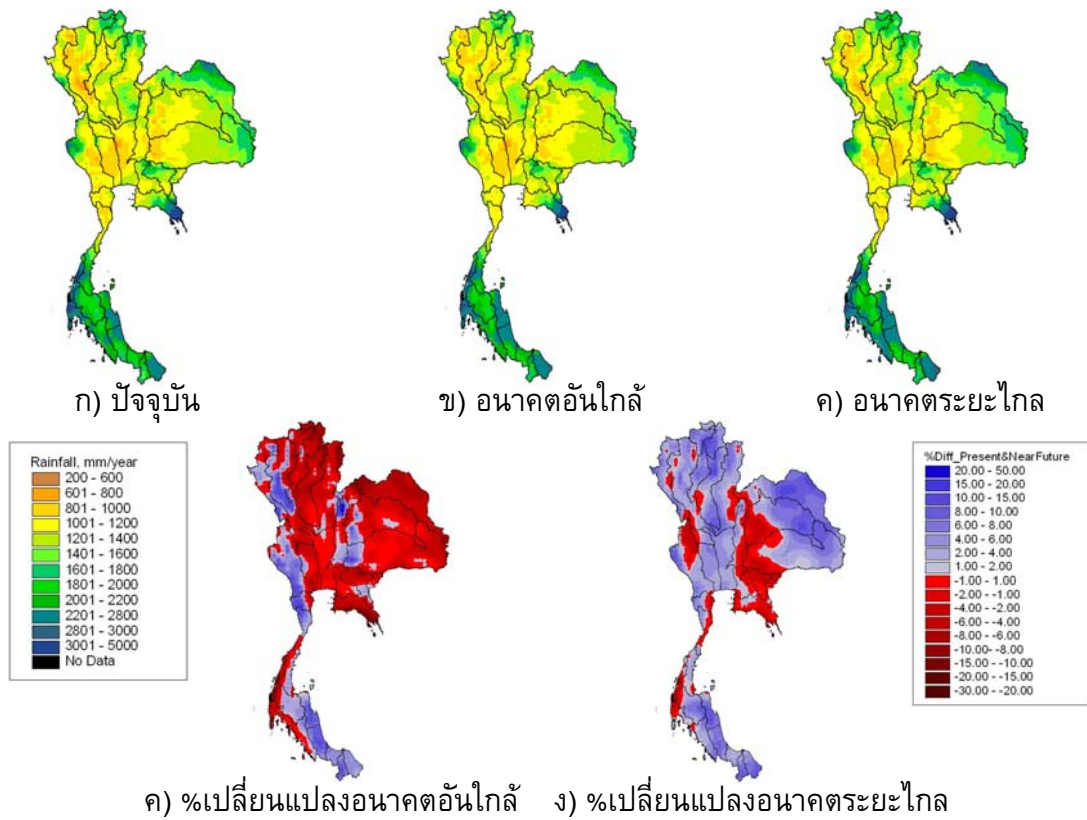
จากการวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต โดยการหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตระยะไกล (ค.ศ.2075 - 2099) ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละภูมิภาคในแบบจำลองต่างๆมีทั้งไปในทิศทางเดียวกัน และแตกต่างกันบ้างในบางพื้นที่ โดยที่ในอนาคตอันใกล้แบบจำลองส่วนใหญ่ได้พยากรณ์ว่า ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ภาคอื่นๆ เช่น ภาคตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในอนาคตระยะไกล แบบจำลองส่วนใหญ่

พยากรณ์ว่าทุกภาคของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นแบบจำลอง CCCMA3 พยากรณ์ว่าในภาคใต้มีแนวโน้มลดลง ซึ่งได้มีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในภาพรวมของประเทศไทย ดังตารางที่ 3-4 แสดงปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในขนาดในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ของแบบจำลองต่างๆ ดังรูปที่ 3-37 – 3-39

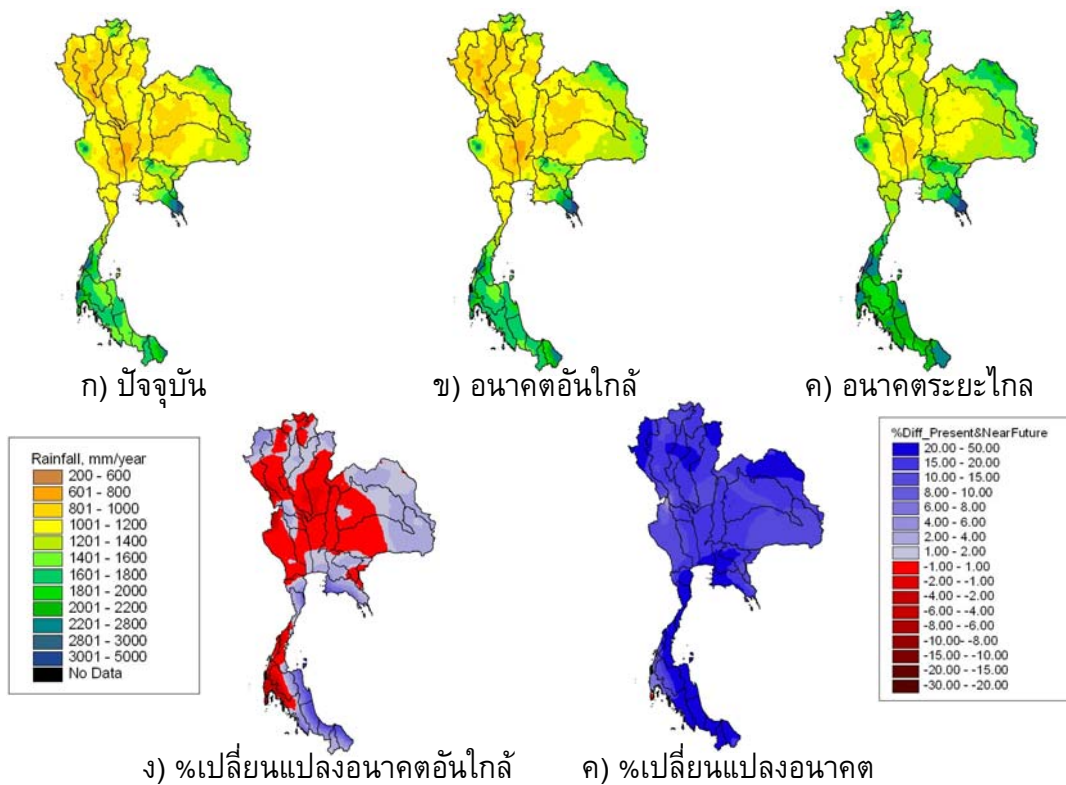
ตารางที่ 3-4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายปีในภาพรวมของประเทศไทย

แบบจำลอง		ข้อมูล ตรวจวัด (มม.)	ปัจจุบัน (มม.)	อนาคต อันใกล้ (มม.)	% เพิ่มขึ้น	% ลดลง	อนาคต ระยะไกล (มม.)	% เพิ่มขึ้น	% ลดลง
MRI	ค่าสูงสุด	4,870	5,270	4,614	38.35	-0.01	5,081	13.15	-0.01
	ค่าต่ำสุด	533	551	603	0.01	-19.18	593	0.07	-8.57
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,429	1,414	4.89	-3.85	1,481	5.01	-2.25
PRECISE	ค่าสูงสุด	4,870	4,507	4,542	19.81	-0.01	5,031	53.24	-1.85
	ค่าต่ำสุด	533	626	620	0.01	-8.1	726	0.37	-2.26
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,207	1,228	2.39	-1.10	1,429	18.27	-2.06
CCCMA3	ค่าสูงสุด	4,870	3,828	3,557	3.92	-0.20	3,649	11.53	-2.46
	ค่าต่ำสุด	533	571	585	0.07	-9.92	601	2.40	-7.43
	ค่าเฉลี่ย	1,370	1,249	1,249	2.31	-3.18	1,288	6.06	-4.70

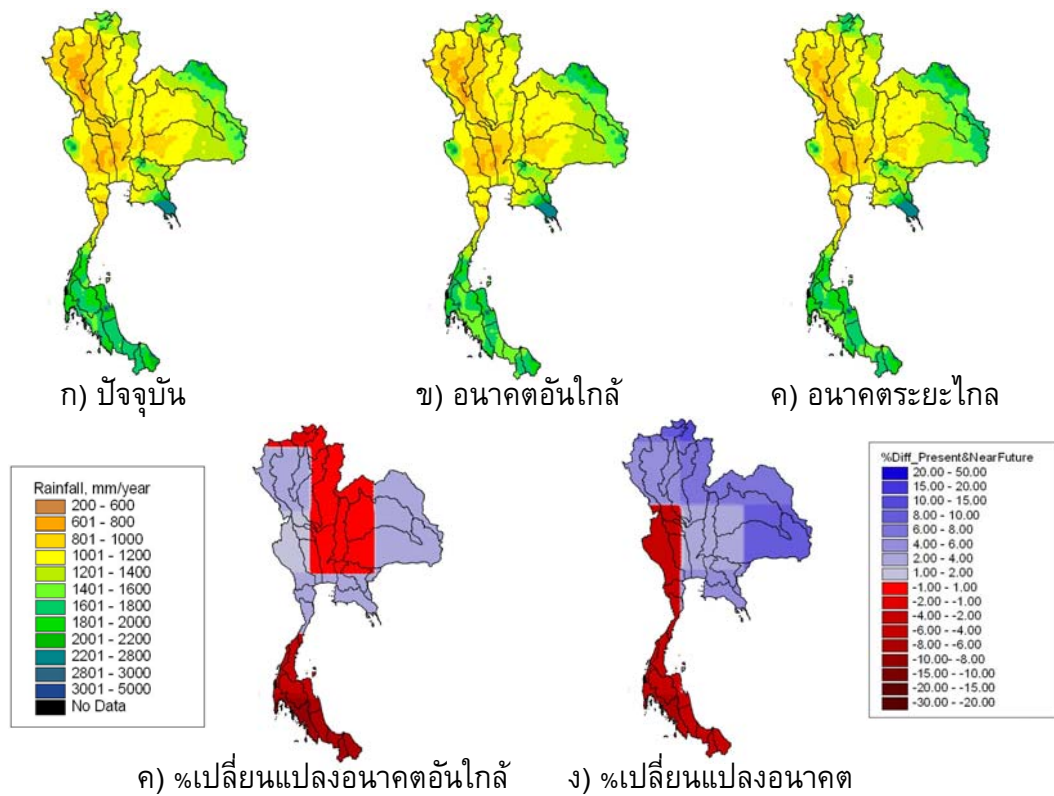
เมื่อการนำเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนรายปีของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลองมาซ้อนทับกัน จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตว่าพื้นที่ใดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อหาพื้นที่ที่เป็น Hot Spot ซึ่งในการนำมาซ้อนทับนี้ได้พิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นหรือลดลงตั้งแต่ 1% ขึ้นไป ในขณะที่นำมาซ้อนทับกันยังพบอีกว่าในบางพื้นที่มีแนวโน้มต่างกัน คือ มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ซึ่งยังไม่สามารถระบุได้ว่าในพื้นที่นั้นมีแนวโน้มเป็นอย่างไร) สำหรับพื้นที่ล่อแหลม (Hot Spot) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงในอนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกลแสดงได้ดังรูปที่ 3-40



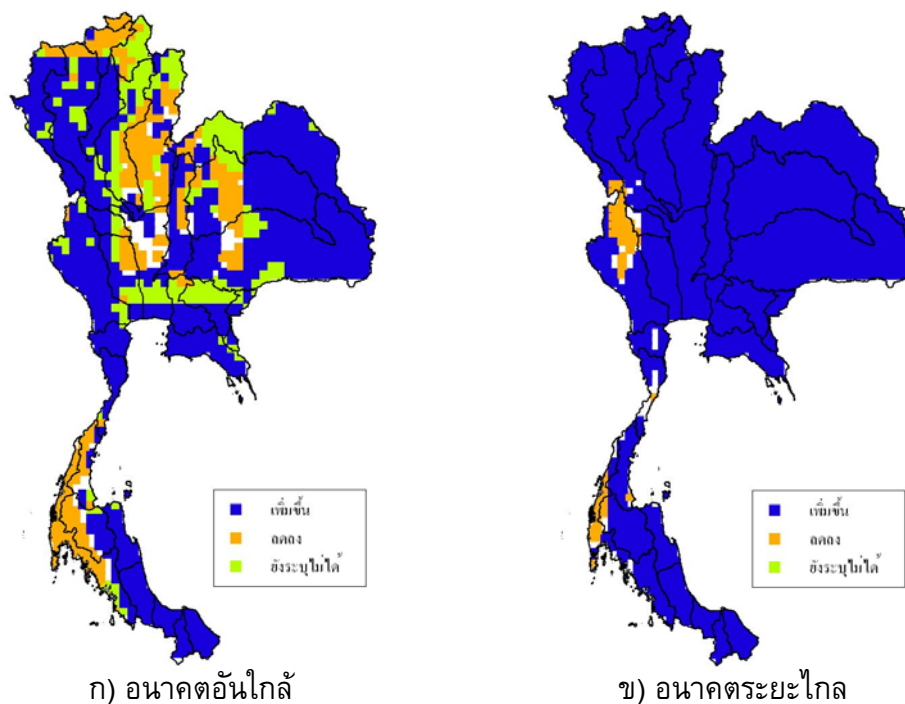
รูปที่ 3-37 ปริมาณน้ำฝนและการเปลี่ยนแปลงในอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆของแบบจำลอง MRI



รูปที่ 3-38 ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ ของแบบจำลอง PRECISE



รูปที่ 3-39 ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆของแบบจำลอง CCCMA3



รูปที่ 3-40 พื้นที่ล่อแหลม (Hot Spot) ในอนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล

จากข้อมูลวัดจริงพบว่า อุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มอุ่นขึ้นจากอดีต และจากข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศต่างๆของโลก สามารถสรุปแนวโน้มอุณหภูมิประเทศไทยว่าจะอุ่นขึ้นต่อไป ปริมาณฝนจากนี้ไป มีแนวโน้มลดลงในช่วงอนาคตใกล้และ มากขึ้นในช่วงอนาคตไกล ความรุนแรงของฝนมีมากขึ้น

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองภูมิอากาศโลกของ Precise, MRI, CCCMA3 (จากรายงาน AR4) โดยวิธีเพิ่มความละเอียดเดียวกัน ให้ค่าไปในทำนองเดียวกัน ยกเว้นบริเวณชายฝั่งทะเล แบบจำลอง MRI ให้ค่าชัดเจนกว่า เนื่องจากความละเอียดของขนาดการคำนวณมากกว่า

พื้นที่ที่จะมีปริมาณฝนน้อยลงในช่วงอนาคตอันใกล้จะอยู่บริเวณลุ่มน้ำน่าน ภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก และด้านตะวันตกของภาคใต้

พื้นที่ที่จะมีปริมาณฝนน้อยลงในช่วงอนาคตไกล จะอยู่บริเวณด้านตะวันตก ลุ่มน้ำป่าสัก ตะวันออก เพชรบุรี ระนอง

3.4 สรุปเนื้อหา

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี จากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว ปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา (โดยยังไม่ได้พิจารณาการทรุดตัวของเสาวัดระดับ)

ผลการวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุทกวิทยาในอนาคต โดยการหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ.2015 - 2039) และอนาคตระยะไกล (ค.ศ.2075 - 2099) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มทั้งเพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละภูมิภาค โดยในอนาคตอันใกล้แบบจำลองส่วนใหญ่ได้พยากรณ์ว่า ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ภาคอื่นๆ เช่นภาคตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในอนาคตระยะไกลแบบจำลองส่วนใหญ่พยากรณ์ว่าทุกภาคของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นแบบจำลอง CCCMA3 พยากรณ์ว่าในภาคใต้มีแนวโน้มลดลง