



รายงานการวิจัย

การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
โดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ
Forecasting of drought in the northeast region of Thailand
by using the statistical downscaling method

โดย

สุรสิทธิ์ ปัญญาวรณศิริ
บัญชา ขวัญยืน

ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ



รายงานการวิจัย

การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
โดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ
Forecasting of drought in the northeast region of Thailand
by using the statistical downscaling method

โดย

สุรสิทธิ์ ปัญญาวรณศิริ
บัญชา ขวัญยืน

ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยการพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติฉบับนี้ มีเป้าหมายเพื่อศึกษาประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวกับตัวแปรค่าปริมาณน้ำฝนต่อเนื่องไปยังการพยากรณ์สภาวะภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากหลายสถาบันอุตุนิยมวิทยาชั้นนำระดับโลก จำนวน 5 แบบจำลอง ร่วมกับการใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อวิเคราะห์คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในอนาคตและพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการสนับสนุนและวางแผนเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกี่ยวกับภัยแล้งในระดับภูมิภาคลุ่มน้ำ รวมถึงการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยโครงการนี้ รายงานการวิจัยฉบับนี้ได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาด้วยความอนุเคราะห์ที่ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทานที่ให้ความสนับสนุนการวิจัยนี้ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการด้านภารกิจการวิจัยและนวัตกรรมของประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ภท.) ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อปรับปรุงในการจัดทำรายงานเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของโครงการวิจัยนี้

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบัน “ภาวะโลกร้อน (Global Warming)” ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลกระทบต่อฤดูกาลต่างๆ ในหลายภูมิภาคทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง ซึ่งหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านเลยก็จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น ดังนั้น การเข้าใจกระบวนการและสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับการศึกษากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือและวางแผนเพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ปัจจุบันแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (General Circulation Model, GCM) หรือแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาถึงคุณลักษณะและผลการคาดการณ์แนวโน้มของตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลก อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดี แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศทั่วโลกด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ประมาณ 200-300 ตารางกิโลเมตร สำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทุกประเทศบนโลก แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM ยังไม่ละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ศึกษาผลกระทบระดับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือในระดับสถานีตรวจวัดอากาศ จากปัญหาดังกล่าวนี้ วิธีการ “เทคนิคการลดมาตราส่วน (Downscaling Technique)” ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดมาตราส่วนผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM ซึ่งจำลองการหมุนเวียนสภาพภูมิอากาศมาตราส่วนระดับโลกย่อยส่วนให้ เป็นมาตราส่วนระดับลุ่มน้ำหรือสถานีให้เหมาะสมสำหรับการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยา และระบบนิเวศน์

การศึกษานี้มีแนวคิดเพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งโดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรปริมาณน้ำฝน เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscaling Technique) สำหรับการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาอนาคต ปี ค.ศ. 2021 ถึง 2080 รวมทั้งการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ ปี ค.ศ. 2021 ถึง 2040 โดยการใช้ค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) และจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง (Hot spot) การศึกษาได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอดีต ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 ถึง 2014 (คาบเวลา 54 ปี) จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งครอบคลุมในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 10 สถานี กับค่าข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCMs จากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ ACCESS-ESM1.5 ประเทศออสเตรเลีย, CanESM5 ประเทศแคนาดา, EC-Earth3 ประเทศสวีเดน (สหภาพยุโรป) และ MIROC6 กับ MRI-ESM2.0 ประเทศญี่ปุ่น

จากการรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในระดับสถานี ทั้ง 10 สถานี ในช่วงปีพื้นฐาน ตั้งแต่ปี ค.ศ.1961-2014 โดยขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนวิธีโค้งทับทวิ (Double Mass Curve) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนของทุกสถานีที่ถูกตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของ

ปริมาณน้ำฝนสะสมทั้ง 10 สถานี มีความสัมพันธ์ที่ดีถึงดีมาก ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณฝนตามวิธี Mann-Kendall ผลปรากฏว่า ส่วนใหญ่จะมีค่าแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ยกเว้น สถานีอุดรธานี, ชัยภูมิ และร้อยเอ็ด ที่มีค่าแนวโน้มปริมาณน้ำฝนลดลง และพบว่ามีเพียงสถานีสุรินทร์ที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนคาบเวลา 54 ปี ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,451.12 มิลลิเมตร/ปี, ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำสุด 947.37 มิลลิเมตร/ปี และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด 2,044.16 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ สถานีจังหวัดนครพนมมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยสูงที่สุด 2,322.43 มิลลิเมตร/ปี และสถานีจังหวัดนครราชสีมาปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,081.57 มิลลิเมตร/ปี โดยค่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลงมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ภาคกลางของประเทศ และมีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนตามค่าละติจูดของที่ตั้งสถานี ยิ่งมีค่าพิกัดละติจูดมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยมากตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของแต่ละสถานีไม่ได้รับอิทธิพลจากระดับความสูงของที่ตั้งสถานี มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดช่วงฤดูฝนในเดือนสิงหาคม 274.23 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนกันยายน 261.31 มิลลิเมตร และจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกน้อยที่สุดช่วงหนาวในเดือนธันวาคม 4.11 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนมกราคม 4.80 มิลลิเมตร

เนื่องจากวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical Downscale Method) เป็นวิธีที่ซับซ้อนต้องใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ (Predictor) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM และตัวถูกทำนาย (Predictand) คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน การพิจารณาวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติที่จะนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อการคาดการณ์ จะต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ของข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ต้องสอดคล้องกับลักษณะทางอุตุ-อุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษามากที่สุด เพื่อต้องการได้ผลลัพธ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและให้ผลการพยากรณ์แม่นยำที่สุด จากการศึกษาวิเคราะห์พบว่า วิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติแบบวิธีเดลต้า (Delta Method) มีผลความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Quantile Mapping (QM) และ Empirical Quantile Mapping (EQM) รวมทั้งการประเมินแบบจำลอง GCM ทั้ง 5 แบบจำลองในการศึกษานี้ด้วยเกณฑ์ค่าสถิติแบบต่าง ๆ พบว่า แบบจำลอง MIROC6 พัฒนาโดยสถาบัน National Institute for Environmental Studies, The University of Tokyo ร่วมกับ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ประเทศญี่ปุ่น มีรูปแบบคล้ายการกระจายตัวของน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าปริมาณฝนสังเกตการณ์มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว, ฤดูร้อน และฤดูฝนตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลอง GCM มีข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำของผลลัพธ์ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่มีการกระจายตัวของฝนที่มีรูปแบบขึ้นอยู่กับรายละเอียดเชิงพื้นที่และการประมวลผลปรากฏการณ์บางอย่างที่มีขนาดเล็ก (Parameterization) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องอาศัยกระบวนการลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนดังกล่าว ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ โดยใช้หลักการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Correction) ซึ่งอาศัยข้อมูลสถิติของค่าปริมาณน้ำฝนในอดีต เพื่อให้ค่าสังเคราะห์ข้อมูลฝนมีความสัมพันธ์กับค่าข้อมูลฝนสังเกตการณ์ ส่งผลให้ค่าการกระจายตัวของชุดข้อมูลสังเคราะห์รายวัน รายเดือน และรายปีมีความสอดคล้องทางอุตุ-อุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษายิ่งขึ้นก่อนที่นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

การเลือกใช้แบบจำลอง GCM ที่ได้รับการพัฒนาล่าสุดจากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) ที่สร้างมูลฐานจากรายงานการประเมินครั้งที่ 6 Fifth Assessment Report (AR6) ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ภาพจำลองอนาคตของ AR6 นั้นเรียกว่า “Shared Socioeconomic Pathways” (SSPs) ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติของข้อมูลรายวันภายใต้ภาพจำลองการแผ่รังสีความร้อน SSP 245 และ SSP 585 จากทั้ง 5 แบบจำลอง เห็นได้ชัดว่า ค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021–2080 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงพื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยใน ปี ค.ศ. 1961–2014 โดยมีรูปแบบการกระจายของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกจะแตกต่างกันขึ้นกับผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลอง GCM โดยแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 พบว่า ช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021–2040 ทุกสถานีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ยกเว้น 3 สถานี คือ ขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ซึ่งลดลงเล็กน้อย และในช่วงเวลาอนาคตปานกลาง (Medium Future) กับช่วงเวลาอนาคตอันไกล (Far Future) ทุกสถานีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น มีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 11.85 % และ 9.12 % ตามลำดับ และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 ซึ่งทุกช่วงเวลาอนาคตในทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s พื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 4.51 %, 9.13 % และ 6.51 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีพื้นฐาน ปี ค.ศ. 1961–2014

อย่างไรก็ตาม ผลสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคาดว่าจะเริ่มสังเกตการณ์เห็นได้ชัดในช่วงเวลาประมาณสองทศวรรษข้างหน้า ซึ่งเป็นที่คาดหวังไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาเช่นเดียวกัน

ผลการพยากรณ์และการคาดการณ์ระดับความรุนแรงของสภาวะภัยแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Index) ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนหรือกำหนดนโยบายการป้องกันบรรเทาผลกระทบจากสภาวะภัยแล้งได้ โดยเฉพาะการใช้เกณฑ์ค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardize Precipitation Index, SPI) ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อติดตามสภาวะความแห้งแล้งจากตัวแปรค่าปริมาณน้ำฝนโดยตรง สามารถสะท้อนถึงความแห้งแล้งจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนที่จะส่งผลให้เกิดภัยแล้งในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกันจากสถานการณ์ในอดีต โดยค่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในช่วงเวลาต่าง ๆ ของสถานีตรวจวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้ง 10 สถานี จะถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าการกระจายตัวของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function, PDF) ตามช่วงเวลาที่ต้องการหาค่าดัชนี SPI การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบการใช้ช่วงเวลาฝนสะสม 12, 18, 24 เดือน และฝนรายปี เพื่อประเมินสภาวะภัยแล้งในลักษณะภาพรวมพบว่า การใช้ข้อมูลฝนสะสม 12 เดือนและฝนรายปี สามารถให้รายละเอียดระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งจากการเปลี่ยนแปลงแบบภาพรวมของค่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาได้ดีเมื่อเทียบกับข้อมูลเหตุการณ์เท่าที่มีบันทึกไว้

ผลสรุปจากภาพจำลองอนาคตของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาแสดงให้เห็นมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวกับค่าปริมาณน้ำฝนสะท้อนสภาวะภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา จากแบบจำลอง GCM ทั้ง 5 แบบจำลอง ภายใต้ SSP 225 และ SSP 585 ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021 – 2040 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยการเปลี่ยนแปลงมีปริมาณ

ฝนที่เพิ่มขึ้น แต่สภาวะภัยแล้งในอนาคตมีความถี่มากขึ้น ผลจากการเลือกใช้เกณฑ์ค่าปริมาณฝนสะสม 12 เดือน สำหรับใช้ในการคำนวณค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) ผลการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปี ค.ศ. ที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้งภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 คือ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 ซึ่งโดยรวมของผลลัพธ์จากทุกแบบจำลอง GCM บ่งชี้ถึงแนวโน้มเหตุการณ์ความแห้งแล้งในอนาคตช่วงปี ค.ศ. 2021–2080 จะมีความถี่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาในอดีต โดยในแต่ละพื้นที่จะมีระดับความรุนแรงเหตุการณ์สภาวะภัยแล้งแตกต่างกัน พื้นที่เฝ้าระวังภัยแล้งเป็นพิเศษ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา

จากผลการศึกษาระยะก่อนข้างชัดเจนว่า “ภัยแล้ง” จะเป็นปรากฏการณ์ภัยพิบัติที่มีแนวโน้มความถี่มากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่ผ่านมา ผลของวิเคราะห์พบว่าภัยแล้งมีระดับความรุนแรงทั้งหนักและเบาสลับกันไป ยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งผลการศึกษาจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายระยะยาวแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ในทางปฏิบัติสำหรับการนำผลศึกษาการพยากรณ์ภัยแล้งนี้ไปใช้ประโยชน์ อาจจะต้องมีการสำรวจและจัดหาข้อมูลภาคพื้นดินเพิ่มเติม เพื่อติดตามและประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบและปรับแก้ผลคาดการณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ระบบเรดาร์ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น

การพัฒนาแก้ปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอย่างยั่งยืน โดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำอาจจะจำเป็นต้องทบทวนและจัดเรียงลำดับความสำคัญแผนงานใหม่หรือเร่งรัดโครงการพัฒนาแหล่งน้ำพร้อมเพิ่มพื้นที่ชลประทานตามศักยภาพที่เหมาะสมอย่างเร่งด่วน ตลอดจนการขุดลอกแม่น้ำ คูคลอง หนอง บึง และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่ตื้นเขินเพื่อกักเก็บน้ำ และการขุดสระน้ำเพื่อการเกษตรขนาดเล็กในไร่นา เช่น รูปแบบโคกหนองนาโมเดล ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางอุทกวิทยาของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า มีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ ในแต่ละปีมีปริมาณมากเพียงพอ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยประมาณ 49,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่มีแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินจำนวนน้อย สามารถเก็บกักได้เพียงประมาณ 11,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หากพื้นที่ใดมีฝนตกน้อย ยิ่งเป็นปัจจัยซ้ำเติมปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ขณะความต้องการใช้น้ำมีประมาณ 13,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้นทุกปี นับว่าเป็นสาเหตุหลักของปัญหาภัยแล้ง นอกเหนือจากความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบนผิวดินภายใต้แผนงานเพิ่มแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินและเพิ่มพื้นที่ชลประทานข้างต้นแล้ว การบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยไม่ใช้มาตรการสิ่งก่อสร้าง จะมีส่วนช่วยลดผลกระทบภัยแล้งได้แก่ การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) ของอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ใหม่ด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยและอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งสูง รวมทั้งการจัดประชาสัมพันธ์เพื่อรณรงค์ปรับใช้แนวทางการประหยัดน้ำโดยเฉพาะกิจกรรมทางการเกษตร อาทิเช่น ขอความร่วมมือในการทำนาแบบประหยัดน้ำโดยการนำเทคนิคการทำนาแบบเปียกสลับแห้งหรือการใช้น้ำน้อยแบบส่งน้ำท่วมขังในแปลงนาระดับต้น ตลอดจนการประชาสัมพันธ์ข้อมูลสถานการณ์น้ำเพื่อสร้างความตระหนักรู้แก่

เกษตรกรเพื่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตในบางฤดูกาล อาทิ การปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูกพืช หรือการร่นระยะเวลาเพาะปลูก การเพาะปลูกพืชอายุสั้นในปีที่มีแนวโน้มความเสี่ยงภัยแล้งสูง และการส่งเสริมการใช้มาตรการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยทดแทนในระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้น้ำ แนวทางการประหยัดน้ำจากกิจกรรมการเกษตรและนวัตกรรมการผลิตในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำน้อย ถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่สำคัญเพื่อช่วยลดการใช้น้ำและบรรเทาความเสียหายจากความรุนแรงของภัยแล้งได้อย่างมาก

นอกเหนือจากความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบนผิวดิน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาโครงการตามที่กล่าวไว้ข้างต้น การบรรเทาปัญหาภัยแล้งในระยะสั้นอาจจะดำเนินงานด้วยการสนับสนุนให้ใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีศักยภาพ โดยการเพิ่มการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรน้ำฝน จากข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาลรายงานว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ศักยภาพประมาณ 12 ล้านไร่ ในการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณน้ำใต้ดินมีมากกว่าปริมาณน้ำบนดินถึงประมาณ 24 เท่า ปัจจุบันนำมาใช้เพียงร้อยละ 11 เท่านั้น ถือได้ว่าเป็นแนวทางที่น่าศึกษาและส่งเสริมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

แต่อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้และข้อเสนอแนะที่กล่าวไว้เบื้องต้นเป็นเพียงข้อมูลสนับสนุนเพื่อการจัดการสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เน้นให้ความสำคัญกับการจัดการในระยะยาว ตามผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก เนื่องจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระยะยาวยังมี ความไม่แน่นอนและขาดรายละเอียดบางประการที่จะใช้เป็นข้อมูลหลักเพื่อการขับเคลื่อนอย่างเป็นรูปธรรมในทางปฏิบัติ ดังนั้น การปรับตัวด้านการจัดการภัยแล้งอาจจะต้องใช้กระบวนการจัดการแบบมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐและประชาชนในการร่วมกันจัดการแบบบูรณาการ เพื่อให้สามารถปรับตัวและลดความเสียหายจากภัยแล้งได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพส่งผลให้ลดผลกระทบภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยได้อย่างแบบยั่งยืนต่อไป

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาถึงคุณลักษณะและคาดการณ์แนวโน้มของตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลก แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศทั่วโลกสำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับทุกประเทศบนโลก แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM ยังมีขนาดมาตราส่วนที่ไม่ละเอียดเพียงพอต่อการศึกษาผลกระทบในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ เทคนิคการลดมาตราส่วน (Downscaling Technique) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อลดมาตราส่วนผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง GCM ที่หยาบให้มีรายละเอียดเหมาะสมสำหรับการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยาในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ

การศึกษาผลการวิเคราะห์แนวโน้มของค่าปริมาณฝนจากข้อมูลรายวันของสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ด้วยวิธี Mann-Kendall พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014 (คาบเวลา 54 ปี) ทั้งหมดมีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น และผลการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCMs จากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ ACCESS-ESM1.5 ประเทศออสเตรเลีย, CanESM5 ประเทศแคนาดา, EC-Earth3 ประเทศสวีเดน (สหภาพยุโรป), MIROC6 และ MRI-ESM2.0 ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ทุกแบบจำลอง GCMs ที่เลือกใช้สามารถสังเคราะห์ข้อมูลฝนสะสมรายปีเฉลี่ยได้เทียบเท่ากับข้อมูลช่วงปีพื้นฐาน ผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Correction) ภายใต้ภาพจำลองการแผ่รังสีความร้อนทั้ง SSP 245 และ SSP 585 จำนวน 5 แบบจำลอง บ่งชี้ว่าค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021-2080 ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงทางปริมาณเชิงพื้นที่ มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นในรูปแบบค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ในฤดูร้อนมีค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยลดลง โดยการกระจายของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกจะแตกต่างกันขึ้นกับผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลอง GCM

ผลจากการเลือกใช้เกณฑ์ค่าปริมาณฝนสะสมรายปีสำหรับใช้ในการคำนวณค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) เพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยผลลัพธ์จากแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดกับชุดค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี พบว่า ภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 มีปี ค.ศ. ที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้ง ได้แก่ 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 คือ 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 ซึ่งแต่ละปีจะมีระดับความรุนแรงสภาวะภัยแล้งแตกต่างกัน พื้นที่เฝ้าระวังภัยแล้งเป็นพิเศษ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา

คำสำคัญ: ภัยแล้ง, แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก, การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ, ปริมาณฝน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Abstract

Currently, the Global Climate Model (GCM) is widely accepted as the key tool for studying the quality and forecasting the trend of fundamental global climate variables, which is useful for evaluating the impacts of climate change for all countries. However, the results obtained from the GCM are only on an approximate scale, which is insufficient for studying the impacts at the level of the watershed areas or weather stations. As a result, a downscaling technique would need to be used to reduce the scale of the GCM's predictions of climate change findings in order to provide additional details for the study of hydrometeorological repercussions at the watershed level.

The analysis results on the tendency of rainfall were acquired from the daily records of 10 weather stations of the Thai Meteorological Department located in the Northeast region of Thailand using the Mann-Kendall method, which indicated that the tendency of the average annual rainfall during the years 1961–2014 (a period of 54 years) had increased. Furthermore, the results using the GCM based on the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) for five models comprising the ACCESS-ESM1.5 (Australia), CanESM5 (Canada), EC-Earth3 (Sweden-EU), MIROC6, and MRI-ESM2.0 (Japan) showed that all GCM models were able to synthesize the average annual accumulated rainfall at the same amount as the data during the base years. For forecasting the results of future rainfall that had the bias correction under the thermal radiation simulation, the SSP 245 and SSP 585 simulations of the five models illustrated that future rainfall for the period of 2021–2080 will be mostly quantitatively spatial. There is an increasing trend in the average rainfall during the rainy season, with an increase in volume. But in summer, the average rainfall decreases. The distribution pattern of the rainfall and the number of rainy days would be different depending on the results of each GCM model.

From the results of using yearly rainfall to calculate the Standardized Precipitation Index (SPI) to forecast tentative drought in the near future in the study area, the results from the MIROC6 model, which had the best relationship with the observed rainfall of the 10 weather stations under the SSP 245 simulation, illustrated that the years with a high tendency for drought were 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, and 2039, while the results from the SSP 585 simulation indicated that 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, and 2040 had different levels of severity for each year. Special drought surveillance areas include Khon Kaen, Chaiyaphum, and Nakhon Ratchasima.

Key words: Drought, GCM, statistical downscaling, precipitation, climate change

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	-ก-
สารบัญรูป	-ง-
สารบัญตาราง	-ช-
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1.1 ความเป็นมา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1-3
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	1-3
1.4 กรอบแนวความคิดการวิจัย	1-3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-1
2.1 คำจำกัดความ	2-1
2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	2-7
2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย	2-8
2.4 ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย	2-12
2.5 สถานการณ์ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย	2-15
2.6 การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ	2-17
2.7 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	2-22
2.8 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้โครงการ CMIP6	2-24
2.9 ความเป็นมาและการประเมินภัยแล้งด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน	2-24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	3-1
3.1 พื้นที่ศึกษา	3-2
3.2 การจัดหารวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	3-5
3.3 การจัดหาข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	3-6
3.4 การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับสถานี	3-10
3.5 การประเมินวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติเพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน	3-12
3.6 แนวทางการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน	3-13
3.7 การปรับแก้ค่าอคติของค่าคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน	3-13
3.8 การพยากรณ์ภัยแล้งด้วยดัชนี SPI จากผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต	3-14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน	4-1
4.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลตุณิยมวิทยาระดับสถานีช่วงปีพื้นฐาน	4-1
4.2 การเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติสำหรับใช้คาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝน	4-5
4.3 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนของสถานีตุณิยมวิทยาในช่วงปีพื้นฐาน	4-12
4.4 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนจากวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติในช่วงปีพื้นฐาน	4-16
4.5 การประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกค่าปริมาณน้ำฝนสำหรับพื้นที่ศึกษา	4-17
4.6 ผลการปรับแก้ค่าอคติผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	4-23
4.7 การประเมินผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	4-29
4.8 ผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนจากวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ	4-30
4.8.1 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585	4-30
4.8.2 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง CanESM5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585	4-34
4.8.3 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง EC-Earth3 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585	4-38
4.8.4 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585	4-41
4.8.5 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585	4-45
บทที่ 5 การพยากรณ์สภาวะภัยแล้ง	5-1
5.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน	5-2
5.2 ผลการประเมินภัยแล้งเชิงพื้นที่และเวลา	5-9
5.3 การคาดการณ์ภัยแล้งด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก	5-22
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	6-1
6.1 สรุปผลการศึกษา	6-1
6.2 ข้อเสนอแนะ	6-2

บรรณานุกรม

	หน้า
ภาคผนวก ก	ค่าสถิติข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ก-1
ภาคผนวก ข	การเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ช่วงปี ค.ศ. 2015-2020 ข-1
ภาคผนวก ค	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ค-1
ภาคผนวก ง	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง CanESM5 ง-1
ภาคผนวก จ	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง EC Earth3 จ-1
ภาคผนวก ฉ	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง MIROC6 ฉ-1
ภาคผนวก ช	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 ช-1
ภาคผนวก ซ	แบบรายงานสรุปผลการวิจัย ซ-1
ภาคผนวก ฅ	ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัยและที่ปรึกษาโครงการ ฅ-1

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดง infographic กรอบแนวความคิดของการวิจัย	1-3
2.1	อันดับประเทศที่มีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว	2-10
2.2	แสดงปริมาณฝนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560 (ก) – 2561 (ข)	2-12
2.3	จำนวนพื้นที่ของประเทศไทยที่ประสบปัญหาภัยแล้ง พ.ศ. 2554 – 2558	2-15
2.4	แผนผังการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	2-16
2.5	ตัวอย่างแบบจำลองการถ่ายเทของพลังงานจากแสงอาทิตย์สู่โลกตามกฎอนุรักษ์พลังงาน	2-21
2.6	รายชื่อกระบวนการและคุณสมบัติของพารามิเตอร์ภายในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	2-21
2.7	แสดงเซลล์กริด (ที่พื้นผิว) และปริมาตร (ในบรรยากาศ) ภายในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ	2-22
2.8	แสดงแผนผังของการออกแบบการทดลอง CMIP/CMIP6	2-24
2.9	แสดงค่าการแผ่รังสีของแต่ละสถานการณ์ SSP	2-26
2.10	แสดงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ RCPs	2-28
3.1	แสดงทิศทางและช่วงเวลาการเกิดลมมรสุมและพายุที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย	3-3
3.2	แสดงค่าสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2524-2553 ของปริมาณน้ำฝนรายปี	3-4
3.3	ลักษณะภูมิประเทศและที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา	3-6
3.4	การเปรียบเทียบสถานการณ์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกของ CMIP6 และ CMIP5	3-7
3.5	หน้าเว็บไซต์การดาวน์โหลดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก	3-9
3.6	หน้าต่างดาวน์โหลดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ACCESS-ESM1.5	3-10
3.7	การแปลง (Transform) ความน่าจะเป็นฝนสะสมเป็นค่าปกติมาตรฐาน Z	3-15
3.8	รูปแสดงกราฟสัมพันธ์ค่าของ SPI กับค่าความแห้งแล้ง	3-15
3.9	ขั้นตอนการคำนวณดัชนี SPI	3-18
4.1	แสดงกราฟการตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนโดยวิธี Double Mass Curve	4-3
4.2	ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014	4-14
4.3	กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลฝนรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1961-2014	4-14
4.4	ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีนครพนม (357201) ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014	4-15
4.5	ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีนครราชสีมา (431201) ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014	4-16
4.6	ค่าข้อมูลสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยภาพรวม 10 สถานีจาก GCMs	4-20
4.7	ค่าปริมาณฝนรายปีสังเกตการณ์การณและฝนรายปีจากแบบจำลอง GCMs	4-21
4.8	กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ในปีพื้นฐานของสถานีนครพนม (357201)	4-22
4.9	กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันทั้ง 10 สถานีจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5	4-22
4.10	การปรับแก้ค่าอคติปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากผลลัพธ์ของ GCMs ของสถานีเลย (353201)	4-26
4.11	การปรับแก้ค่าอคติปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปีพื้นฐานจากผลลัพธ์ของ MIROC6 Model	4-27
4.12	กราฟ CDF ของข้อมูลฝนรายวันจาก GCMs ในปีพื้นฐานของสถานีนครพนม (357201)	4-28
4.13	กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันจาก GCMs ในปีพื้นฐานของสถานีนครพนม (357201)	4-28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.14	ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีเลย (353201)	4-29
4.15	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	4-31
4.16	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	4-31
4.17	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	4-32
4.18	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	4-32
4.19	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	4-33
4.20	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	4-33
4.21	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245	4-35
4.22	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245	4-35
4.23	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245	4-36
4.24	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585	4-36
4.25	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585	4-37
4.26	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585	4-37
4.27	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	4-39
4.28	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	4-39
4.29	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	4-40
4.30	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	4-40
4.31	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	4-41
4.32	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	4-41
4.33	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245	4-43
4.34	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245	4-43
4.35	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245	4-44
4.36	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585	4-44
4.37	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585	4-45
4.38	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585	4-45
4.39	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245	4-47
4.40	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245	4-47
4.41	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245	4-48
4.42	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585	4-48
4.43	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585	4-49
4.44	ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585	4-49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.1	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีเลย (353201)	5-3
5.2	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีอุดรธานี (354201)	5-3
5.3	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีสกลนคร (356201)	5-4
5.4	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีนครพนม (357201)	5-4
5.5	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีขอนแก่น (381201)	5-5
5.6	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีชัยภูมิ (403201)	5-5
5.7	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)	5-6
5.8	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีอุบลราชธานี (407501)	5-6
5.9	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีนครราชสีมา (431201)	5-7
5.10	ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีสุรินทร์ (432201)	5-7
5.11	ดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12 เดือนและฝนสะสมรายปีของสถานีนครพนม (357201)	5-8
5.12	ดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12 เดือนและฝนสะสมรายปีของสถานีนครราชสีมา (431201)	5-8
5.13	ดัชนี SPI ของฝนสะสมรายปีของพื้นที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี ในช่วงเวลาปี ค.ศ.1961-2014	5-8
5.14	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2038 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-29
5.15	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2042 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-29
5.16	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2060 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-30
5.17	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2061 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-30
5.18	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2078 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-31
5.19	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2026 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-31
5.20	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2041 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-32
5.21	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2053 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-32
5.22	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2064 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-33
5.23	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2075 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-33
5.24	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2076 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-34
5.25	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2022 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 245	5-34
5.26	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2047 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 585	5-35
5.27	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2032 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-35
5.28	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2036 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-36
5.29	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2043 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-36
5.30	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-37
5.31	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2069 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-37
5.32	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2073 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-38
5.33	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2025 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	5-38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.34	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2055 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	5-39
5.35	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2072 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 245	5-39
5.36	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2022 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585	5-40
5.37	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2074 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585	5-40
5.38	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2078 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585	5-41
5.39	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2031 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245	5-41
5.40	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2043 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245	5-42
5.41	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245	5-42
5.42	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2073 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245	5-43
5.43	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2037 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585	5-43
5.44	ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585	5-44

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อเปรียบเทียบระหว่างวิธี Statistical Downscaling และ Dynamical Downscaling	2-18
3.1	สรุปค่าเฉลี่ยรายปีข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบเวลา 30 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-4
3.2	แสดง กลุ่มน้ำ รหัสสถานี ชื่อสถานี ที่ตั้งเป็นเส้นรุ้ง, เส้นแวง และระดับที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา	3-5
3.3	แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ที่ใช้ในการศึกษา	3-9
3.4	แสดงเกณฑ์ระดับความรุนแรงของค่าข้อมูลดัชนี SPI	3-17
4.1	แสดงการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝน (mm./year) โดยวิธีโค้งทับทวี (Double Mass Curve)	4-1
4.2	แสดงค่าทางสถิติด้วยวิธี Mann-Kendall (S) ในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014	4-5
4.3	ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก ACCESS-ESM1.5 Model	4-7
4.4	ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก CanESM5 Model	4-8
4.5	ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก EC-Earth3 Model	4-9
4.6	ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก MIROC6 Model	4-10
4.7	ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก MRI-ESM2.0 Model	4-11
4.8	แสดงค่าข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยคาบ 54 ปี (ช่วงปี ค.ศ.1961-2014)	4-12
4.9	แสดงค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยคาบเวลา 54 ปี (ช่วงปี ค.ศ.1961-2014)	4-12
4.10	แสดงการสังเคราะห์ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ.1961-2014 (มิลลิเมตร)	4-17
4.11	แสดงค่า BIAS ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของแบบจำลองช่วงปีพื้นฐาน	4-19
4.12	แสดงค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของแบบจำลองช่วงปีพื้นฐาน	4-19
4.13	แสดงค่า BIAS ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ	4-25
4.14	แสดงค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ	4-25
4.15	แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1-5	4-34
4.16	แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง CanESM5	4-38
4.17	แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง EC Earth3	4-42
4.18	แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง MIROC6	4-46
4.19	แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0	4-50
5.1	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 1981-2014 จากข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา	5-11
5.2	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245	5-12
5.3	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585	5-13
5.4	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 245	5-14
5.5	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 585	5-15
5.6	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245	5-16
5.7	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585	5-17
5.8	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 245	5-18
5.9	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585	5-19
5.10	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245	5-20

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.11	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585	5-21
5.12	แสดงค่าน้ำหนัก (Weight) ของเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของค่าข้อมูลดัชนี SPI	5-22
5.13	ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วง 2020s จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MIROC6 SSP 245	5-23
5.14	ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 245	5-24
5.15	ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 585	5-26

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบัน “ภาวะโลกร้อน (Global Warming)” ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลต่อฤดูกาลต่าง ๆ ในหลายประเทศทั่วโลก เช่น ช่วงฤดูร้อนที่ยาวนาน ฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำฝนมากขึ้น แต่มีจำนวนวันฝนตกน้อยลง เกิดสภาวะอากาศแปรปรวนบ่อยครั้งและมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดภัยพิบัติ (Disaster) ได้แก่ อุทกภัย ภัยแล้ง และภัยที่เกิดจากธรรมชาติอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นประเด็นสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมที่ได้รับความสนใจในระดับโลก โดยเฉพาะการวางแผนและพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตรที่ยั่งยืนทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านมามาประเทศไทยได้ตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม จึงร่วมลงนามสัตยาบันเป็นภาคีในกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติ เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ.2537 และให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2545 ทั้งนี้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นฐานทางเศรษฐกิจแบบพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีอุตสาหกรรมและการบริการ ซึ่งต้องใช้วัตถุดิบทางการเกษตรหรือทรัพยากรธรรมชาติเป็นพื้นฐาน ประเทศไทยจึงมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดการแปรปรวนทางกระบวนการอุตุนิยมวิทยา ซึ่งความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในคาบเวลาต่าง ๆ ที่มีความถี่บ่อยครั้งและมีแนวโน้มทวีความรุนแรง จะเป็นต้นเหตุนำไปสู่ภัยธรรมชาติ ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นเกือบเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพื้นที่บริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง ซึ่งหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านเลยก็จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น อันเนื่องมาจากสาเหตุ เช่น ฝนตกน้อย ฝนทิ้งช่วงยาวนาน โดยปกติสภาวะภัยแล้งที่เกิดขึ้นจะอยู่ระหว่างช่วงเดือนมิถุนายนต่อเนื่องถึงเดือนกรกฎาคม จะส่งผลกระทบต่อการค้าพืชและวิถีชีวิตทางสังคม ทั้งนี้ระดับความรุนแรงจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ปริมาณแหล่งน้ำ ความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิด และขนาดของพื้นที่ เป็นต้น จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่ผ่านมา พบว่า มีแนวโน้มที่จะมีค่าอุณหภูมิสูงขึ้นทั้งในเวลาช่วงกลางวันและกลางคืน อีกทั้งจะมีช่วงเวลาที่อากาศร้อนในรอบปียาวนานมากขึ้น ซึ่งอนุมานได้ว่าฤดูร้อนยืดยาวขึ้น อาจนำไปสู่สภาวะความแห้งแล้งมากขึ้น รวมถึงมีความถี่และความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องจากความแปรปรวนภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจะมีความเสี่ยงต่อผลกระทบจากภัยแล้งสูงกว่าพื้นที่อื่นเนื่องจากปริมาณน้ำในแหล่งเก็บกักน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่เหลือน้อยกว่าแหล่งน้ำจากภูมิภาคอื่น นอกจากนี้ เขื่อนและอ่างเก็บกักน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก มีพื้นที่ในเขตชลประทานครอบคลุมเพียงร้อยละ 11 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น รวมทั้งมีกิจกรรมการใช้น้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือเพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การวิเคราะห์การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานด้านภูมิอากาศเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสถาบันอุตุนิยมวิทยาชั้นนำระดับโลกหลายสถาบันได้จัดทำแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (General Circulation Model, GCM) หรือเรียกว่าแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) โดยทำการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศและปัจจัยที่มีผลกระทบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูง เพื่อสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สามารถอธิบายแนวโน้มลักษณะหลักๆ ของการกระจายตัวขององค์ประกอบทางภูมิอากาศที่สำคัญ บริเวณพิกัดละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ต่าง ๆ ในระดับโลก

ปัจจุบันแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการคาดการณ์แนวโน้มตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลกอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดี แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศระดับโลกด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ประมาณ 200-300 ตารางกิโลเมตร สำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทุกพื้นที่บนโลก แต่อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกโดยปกติจะมีรายละเอียดตามพิกัดมาตราส่วนบนแผนที่ทั้งละติจูดและลองจิจูดมากกว่า 2.0 องศาหรือมากกว่า 200 ตารางกิโลเมตร รายละเอียดของผลลัพธ์นี้ยังไม่ละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ศึกษาผลกระทบในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ จากปัญหาดังกล่าวนี้ วิธีการประเมินผลกระทบหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เทคนิคการลดมาตราส่วน (Downscaling Technique)” จำนวนมากได้ถูกนำเสนอ เพื่อลดมาตราส่วนของการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศในระดับโลกให้เป็นมาตราส่วนระดับลุ่มน้ำหรือระดับท้องถิ่น ซึ่งเหมาะสมสำหรับการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยาและระบบนิเวศน์

ดังนั้น การศึกษานี้มีแนวคิดเพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยา โดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรค่าปริมาณน้ำฝน จากการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อกระบวนการเกิดฝนรายวันในระดับสถานีตรวจวัดอากาศที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยอาศัยแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกและเทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติสำหรับอธิบายแนวโน้มและความแปรปรวนของค่าปริมาณฝนในอนาคตด้วยการประยุกต์ใช้วิธีดังกล่าวข้างต้นนี้ จะได้ผลลัพธ์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนเพื่อบรรเทาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ต่อเนื่องไปยังด้านภัยพิบัติด้านภัยแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้งในทางอุตุนิยมที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) สำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อภัยพิบัติด้านภัยแล้งต่อประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

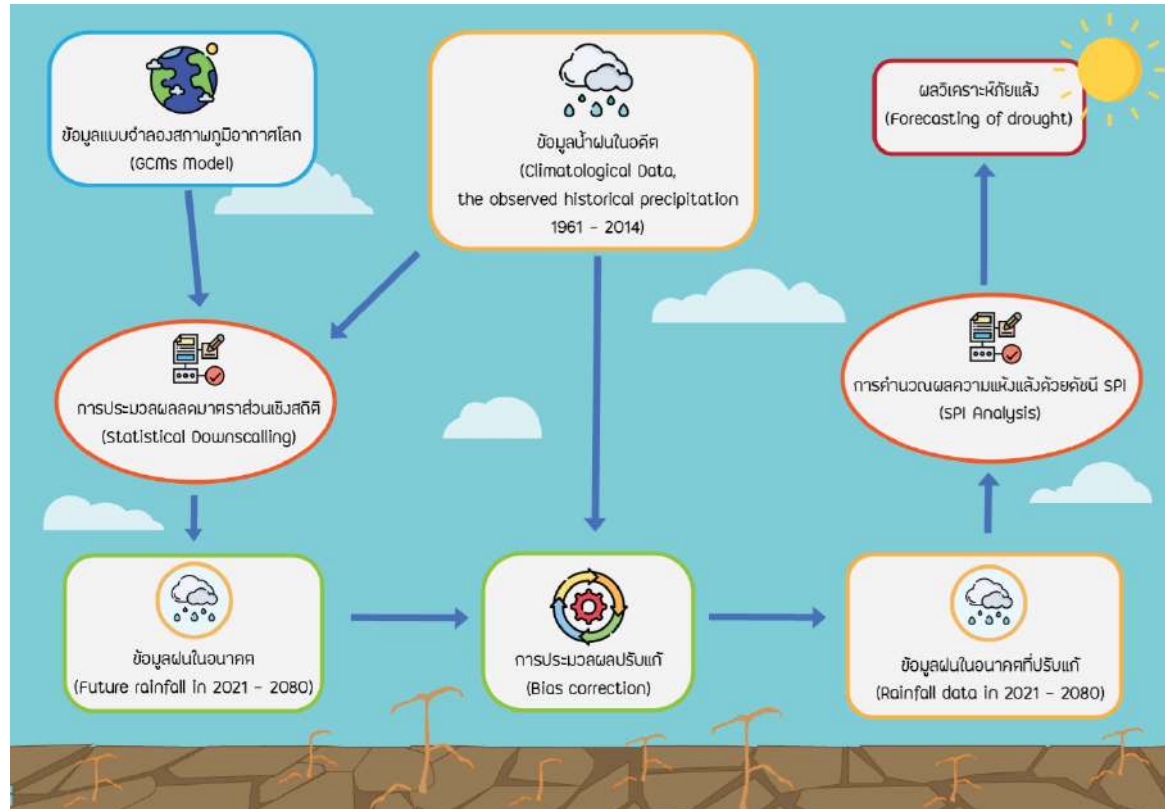
1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนและพยากรณ์ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในช่วงเวลาอนาคต โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscaling Technique) และการใช้เกณฑ์ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI)

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอดีต ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 ถึง 2014 (คาบเวลา 54 ปี) จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาที่กระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 10 สถานี ดำเนินการใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจากผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) จากฐานข้อมูล CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตตามเกณฑ์ภาพจำลองการปลดปล่อยการแผ่รังสีความร้อน 2 ระดับ คือ SSP 245 และ SSP 585

2) คำนวณค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (SPI) จากข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวันในอนาคต ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2021 ถึง 2080 และวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยแล้งภาพรวมเชิงพื้นที่ด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) จากนั้นทำการประมาณค่าเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) แบบวิธีทิสเซน (Thiessen) เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง (Hot Spot)

1.4 กรอบแนวความคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดง Infographic กรอบแนวความคิดของการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำจำกัดความ

การพยากรณ์ (Forecasting) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำนายเหตุการณ์หรือค่าที่สนใจในอนาคต ซึ่งโดยปกติค่าหรือเหตุการณ์ทำนายเหล่านั้นเป็นผลมาจากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในอดีตเพื่อนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาวางแผน และใช้ในการตัดสินใจ ทั้งนี้เป็นเพราะกิจกรรมเหล่านี้ต่างเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในอนาคต และโดยทั่วไปเหตุการณ์เหล่านั้นเป็นเหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ เพราะฉะนั้นถ้าสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ ก่อนการวางแผนหรือก่อนการตัดสินใจจะเป็นข้อมูลสนับสนุนที่จะได้แผนดำเนินการหรือการตัดสินใจที่ดีกว่า

การพยากรณ์เป็นการทำนายหรือคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต แต่เนื่องจากเหตุการณ์ในอนาคตเป็นเรื่องที่ไม่แน่นอน ฉะนั้นการพยากรณ์โดยทั่วไปย่อมจะมีความคลาดเคลื่อน และเป้าหมายของการพยากรณ์คือพยายามลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงซึ่งจะลดลงได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ในปัจจัยเหล่านี้ปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งคือระบบหรือเทคนิคการพยากรณ์ที่เลือกใช้ เทคนิคหรือวิธีการพยากรณ์ที่จะใช้พยากรณ์ค่าตัวแปรหรือเหตุการณ์ในอนาคตมีหลายวิธีด้วยกันที่อาจนำมาใช้ได้ วิธีการพยากรณ์ส่วนใหญ่จะเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้อง เพื่อหารูปแบบหรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้อธิบายข้อมูลนั้นได้ และใช้พยากรณ์ค่าในอนาคต

การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาวะอากาศและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในอนาคต ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นใกล้ตัวเรา เช่น ฝน อุณหภูมิ เมฆ หมอก คลื่นลม รวมทั้งภัยธรรมชาติที่รุนแรงและไม่รุนแรง ได้แก่ พายุหมุนเขตร้อน, พายุฝนฟ้าคะนอง, การเกิดอุทกภัย, ภัยแล้ง ฯลฯ การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ประการแรกคือความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ประการที่สองคือสภาวะอากาศปัจจุบัน และประการสุดท้ายคือความสามารถที่จะผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองข้างต้นเข้าด้วยกันเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การพยากรณ์สภาวะอากาศดังกล่าว แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามช่วงเวลาของการพยากรณ์ คือ

1. การพยากรณ์อากาศระยะสั้น (Short-range Forecast) เป็นการพยากรณ์อากาศในช่วงเวลาไม่เกิน 72 ชั่วโมง ใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศ และแผนที่อากาศในปัจจุบันมาวิเคราะห์ตามแนวทางทฤษฎีอุตุนิยมวิทยา เพื่อการพยากรณ์อากาศ สามารถแบ่งช่วงเวลาการพยากรณ์ออกได้

1.1 การพยากรณ์อากาศปัจจุบัน (Nowcast) ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 3 ชั่วโมง

1.2 การพยากรณ์อากาศสั้นมาก (Very Short Range) ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

1.3 การพยากรณ์อากาศสั้น (Short - Range) ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 72 ชั่วโมง

2. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (Medium-range Forecast) คือ การพยากรณ์อากาศในระยะเวลามากกว่า 72 ชั่วโมง จนถึง 10 วัน ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาปัจจุบันร่วมกับข้อมูลจากสถิติภูมิอากาศในการพยากรณ์

3. การพยากรณ์อากาศระยะนาน (Long-range Forecast) เป็นการพยากรณ์อากาศในช่วงเวลา มากกว่า 10 วันขึ้นไป ใช้ข้อมูลสถิติทางอุตุนิยมวิทยาในการพยากรณ์

การพยากรณ์อากาศเป็นการประยุกต์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพยากรณ์ลักษณะบรรยากาศในตำแหน่งหนึ่งๆ มนุษย์ได้พยายามพยากรณ์อากาศอย่างไม่เป็นทางการมานานหลาย สหัสวรรษแล้ว ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 การพยากรณ์อากาศทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ เกี่ยวกับลักษณะปัจจุบันของบรรยากาศและใช้กระบวนการทำความเข้าใจบรรยากาศเพื่อเสนอว่า บรรยากาศจะเปลี่ยนแปลงต่อไปอย่างไร ซึ่งความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่ เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้มาจากเฝ้าสังเกตและบันทึกไว้ มนุษย์ได้มีการสังเกตลมฟ้าอากาศมานานแล้ว เพราะมนุษย์อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมฟ้าอากาศโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบ ลักษณะลมฟ้าอากาศที่เป็นประโยชน์และลักษณะอากาศที่เป็นภัย การสังเกตทำให้สามารถอธิบายถึง สาเหตุของการเกิดลักษณะอากาศแบบต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศนั้น ยังมีอยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับปรากฏการณ์ของบรรยากาศที่มนุษย์ยังไม่มี ความเข้าใจอย่างเพียงพอ ทั้งนี้ เพราะอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้น มีการพัฒนา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาได้ไม่นานนัก โดยก่อนหน้านี้มนุษย์เชื่อว่าลมฟ้าอากาศอยู่มาจกมาย สภาวะ อากาศปัจจุบันที่ต้องใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์อากาศนั้น ได้มาจากการตรวจอากาศ ซึ่งมีทั้ง การตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบนในระดับความสูงต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่ต้องทำการตรวจเพื่อ พยากรณ์อากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม เมฆ และฝน การที่จะพยากรณ์อากาศใน บริเวณใดบริเวณหนึ่ง ต้องใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศในบริเวณนั้นร่วมกับผลการตรวจอากาศจากบริเวณ ที่อยู่โดยรอบด้วย เพราะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา สิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากพื้นที่การพยากรณ์อาจเคลื่อนตัวมา มีผลต่อสภาพอากาศในบริเวณที่จะพยากรณ์ได้ ด้วยเหตุนี้จึงมี ความจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอ สำหรับการพยากรณ์อากาศ นอกเหนือจากการตรวจอากาศผิวพื้นทั้งบนพื้นดิน พื้นน้ำ และการตรวจ อากาศชั้นบนแล้ว ปัจจุบันการตรวจอากาศที่ช่วยให้การพยากรณ์แม่นยำยิ่งขึ้นคือ การตรวจอากาศด้วย เรดาร์และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวของลมฟ้าอากาศ และมีข้อมูลผล การตรวจอากาศแล้ว สิ่งที่ต้องทำเพื่อให้สามารถพยากรณ์อากาศได้ คือการวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจ อากาศเพื่อให้ทราบลักษณะอากาศปัจจุบัน และการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศที่กำลัง เกิดขึ้นนั้นว่าจะมีทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างไร และความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพียงใด นั่นคือคาดการณ์ว่าบริเวณที่จะพยากรณ์นั้นจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของปรากฏการณ์แบบใด แล้วจึง จัดทำคำพยากรณ์อากาศโดยพิจารณาจากลักษณะลมฟ้าอากาศที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์นั้นๆ ต่อไป

แม้ว่าในปัจจุบันการพยากรณ์อากาศจะมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่การพยากรณ์ อากาศให้ถูกต้องแม่นยำโดยไม่มี ความคลาดเคลื่อนเลยนั้น ยังไม่สามารถกระทำได้ สาเหตุสำคัญสาม ประการของค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์อากาศ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ปรากฏการณ์ต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยายังไม่สมบูรณ์, สภาพบรรยากาศเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องและมีการหมุนเวียน เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่สถานีตรวจวัดอากาศมีจำนวนน้อยและอยู่ห่างกันมาก รวมทั้งทำการ ตรวจวัดเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น ทำให้ไม่อาจทราบสภาวะที่แท้จริงของสภาพบรรยากาศได้ เมื่อไม่ทราบ สภาพอากาศที่กำลังเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จึงเป็นไปได้ที่จะพยากรณ์อากาศให้มีรายละเอียดครบถ้วน ถูกต้อง รวมทั้งธรรมชาติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมีความละเอียดอ่อนซับซ้อนอย่างยิ่ง

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระยะสั้นๆ ที่ไม่อาจตรวจพบได้จากการตรวจวัดอากาศ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างมากในระยะเวลาต่อมา ซึ่งจะทำให้ผลการพยากรณ์อากาศผิดพลาดไปได้อย่างมาก สาเหตุประการสุดท้ายนี้เป็นข้อจำกัดอย่างยิ่งในการพยากรณ์อากาศ เพราะเป็นเหตุให้การพยากรณ์อากาศจะมีความแม่นยำลดลงตามระยะเวลา นั่นคือ การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่สั้นจะมีความถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่นานกว่า

การพยากรณ์อากาศมี 3 วิธี คือ

1. วิธีแนวโน้ม เป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อคาดหมายว่าในอนาคตระบบดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด วิธีนี้ใช้ได้ดีกับระบบลมฟ้าอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนความเร็ว ทิศทาง และความรุนแรง มักใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ฝนในระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง

2. วิธีภูมิอากาศ คือการคาดหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากสถิติภูมิอากาศหลายๆ ปี วิธีนี้ใช้ได้ดีเมื่อลักษณะของลมฟ้าอากาศมีสภาพใกล้เคียงกับสภาวะปกติของช่วงฤดูกาลนั้นๆ มักใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะยาว

3. การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับสภาวะของลมฟ้าอากาศ โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical model) ซึ่งเป็นการจำลองบรรยากาศและพื้นโลก ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ละเอียดอ่อนและซับซ้อน ข้อจำกัดของวิธีนี้คือแบบจำลองไม่มีรายละเอียดครบถ้วนเหมือนธรรมชาติจริง ในทางปฏิบัติ นักพยากรณ์อากาศมักใช้วิธีการพยากรณ์อากาศหลายวิธีร่วมกันตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา)

ฝน (Rain) คือ ของเหลวในรูปของหยดน้ำที่เกิดจากการที่ละอองไอน้ำในอากาศหรือเมฆจับตัวหรือเกาะกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้น จนกระทั่งอากาศไม่สามารถรองรับไว้ได้อีก จึงตกลงมาเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่บ้างเล็กบ้างลงมาตามแรงดึงดูดของโลก (กรมชลประทาน, 2561)

หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) หมายถึง น้ำในลักษณะของเหลว ของแข็ง ผลึก หรือของแข็งอสัณฐานซึ่งเกิดจากก้อนเมฆบนท้องฟ้าตกลงมายังพื้นโลก น้ำจากอากาศปรากฏในรูปของ ฝน ฝนละออง (Drizzle) หิมะ เกล็ดน้ำแข็ง (Ice Pellets) ลูกเห็บ ผลึกน้ำแข็ง (Ice Crystals) เมื่ออุณหภูมิของน้ำเจริญเติบโตเต็มที่จนบรรยากาศไม่สามารถพองไว้ได้ จึงตกลงมาสู่เบื้องล่างบนพื้นโลก

ฝนทิ้งช่วง (Dry Spell) หมายถึง ช่วงที่มีปริมาณฝนตกไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตรติดต่อกันเกิน 15 วัน ในช่วงฤดูฝน สำหรับเดือนที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วงสูงสุดคือ เดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม

ฝนแล้งด้านอุตุนิยมวิทยา หมายถึง สภาวะที่มีฝนน้อยหรือไม่มีฝนเลยในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งตามปกติควรจะต้องมีฝน โดยขึ้นอยู่กับสถานที่และฤดูกาล ณ ที่นั้นด้วย ความแห้งแล้งจะเกิดขึ้นเป็นลำดับ โดยเริ่มจากความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา และความแห้งแล้งเชิงเศรษฐศาสตร์และสังคม ตามลำดับ โดยหลังจากเกิดเหตุการณ์ฝนทิ้งช่วงขึ้น การเกษตรได้รับผลกระทบเป็นอันดับแรก เนื่องจากความชุ่มชื้นของดินจะลดลงอย่างรวดเร็วและหากยังคงไม่มีฝนตก แหล่งน้ำอื่นๆ จะเริ่มลดระดับลง และเมื่อมีฝนตกลงมาอีกครั้งความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาจะเริ่มหมดไป ความชุ่มชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นระดับน้ำเก็บกักผิวดิน

และใต้ดินจะเริ่มสูงขึ้น ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรมจะหมดไปอย่างรวดเร็ว เพราะขึ้นอยู่กับสภาพความชุ่มชื้นในดินเป็นหลัก

ภัยแล้ง (Drought) คือ สภาพของความชื้นที่ไม่เพียงพอในพื้นที่ อันเกิดจากการลดลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (Mckee et al., 1993)

ภัยแล้ง คือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน (ทีมา กรมอุตุนิยมวิทยา)

ภัยแล้ง เป็นภัยพิบัติตามธรรมชาติที่เกิดจากการมีน้ำไม่เพียงพอ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตและต่อระบบเศรษฐกิจ รวมทั้งพืชและสัตว์ การเกิดภัยแล้งไม่มีการบอกหรือแจ้งล่วงหน้าหรือการพยากรณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด (จิราภรณ์, 2549)

ภัยแล้ง หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ขาดน้ำเนื่องจากช่วงขาดฝนเป็นระยะ เวลานานจนทำให้ไม่มีน้ำใช้อย่างพอเพียง (เกษม, 2549)

ภัยแล้ง เป็นเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งสามารถเกิดได้ทุกสภาพภูมิอากาศและทุกพื้นที่ แต่มีลักษณะที่แตกต่างกันไปแต่ละพื้นที่ ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นและมีสาเหตุจากความวิปริตชั่วคราวของปริมาณฝนที่เบาบางจะเป็น สาเหตุทำให้เกิดความแห้งแล้งอย่างถาวร ความแห้งแล้งมีสาเหตุจากปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ จากการที่ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดความไม่สมดุลทางอุทกวิทยา ความแห้งแล้งมี 3 ลักษณะคือ ตามความรุนแรง ตามระยะเวลาและตามสภาพพื้นที่ ความแห้งแล้งจำแนกประเภทได้ 3 ประเภทคือ ความแห้งแล้งด้านอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Drought) ความแห้งแล้งด้านอุทกวิทยา (Hydrological Drought) ความแห้งแล้งทางการเกษตร (Agricultural Drought) และความแห้งแล้งทางเศรษฐศาสตร์และสังคม (Socioeconomic Drought) (World Bank, 2006)

ภัยแล้ง หมายถึง ความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ อันเกิดจากการที่มีฝนน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลเป็นระยะเวลานานกว่าปกติ และครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ พืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ขาดน้ำทำให้ไม่เจริญเติบโตตามปกติเกิดความเสียหาย และความอดอยากทั่วไป ความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตอนกลางของประเทศไทย เพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง ทำให้เกิดความอดอยากแร้นแค้น ซึ่งหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านเลยก็จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น อันเนื่องมาจากฝนทิ้งช่วงยาวนาน โดยภัยแล้งที่เกิดขึ้นทุกปีจะอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนต่อเนื่องถึงเดือนกรกฎาคม ในช่วงดังกล่าวพืชไร่ที่เพาะปลูกจะขาดน้ำได้รับความเสียหายมนุษย์ – สัตว์ขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ ส่งผลกระทบต่อการค้ารวมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ทั้งนี้ ความรุนแรงจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลายด้าน เช่น ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และขนาดของพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง เป็นต้น (ทีมา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม)

ในประเทศไทยพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 กำหนดความหมายของสภาวะแล้ง คือ สภาวะที่ปริมาณน้ำ ปริมาณการไหลของน้ำหรือระดับน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจนอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืชที่อยู่ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง (วิไลลักษณ์ และคณะ, 2564)

จากคำจำกัดความของภัยแล้งเบื้องต้นโดยรวมแล้วมีความหมายใกล้เคียงกันคือ ภัยแล้ง หมายถึง ปรากฏการณ์ธรรมชาติอันเกิดจากค่าปริมาณฝนน้อยกว่าเกณฑ์ปกติอย่างยาวนาน ส่งผลทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำต่อพืช สัตว์และประชากรในพื้นที่นั้น เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราวและสามารถบ่งบอกได้จากค่าที่เบี่ยงเบนไปจากเกณฑ์ปกติ

สำหรับภัยแล้งในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและทิ้งช่วงซึ่งฝนแล้งเป็นสภาวะปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลโดยแต่ละปีจะเกิดขึ้นได้ 2 ช่วงได้แก่ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงฤดูร้อน ซึ่งจะเริ่มจากครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย จะมีปริมาณฝนลดลงเป็นลำดับ ยกเว้นภาคใต้ จนกว่าจะย่างเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป ซึ่งภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ ส่วนภัยแล้งอีกช่วงหนึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงกลางฤดูฝน คือช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม อาจมีฝนทิ้งช่วง ซึ่งอาจเกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่น หรือบางบริเวณแต่บางครั้งก็อาจครอบคลุมพื้นที่กว้างเกือบทั่วประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็นภัยแล้งที่เกิดขึ้นในสภาพพื้นที่ 2 พื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรน้ำฝน เป็นสภาวะที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำสำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝนหรือช่วงฤดูแล้งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชในช่วงระยะเวลาต่างๆ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตลดลง จะมีผลกระทบต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจของชาติในวงกว้าง

2. ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรชลประทาน ถึงแม้ว่าจะเป็นพื้นที่ได้รับน้ำชลประทานสำหรับการเพาะปลูก แต่สภาวะที่เกิดการขาดแคลนน้ำสำหรับการเพาะปลูกในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของช่วงการเพาะปลูกพืชสามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน เช่น ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำมีต่ำกว่าระดับเก็บกัก หรือสัดส่วนการใช้น้ำด้านอื่นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อการจัดสรรน้ำชลประทาน มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ กระทบต่อเกษตรกรโดยตรงและเศรษฐกิจของชาติในวงกว้างเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ ยังมีผู้ให้นิยามคำจำกัดความระหว่าง ภัยแล้ง (Drought) และความแห้งแล้ง (Aridity) ที่มีความหมายแตกต่างกันขึ้นกับระยะเวลาที่เกิดปรากฏการณ์ ได้แก่ Kemp (1994) ให้ความหมายถึง ภัยแล้งว่า ระยะเวลาที่เกิดปรากฏการณ์เป็นลักษณะชั่วคราว (Temporary Feature) จากปรากฏการณ์หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) หรือปริมาณน้ำฝน (Rain) ที่ตกลงมาน้อยกว่าปกติ โดยเกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นต่ำ และมีลมพัดรุนแรง ส่วนความแห้งแล้งนั้นจะพิจารณาถึงฝนที่ตกน้อยกว่าค่าเฉลี่ย และระยะเวลาที่เกิดปรากฏการณ์เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นอย่างถาวร (Permanent Feature) ของภูมิอากาศในระดับภูมิภาค เช่น เขตทะเลทราย เป็นตัวอย่างความแห้งแล้งแบบถาวรที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 100 มิลลิเมตรต่อปี สอดคล้องกับ Hisdal และ Tallaksen (2000) ได้กล่าวไว้ว่า ภัยแล้งไม่ใช่ความแห้งแล้ง เพราะภัยแล้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราว สามารถบ่งบอกได้จากค่าที่เบี่ยงเบนไปจากค่าปกติ

ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง ความรุนแรงของความแห้งแล้งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสภาวะภัยแล้งหรือความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ ซึ่งเกิดจากการฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกตามฤดูกาลทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำใช้ พืชพันธุ์ต่างๆ ขาดน้ำหล่อเลี้ยง ขาดความชุ่มชื้นทำให้พืชผลไม่สมบูรณ์หรือเจริญเติบโตให้ผลตามปกติแต่เกิดความเสียหาย ระดับความรุนแรงแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ความแห้งแล้งอย่างเบา หรือช่วงฝนทิ้ง (Dry Spell) เป็นสภาวะความแห้งแล้งที่มีฝนตกเฉลี่ยไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร เป็นเวลาต่อเนื่องกันถึง 15 วัน ในช่วงฤดูฝน ความแห้งแล้งแบบนี้เกิดขึ้นตามภูมิภาคต่างๆ ในประเทศไทยเสมอ ในตอนต้นฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม

2. ความแห้งแล้งปานกลางหรือความแห้งแล้งชั่วคราว (Partial Drought) เป็นช่วงฝนแล้ง ที่มีปริมาณฝนตกในฤดูฝนเฉลี่ยไม่เกินวันละ 0.25 มิลลิเมตร เป็นเวลานานต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 29 วัน ความแห้งแล้งแบบนี้เกิดขึ้นถึงขั้นขาดแคลนน้ำ มีผลกระทบต่อกรกสิกรรม ความเป็นอยู่ของประชาชน และเศรษฐกิจของประเทศ แต่ไม่ค่อยได้เกิดขึ้นในประเทศไทยบ่อยนัก

3. ความแห้งแล้งอย่างรุนแรง หรือความแห้งแล้งสมบูรณ์ (Absolute Drought) เป็นความแห้งแล้งที่ฝนไม่ตกในฤดูฝนต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วัน หรืออาจมีตกบ้าง แต่ไม่มีวันที่มีฝนตกถึง 0.25 มิลลิเมตร นับเป็นภัยธรรมชาติที่รุนแรงที่สุด ส่งผลให้พืชพรรณต่างๆ เหี่ยวเฉาทำให้ไม่มีผลผลิต สภาวะแห้งแล้งแบบนี้ยังไม่เคยปรากฏในประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)

ดัชนีความแห้งแล้ง (drought index) คือ ดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลกระทบสะสมเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาอันยาวนานและความผิดปกติของความชื้นที่ลดลงและขาดแคลน จากการศึกษาผ่านมาของนายตันเคล โชทาน หน่วยงานอุตุนิยมวิทยาฮังการี ได้ทำการรวบรวมพิจารณาจัดกลุ่มดัชนีความแห้งแล้งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ทั้งสิ้น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1. ความผิดปกติของปริมาณฝน (Precipitation anomaly), กลุ่มที่ 2. ความแห้งแล้งบรรยากาศ (Atmospheric drought), กลุ่มที่ 3. ดรรชนีความแห้งแล้ง (Aridity index), กลุ่มที่ 4. ดรรชนีความชื้นในดิน (Soil moisture index), กลุ่มที่ 5. ดรรชนีที่มีความเชื่อมโยง (Combined or Recursive indices) และกลุ่มที่ 6. ดรรชนีที่ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล (Indices based on remotely sensed information) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555)

ค่าดัชนีเป็นตัวบ่งชี้เรื่องราวเพื่อให้เกิดความชัดเจนในขนาดและทิศทางที่ง่ายต่อการเข้าใจกว่าการพิจารณาที่ค่าในหน่วยวัดของเรื่องนั้นๆ เป็นตัวบ่งชี้ความแห้งแล้งของพื้นที่หนึ่งๆ ที่ใช้แทนค่าของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งของพื้นที่ ปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของความชื้นที่ลดลงกว่าปกติ ดัชนีความแห้งแล้งมีการพัฒนาและใช้งานกันในหลายประเทศ ในระยะแรกเป็นการประเมินจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นที่มีการปรับรูปแบบของตัวดัชนีที่แตกต่างกันออกไปบ้างตามตัวแปรที่นำเข้ามาวิเคราะห์ เช่น อุณหภูมิ ที่ตั้งของพื้นที่ (ละติจูด) ความชื้นดิน ความเร็วลม เป็นต้น โดยดัชนีความแห้งแล้งในทางอุตุนิยมที่ได้รับความนิยมใช้และมีการอ้างอิงมาก ได้แก่ ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) หรือดัชนีความแห้งแล้งจากฝนที่ต่างจากเกณฑ์ปกติ (หากใช้เป็นดัชนีวัดความแห้งแล้ง) ได้ถูกพัฒนาจากแนวคิดของ Tom McKee พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการกำหนดและเฝ้าดูสภาวะภัยแล้ง มีการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น Colorado Climate Center, the Western Regional Center และ National Drought Mitigation Center เป็นต้น รวมทั้งการศึกษาความรุนแรงของความแห้งแล้งในประเทศไทยของ ชลาลัย (2547) ซึ่งใช้ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์ความรุนแรงของความแห้งแล้งโดยค่าดัชนี SPI และมีการศึกษามาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ วรลักษณ์และชาคริต (2562) ได้ศึกษาวิเคราะห์คุณลักษณะของภัยแล้งบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาช่วง ปี ค.ศ.1980-2017 (38 ปี) โดยวิเคราะห์จากค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (ดัชนี SPI) ในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) ด้วยข้อมูลน้ำฝนรายเดือนจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา 31 สถานี และจากการวิเคราะห์ความรุนแรงของสภาวะฝนแล้งด้วยดัชนีฝนมาตรฐาน (SPI) โดยกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (United

States Department of Agriculture: USDA) จะเห็นได้ว่าค่าดัชนี SPI ฝนรายเดือนของประเทศไทย ตั้งแต่ช่วงฤดูฝนปี 2562 ถึงช่วงฤดูแล้งปี 2562/2563 (พฤษภาคม 2562 - เมษายน 2563) จะเห็นได้ว่าในแต่ละเดือนพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดสภาวะฝนแล้งจนถึงฝนแล้งรุนแรงเกือบทุกเดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตอนบนของประเทศทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ที่เกิดสภาวะฝนแล้งรุนแรงเป็นบริเวณกว้างหลายเดือน มีเพียงเดือนสิงหาคมเท่านั้นที่มีฝนตกมากอย่างเห็นได้ชัดเป็นบริเวณกว้างเนื่องจากมีพายุเคลื่อนเข้าบริเวณประเทศไทยในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนเดือนมกราคม กันยายน ธันวาคม 2562 และมีนาคม 2563 มีฝนตกบ้างในบางพื้นที่ (ที่มา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน))

ค่าดัชนี SPI เป็นดัชนีที่สะท้อนความแห้งแล้งจากการขาดแคลนปริมาณฝน ค่าดัชนี SPI ใช้ข้อมูลพื้นฐาน คือ ปริมาณฝน ณ สถานที่และช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยทั่วไปปริมาณน้ำฝนจะมีการกระจายตัวหรือฟังก์ชันการแจกแจงเป็นแบบแกมมา (Gamma Distribution) จะใช้วิธีการแปลงค่าอนุกรมเวลาของฝนให้อยู่ในรูปการแจกแจงสถิติแบบแกมมาเป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Density Function) ของปริมาณน้ำฝนรวม จึงจะสามารถทำการแปลง (Transform) ให้อยู่ในค่าปกติมาตรฐาน Z ซึ่งถือเป็นค่า SPI ที่ต้องการสำหรับสถานที่และช่วงเวลานั้นๆ ค่าดัชนีที่เป็นไปในทางลบแสดงถึงความแห้งแล้ง ส่วนค่าดัชนีที่เป็นไปในทางบวกแสดงถึงความชุ่มชื้นหรือมีฝนมากกว่าปกติ

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ตามความหมายทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ยในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายความว่ารวมถึงลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิฝน ลม เป็นต้น แต่ในความหมายตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556; กัณทรีย์, 2554)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง ความผันแปรและเปลี่ยนแปลงของอากาศ ของข้อมูลเชิงสถิติในระยะเวลายาวนานและครอบคลุมพื้นที่ในวงกว้าง ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ จากรายงานประเมินของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ปี 2013-2014) ยืนยันว่าสาเหตุการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นใน ปัจจุบันเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณและความหนาแน่นของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะภายหลังยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2558)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) หมายถึง “การเปลี่ยนแปลงใดๆ ของอากาศซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อันทำให้ส่วนประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไปนอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน” สาเหตุพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกเกิดจาก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) โดยในภาวะปกติโลกมีระบบควบคุมอุณหภูมิของสภาพบรรยากาศอยู่แล้ว โดยเมื่อรังสี จากดวงอาทิตย์แผ่เข้าสู่ชั้นบรรยากาศและให้ความร้อนแก่โลก พลังงานบางส่วนทำให้โลกอบอุ่นก่อนจะถูกแผ่กลับออกห้วงอวกาศในรูปของรังสีอินฟราเรด ซึ่งรังสีอินฟราเรดที่ถูกแผ่ออกไปบางส่วนจะถูกชั้นบรรยากาศ ของโลกกักเก็บไว้ตามธรรมชาติช่วยให้อุณหภูมิของโลกอยู่ในระดับพอเหมาะ แต่ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับ ปัญหาที่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่มนุษย์เป็นผู้ก่อ โดยชั้นบรรยากาศจะกักเก็บรังสีอินฟราเรดซึ่งควรจะหลุดลอดไปสู่ห้วงอวกาศ ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ โลกและมหาสมุทรกลับสูงขึ้นจนกลายเป็นภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) และผลกระทบที่เกิดขึ้นมีการกล่าวถึงมากในช่วง 20 ปี ที่ผ่านมา หลายประเทศรวมถึงประเทศไทยต่างพยายามศึกษาและหาแนวทางในการรับมือกับผลกระทบที่เกิดขึ้น ปรากฏการณ์ที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิที่สูงขึ้น ความแปรปรวนของฝน ความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน เป็นต้น ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีผลต่อภาคการเกษตรโดยตรง ทั้งในเชิงกายภาพของพืชและสัตว์ อีกทั้งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรด้วย โดยพื้นฐานแล้ว พืชต้องการสภาวะอากาศที่เหมาะสมเพื่อการเติบโตและการติดดอก ออกผล การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน การกระจายตัวของฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างช่วงฤดูเพาะปลูก อีกทั้งการขยับเลื่อนของฤดูกาล จะมีผลโดยตรงต่อผลผลิตของพืชต่างๆ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามความอ่อนไหวของพืชแต่ละชนิดที่มีต่อสภาพอากาศที่พืชนั้นๆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภาวะอากาศรุนแรง ได้แก่ ภาวะฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วง และภาวะฝนตกหนักซึ่งก่อให้เกิดน้ำท่วม (ศุภกร และพนมศักดิ์, 2559)

2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

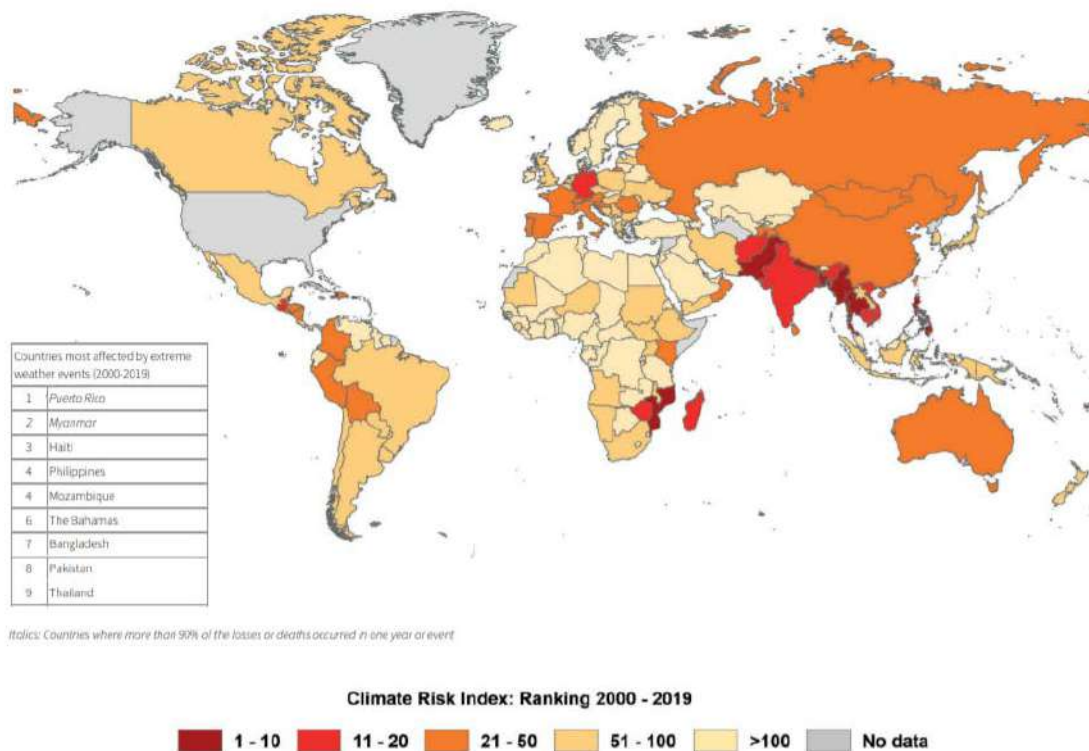
สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาทั้งในเชิงสถิติและการคาดการณ์โดยแบบจำลองภูมิอากาศ ข้อมูลการตรวจวัดที่ผิวพื้นและในบรรยากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ บ่งชี้ว่าอุณหภูมิในประเทศไทยในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2548-2552) เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ระดับความเชื่อมั่น 99%) โดยค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.86, 0.95 และ 1.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อทศวรรษเท่ากับ 0.16, 0.17 และ 0.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยต่อทศวรรษของประเทศไทย (0.17 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ) มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่าของโลก (0.13 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ) (อัศมน และแสงจันทร์, 2554) นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยรายปีของ ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิมิแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราการระเหยของน้ำกลับลดลง สำหรับปริมาณฝนสะสมรายปีของประเทศไทยในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมของประเทศไทยมีความเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์เอนโซ โดยจะมีปริมาณฝนสะสมรายปีต่ำกว่าเกณฑ์ปกติในปีที่เกิดเหตุการณ์เอลนีโญ และปริมาณฝนสะสมรายปีจะเพิ่มขึ้นในปีที่ตรงกับเหตุการณ์ลานีญา (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554)

มีการศึกษาโดยการสร้างภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคตล่วงหน้า 30-100 ปี ด้วยการลดมาตราส่วน (downscale) ผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ

โลกลงบนพื้นที่ประเทศไทย ตามรูปแบบของการพัฒนาในอนาคตที่จะส่งผลต่อความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศในระดับต่างๆ แบ่งเป็น 3 กรณีได้แก่ (1) กรณี B2 ที่ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 800 ส่วนในล้านส่วน (2) กรณี A1B ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 850 ส่วนในล้านส่วน (3) กรณี A2 ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 1,250 ส่วนในล้านส่วน (IPCC 2007) โดยใช้แบบจำลอง 4 แบบจำลอง พบว่าทุกแบบจำลองให้ผลสอดคล้องกัน คือ อุณหภูมิโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิต่างกัน บางแบบจำลองแสดงการเพิ่มของอุณหภูมิเฉลี่ยถึง 4 องศาเซลเซียส ในอีกประมาณ 100 ปีข้างหน้า ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนยังไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน แต่แบบจำลองส่วนมากคาดการณ์ว่าจะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในอนาคต (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554)

นอกจากนี้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้จัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย (Thailand's assessment report on climate change: TARCC) ครั้งที่ 2 โดยรายงานได้รวบรวมผลการศึกษาวิจัยด้านภูมิอากาศวิทยา (Climatological study) ซึ่งแสดงให้เห็นความก้าวหน้าจากรายงาน TARCC เมื่อครั้งที่ 1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศในประเทศไทยและภูมิภาคอินโด-แปซิฟิก รวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์และกลไกความเชื่อมโยงระหว่างความแปรปรวนของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาอุทก (Hydro-meteorological variable) กับความผันแปรและปรากฏการณ์ของระบบภูมิอากาศโลกในโหมดต่างๆ โดยในช่วงเวลามากกว่าสิบกว่าปีที่ผ่านมา มีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นจากรายงาน TARCC ครั้งที่ 1 (พ.ศ. 2554) อย่างต่อเนื่อง พบว่า การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝนในภาพรวมของประเทศไทย ยังไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความแปรปรวนในระยะสั้นที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ ENSO (El Niño-Southern Oscillation) และปรากฏการณ์ PDO (Pacific Decadal Oscillation) (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของลมฟ้าอากาศในประเทศไทย ในช่วงเวลาหลังจากปี ค.ศ. 2011 ถึงปัจจุบัน ให้ผลการวิเคราะห์และหลักฐานที่สอดคล้องกัน ก่อให้เกิดความมั่นใจในระดับสูงถึงข้อสรุปที่ว่า สภาวะสุดขีดของอุณหภูมิในประเทศไทย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในรอบ 40 - 50 ปีที่ผ่านมา ซึ่งตอบสนองต่อการความร้อนที่เพิ่มขึ้นของประเทศไทย องค์ความรู้ใหม่ๆ จากการศึกษาในช่วงล่าสุด ยังช่วยเพิ่มเติมความชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของฝนในประเทศไทย โดยผลการศึกษางบ่งชี้ให้เห็นถึงความถี่ของเหตุการณ์ฝนและระยะเวลาที่ฝนตกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง แต่ความรุนแรงของฝนและความเข้มของฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก รวมถึงปริมาณฝนรวมจากเหตุการณ์ฝนตกหนักกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงสภาวะสุดขีดของฝนดังกล่าว มักนำไปสู่เหตุการณ์ภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังเช่นเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย เมื่อปี ค.ศ.2011 (พ.ศ. 2554) ซึ่งเป็นปีที่ประเทศไทยมีสภาวะสุดขีดของฝนสูงที่สุดในรอบ 60 ปี ในขณะที่ปริมาณฝนสะสมรวมในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือน เมษายนในประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในอัตรา 64.8 มิลลิเมตร ในรอบ 60 ปีที่ผ่านมา (อัศมน และคณะ, 2560)



(ที่มา Eckstein et al., 2021)

รูปที่ 2.1 อันดับประเทศที่มีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว

สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จากรายงานการศึกษาดัชนีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Risk Index: CRI) ของสถาบัน German Watch ในปี พ.ศ. 2564 พบว่า ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับ 9 จาก 10 ของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในโลกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว (The Long-Term Climate Risk Index) (รูปที่ 2.1) โดยผลกระทบสำคัญที่ประเทศไทยได้รับประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ฤดูกาลที่แปรปรวนและความผันผวนของสภาพอากาศที่รุนแรงมากขึ้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลากและน้อยลงในฤดูแล้ง ซึ่งผลกระทบเหล่านี้ส่งผลให้ประเทศไทยตกอยู่ในสถานการณ์ความเสี่ยงทั้งจากอุทกภัยและภัยแล้งที่มีความถี่เพิ่มขึ้นและทวีความรุนแรงมากขึ้น ความเสี่ยงดังกล่าว ส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมใน 6 สาขา ได้แก่ การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร, การสาธารณสุข, การท่องเที่ยว, การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ, การตั้งถิ่นฐาน และความมั่นคงของมนุษย์ ซึ่งความเสี่ยงและผลกระทบเหล่านี้จะเป็นเงื่อนไขใหม่ของการพัฒนาประเทศให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ในอนาคต

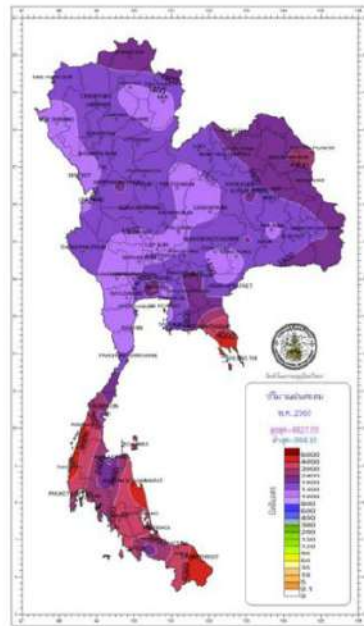
นอกจากนี้ ในรายงานของธนาคารพัฒนาเอเชียในหัวข้อภัยพิบัติจากสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ทวีปเอเชียและแปซิฟิก ได้ระบุว่าภาคพื้นทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยภัยธรรมชาติมีความถี่และระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้น มีช่วงเหตุการณ์เกิดขึ้นเป็นระยะเวลายาวนาน และครอบคลุมหลายพื้นที่ที่เพิ่มมากขึ้น (Thomas et. al., 2020) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานดัชนีชี้วัดความเสี่ยงทางด้านสภาพภูมิอากาศในระดับโลก ปี พ.ศ. 2564 ที่ระบุว่าในระยะเวลา 20

ปี (ปี พ.ศ. 2542-2562) ที่ผ่านมา ประเทศไทย คือประเทศที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุดใน 10 อันดับแรกของโลก ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ภูมิภาคอาเซียนมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและได้รับความเสียหายอย่างหนักจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เนื่องจากรายงานประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ใกล้พื้นที่ชายฝั่ง รวมถึงการดำเนินชีวิตของประชาชนผูกพันกับภาคเกษตรกรรมที่พึ่งพาลิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและป่าไม้ (Eckstein et al., 2020) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินในรายงาน World Risk Report ของ Bündnis Entwicklung Hilft และ Ruhr University Bochum ประเทศเยอรมนี ซึ่งเป็นการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ 5 ประเภท ได้แก่ น้ำท่วม พายุ แผ่นดินไหว ภัยแล้ง และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล โดยผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีดัชนีความเสี่ยงในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ดัชนีความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงระดับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น) จาก 6.12 เป็น 6.48 และ 6.54 ในปี ค.ศ. 2018, 2019 และปี ค.ศ. 2020 ตามลำดับ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2563)

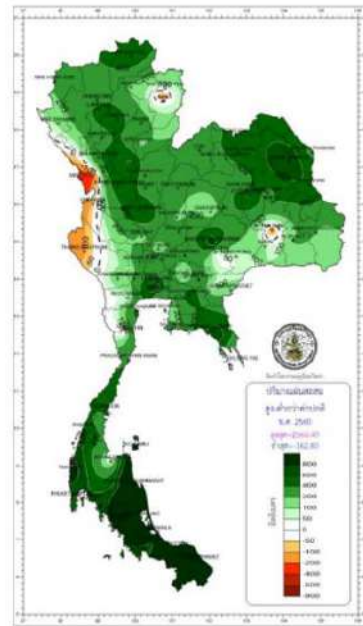
2.4 ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อตรงต่อการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝน, ค่าปริมาณฝนทั้งรายเดือนและรายปี, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในชั้นบรรยากาศและความผันแปรทางสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศดังกล่าวล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย เช่น สถิติปริมาณฝนรายปีที่ต่างไปจากค่าปกติ ในปี พ.ศ. 2560 เป็นปีที่สภาวะอากาศของประเทศไทยมีความผันแปรผิดไปจากค่าปกติมาก โดยปริมาณฝนเฉลี่ยของประเทศสูงกว่าค่าปกติถึงร้อยละ 27 และนับเป็นปีที่มีค่าสูงที่สุดในรอบคาบเวลา 67 ปี (พ.ศ. 2494 – 2560) โดยเกือบทุกภาคของประเทศไทยพบฝนตกชุกหนาแน่นเกือบตลอดปี และช่วงเดือนมกราคมพบว่า ปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติในพื้นที่ตอนบนของประเทศไทยร้อยละ 130 – 600 ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม อุทกภัยในหลายพื้นที่ของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2561 พบการรายงานค่าปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปริมาณรวมในปี พ.ศ. 2560 หากแต่ภาพรวมของประเทศได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนกำลังแรง (พายุดีเปรสชัน) ที่เคลื่อนเข้าสู่ทั้งภาคเหนือและภาคใต้ ส่งผลให้เกิดอุทกภัยและปัญหาน้ำหลากเป็นวงกว้างในหลายพื้นที่ของประเทศ (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2561) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Southeast Asia START Regional Center (2006) ยังได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในลุ่มน้ำอาศัยแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity (VIC) หรือแบบจำลองข้อมูล precipitation-runoff ซึ่งประมวลผลโดยการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องทางอุทกวิทยา อุตุนิยมวิทยาและธรณีวิทยาประกอบการพิจารณา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ข้อมูลน้ำฝน ลักษณะและคุณสมบัติของดิน ความสูงจากน้ำทะเลและการจัดการลุ่มน้ำ เป็นต้น และงานวิจัยดังกล่าวยังได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประเภท Conformal Cubic Atmospheric Mode (CCAM) ซึ่งเป็นการจำลองสภาพภูมิอากาศโดยการคำนวณภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำในลุ่มน้ำสาขาส่วนใหญ่ของแม่น้ำโขงในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณฝนที่ตกเพิ่มขึ้น และยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น (540 ppm) นอกจากนี้ ผลคาดการณ์ปริมาณน้ำในเกือบทุกลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อชั้นบรรยากาศมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 720 ppm การดำเนินการเฝ้าระวังและเตรียมความพร้อมสำหรับอุทกภัยจึง

เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรับมือต่อผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

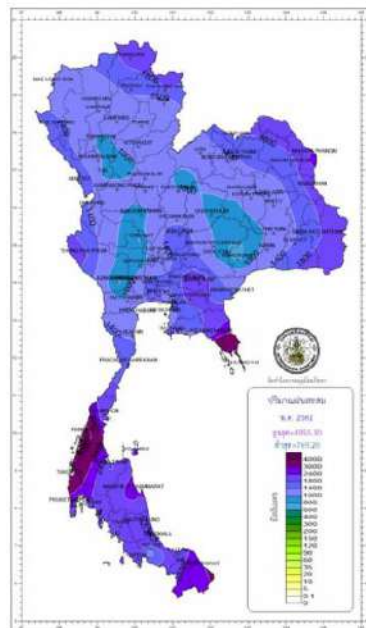


ปริมาณฝนรวม(มม.) พ.ศ.2560

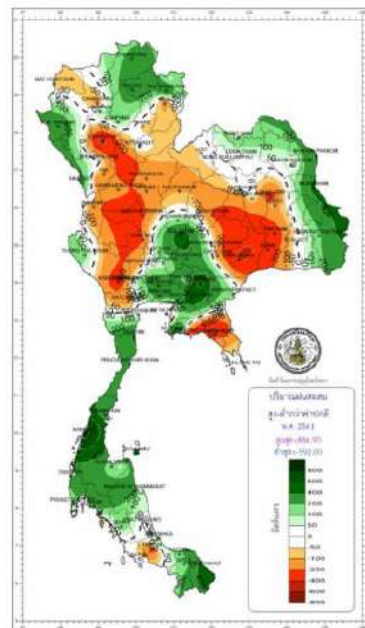


ปริมาณฝนรวม พ.ศ.2560 ที่ต่างจากค่าปกติ(มม.)

(ก)



ปริมาณฝนรวม(มม.) พ.ศ.2561



ปริมาณฝนรวม พ.ศ.2561 ที่ต่างจากค่าปกติ(มม.)

(ข)

(ที่มา ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2561)

รูปที่ 2.2 แสดงปริมาณฝนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2560 (ก) – 2561 (ข)

นอกจากปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทยแล้ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังส่งผลให้ปัญหาภัยแล้งของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเห็นเด่นชัดมากขึ้น กรมอุตุนิยมวิทยา ได้รายงาน ว่า ปี พ.ศ. 2558 เป็นปีที่ไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติค่อนข้างมาก โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ 0.85 และ 0.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และยังพบปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีของประเทศต่ำกว่าค่าปกติสูงถึงร้อยละ 11 ในเกือบทุกภูมิภาคของประเทศ ขณะเดียวกัน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยยังได้รายงานปัญหาภัยแล้งในปีพ.ศ. 2558 ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากภาวะฝนทิ้งช่วงและภัยแล้งซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ประกอบด้วยพื้นที่ประสบภัยแล้ง 58 จังหวัด 19,244 หมู่บ้านมีพื้นที่การเกษตรที่ได้รับความเสียหาย คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 736,515,428 บาทโดยประมาณ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม , 2559)

2.5 สถานการณ์ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

สำหรับสถานการณ์ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย โดยคณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (2558) พบว่า มีปริมาณน้ำบนผิวดินที่เกิดจากฝน โดยหักการซึมลงใต้ดิน และการระเหยแล้ว มีปริมาณรวมทั้งประเทศ 285,227 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติเฉลี่ยมีจำนวน 3,496 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาถึงความต้องการใช้น้ำในประเทศไทย พบว่าจากข้อมูล ปี พ.ศ.2557 พบว่ามีความต้องการน้ำรวมทั้งประเทศประมาณ 151,750 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อแยกตามรายสาขาการใช้น้ำมีรายละเอียด ดังนี้

1. ภาคการเกษตรมีความต้องการใช้น้ำสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 75 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด ประมาณ 113,812 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เกษตรในเขตชลประทานเฉลี่ยปีละ 65,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกษตรนอกเขตชลประทานปีละประมาณ 48,812 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งใช้น้ำฝนโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนใช้น้ำบาดาลและน้ำท่าบริเวณใกล้เคียง

2. ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการท่องเที่ยว มีความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อปีประมาณ 6,490 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีการคาดการณ์ในอีก 10 ปีข้างหน้าว่าจะมีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ยต่อปีประมาณ 8,260 ล้านลูกบาศก์เมตร จากการขยายตัวของภาคบริการด้านการท่องเที่ยว และภาคการค้าในระดับท้องถิ่นและในระดับภูมิภาค

3. ภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยต่อปีประมาณ 4,206 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีการคาดการณ์ในอีก 10 ปีข้างหน้าว่าจะมีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ยต่อปีประมาณ 7,515 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่หลักที่มีโรงงานและกลุ่มอุตสาหกรรม คือ กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง และพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมหลักของประเทศ

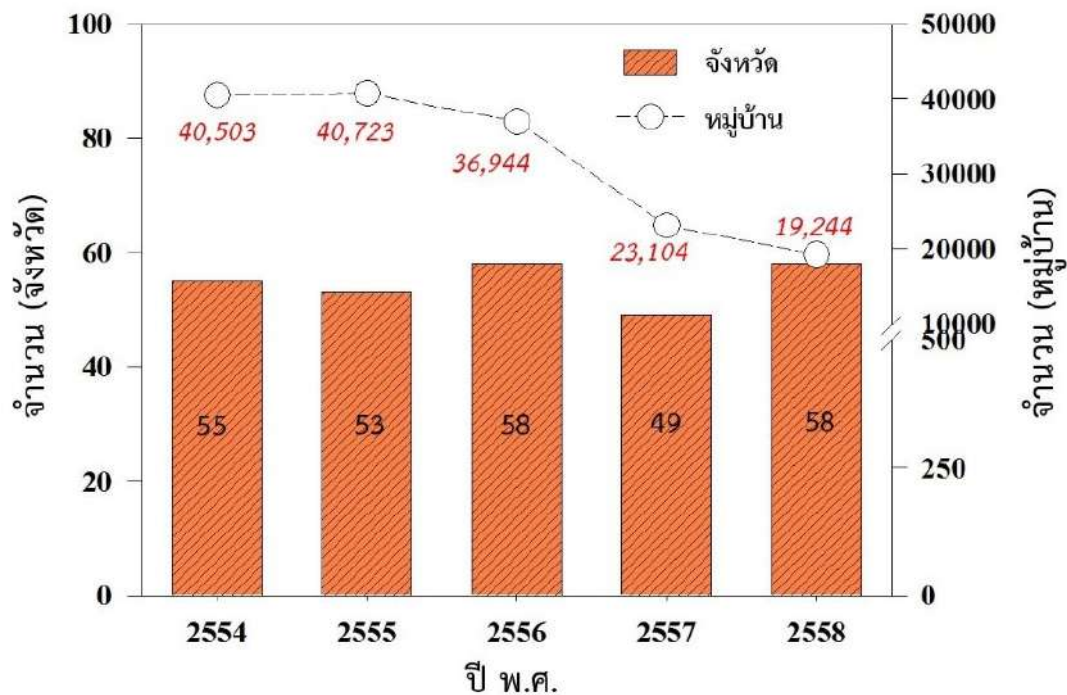
4. ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศในฤดูแล้งรวมทั้งประเทศปีละประมาณ 27,242 ล้านลูกบาศก์เมตร

ความแปรปรวนของปัจจัยทางภูมิอากาศในอนาคตเป็นความท้าทายของการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ ซึ่งสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2559) ได้ดำเนินการศึกษาเพื่อประเมินและคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยจำแนกตามการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์จำลอง RCP 4.5 และ RCP 8.5 พบว่า ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยรายปี มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยจำนวนวันที่ฝนตกในช่วงฤดูฝนมีจำนวนเท่าเดิม แต่ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งมีปริมาณมากขึ้นและมีช่วงการกระจายตัวในวงแคบ ทำให้มีแนวโน้มจะเกิดพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดภัยแล้งเป็นพื้นที่กว้างกว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงระยะ 20 ปีข้างหน้า มาใช้ในการวิเคราะห์โดยแบบจำลองทางอุทกวิทยา (Soil and Water Assessment Tools: SWAT) ประกอบกับข้อมูลทางวิชาการ ของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและภัยแล้ง และแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากและภัยแล้งซ้ำซาก รวมทั้งการประเมินความเปราะบางด้านการจัดการน้ำเกี่ยวกับน้ำท่วม ภัยแล้ง จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยพิจารณาจากปัจจัยการเปิดรับ ซึ่งประกอบไปด้วยการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง ปัจจัยความอ่อนไหวจะคำนึงถึงด้านต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยทรัพยากรน้ำเป็นสำคัญ เช่น การเพาะปลูกและความเป็นชุมชนต่างๆ ในแต่ละจังหวัด และปัจจัยความสามารถในการรับมือด้านการจัดการน้ำจะขึ้นอยู่กับรายได้เฉลี่ยของจังหวัด จำนวนเงินที่ได้รับ การสนับสนุนเพื่อจัดการน้ำท่วมและภัยแล้ง พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่เปราะบางและเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยรวมทั้งสิ้น 24,163,537 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.53 ของพื้นที่ประเทศโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในที่ราบลุ่ม ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับพื้นที่ที่มีการศึกษาพบว่าเป็นพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากสูงครอบคลุมพื้นที่ใน 3,605 ตำบล 552 อำเภอ ใน 69 จังหวัด และพบว่าประเทศไทยจะมีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง รวมทั้งสิ้น 123,751,221 ไร่คิดเป็นร้อยละ 38.59 ของพื้นที่ประเทศ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการรับมือต่อการเกิดภัยต่อการจัดการน้ำจากการจัดการน้ำด้วยระบบชลประทาน โดยนำเอาสัดส่วนของพื้นที่ชลประทานที่ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมาเป็นปัจจัยพิจารณาประกอบ กับความสามารถในการเก็บกักน้ำของในแต่ละภูมิภาค พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในภาพรวมทั้งประเทศ คิดเป็น 24,163,538 ไร่ ในขณะที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงนี้ อยู่ในพื้นที่ชลประทานแล้ว 9,487,808 ไร่คิดเป็น ร้อยละ 39.26 ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยที่อยู่นอกเขตพื้นที่ชลประทานส่วนใหญ่มีพื้นที่อยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งในภาพรวมทั้งประเทศ คิดเป็น 123,751,221 ไร่ ในขณะที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงนี้อยู่ในพื้นที่ชลประทานแล้ว 16,504,061 ไร่คิดเป็นร้อยละ 13.34 ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้ง ที่อยู่นอกเขตพื้นที่ชลประทานส่วนใหญ่มีพื้นที่อยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนการประเมินผลกระทบจากการเกิดภัยแล้ง พบว่า ในพื้นที่นาข้าวที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง จำนวน 41,592,627 ไร่ เป็นพื้นที่ชลประทาน ร้อยละ 23.58 และอยู่นอกเขตชลประทานอีก ร้อยละ 76.42 สำหรับพืชไร่มีพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง จำนวน 26,186,183 ไร่ เป็นพื้นที่ชลประทานร้อยละ 3.50 และนอกเขตชลประทาน ร้อยละ 96.50 และสำหรับพื้นที่ปลูกไม้ผลมีพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากภัยแล้งจำนวน 5,619,656 ไร่ เป็นพื้นที่ชลประทาน ร้อยละ 18.28 และอยู่นอกเขตชลประทาน ร้อยละ 81.72 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561)

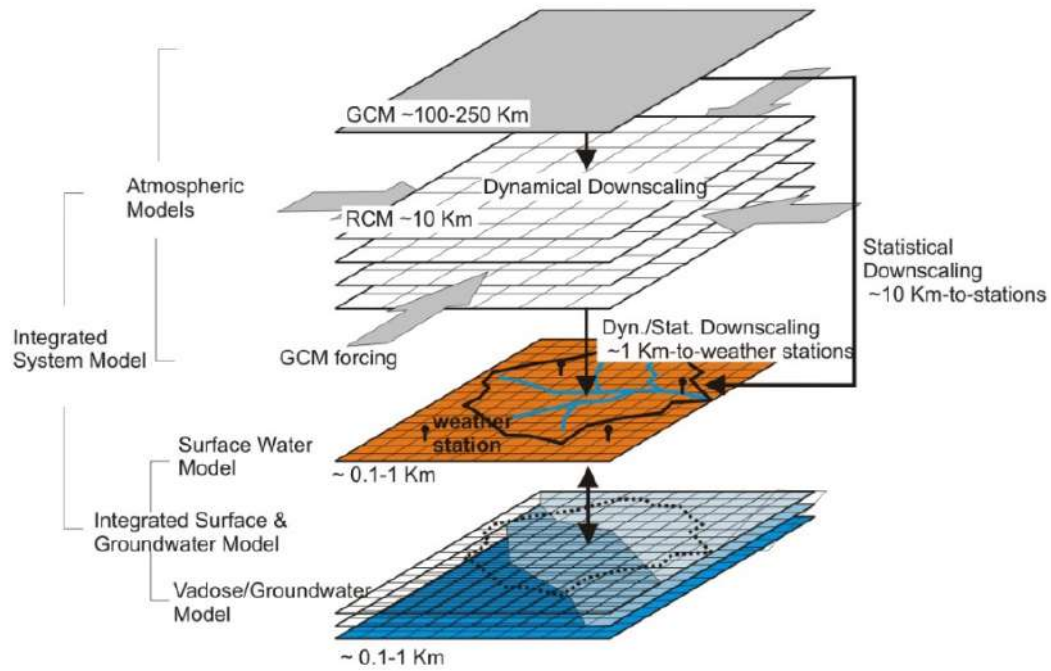


(ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559)

รูปที่ 2.3 จำนวนพื้นที่ของประเทศไทยที่ประสบปัญหาภัยแล้ง พ.ศ. 2554 – 2558

2.6 การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscale) เป็นเทคนิคกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยา เป็นวิธีการคาดการณ์ตัวแปรภูมิอากาศในอนาคต เป็นวิธีที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยอาศัยหลักการสมมุติฐานของความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ (Predictor) จากผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model: GCM) หรือแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (General Circulation Model: GCM) และตัวถูกทำนาย (Predictand) ซึ่งเป็นข้อมูลตัวแปรอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศ (Observed Data) เพื่อนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาทำการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตภายใต้ภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคต (Climate Scenario) วิธีการนี้ได้รับความนิยมสำหรับการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีข้อมูลอุตุนิยมวิทยาไม่สมบูรณ์ เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติสามารถแสดงผลความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Extreme) และตามช่วงเวลาต่างๆ ได้ (อำนาจ และคณะ, 2553) ปัจจุบัน วิธีการลดมาตราส่วน แบ่งได้ 2 ประเภทหลักคือ วิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscaling) และ การลดมาตราส่วนพลวัต (Dynamical Downscaling) แต่ละวิธีจะมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน การเลือกใช้จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลที่มีและวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลผลลัพธ์ไปใช้เช่นเดียวกัน



(ที่มา John Mejia, 2011)

รูปที่ 2.4 แผนผังการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

การลดมาตราส่วนเชิงสถิติของข้อมูลภูมิอากาศ โดยวิธีการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศระดับโลกจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกกับตัวแปรอุตุนิยมระดับท้องถิ่นหรือสถานีตรวจวัดอากาศ สามารถเพิ่มรายละเอียดที่หายของผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับโลกลงมาในระดับลุ่มน้ำและระดับสถานีได้โดยตรง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ศึกษาทางด้านอุทกวิทยาและระบบนิเวศน์ ได้แก่ การบริหารจัดการน้ำ การวิเคราะห์ภัยความเสี่ยงพิบัติด้านภัยแล้งหรือน้ำท่วม เป็นต้น แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่ม Circulation-based Method หรือ Weather Typing Method วิธีการลดมาตราส่วนนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

- (1) ขั้นตอนการแยกกลุ่มการหมุนเวียนสภาพภูมิอากาศเป็นรูปแบบต่างๆ
- (2) ขั้นตอนการจำลองโดยใช้การจำลองแบบเลียนแบบทางสถิติ
- (3) ขั้นตอนการเชื่อมโยงการเกิดของฝนกับชนิดของภูมิอากาศโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข
- (4) ขั้นตอนการเลียนแบบขบวนการฝนหรือขบวนการอุตุ-อุทกวิทยา

จากขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ หรือการเก็บบันทึก กับรูปแบบของสภาพบรรยากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก หรืออาจใช้วิธีการสร้างลำดับของรูปแบบสภาพบรรยากาศ โดยใช้ Monte Carlo แต่วิธีการจัดกลุ่มสภาพอากาศค่อนข้างจำกัดอยู่ในวงแคบ และล้วนขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนเวียนของอากาศประจำและสภาพอากาศที่พื้นผิว มีข้อจำกัดที่สำคัญอีกอย่าง คือ ความผันแปรของปริมาณฝนที่ตก เกิดจากความถี่ที่ผันแปรของรูปแบบสภาพอากาศที่ไม่ค่อยเป็นไปตามความผันแปรที่เกิดจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Wilby et al., 2002a)

2. กลุ่ม Weather Generator Method

การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศด้วยวิธีนี้ ถูกใช้อย่างมากในงานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน, ออกแบบ และบริหารจัดการแหล่งน้ำ เป็นวิธีการสังเคราะห์ตัวแปรภูมิอากาศทางสถิติ จะใช้หลักการสังเคราะห์ตัวแปรภูมิอากาศแบบอนุกรมเวลาสำหรับคำนวณหาลำดับอนุกรมเวลาของภูมิอากาศที่ละสถานีหรือหลายสถานีแบบพร้อมเพรียงกัน (Wilks., 1999) แบบจำลองของวิธีการนี้ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ แบบจำลอง WGEN (Richardson., 1981) หรือแบบจำลอง LARS-WG (Semenov and Barrow., 1997) ทั้งสองแบบจำลองจะสังเคราะห์ฝนรายวัน โดยจำลองการเกิดฝนรายวัน อธิบายการแจกแจงปริมาณฝนหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและชั่วโมงแสงแดด เป็นต้น ต่อจากนั้นทำการสร้างภาพฉายของข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยการเชื่อมโยงระหว่างพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศที่พิจารณาในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Wilby et al., 2002b)

3. กลุ่ม Transfer Function Method วิธีการลดมาตราส่วนนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

- (1) ขั้นตอนหาความสัมพันธ์ภูมิอากาศระดับโลกและองค์ประกอบภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น
- (2) ขั้นตอนการปรับความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างภูมิอากาศระดับโลกกับตัวแปรภูมิอากาศระดับสถานี

วิธีการลดมาตราส่วนแบบถดถอย โดยหลักการแล้วจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรภูมิอากาศระดับโลกและระดับท้องถิ่น (Yarnal et al., 2001; Wilby et al., 2002a; Prudhomme et al., 2002) วิธีการลดมาตราส่วนแบบนี้ สามารถแบ่งแยกขึ้นอยู่กับทางเลือกทางคณิตศาสตร์ สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ตัวแปรทั้งสองระดับข้างต้น ด้วยเทคนิคในการคำนวณหรือวิธีการเลือกตัวแปรภูมิอากาศระดับโลกที่พิจารณา (Wilby et al., 2002b) โดยทั่วไป ข้อดีหลักๆ ของวิธีการลดมาตราส่วนกลุ่มนี้ได้แก่ ขั้นตอนไม่ซับซ้อน สะดวกในการคำนวณ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการลดมาตราส่วนอื่นๆ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีการนี้คือตำแหน่งที่ศึกษาต้องมีความสัมพันธ์ที่ดีของตัวแปรทั้งสองระดับ นอกจากนี้พารามิเตอร์ของแบบจำลองจะคงที่ ทั้งสภาพปัจจุบันและอนาคตเหมือนกับวิธี Weather Typing Method

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ลักษณะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต สามารถคาดการณ์ได้ด้วยการสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change Scenarios) จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งหากต้องการนำผลลัพธ์จากแบบจำลองดังกล่าว ไปใช้ในพื้นที่ขนาดเล็กในระดับลุ่มน้ำ จำเป็นเลือกใช้วิธีการลดมาตราส่วน (Downscaling) กับประเภชชุดข้อมูลภูมิอากาศที่ได้บันทึกวัดของพื้นที่ศึกษาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลผลลัพธ์ไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อเปรียบเทียบระหว่างวิธี Statistical Downscaling และ Dynamical Downscaling

	แบบจำลอง Statistical Downscaling	แบบจำลอง Dynamical Downscaling
จุดเด่น	<ul style="list-style-type: none"> -สามารถลดมาตราส่วนจากผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCM ลงในระดับมาตราส่วนระดับสถานีได้ -มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ต่ำ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยาก แสดงผลได้เร็ว -ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนและความเสี่ยงได้ -ใช้ประยุกต์กับตัวแปรที่ไม่ใช่ตัวแปรภูมิอากาศได้ เช่น คุณภาพอากาศ หรือความสูงคลื่น 	<ul style="list-style-type: none"> -สามารถวิเคราะห์ถึงระดับความละเอียด 10-50 กม. จากผลลัพธ์แบบจำลอง GCM ได้ -มีตอบสนองทางกายภาพจากปัจจัยภายนอกอื่นๆ -สามารถวิเคราะห์กระบวนการของบรรยากาศได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางภูมิศาสตร์, การเกิดฝน -ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับแบบจำลอง GCM
จุดด้อย	<ul style="list-style-type: none"> -ผลการวิเคราะห์ที่ขึ้นกับความเหมือนจริงของแบบจำลอง GCM -การเลือกขนาดและที่ตั้งของพื้นที่วิเคราะห์มีผลต่อผลลัพธ์ -ต้องการข้อมูลคุณภาพสูงสำหรับปรับเทียบแบบจำลอง -ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์กับตัวแปรการพยากรณ์มักจะไม่คงที่ -ตัวแปรการศึกษามีผลต่อค่าพยากรณ์ -กลุ่มหรือแผนการเลือกตัวแปรจะมีผลต่อผลลัพธ์ -ไม่สามารถแสดงการผันแปรของสภาพภูมิอากาศที่มีความถี่ต่ำ -การวิเคราะห์ข้อมูลนอกเหนือจากแบบจำลอง GCM ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามแบบจำลอง GCM 	<ul style="list-style-type: none"> -ผลการวิเคราะห์ที่ขึ้นกับความเหมือนจริงของแบบจำลอง GCM -การเลือกขนาดและที่ตั้งของพื้นที่วิเคราะห์มีผลต่อผลลัพธ์ -ต้องใช้ข้อมูลในการคำนวณที่ได้มีการกลั่นกรองแล้ว -มีผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตไม่มาก -การกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นมีผลต่อผลลัพธ์ -การเลือกค่าการแผ่ความร้อนหรือเมฆมีผลต่อผลลัพธ์ค่าฝน -การวิเคราะห์ข้อมูลจากพื้นที่เดิมไปยังพื้นที่ใหม่ เป็นเรื่องยาก -การวิเคราะห์ข้อมูลนอกเหนือจากแบบจำลอง GCM ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามแบบจำลอง GCM

การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยวิธีการลดมาตราส่วนเพื่อการพยากรณ์ตัวแปรภูมิอากาศเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้ Wilby and Dawson (2007) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (SD) และวิธีการลดมาตราส่วนพลวัต (DD) พบว่า ผลการคาดการณ์จากทั้งสองวิธี มีความสามารถใกล้เคียงกันเพราะสามารถนำเสนอแนวโน้มของค่าภูมิอากาศสำหรับลุ่มน้ำได้ดี แต่ผลการคาดการณ์ของตัวแปรภูมิอากาศที่ได้ยังมีค่าเอนเอียงหรือค่าอคติ (Bias) เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีบันทึกไว้ แต่วิธี SD มีจุดเด่นกว่าวิธี DD สำหรับการนำไปใช้งานหลายประการ คือ มีความยืดหยุ่นต่อการนำไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของปัญหาต่างๆ มีค่าใช้จ่ายในการคำนวณต่ำ และผลลัพธ์ที่ได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนและความเสี่ยงได้ อย่างไรก็ตามแต่การลดมาตราส่วนของผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกหลายๆ สถานี อาจจะได้ผลที่แตกต่างกัน เนื่องจากแบบจำลองลดมาตราส่วนส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นมาใช้เฉพาะพื้นที่ขนาดใหญ่ประมาณ 200 - 300 ตารางกิโลเมตร ดังนั้น ในการศึกษาหรือคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตควรใช้ผลลัพธ์จากการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกหลายๆ แบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบผลการคาดการณ์

สภาพภูมิอากาศในอนาคตและเพิ่มความน่าเชื่อถือ ลดความเสี่ยงจากค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ซึ่งการศึกษานี้จะมุ่งเน้นการคาดการณ์ค่าปริมาณฝนในอนาคต โดยเชื่อมโยงกับแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้ง 5 แบบจำลอง เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอนาคตสำหรับการพยากรณ์ภัยแล้งต่อไป

จากรายงาน TARCC ครั้งที่ 2 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559) ได้ศึกษาการคาดการณ์ภูมิอากาศของประเทศไทย โดยการลดมาตราส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Models Downscaling) เพื่อให้ได้ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย โดยดำเนินการลดมาตราส่วนด้วยขบวนการระบบประสาทเทียมซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของการลดมาตราส่วนด้วยสถิติ โดยการลดมาตราส่วนจากผลลัพธ์แบบจำลองภูมิอากาศโลกจำนวน 3 แบบจำลอง จากฐานข้อมูล CMIP5 ได้แก่ GCM-GFDL-ESM2M GCM-MPI-ESM-LR และ GCM-HadGEM2-ES ประกอบด้วยภาพการจำลอง 3 รูปแบบ ได้แก่ RCP4.5, RCP6.0 และ RCP8.5 ในช่วงเวลาปี ค.ศ.2006–2100 (พ.ศ.2549–2643) มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 10×10 ตารางกิโลเมตร และความละเอียดเชิงเวลาเป็นค่ารายวัน โดยสภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยในปี ค.ศ.2100 จากการลดมาตราส่วนของแบบจำลองภูมิอากาศโลก พบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยทั่วประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทุกแบบจำลองและผลการคาดการณ์นี้ถูกประเมินถึงระดับความมั่นใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตว่าอยู่ในระดับปานกลาง โดยค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันภายใต้ RCP8.5 จาก GCM-GFDL-ESM2M, GCM-MPI-ESM-LR และ GCM-HadGEM2-ES มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยระยะยาวประมาณ 1.67 3.98 และ 4.82 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และในปีเดียวกันค่าเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันภายใต้ RCP4.5 ของทั้งสามแบบจำลองมีค่าเปลี่ยนแปลงจากค่าเฉลี่ยระยะยาว ประมาณ -0.63 1.71 และ 2.07 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2558 - 2559 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ดำเนินการศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต โดยใช้ข้อมูลจากศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา โดยได้พัฒนาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคตให้มีรายละเอียดความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นและสอดคล้องกับเงื่อนไขของรายงานฉบับที่ 4 (AR4) ของ IPCC ต่อเนื่องกับเงื่อนไขเบื้องต้นของฉบับที่ 5 (AR5) ในการศึกษาโดยใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model) ที่มีชื่อว่า “HadCM3Q0” สำหรับภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคต (Climate Scenario) แบบ A1B (Balance of all sources) ที่เป็นรูปแบบการพัฒนาที่ใช้ทั้งพลังงานฟอสซิลและพลังงานหมุนเวียนผสมผสานกันอย่างสมดุล นำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น (Initial Data) ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ประเทศไทย (Boundary Condition) โดยในส่วนของลดมาตราส่วนพื้นที่ลงสู่ระดับภูมิภาคประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศไดนามิกส์ระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: PRECIS) ในการลดมาตราส่วนขนาดจากพื้นที่ระดับโลกลงสู่ระดับประเทศไทย ด้วยแบบจำลอง PRECIS จะได้รายละเอียดพื้นที่โดยประมาณ 25×25 ตารางกิโลเมตร โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวแปรอุตุนิยมวิทยา จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ สูงสุด-ต่ำสุด, ปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ, ทิศทางและความเร็วลม และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ในคาบเวลาต่างๆ ที่ต้องการ เช่น รายวัน ราย 10 วัน รายเดือนและรายปี ฯลฯ ของประเทศไทย รวมทั้งการใช้เทคนิคการปรับแต่งข้อมูล (Bias Correction) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงสถานการณ์จริง ให้มากที่สุด

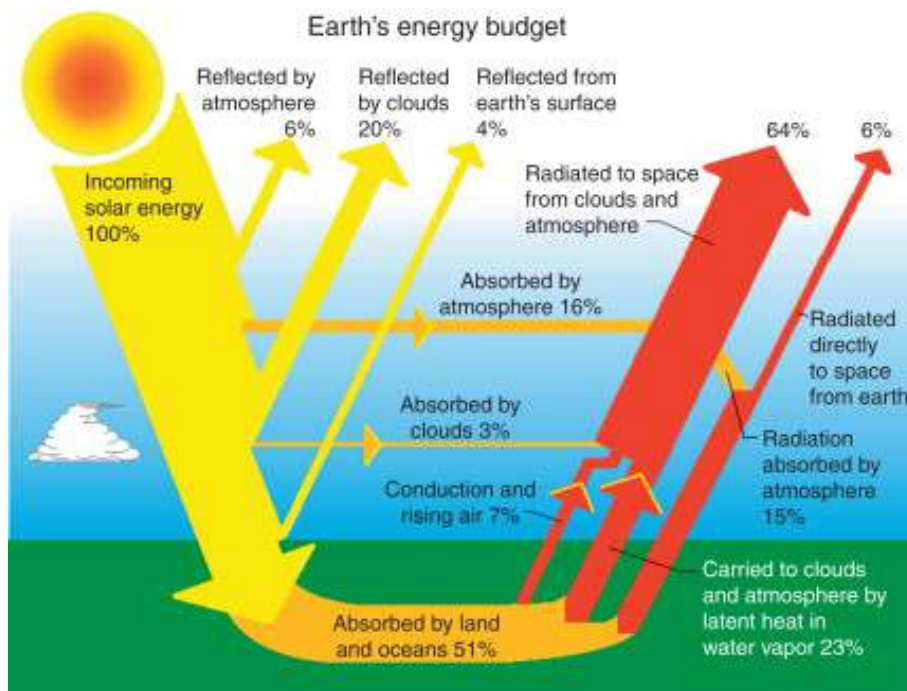
ทั้งนี้ สามารถสรุปผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเกี่ยวกับการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต ดังนี้

ผลจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ 20 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2559-2578 คาดว่าปริมาณฝนรวมรายเดือนเป็นรายภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคกลาง, ภาคตะวันออก, ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีแนวโน้มใกล้เคียงกับค่าปกติมาตรฐานในทุกภูมิภาค อย่างไรก็ตาม พื้นที่ทางภาคตะวันออกและภาคใต้ มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่าในภูมิภาคอื่นๆ แต่สำหรับในช่วงทุก 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2559-2563 พ.ศ. 2564-2568 พ.ศ. 2569-2573 และ พ.ศ. 2574-2578 พบว่า ปริมาณฝนรวมรายเดือนเป็นรายภูมิภาคช่วงทุก 5 ปี มีแนวโน้มสูงกว่าค่าปกติเล็กน้อยในทุกภูมิภาค

2.7 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

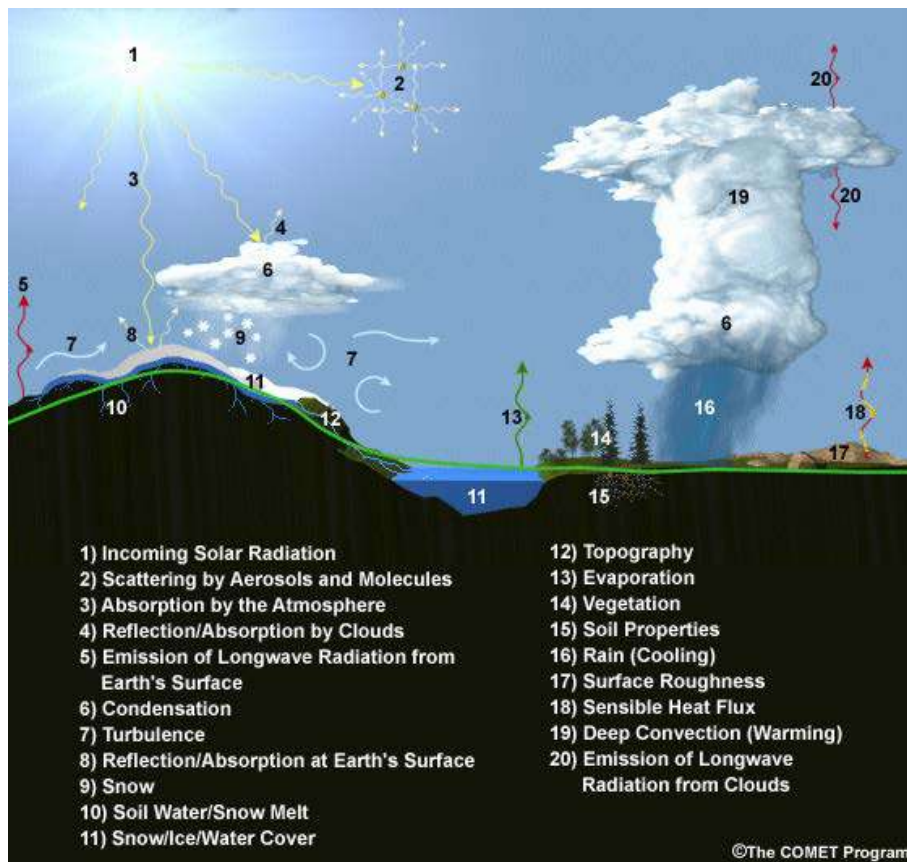
แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) หรือแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (General Circulation Model, GCM) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการลอกเลียน (Simulate) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในบรรยากาศ มหาสมุทร พื้นดิน และแผ่นน้ำแข็ง แบบจำลองนี้ นำไปใช้ในการศึกษาด้านต่างๆ ของระบบภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาพลวัตของสภาพภูมิอากาศและการสร้างภาพฉายการเปลี่ยนแปลงในอนาคต แบบจำลองสภาพภูมิอากาศทุกชนิดใช้หลักการของสมดุลพลังงานโลก เช่น พลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ในรูปร่างคลื่นสั้น การส่งถ่ายพลังงานออกไปนอกบรรยากาศโลกในรูปร่างคลื่นยาว หรือรังสีความร้อน โดยความไม่สมดุลของพลังงานที่เข้าสู่โลกและส่งออกจากโลกด้วยกระบวนการต่างๆ บนพื้นผิวโลก (รูปที่ 2.5) ส่งผลให้ความแปรปรวนและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นแรงขับเคลื่อนหลักที่ใช้ในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศสำหรับการสร้างภาพฉายการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้เริ่มต้นขึ้นในทศวรรษที่ 1980s โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลกได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงเกือบสี่ทศวรรษที่ผ่านมา การสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต้องอาศัยความรู้พื้นฐานด้านสภาพภูมิอากาศเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางวิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อน (รูปที่ 2.6) โดยโค้ดสำหรับการคำนวณอาจมีความยาวถึง 18,000 หน้ากระดาษและจำเป็นต้องใช้ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล (รพีพัฒน์, 2563) โดยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศนับเป็นเครื่องมือที่จำเป็นและได้รับการยอมรับในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการ ซึ่งการศึกษาในด้านนี้ได้มีการพัฒนาและมีองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยองค์กรคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (IPCC) ได้ดำเนินการทบทวนและสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการศึกษาและจัดทำภาพฉายจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้มีการเผยแพร่รายงานอย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันอยู่ในรายงานการประเมินฉบับที่ 6 (the Sixth Assessment Report, AR6) ซึ่งเป็นรายงานฉบับพิเศษ และการปรับปรุงรายงานระเบียบวิธีล่าสุดและรายงานการสังเคราะห์ฉบับสุดท้ายของ AR6 มีกำหนดออกในปี พ.ศ. 2565 (IPCC, 2021)



(ที่มา Sokolik, 2008)

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแบบจำลองการถ่ายเทของพลังงานจากแสงอาทิตย์สู่โลกตามกฎอนุรักษ์พลังงาน

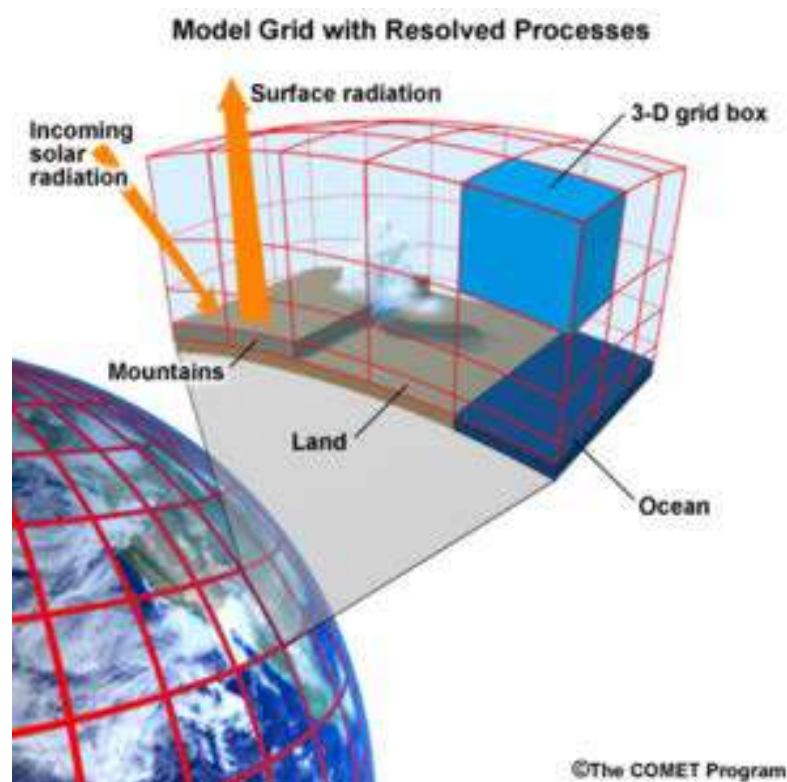


(ที่มา MetEd, The COMET Program, UCAR)

รูปที่ 2.6 รายชื่อกระบวนการและคุณสมบัติของพารามิเตอร์ภายในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

2.8 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกภายใต้โครงการ CMIP6

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตจำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCM) เพื่อทำการจำลองสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ แบบจำลอง GCM เป็นการจำลองกระบวนการทางฟิสิกส์ของชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร น้ำแข็งในทะเล หรือน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือ น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกใต้และผืนดิน โดยจำลองทางหลักการคณิตศาสตร์ของการไหลวนของบรรยากาศและมหาสมุทร โดยอาศัยพื้นฐานข้อแรกของเทอร์โมไดนามิกส์ หรือกฎอนุรักษ์พลังงาน (Law of Conservation of Energy) ที่ว่าพลังงานสามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ แต่ไม่สามารถสร้างหรือทำให้พลังงานหายไปได้ในระบบปิด ซึ่งแหล่งพลังงานที่สร้างความร้อนให้กับชั้นบรรยากาศโลกก็คือแสงอาทิตย์นั่นเอง อีกหนึ่งสมการสำคัญคือ กฎของสเตฟาน-โบลต์ซมันน์ (Stefan – Boltzmann Law) ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างรังสีที่แผ่ออกมากับอุณหภูมิของวัตถุ กฎดังกล่าวใช้เป็นเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแก๊สเรือนกระจกที่มีอยู่ในธรรมชาติ แบบจำลองยังใช้หลักการระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) ในการรวบรวมความหลากหลายของการเคลื่อนที่ของของไหลทางเคมีและสมการทางชีวภาพ ความสัมพันธ์ของสมการเหล่านี้เป็นพื้นฐานการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นสูงที่สลับซับซ้อน การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเป็นการทำความเข้าใจและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมถึงการพยากรณ์อากาศ การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย



(ที่มาจาก MetEd, The COMET Program, UCAR)

รูปที่ 2.7 แสดงเซลล์กริด (ที่พื้นผิว) และปริมาตร (ในบรรยากาศ) ภายในแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ

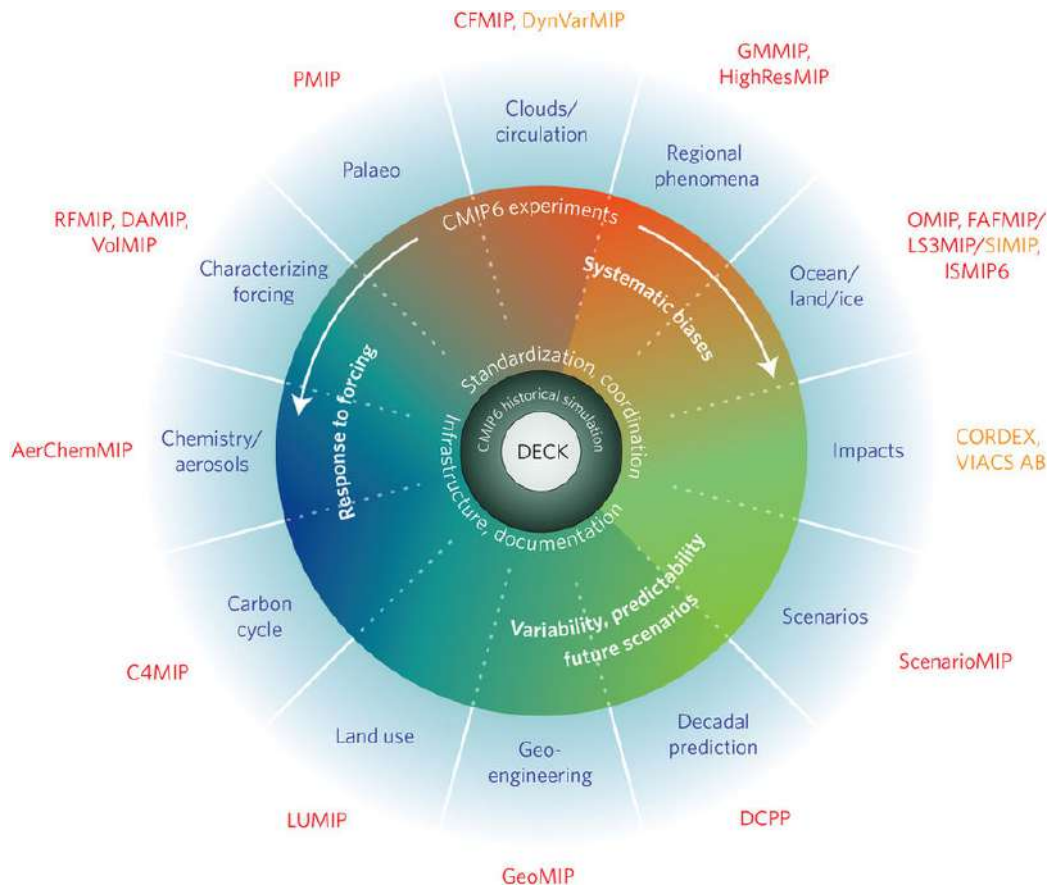
แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจะอธิบายสภาพภูมิอากาศโดยใช้เซลล์กริด (Grid Cells) ที่มีลักษณะเป็นสามมิติ โดยมีความละเอียดในแนวนอน (Horizontal Resolution) อยู่ระหว่าง 100 ถึง 300 กิโลเมตรและมีความละเอียดในแกนตั้ง (Vertical Resolution) อยู่ระหว่าง 10 ชั้น ถึง 20 ชั้น ในชั้นบรรยากาศและมากกว่า 30 ชั้นในชั้นมหาสมุทร จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จะมีลักษณะความละเอียดเชิงพื้นที่ค่อนข้างหยาบ ซึ่งจะส่งผลต่อการศึกษาและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยิ่งไปกว่านั้นกระบวนการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเมฆ มีขนาดมาตราส่วนที่เล็กจึงไม่สามารถทำการจำลองได้ ต้องทำการกำหนดตัวแปรเสริม (Parametrizations) เพื่อใช้ในการรวมกระบวนการต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น การพัดพาความร้อน (Convection) กระบวนการผิวดิน (Land Surface Processes) และอุทกวิทยา (Hydrology) รวมถึงการปกคลุมของเมฆ (Cloud Cover) นี้เป็นหนึ่งในที่มาของความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต โครงสร้างของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกประกอบด้วย (สุจริต และคณะ, 2560)

1. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศหลัก (Simple General Circulation Models: SGCMs) เป็นแบบจำลองหลักของการจำลองสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของสสาร เช่น อุณหภูมิ ให้เข้ากับตัวแปรทางฟิสิกส์พลศาสตร์ ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อศึกษากระบวนการของบรรยากาศที่ไม่ซับซ้อน จึงไม่เหมาะต่อการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต

2. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนชั้นบรรยากาศ (Atmospheric General Circulation Models: AGCMs) เป็นแบบจำลองส่วนของบรรยากาศที่รวมผิวดิน โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ อุณหภูมิของน้ำทะเล (Sea Surface Temperatures: SSTs) และสภาพเคมีของบรรยากาศ (Atmospheric Chemistry) เข้าด้วยกัน โดยมีการกำหนดตัวแปรเสริม (Parametrizations) เพื่อใช้ในการรวมกระบวนการต่างๆ เช่น การพัดพาความร้อน (Convection) กระบวนการผิวดิน (Land Surface Processes) และอุทกวิทยา (Hydrology) รวมถึงการปกคลุมของเมฆ (Cloud Cover)

3. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนมหาสมุทร (Oceanic General Circulation Models: OGCMs) เป็นแบบจำลองสภาพการไหลวนของมหาสมุทรด้วยความสัมพันธ์ของชั้นบรรยากาศ โดยแบบจำลองจะรวมหรือไม่รวมน้ำแข็งในทะเล จะขึ้นอยู่กับแบบจำลองของแต่ละสถาบันที่ทำการวิจัยและพัฒนาแบบจำลอง

4. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศชั้นบรรยากาศ - มหาสมุทร (Coupled Atmosphere - Ocean General Circulation Models: AOGCMs) เป็นแบบจำลองที่รวมเอาส่วนชั้นบรรยากาศและส่วนมหาสมุทรมารวมเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ซึ่งจะช่วยลดความคาดเคลื่อนในการจำลองสภาพภูมิอากาศจากการกำหนดเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) แบบจำลองสภาพภูมิอากาศชั้นบรรยากาศ - มหาสมุทร มีความสลับซับซ้อนในการคำนวณสูง แต่มีความเหมาะสมในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต



(ที่มา Eyring, 2016)

รูปที่ 2.8 แสดงแผนผังของการออกแบบการทดลอง CMIP/CMIP6

ในปัจจุบันมีสถาบันการศึกษาอุดมศึกษาชั้นนำทั่วโลกที่ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) และได้เกิดความร่วมมือระหว่าง World Climate Research Programme’s (WCRP) Working Group on Coupled Modelling (WGCM) และ International Geosphere-Biosphere Programme’s (IGBP) Integration and Modeling of the Earth System (AIMES) project ในการจัดทำแบบจำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) โดยในปัจจุบันอยู่ในฐานข้อมูลระยะที่ 6 หรือ CMIP6 ซึ่งในรายงานการประเมินฉบับที่ 6 (the Sixth Assessment Report, AR6) นี้ของไอพีซีซีจะเพิ่มเติมมิติทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อสร้างประเภทเส้นตัวแทนเศรษฐกิจและสังคมร่วมหรือ SSP (Shared Socioeconomic Pathways) ที่ให้ความสำคัญกับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร การเติบโตทางเศรษฐกิจ การศึกษา การกลายสภาพเป็นเมือง และระดับการพัฒนาของเทคโนโลยี โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ประกอบด้วย (รพีพัฒน์, 2563; Riahi et al., 2017)

(1) SSP1-ความยั่งยืน (Sustainability) โลกค่อยๆ เปลี่ยนผ่านสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่เข้าถึงทุกคนแบบเสมอหน้าทั้งในด้านการศึกษาและสุขภาพ การเน้นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ให้ความสำคัญกับความเป็นอยู่ที่ดีของประชากร ความเหลื่อมล้ำลดลงทั้งในและต่างประเทศ การบริโภคมุ่งเน้นไปที่การประหยัดทรัพยากรและการลดการใช้พลังงาน ในประเภทนี้ จะเผชิญกับความท้าทายในบรรเทาและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับต่ำ

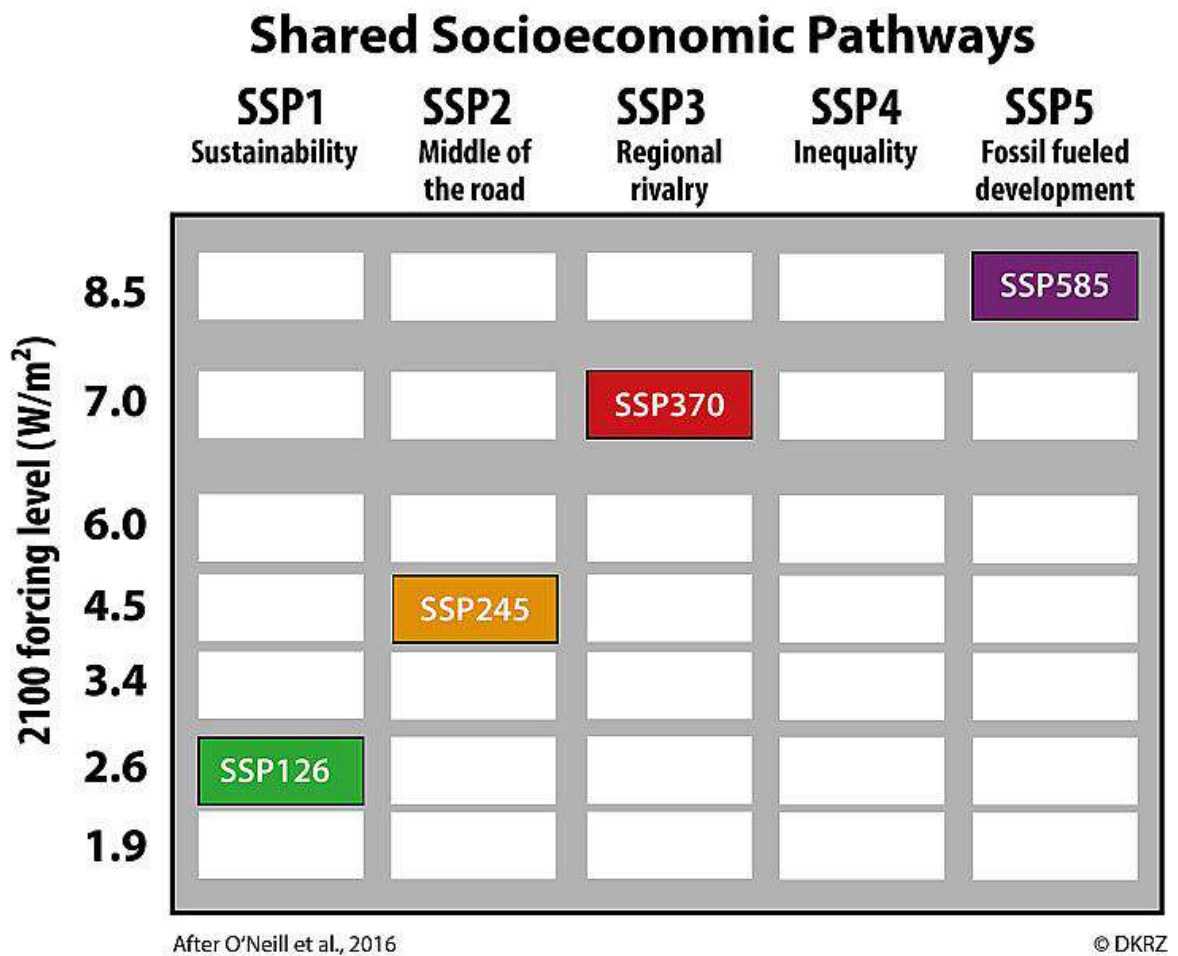
(2) SSP2-ทางสายกลาง (Middle of the Road) โลกดำเนินไปตามเส้นทางที่แนวโน้มทางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีไม่เปลี่ยนแปลงไปจากรูปแบบเดิม การพัฒนาและรายได้ยังคงเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่มีความเท่าเทียม โดยบางประเทศมีความก้าวหน้าค่อนข้างดี ในขณะที่บางประเทศไม่สามารถคาดหมายได้ สถาบันระดับโลกและระดับชาติทำงานเพื่อมุ่งไปสู่ความก้าวหน้าอย่างช้าๆ ในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ระบบสิ่งแวดล้อมประสพกับความเสื่อมโทรม แม้ว่าจะมีการปรับปรุงการใช้ทรัพยากรและพลังงานให้ลดลง การเติบโตของประชากรโลกอยู่ในระดับปานกลางและลดลงในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษ ความไม่เท่าเทียมกันของรายได้ยังคงมีอยู่หรือดีขึ้นอย่างช้าๆ และยังคงมีความท้าทายในการลดความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ในประเภนี้ จะเผชิญกับความท้าทายในการบรรเทาและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับปานกลาง

(3) SSP3-การแข่งขันระดับภูมิภาค (Regional Rivalry) เกิดกระแสชาตินิยม ความกังวลเกี่ยวกับความสามารถในการแข่งขันและความมั่นคง และความขัดแย้งในระดับภูมิภาคผลักดันให้ประเทศต่างๆ ให้ความสำคัญกับประเด็นภายในประเทศหรือปัญหาในระดับภูมิภาคมากที่สุด นโยบายเปลี่ยนไปตามกาลเวลา เพื่อให้มุ่งเน้นประเด็นความมั่นคงระดับชาติและระดับภูมิภาคมากขึ้น ประเทศต่างๆ มุ่งเน้นไปที่การบรรลุเป้าหมายด้านความมั่นคงด้านพลังงานและด้านอาหารภายในภูมิภาคของตนเอง โดยเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาในวงกว้าง การลงทุนด้านการศึกษาและการพัฒนาเทคโนโลยีลดลง การพัฒนาทางเศรษฐกิจนั้นช้า การบริโภคเป็นการใช้วัสดุจำนวนมาก และความไม่เท่าเทียมกันยังคงมีอยู่หรือแย่ลงเมื่อเวลาผ่านไป ทุกประเทศมุ่งเน้นการบรรลุความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน โดยมองข้ามการพัฒนาในด้านอื่นๆ เช่น การศึกษา เทคโนโลยี รวมถึงสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงในบางภูมิภาค ในประเภนี้ จะเผชิญกับความท้าทายในการบรรเทาและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูง

(4) SSP4-ความไม่เท่าเทียมกัน (Inequality) ความเหลื่อมล้ำในการลงทุนด้านทรัพยากรบุคคล ผูกกับโอกาสทางเศรษฐกิจและอำนาจทางการเมือง ทำให้เกิดการแบ่งชั้นที่เพิ่มขึ้นทั้งในประเทศและภายในประเทศ ช่องว่างระหว่างสังคมที่เชื่อมโยงถึงความรู้และการลงทุนทางเศรษฐกิจ ประชากรกลุ่มสังคมร่ำรวยสามารถเข้าถึงทรัพยากรระดับนานาชาติและประชากรกลุ่มสังคมยากจนที่มีศึกษาต่ำจะประกอบอาชีพที่มีเทคโนโลยีต่ำโดยการใช้แรงงาน ความสามัคคีทางสังคมเสื่อมโทรม ความเหลื่อมล้ำที่สูงขึ้นทำให้ความไม่สงบบ่อยครั้ง ภาคพลังงานมีความหลากหลาย ทั้งใช้เชื้อเพลิงที่ใช้ปลดปล่อยคาร์บอนมาก เช่น ถ่านหินและน้ำมัน แต่ยังคงรวมถึงการใช้แหล่งพลังงานคาร์บอนต่ำด้วย นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมจะเน้นประเด็นระดับท้องถิ่นโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีประชาชนรายได้ปานกลางถึงสูง ในประเภนี้ จะเผชิญกับความท้าทายในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศค่อนข้างต่ำ แต่ท้าทายในการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูง

(5) SSP5-การพัฒนาที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil-fueled Development) ประเภนี้จะเป็นโลกใบที่มีระบบการแข่งขันของตลาด นวัตกรรม และการมีส่วนร่วมของสังคมเพื่อสร้างเทคโนโลยีใหม่ๆ อย่างรวดเร็ว และการพัฒนาทรัพยากรบุคคลสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ตลาดจะมีการบูรณาการมากขึ้นเป็นหนึ่งเดียวกันมากขึ้นทั่วโลก มีการลงทุนทั้งด้านสุขภาพและการศึกษา การผลักดันเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมควบคู่ไปกับการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิล ปัจจัยทั้งหมดเหล่านี้นำไปสู่การเติบโตอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจโลก ในขณะที่จำนวนประชากรโลกมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงในศตวรรษที่ 21 แต่การใช้ นวัตกรรมเพื่อจัดการสังคมและระบบนิเวศเป็นระเบียบ จะเผชิญกับความท้าทายในการบรรเทาผลกระทบ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูง แต่ความท้าทายในการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่ำ



(ที่มา O'Neill et al. 2016)

รูปที่ 2.9 แสดงค่าการแผ่รังสีของแต่ละสถานการณ์ SSP

สำหรับภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate scenarios) ในอนาคตที่ใช้ใน CMIP6 ได้กำหนดเป็นเส้นตัวแทนเศรษฐกิจและสังคมร่วมหรือ SSP (Shared Socioeconomic Pathways) ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยรายละเอียดของภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้แต่ละ SSPs มีดังนี้

1. SSP 585: สถานการณ์จำลองนี้แสดงการแผ่รังสี 8.5 วัตต์/ตร.ม (W/m²) ภายในปี 2100 สถานการณ์นี้อยู่ในขอบเขตบนของช่วงของสถานการณ์สมมติ เป็นการปรับปรุงสถานการณ์ CMIP5 ภายใต้ RCP8.5 ซึ่งได้รวมกับเหตุผลทางเศรษฐกิจและสังคม

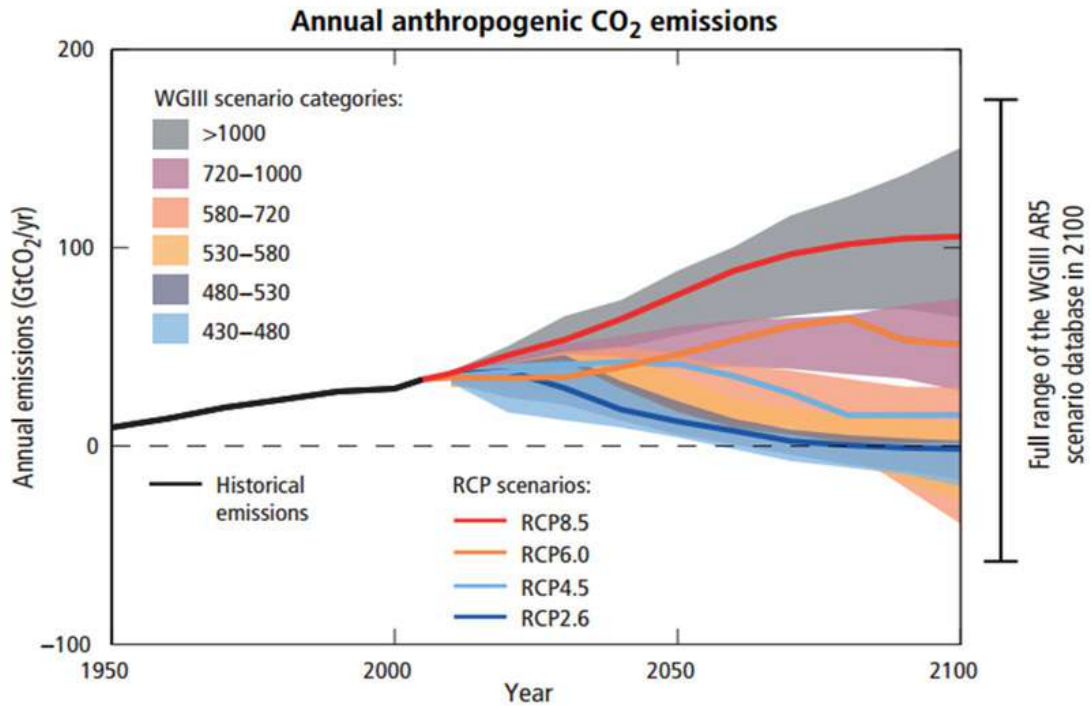
2. SSP 370: สถานการณ์จำลองนี้แสดงการแผ่รังสี 7.0 วัตต์/ตร.ม (W/m²) ภายในปี 2100 สถานการณ์นี้อยู่ในตอนกลางตอนบนของสถานการณ์ทั้งหมด มีการปรับปรุงใหม่หลังจากสถานการณ์ RCP โดยปิดช่องว่างระหว่าง RCP6.0 และ RCP8.5

3. SSP 245: สถานการณ์จำลองนี้แสดงการแผ่รังสี 4.5 วัตต์/ตร.ม (W/m^2) ภายในปี 2100 โดยผลการทบทวนสถานการณ์จำลอง RCP4.5 แสดงถึงเส้นทางกลางของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ภาพจำลองนี้ถือว่าการดำเนินมาตรการป้องกันสภาพอากาศ

4. SSP 126: สถานการณ์จำลองนี้แสดงการแผ่รังสี 2.6 วัตต์/ตร.ม (W/m^2) ภายในปี 2100 นี้เป็นการจำลองสถานการณ์เชิงบวก RCP2.6 และได้รับการออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการพัฒนาที่เข้ากันได้กับเป้าหมาย 2 °C ตามข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) ที่มีประเทศพร้อมลงนามกว่า 196 ประเทศ ที่มีเป้าหมายเพื่อจำกัดไม่ให้อุณหภูมิโลก ปี ค.ศ. 2100 เพิ่มสูงขึ้นเกิน 2 องศาเซลเซียสจากยุคก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม และจะพยายามอย่างยิ่งที่จะป้องกันไม่ให้อุณหภูมิโลก ปี ค.ศ. 2100 เพิ่มสูงขึ้นเกิน 1.5 องศาเซลเซียสยุคก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม เพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สถานการณ์นี้ก็ถือว่ามีการใช้มาตรการป้องกันสภาพอากาศเช่นกัน

โครงสร้างของ CMIP6 ได้รับการพัฒนาขยายจาก CMIP5 สำหรับภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate scenarios) ในอนาคต ที่ใช้ใน CMIP5 ได้กำหนดเป็นแนวโน้มปริมาณการแผ่รังสีความร้อนโดยมีการคำนึงถึงนโยบายที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดเป็น Representative Concentration Pathways (RCPs) ประกอบไปด้วย 4 ภาพฉาย (Scenarios) โดยชื่อเรียกแต่ละ RCP จะสะท้อนถึงปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากก๊าซเรือนกระจก (Radiative Forcing) ในปีค.ศ. 2100 สัมพันธ์กับยุคก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม ดังนี้

1. RCP 8.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่สูง RCP 8.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่มีมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก โดย RCP 8.5 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมีการแผ่รังสี 8.5 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่สูง ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES A1 F1 (Fossil Intensive) ซึ่งเป็นตั้งสมมุติฐานการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกที่สูง โดยเน้นการใช้พลังงานฟอสซิลเป็นหลัก RCP 8.5 ได้รับการพัฒนาจาก International Institute for Applied System Analysis ประเทศออสเตรีย RCP 8.5 ได้กำหนด สมมุติฐานดังต่อไปนี้ - กำหนดว่าหนึ่งวันจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนสามครั้งจนถึง ปี ค.ศ. 2100 - มีการปล่อยก๊าซมีเทนที่รวดเร็วเพิ่มขึ้น - เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ ซึ่งจะเป็แรงกระตุ้นในการเพิ่มขึ้นของประชากร - กำหนดสมมุติฐานจำนวนประชากรโลก จะมีจำนวน 12 พันล้านคน เมื่อสิ้นสุด ค.ศ. 2100 - อัตราการพัฒนาทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับต่ำ - พึ่งพาการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างหนัก - การใช้พลังงานบนโลกในอัตราที่สูง - ไม่มีมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก



(ที่มา IPCC Climate Change, 2014)

รูปที่ 2.10 แสดงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ RCPs

2. RCP 6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง RCP 6 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีในระดับหนึ่ง โดย RCP 6 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมีการแผ่รังสี 6.0 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2100 จากนั้นจะอยู่ในระดับคงที่ (Stabilization) ซึ่งถือว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES B2 ซึ่งเป็นการตั้งสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปานกลาง - ต่ำ RCP 6 ได้รับการพัฒนาจาก National Institute for Environmental Studies ประเทศญี่ปุ่น RCP 6 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้ - พึ่งพาการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างหนัก - การใช้พลังงานบนโลกในอัตราปานกลาง - เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและลดอัตราการใช้พื้นที่ทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ - มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระดับคงที่ - จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดที่ร้อยละ 75 ในปี ค.ศ. 2060 และลดลงร้อยละ 25 หลังจากผ่านปี ค.ศ. 2060

3. RCP 4.5 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราปานกลาง - ต่ำ RCP 4.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย RCP 4.5 มีความคล้ายคลึงกับ RCP 6 ในการตั้งสมมุติฐานบางอย่าง โดย RCP 4.5 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมีการแผ่รังสี 4.5 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2100 จากนั้นจะอยู่ในระดับคงที่ (Stabilization) ซึ่งถือว่าเป็น RCP ที่มีความสอดคล้องกับความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน ถ้าทำการเทียบเคียงกับตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 (Fourth Assessment Report, AR4) คือ SRES B1 ซึ่งเป็นการตั้งสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ RCP

4.5 ได้รับการพัฒนาจาก Pacific Northwest National Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา RCP 4.5 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้ - การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ- มีการส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน - ลดอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี - มีนโยบายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเข้มงวด - มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระดับคงที่ - จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยก่อนจะเริ่มลดลงในปี ค.ศ. 2040

4. RCP 2.6 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่ต่ำ RCP 2.6 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยมีมาตรการบังคับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดการปล่อยมลพิษตลอดเวลา โดย RCP 2.6 จะทำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมีการแผ่รังสี 3.1 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่อยๆ ลดลงเหลือ 2.6 วัตต์ต่อตารางเมตร จนถึงสิ้นสุดปี ค.ศ. 2100 ซึ่งถือว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่ต่ำ RCP 2.6 ได้รับการพัฒนาจาก PBL Netherlands Environmental Assessment Agency ประเทศเนเธอร์แลนด์ RCP 2.6 ได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้ - ลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล - การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ- จำนวนประชากรโลกจะมีจำนวน 9 พันล้านคน เมื่อสิ้นสุด ค.ศ. 2100 - เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูก โดยใช้พลังงานชีวภาพ - การเลี้ยงปศุสัตว์มีประสิทธิภาพ - มีการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 40 - จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณคงที่จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 2040 และ เริ่มลดลงและอาจติดลบจนถึงสิ้นสุด ปี ค.ศ. 2100 - จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในปี ค.ศ. 2050 และจะมีก๊าซเรือนกระจกลดลง 400 ppm

2.9 ความเป็นมาและการประเมินภัยแล้งด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยดัชนีภัยแล้งในอนาคตจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลอุตุวิทยามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 โดย Palmer (1965) ได้พัฒนาดัชนีวัดความแห้งแล้งด้วยเกณฑ์ดัชนี The Palmer Drought Severity Index (PDSI) ขึ้นเป็นดัชนีแรกและมีการพัฒนาดัชนีภัยแล้งต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นต่อเนื่องมาถึงดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) ซึ่งพัฒนาโดย McKee (1993; 1995) เป็นดัชนีภัยแล้งที่คำนวณมาจากค่าปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว เป็นดัชนีที่ใช้ข้อมูลอุตุวิทยาทว่าล่าสุดที่ได้รับการยอมรับอย่างรวดเร็วและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายทั่วไป เนื่องจากมีจุดเด่นที่สำคัญ คือ สามารถกำหนดช่วงเวลาของภัยแล้งที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังใช้วิธีการทางสถิติและความน่าจะเป็นมาสร้างฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ซึ่งวิธีการทางสถิติและความน่าจะเป็นสามารถใช้เป็นตัวแทนที่สามารถใช้อธิบายข้อมูลได้อย่างดีและสามารถทำนายความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้สามารถเตือนภัยล่วงหน้าได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลบันทึกวัดค่าปริมาณน้ำฝนที่ยาวนานและมีปริมาณมากเพียงพอที่จะสร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Density Function) ของปริมาณฝนรวมเพื่อเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ภาพรวมของดัชนี SPI

ที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการศึกษาภัยพิบัติด้านภัยแล้งโดยใช้ดัชนี SPI ในหลายพื้นที่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ได้แก่ การศึกษาของ ชลาชัย แจ่มผล (2547) ได้ศึกษาความรุนแรงของความแห้งแล้งในอดีตของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์ความแห้งแล้งในช่วงเวลาต่าง ๆ จากวิธี Standardized Precipitation Index (SPI) พบว่า การกำหนดฝนสะสมช่วงเวลา 3 เดือน ปีที่มีความแห้งแล้งปานกลาง แห้งแล้งรุนแรง

และแห้งแล้งที่สุด มากที่สุด ได้แก่ ปี พ.ศ. 2523 2522 2537 2502 และ 2498 ตามลำดับ และในช่วงฝนสะสม 6 เดือน ได้แก่ ปี พ.ศ. 2526 2522 2535 2503 2523 2541 และ 2506 ตามลำดับ ส่วนการกำหนดฝนสะสม 12 เดือน ได้แก่ ปี พ.ศ. 2522 2536 2535 2503 2520 2541 และ 2540 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความผันแปรของธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีทำให้โอกาสของความเสียหายในการเกิดภัยแล้งในพื้นที่นั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการพัฒนาแบบจำลองที่สามารถใช้คาดการณ์ภัยแล้งได้อย่างแม่นยำทั้งในเชิงพื้นที่และระดับความรุนแรง ซึ่งหากสามารถพัฒนาได้ก็จะเกิดประโยชน์ในการเตรียมการป้องกันและบรรเทาภัยแล้ง ซึ่งผลการศึกษาของ อูรญาและสุรพันธ์ (2549) ที่พัฒนาแบบจำลองที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ก่อให้เกิดภัยแล้งในแต่ละปีและสามารถจะพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงนั้นได้ โดยการใช้ตัวแปรน้ำฝนและใช้วิธีทางสถิติในการกำหนดระดับความรุนแรงของภัยแล้งด้วยดัชนี SPI โดยใช้ข้อมูลฝนสะสมรายเดือน 6 เดือนจากสถานีวัดน้ำฝน จำนวน 38 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำใกล้เคียง ใช้ข้อมูลตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2495 ถึง 2546 มาวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ เพื่อคำนวณดัชนี SPI กับการคาดการณ์ฝนด้วยวิธี Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA Model) พบว่า ความแม่นยำในการทำนายภัยแล้งด้วยดัชนี SPI โดยใช้ข้อมูลฝนสะสมรายเดือน 6 เดือน เปรียบเทียบกับรายงานสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงจากข้อมูลการรายงานสถานการณ์ภัยแล้งของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งรายงานเป็นรายอำเภอในปี พ.ศ. 2545 และ 2546 ผลการคำนวณดัชนี SPI และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยการกระจายเชิงพื้นที่ของค่า SPI โดยใช้วิธี Spline ซึ่งให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2545 ความแม่นยำในการทำนายภัยแล้งด้วยดัชนี SPI มีเพียงร้อยละ 16 แต่ในปี พ.ศ. 2546 ความแม่นยำกลับสูงขึ้นเป็นร้อยละ 71 เมื่อพิจารณาถึงความแม่นยำการทำนายภัยแล้งด้วยดัชนี SPI สามารถพิจารณาความถูกต้องของการคำนวณได้ 2 กรณี คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยดัชนี SPI มีความถูกต้องว่าเกิดภัยแล้งจริงและค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยดัชนี SPI มีความถูกต้องแต่ไม่เกิดภัยแล้ง จากผลการประเมินดังกล่าว บ่งชี้ถึงการปรับปรุงช่วงเวลาของฝนสะสมใหม่ให้สอดคล้องกับฤดูกาลจริงตามธรรมชาติและพัฒนาแบบจำลองโดยการใช้รูปแบบเทคนิคการคาดการณ์อื่น ๆ ดังนั้น ใช้ข้อมูลฝนสะสมเพื่อคำนวณดัชนี SPI และเทคนิคการคาดการณ์ปริมาณฝนจึงเป็นวิธีการที่สำคัญที่จะส่งผลถึงความแม่นยำต่อการพยากรณ์ภัยแล้ง

นอกจากนี้ ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยได้มีการศึกษาแบบจำลองด้านภัยแล้ง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หวัจัยแบบจำลองดัชนีชี้วัดภัยแล้งทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยด้วยเกณฑ์ดัชนีภัยแล้ง จำนวน 4 ดัชนี ได้แก่ ดัชนี Palmer Drought Severity Index (PDSI), Standardized Precipitation Index (SPI), Aridity Anomaly Index (AI) และ The Meteorological Drought Index (D) ใช้ข้อมูลรายเดือนอดีตในคาบ 10 ปี จำนวน 25 สถานี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 – 2545 ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในปี พ.ศ. 2536 และ 2541 เป็นปีที่มีความแห้งแล้งรุนแรงที่สุดเป็นอันดับที่หนึ่งและสอง ตามลำดับ ซึ่งในปี พ.ศ. 2536 ดัชนี SPI มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการใช้ข้อมูลฝนสะสม 9 เดือน กับ ฝนสะสม 12 เดือน สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.983 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งตามค่าดัชนีภัยแล้งทั้ง 4 ดัชนี ด้วยวิธี Kriging Interpolation ข้อมูลในรูปแบบจุดสถานี (Point) ในแผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นแผนที่เชิงตัวเลขได้แสดงพื้นที่ความแห้งแล้งรุนแรงที่สุดจากมากไปหาน้อยตามค่าดัชนีดัชนี คือ AI, D, SPI และ PDSI และจากการเปรียบเทียบโดยการซ้อนทับข้อมูลด้วยวิธีคะแนนถ่วงน้ำหนัก (Weighting Score Method) พบว่า แผนที่แสดงความแห้งแล้งตามค่าดัชนี AI ให้ค่าใกล้เคียงกับแผนที่เสี่ยงภัยแล้งมากที่สุด แต่ให้ค่าที่แสดงความเสี่ยงในระดับสูงมากเกินกว่าที่เป็นจริง ซึ่งจะต้อง

ปรับเกณฑ์ความแห้งแล้งให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยก่อนนำไปใช้ต่อไป (เทวินทร์, 2549)

การศึกษาภัยแล้งของประเทศไทยด้วยดัชนี SPI ยังคงมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การวิเคราะห์ระดับความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน และดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา (พัฒนา และคณะ, 2559), การวิเคราะห์ระดับความแห้งแล้งในพื้นที่เกษตรน้ำฝนด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐานในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยเกะแก้วลุ่มน้ำป่าสัก (พัฒนา, 2562), การวิเคราะห์ภัยแล้งบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (วรลักษณ์ และชาคริต, 2563) เป็นต้น ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาวิเคราะห์ระดับความรุนแรงในการเกิดความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาด้วยข้อมูลปริมาณฝนในอดีตเพียงอย่างเดียว เพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังและติดตามประเมินผล

ปัจจุบันได้มีการศึกษาและพัฒนาดัชนีภัยแล้งอื่น ๆ รวมถึงการประยุกต์หรือผสมผสานกับเทคนิคการวิเคราะห์ที่หลากหลายรูปแบบสำหรับการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งในอนาคต เพื่อนำผลการคาดการณ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากความแห้งแล้งอย่างทันทั่วทั้ง อาทิเช่น การคาดการณ์ภัยแล้งในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยดัชนี SPI นำข้อมูลที่คำนวณจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก HadGEM2-ES (ฐานข้อมูล CMIP5) จากช่วงเวลาอดีต 35 ปี (ปี ค.ศ. 1971-2005) นำมาหาค่าอดีตที่อาจเกิดจากระบบของแบบจำลอง จากนั้นนำค่าอดีตที่หาได้มาปรับแก้ข้อมูลเพื่อทำนายในช่วงเวลาอนาคต (ปี ค.ศ. 2020-2040) ภายใต้ Scenario RCP 4.5 การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ เพื่อใช้คาดการณ์การเกิดภัยแล้งในอนาคตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในจังหวัดนครนายก ผลการศึกษาแสดงถึงค่าดัชนี SPI เฉลี่ยในพื้นที่จังหวัดนครนายกมีค่าระหว่าง -2.0 ถึง 2.0 พบว่า ในปี ค.ศ. 2020 ถึงปี 2040 เกิดสภาวะขึ้นหรือฝนตกมากกว่าปกติ จำนวน 35 เดือน และเกิดสภาวะแห้งแล้ง จำนวน 27 เดือน (ปริชาติ และวสันต์, 2563) รวมทั้งการศึกษาของ สมพินิจ และคณะ (2564) ที่ได้พัฒนาดัชนีความแห้งแล้งเรอเนสซองซ์ (Reconnaissance Drought Index, RDI) เทียบกับดัชนี SPI โดยใช้ข้อมูลฝนและข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์จำนวนชั่วโมงแสงแดด และความเร็วลม จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 124 สถานีที่กระจายครอบคลุมทั้ง 6 ภาคทั่วประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างช่วง ปี พ.ศ.2522 – 2558 ร่วมกับข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) ของฐานข้อมูล CMIP5 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าดัชนีภัยแล้งเรอเนสซองซ์สามารถนำไปใช้ติดตามความแห้งแล้งของประเทศไทยมีความสัมพันธ์ที่ดี (0.52-0.64) สามารถระบุความแห้งแล้งเชิงพื้นที่ในภาพรวมของประเทศไทย ซึ่งดัชนีภัยแล้งเรอเนสซองซ์ชี้ให้เห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน มีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยแล้ง

ดังนั้น ในอนาคตรูปแบบการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อตัวแปรปริมาณน้ำฝนซึ่งต่อเนื่องไปยังภัยพิบัติธรรมชาติด้านภัยแล้งและอุทกภัยในอนาคต จะมีแนวโน้มประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้รับความนิยมรับในความแม่นยำสูง แต่มีความละเอียดต่ำ (200 – 300 ตารางกิโลเมตร) สำหรับนำมาปรับใช้ในระดับภูมิภาคเพื่อการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินการศึกษาจากข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกของฐานข้อมูล CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง ซึ่งเป็นแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกของฐานข้อมูลรุ่นล่าสุดจากหลายสถาบันอุตุนิยมวิทยาชั้นนำระดับโลกที่ได้รายงาน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อองค์ระหว่างประเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (International Panel on Climate Change, IPCC) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและคาดการณ์การเกิดภัยแล้งด้วยดัชนี SPI

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ภัยแล้งหรือสภาวะความแห้งแล้งส่วนใหญ่จะมีสาเหตุมาจากฝนตกน้อยกว่าเกณฑ์ปกติ หรือฝนตกไม่ถูกต้องตามฤดูกาล แต่ส่วนใหญ่เกิดจากฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ทำให้ประชากรในพื้นที่นั้นเกิดการขาดแคลนน้ำ ทั้งในด้านการอุปโภค บริโภค และเพื่อการประกอบอาชีพโดยเฉพาะอาชีพทางการเกษตร ภัยแล้งนั้นถือเป็นภัยธรรมชาติที่มักเกิดขึ้นในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นประจำเกือบทุกปี จนกระทั่งได้ชื่อว่าเป็นดินแดนที่มีความแห้งแล้งที่สุดของประเทศไทย โดยมีแนวโน้มระดับรุนแรงแตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่และสื่อเค้าว่าจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยจะมีสภาวะการเกิดความแห้งแล้งแบบค่อยเป็นค่อยไป และปรากฏชัดเจนขึ้นเป็นพื้นที่กว้าง แต่ขอบเขตของการเกิดจะเห็นได้ไม่เด่นชัดเท่ากับปรากฏการณ์น้ำท่วม การเกิดความแห้งแล้งจะเป็นปรากฏการณ์แบบการกระจายในเชิงพื้นที่ ดังนั้น ความแห้งแล้งอาจเกิดจากหลายปัจจัยและเกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ การแสดงระดับของความแห้งแล้งจะไม่ชัดเจนดังเช่นอุทกภัยที่สามารถระบุเป็นค่าไบนารีได้ คือ ท่วมกับไม่ท่วม แต่ภัยแล้งจะมีการแบ่งระดับความรุนแรงได้มากกว่า จากค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้น ความแห้งแล้งหากเกิดจนก่อให้เกิดความเสียหายก็จะถือเป็นสภาวะภัยแล้ง (Drought Hazard) ปัจจุบันการติดตามและประเมินสภาวะความแห้งแล้งได้มีการพัฒนาไปมาก ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการเท่าทันสถานการณ์เพื่อการรับมือและมักเป็นการรองรับภาพรวมความแห้งแล้งหลาย ๆ ประเภท จากความต้องการพยากรณ์ให้มีความถูกต้องในระดับที่เพียงพอต่อการรับมือกับสถานการณ์ภัยแล้ง ในหลาย ๆ ประเทศได้พัฒนาการวิเคราะห์หาค่าดัชนีที่ไม่จำเป็นต้องมีการสำรวจเก็บข้อมูลใหม่ ดังนั้น การใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีตร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงเป็นที่นิยมใช้ในการศึกษาสถานการณ์ภัยแล้ง โดยความแม่นยำของผลการพยากรณ์จะขึ้นกับข้อมูลและเทคนิควิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีแนวคิดการใช้การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscale) ที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในหลายประเทศสำหรับการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ โดยเลือกใช้ตัวแปรเฉพาะค่าน้ำฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ปานกลาง และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 17.88, 31.94 และ 50.17 ตามลำดับ (ซรีตัน และสถิพรธ, 2550) เพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งโดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรปริมาณน้ำฝนและประยุกต์ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก สำหรับอธิบายแนวโน้มและความแปรปรวนของฝนในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์สำหรับการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ต่อเนื่องไปยังด้านภัยพิบัติเกี่ยวกับภัยแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้งในทางอุทกนิยมนิยมนิยมใช้และมีการอ้างอิงมาก คือ ค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (SPI) สำหรับใช้เป็นข้อมูลการเตรียมความพร้อมในการรับมือและปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อประเทศไทยด้านภัยแล้ง

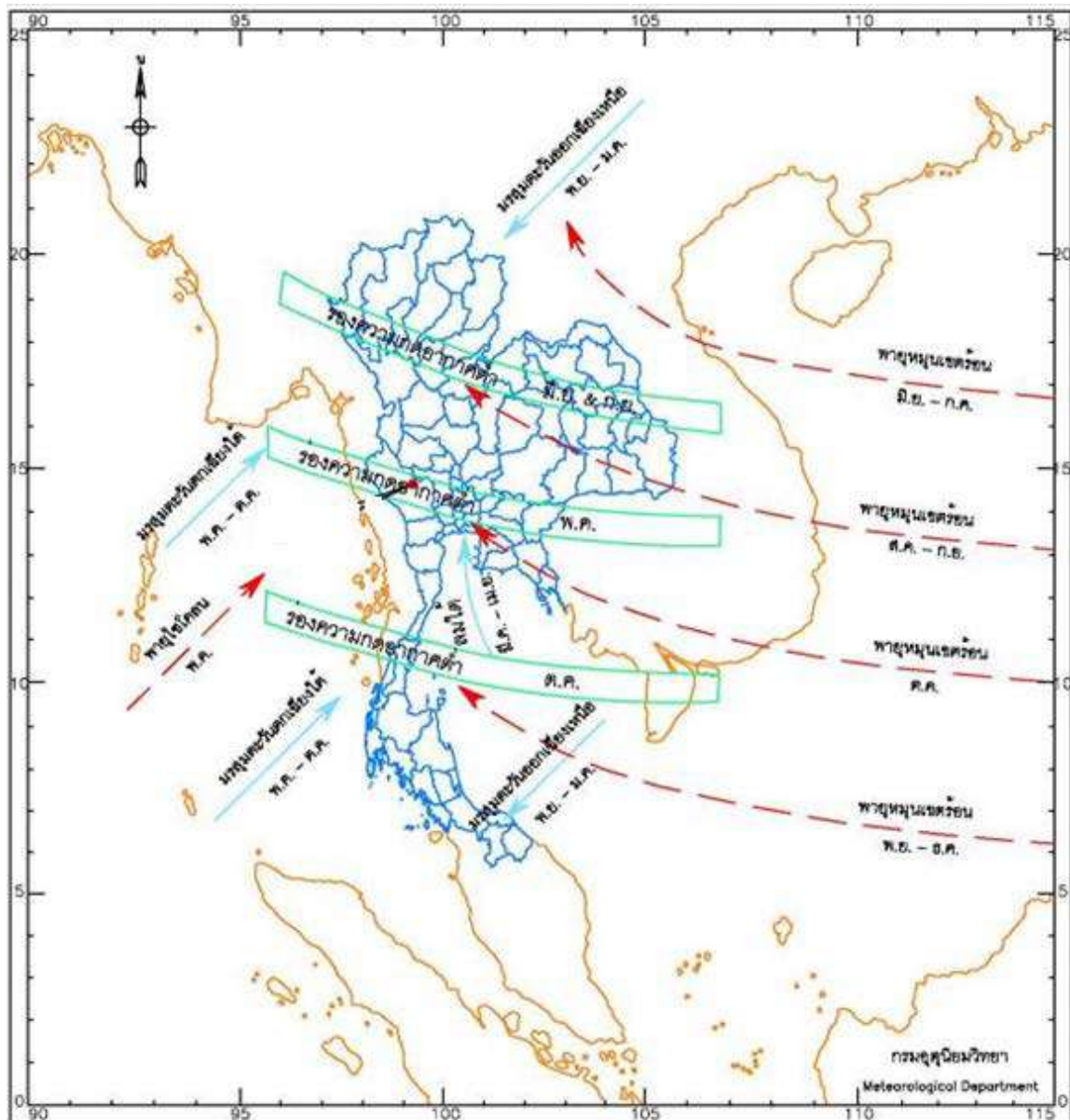
3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตั้งอยู่ ระหว่างละติจูด $14^{\circ}7'$ ถึง $18^{\circ}27'$ เหนือ และลองจิจูด $100^{\circ}54'$ ถึง $105^{\circ}37'$ ตะวันออก ตั้งอยู่ในตำแหน่ง ศูนย์กลางของอนุภูมิภาค ลุ่มแม่น้ำโขง โดยมีอาณาเขตติดต่อ กับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ด้านตะวันออก และด้านเหนือ มีแม่น้ำโขงเป็นเส้นกั้นพรมแดน และด้านใต้ ติดต่อราชอาณาจักรกัมพูชา โดยมีเทือกเขาพนมดงรัก กั้นพรมแดน ประกอบด้วย 20 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม บึงกาฬ บุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ เลย สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 160,000 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง มีความลาดเอียงไปทางตะวันออก มีลักษณะคล้ายกระทะ แบ่งเป็น 2 เขตใหญ่ ได้แก่ บริเวณแอ่งที่ราบโคราช อยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำมูลและชี ลักษณะเป็นที่ราบสูงสลับกับเนินเขา และบริเวณแอ่งสกลนครอยู่ทางตอนเหนือของภาค ตั้งแต่แนวเทือกเขาภูพานไปจนถึงแม่น้ำโขง เทือกเขาที่แบ่งระหว่างแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ได้แก่ เทือกเขาภูพาน

การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2560 มีพื้นที่รวม 105.53 ล้านไร่ จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ 15.75 ล้านไร่ หรือร้อยละ 14.9 พื้นที่การเกษตร 63.87 ล้านไร่ หรือร้อยละ 60.5 และพื้นที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ 26.02 ล้านไร่ หรือร้อยละ 24.7 ของพื้นที่ภาค ปัญหาภัยแล้งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะบริเวณ ตอนกลาง และตอนล่างของภาค เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ขาด ระบบชลประทานที่ครอบคลุมพื้นที่การเกษตร น้ำใต้ดินไม่เพียงพอในฤดูแล้ง บ่อบาดาลขาดการบำรุงรักษา (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562)

ภูมิอากาศ มีอากาศร้อนชื้นสลับกับแล้ง แบ่งเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ช่วงเดือนกุมภาพันธ์- พฤษภาคม อากาศจะร้อนและแห้งแล้งมาก จังหวัดที่มีอุณหภูมิสูงสุด คือ อุดรธานี ฤดูฝน ช่วงเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกเป็นบริเวณกว้าง แต่มีแนวเทือกเขาทางพญาเย็นและสันกำแพงกั้นลมฝนจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้พื้นที่แอ่งโคราช ซึ่งเป็นเขตเงาฝนจึงมีสภาพแห้งแล้งกว่าแอ่งสกลนคร จังหวัดที่มีฝนตกมากที่สุด คือ นครพนม ฝนตกน้อยที่สุด คือ นครราชสีมา ฤดูหนาว ช่วงเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์อากาศหนาวเย็น ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีน จังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือ จังหวัดเลย

จากรูปที่ 3.1 แสดงทิศทางและช่วงเวลาการเกิดลมมรสุมและพายุจรที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มปลายเดือนตุลาคมถึงเดือนกันยายน พัดพาเอาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งจากภาคพื้นทวีปทางทิศเหนือเข้ามาในประเทศไทย ทำให้อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง และช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนมากที่สุด อันเนื่องมาจากลมทางทิศใต้จากอ่าวไทย พัดเข้าสู่ภาคพื้นทวีป จากสถิติพายุหมุนที่เกิดในมหาสมุทรแปซิฟิกและในทะเลจีนใต้ที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม



- หมายเหตุ**
1. ร่องความกดอากาศต่ำอาจมีกำลังอ่อนและไม่ปรากฏชัดเจน หรืออาจมีตำแหน่งคลาดเคลื่อนไปจากนี้ได้
 2. ที่มา : "The Rainfall of Thailand" , A study by Lawrence Sternstein, supported by The U.S. Army Quartermaster Corps, Research and Engineering Command, Project No. 7-83-01-006.

(ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา)

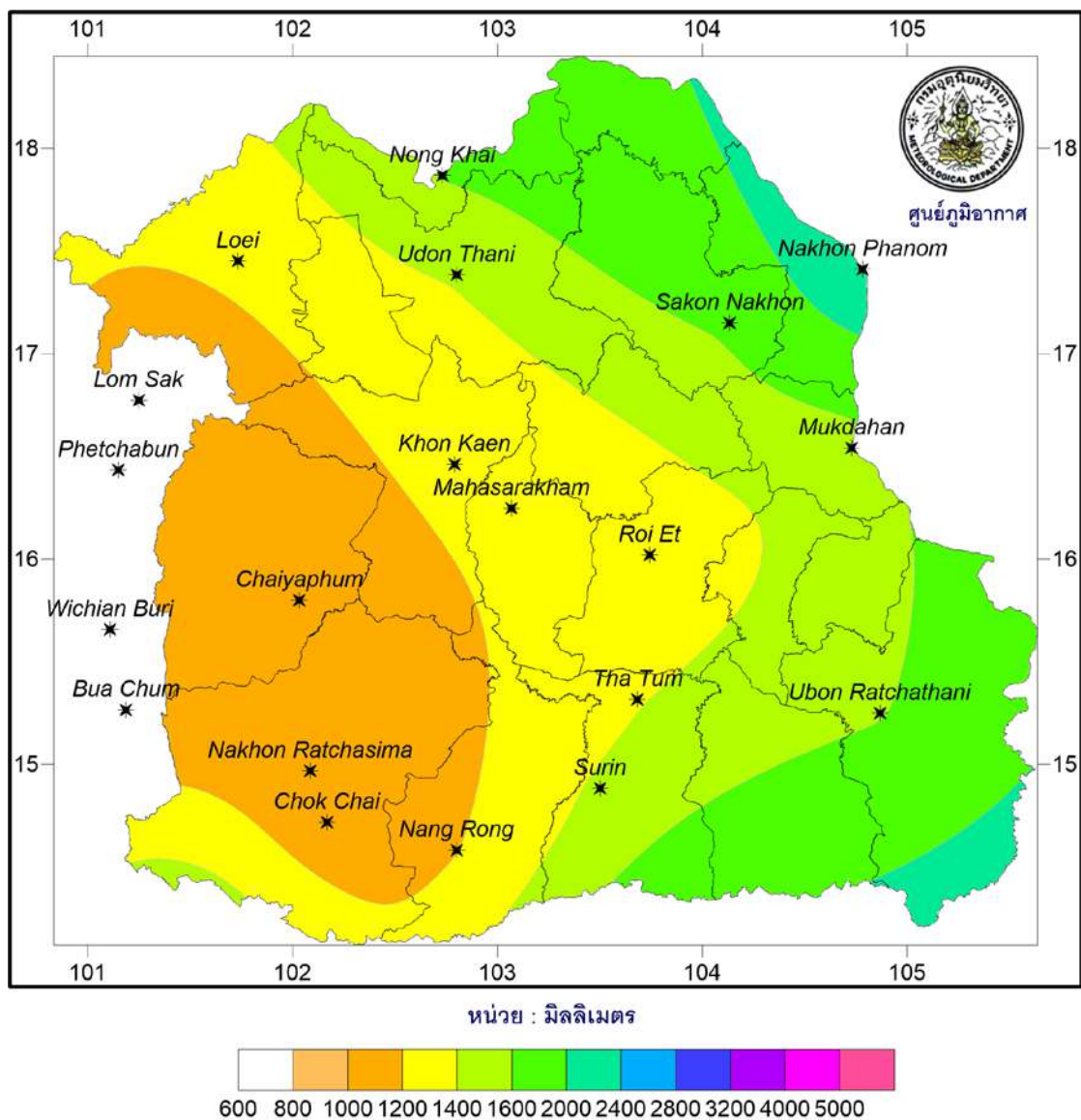
รูปที่ 3.1 แสดงทิศทางและช่วงเวลาการเกิดลมมรสุมและพายุจรที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย

จากข้อมูลสถิติภูมิอากาศที่สำคัญในคาบ 30 ปี ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายปีของค่าอุณหภูมิจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) และปริมาณน้ำฝนจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2524-2553) แสดงดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 สรุปค่าเฉลี่ยรายปีข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบเวลา 30 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวแปรภูมิอากาศ	ฤดูร้อน (มม.)	ฤดูฝน (มม.)	ฤดูหนาว (มม.)
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	28.9	28.1	26.4
อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	33.9	32.1	31.7
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	25.0	25.0	21.8
ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	224.4	1,103.8	76.3

ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา



(ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา)

รูปที่ 3.2 แสดงค่าสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2524-2553 ของปริมาณน้ำฝนรายปี

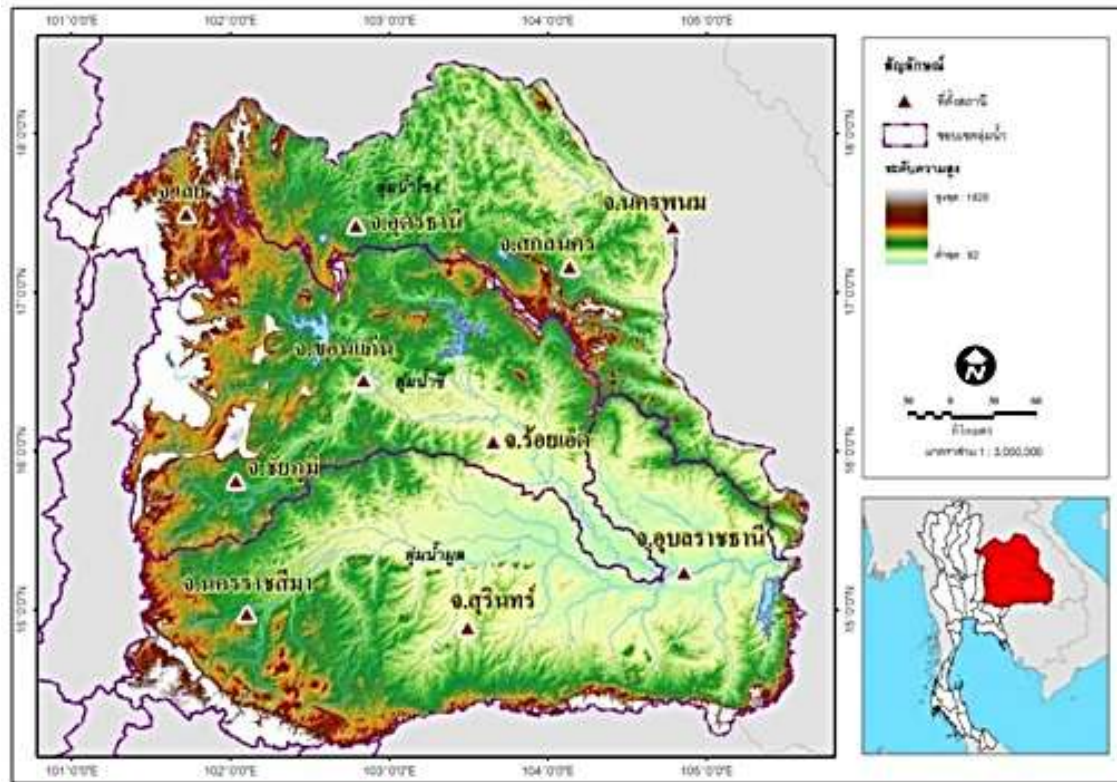
3.2 การจัดหารวบรวมข้อมูลอุตุนิมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาคือข้อมูลปริมาณฝนรายวันในพื้นที่โครงการวิจัย ได้รวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ทำการบันทึกวัดโดยกรมอุตุนิมวิทยา จำนวน 10 สถานี อยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามตำแหน่งสถานีอุตุนิมวิทยาที่ครอบคลุมทั้ง 10 สถานี ซึ่งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่พิจารณาใช้ในการวิจัยนี้ ต่างมีข้อมูลช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลรายวันที่ต้องการนำมาใช้ในการจำลองตัวแปรศึกษาปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาการพัฒนา (Development Period) ของการทำกรจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical Downscale Model) คือ ปีพื้นฐาน (Baseline) ในช่วงปี ค.ศ. 1961 – 2014 (คาบเวลา 54 ปี)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่รวบรวมได้ดังกล่าวข้างต้นจำนวน 10 สถานี ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้นจากจำนวนสถานีอุตุนิมวิทยาทั้งหมดที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา ก่อนแล้ว จึงได้คัดเลือกสถานีที่เหมาะสมในการนำมาพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนและประเมินดัชนี SPI ซึ่งในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนและประเมินดัชนี SPI นั้น จำนวนปีที่ได้บันทึกวัดของข้อมูลยิ่งมากก็ยิ่งมีความน่าเชื่อถือ อย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่า 30 ปี และสอดคล้องกับเงื่อนไขของแบบจำลองการลดมาตราส่วนทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้น ในการคัดเลือกสถานี จึงได้พิจารณาสถานีที่มีข้อมูลไม่น้อยกว่า 30 ปี และเป็นสถานีที่มีข้อมูลที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่า 25 ปี ซึ่งจากการคัดเลือกตามเกณฑ์ดังกล่าว จะได้ข้อมูลของสถานีที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา โดยมีรายละเอียดของรหัสสถานี ชื่อสถานี พิกัดที่ตั้งสถานี ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 แสดง กลุ่มน้ำ รหัสสถานี ชื่อสถานี ที่ตั้งเป็นเส้นรุ้ง, เส้นแวง และระดับที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

ลำดับที่	กลุ่มน้ำ	รหัสสถานี	ชื่อสถานีตรวจอากาศ	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ระดับที่ตั้ง (ม.รทก.)
1	โขง	353201	เลย	17°27'00"	101°44'00"	253
2	โขง	354201	อุดรธานี	17°23'00"	102°48'00"	177
3	โขง	356201	สกลนคร	17°09'00"	104°08'00"	171
4	โขง	357201	นครพนม	17°23'00"	102°48'00"	145
5	ชี	381201	ขอนแก่น	16°27'48"	102°47'12"	165
6	ชี	403201	ชัยภูมิ	15°48'00"	102°02'00"	180
7	ชี	405201	ร้อยเอ็ด	16°03'00"	103°41'00"	140
8	มูล	407501	อุบลราชธานี	15°15'00"	104°52'00"	131
9	มูล	431201	นครราชสีมา	14°57'46"	102°04'36"	187
10	มูล	432201	สุรินทร์	14°53'00"	103°30'00"	146



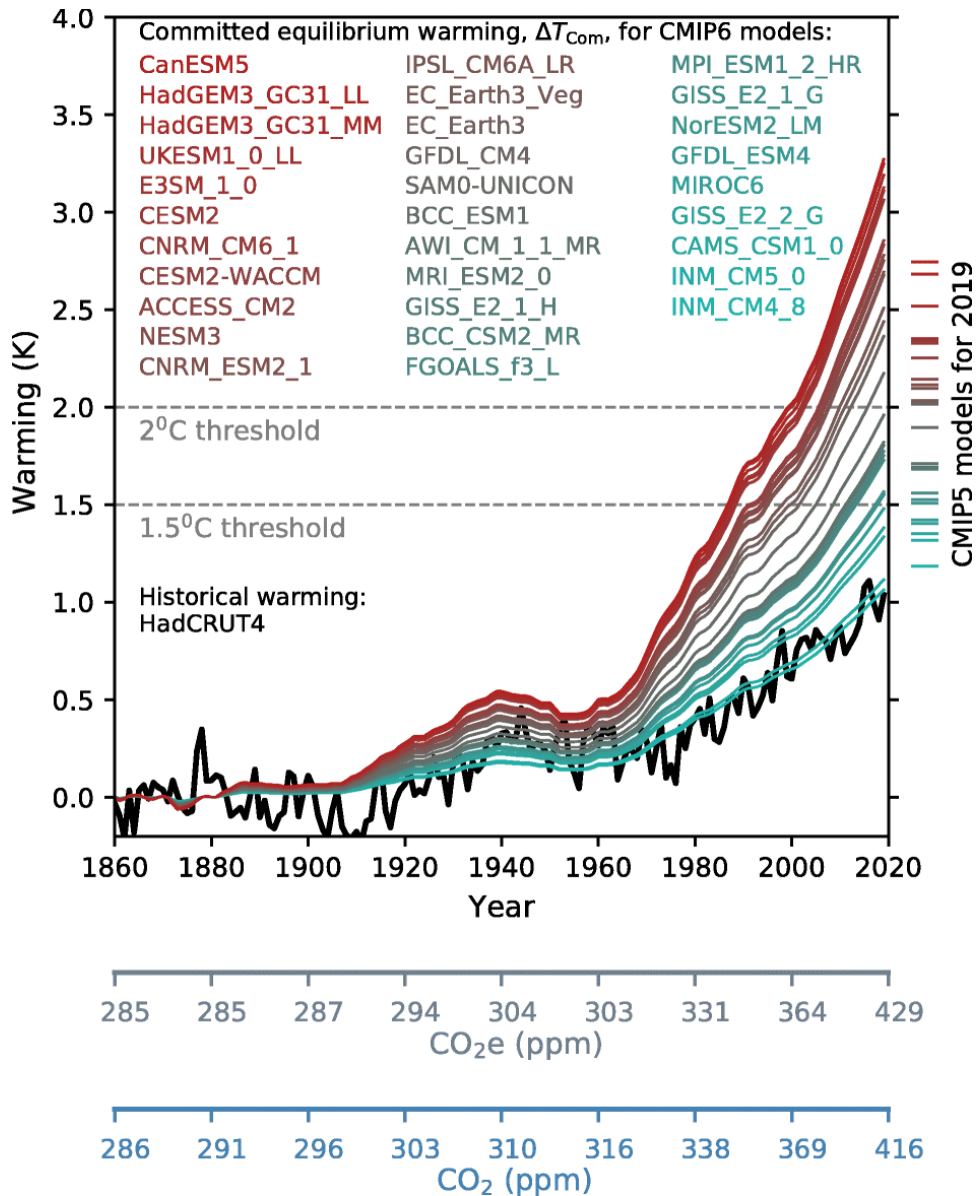
รูปที่ 3.3 ลักษณะภูมิประเทศและที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

3.3 การจัดหาข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตจำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models or GCMs) เพื่อทำการจำลอง สภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) เป็นการจำลองกระบวนการทางฟิสิกส์ของชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร น้ำแข็งในทะเลหรือน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือ น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกใต้และผืนดิน โดยจำลองทางหลักการคณิตศาสตร์ของการไหลวนของบรรยากาศและมหาสมุทร โดยอาศัยพื้นฐานของสมการ นาเวียร์ - สโตกส์ (Navier - Stoke Equation) ในแกนวงหมุนของโลกด้วยเงื่อนไขของอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) ที่เกี่ยวข้อง เช่น การแผ่รังสี ความร้อนแฝง เป็นต้น แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกยังใช้หลักการระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) ในการรวบรวมความหลากหลายของการเคลื่อนที่ของของไหลทางเคมีและสมการทางชีวภาพความสัมพันธ์ของสมการเหล่านี้เป็นพื้นฐานการจำลองสภาพภูมิอากาศโลกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สลับซับซ้อน การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเป็นการทำความเข้าใจและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมถึงการพยากรณ์อากาศ การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย (สุจริตและคณะ, 2560)

ในปัจจุบันมี Climate Modeling Groups กว่า 20 กลุ่มทั่วโลกที่ได้ทำการพัฒนา GCMs และได้เกิดความร่วมมือระหว่าง The World Climate Research Programme (WCRP) Working Group on Coupled Modelling (WGCM) และ The International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)

Integration and Modeling of the Earth System (AIMES) project ในการจัดทำ climate model experiments ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) โดยในปัจจุบันอยู่ในระยะที่ 6 หรือ CMIP 6



(ที่มา Huntingford and et, 2020)

รูปที่ 3.4 การเปรียบเทียบสถานการณ์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกของ CMIP6 และ CMIP5

การเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในการวิจัยนี้จะพิจารณาจาก CMIP6 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีชุดข้อมูลเพื่อการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศภายใต้ภาพฉายในอนาคตตามสถานการณ์ทางเลือกที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับข้อกังวลของสังคมเกี่ยวกับการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปรับตัวหรือผลกระทบการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศด้วยชุดการปล่อยมลพิษและสถานการณ์การใช้ที่ดินชุดใหม่ ที่จัดทำขึ้นด้วยแบบจำลองการประเมินแบบบูรณาการ (Integrated Assessment Models,

IAMs) ตามแนวทางใหม่ในอนาคตของการพัฒนาสังคมแนวทางเศรษฐกิจและสังคมร่วมกัน (the Shared Socioeconomic Pathways, SSPs) และแนวทางความเข้มข้นของตัวแทน (the Representative Concentration Pathways, RCPs) ของ CMIP5 ในรุ่นเดิม โดยพิจารณาการจำลองสภาพอนาคตแบบ SSP2-4.5 ซึ่งเป็นภาพฉายการจำลองสถานการณ์ในระดับกลาง ตั้งสมมุติฐานการปลดปล่อยรังสี 4.5 W ต่อตารางเมตร และ SSP5-8.5 เป็นภาพฉายการจำลองสถานการณ์ระดับวิกฤต มีการปลดปล่อยรังสี 8.5 W ต่อตารางเมตร ในปี ค.ศ.2100 ตามลำดับ การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศของ CMIP6 จะมีจุดเด่นกว่า CMIP5 เนื่องจากผลิตด้วยข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ปรับปรุงใหม่ อิงตามข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มการปล่อยมลพิษล่าสุด (Eyring et al., 2016)

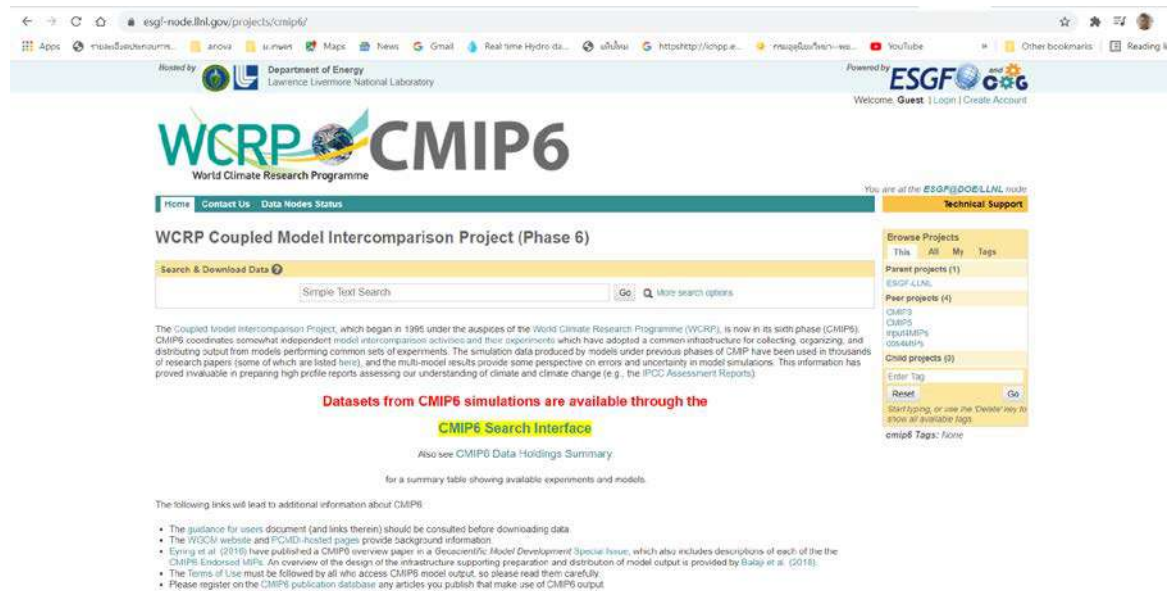
การเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมีหลักการข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้ ดังนี้ พิจารณารุ่นการพัฒนาของแบบจำลอง หมายถึงควรเลือกใช้แบบจำลองรุ่นใหม่ เนื่องจากได้รับการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องและมีเทคโนโลยีในการประมวลผลและพัฒนาแบบจำลองที่ทันสมัยกว่าเดิม ทำให้ผลลัพธ์การคาดการณ์มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ขนาดของพื้นที่แสดงผล (Resolution) ของแบบจำลองที่มีพื้นที่แสดงผลมาตราส่วนขนาดเล็ก เช่น 2.8 องศาละติจูด X 2.8 องศาลองจิจูด ย่อมแสดงรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบจำลองที่มีมาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 5.0 องศาละติจูด X 5.0 องศาลองจิจูด (กันทรวิชัย, 2553) และข้อมูลภูมิอากาศในอดีตของแบบจำลองที่มีค่าทางสถิติภูมิอากาศใกล้เคียงกับค่าทางสถิติภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา มักจะมีความสามารถในการสร้างภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคตได้ดีกว่าแบบจำลองที่มีชุดข้อมูลภูมิอากาศในอดีตในพื้นที่ศึกษาที่คลาดเคลื่อนมาก โดยในตารางที่ 3.3 ได้แสดงรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ จำนวน 5 แบบจำลอง ซึ่งแต่ละแบบจำลองจะมีความละเอียดของผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน เช่น แบบจำลอง ACCESS-ESM1-5 จากสถาบัน The Australian Community Climate and Earth System Simulator (ACCESS) ประเทศออสเตรเลีย มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 145 กิโลเมตร x 192 กิโลเมตร เมื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติแล้ว สามารถเพิ่มรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น 50 กิโลเมตร x 50 กิโลเมตร สามารถใช้ผลการลดมาตราส่วนนี้มาศึกษาผลกระทบในระดับลุ่มน้ำได้ แต่ผลการลดมาตราส่วนของพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลสถานีตรวจวัดอากาศนี้ยังจะแสดงผลแบบรายจุดสถานี (Point Size) ในรูปเชิงกริด (Grid Cell) ขนาด 50 กิโลเมตร x 50 กิโลเมตร จำเป็นต้องประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประมาณค่าเชิงพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม ดังนั้น หากมีความหนาแน่นของสถานีตรวจวัดอากาศจำนวนมาก และกระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จะส่งผลให้ผลการคาดการณ์มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น

ข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่กล่าวมาข้างต้น มีข้อมูลให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้ในแต่ละการศึกษา โดยข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกแต่ละประเภทจะมีความละเอียดของข้อมูลและช่วงเวลาที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ในการเลือกแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตและการวิเคราะห์ภัยแล้งนั้น จะพิจารณาในกลุ่มของข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่เกี่ยวข้องกับค่าปริมาณน้ำฝน ซึ่งสามารถบริการดาวน์โหลดข้อมูลได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียนแต่อย่างใด ได้ที่ <https://esgf-node.llnl.gov/projects/cmip6/> ตามที่แสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเพิ่มชุดข้อมูลปริมาณฝนรายวันที่นำมาใช้ประกอบด้วยข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ ชุดข้อมูล ACCESS-ESM1-5.historical ใช้ในการสังเคราะห์ผลลัพธ์ปริมาณน้ำฝนในอดีตของพื้นที่ศึกษาจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1-5 ที่เลือกใช้และชุดเพิ่มข้อมูล

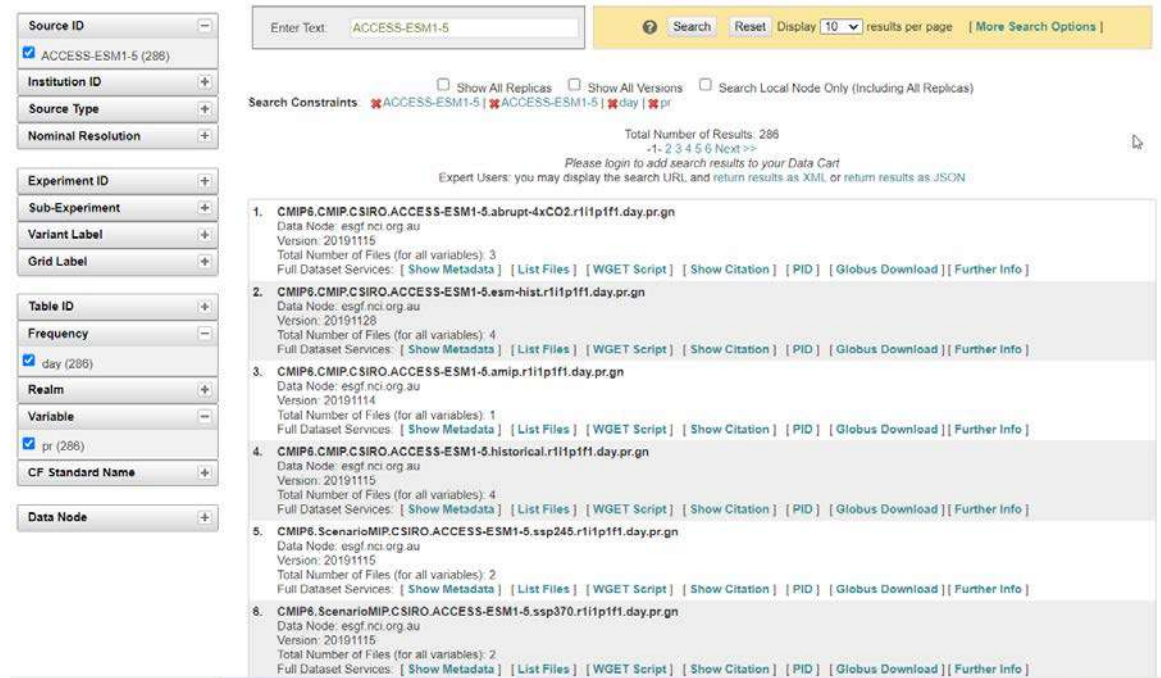
สำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตช่วงเวลาต่าง ๆ ตามภาพฉายที่ต้องการ เช่น SSP 245 คือ ACCESS-ESM1-5.ssp245 ตามที่แสดงในรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.3 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลอง (Model name)	สถาบันที่พัฒนา, ประเทศ (Modeling center)	ความละเอียด (Atmospheric resolution, km x km)
ACCESS-ESM1.5	The Australian Community Climate and Earth System Simulator (ACCESS), ออสเตรเลีย	145 x 192
CanESM5	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Environment and Climate Change, แคนาดา	64 x 128
EC-Earth3	EC- Earth Consortium, สวีเดน	256 x 512
MIROC6	National Institute for Environmental Studies, The University of Tokyo, ญี่ปุ่น	128 x 256
MRI-ESM2.0	Meteorological Research Institute, ญี่ปุ่น	160 x 320



รูปที่ 3.5 หน้าเว็บไซต์การดาวน์โหลดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก



รูปที่ 3.6 หน้าต่างดาวน์โหลดข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ACCESS-ESM1.5

3.4 การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับสถานี

ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบข้อมูลตัวแปรอุตุนิยมวิทยา (ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน) ของพื้นที่ศึกษาในระดับสถานีทั้ง 10 สถานีเบื้องต้น โดยทำการตรวจสอบว่ามีจำนวนข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันขาดหายไปหรือไม่ ถ้าข้อมูลการวิจัยขาดหายไป สามารถประมาณค่าเติมข้อมูลตัวแปรอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีที่ข้อมูลขาดหายไปด้วยวิธีการเฉลี่ยทางเลขคณิต (Arithmetic Average Method) โดยนำข้อมูลตัวแปรอุตุนิยมวิทยารายวันของสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีศึกษาที่ข้อมูลขาดหายไปจำนวน 3 สถานี เติมข้อมูลจากการเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกัน จากการตรวจสอบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตัวแปรน้ำฝนรายวันที่นำมาวิจัย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961-2014 พบว่ามีข้อมูลที่ขาดหายไป อาจเป็นเพราะเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากเครื่องวัดน้ำฝนเสียหรือสาเหตุอื่นๆ จึงจำเป็นต้องประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายไป และจากการตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไปหากพบว่ามีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณข้อมูลทั้งหมด จึงใช้วิธีการเฉลี่ยทางเลขคณิตในการประมาณค่าของข้อมูลที่ขาดหายไป ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ในช่วงเวลาการพัฒนาแบบจำลอง พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและความกลมกลืนของข้อมูล (Analysis of Inconsistency and Homogeneity) เนื่องจากการนำข้อมูลปริมาณฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการคาดการณ์ ส่วนใหญ่ต้องการข้อมูลในช่วงยาวๆ ไม่ต่ำกว่า 30 ปี จะทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปข้อมูลปริมาณฝนในช่วงระยะเวลายาวๆ จากหลายสถานีหรือสถานีเดียวก็ตาม จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนเครื่องวัดน้ำฝน การเปลี่ยนแปลงวิธีการเก็บข้อมูล หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบสถานี สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลกระทบต่อความกลมกลืนของข้อมูล ดังนั้น เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำไปใช้ สามารถตรวจสอบเพิ่มขึ้นได้โดยวิธีโค้งทับทวี (Double Mass Curve) โดยแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีที่ถูกตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ใกล้เคียง รวมทั้งวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยวิธี Mann-Kendall ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับและใช้

กันอย่างแพร่หลาย สำหรับวิเคราะห์สถิติแบบนอนพารามเมตริก (Nonparametric Statistics) จะเป็นสถิติที่ใช้สำหรับตัวแปรที่มีข้อมูลเชิงลักษณะหรือข้อมูลเชิงปริมาณแต่มีการแจกแจงอย่างใดก็ได้ (Distribution Free) โดยข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณค่าสถิติจะใช้อันดับของข้อมูล (Rank) แทนข้อมูลดิบ เนื่องจากวิธีนี้มีความสามารถการตรวจสอบแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งค่าทางสถิติแบบ Mann-Kendall S เป็นผลรวมของค่าความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ตามสมการดังนี้

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(T_j - T_k)$$

กำหนดให้ S = Mann Kendall Statistic
 T_j = ค่าข้อมูลปริมาณฝน ณ วันที่ j
 T_k = ค่าข้อมูลปริมาณฝน ณ วันที่ k
 n = จำนวนช่วงข้อมูล (ปี)

โดยที่

$$\text{sign}(T_j - T_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } (T_j - T_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (T_j - T_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (T_j - T_k) < 0 \end{cases}$$

ถ้าข้อมูลปริมาณฝน มีการกระจายอย่างอิสระด้วยรูปแบบที่เหมือนกัน ค่าเฉลี่ยของ S จะเท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวน $\text{Var}(S)$ จะหาได้จาก

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum t(t-1)(2t+5)]$$

โดยที่ n คือ ความยาวของข้อมูล และ t คือ ความยาวซึ่งแสดงแนวเป็นของข้อมูล จากนั้นแปลงค่า S ให้เป็นค่าทางสถิติแบบ Standard Normal (Z) ดังนี้คือ

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S < 0 \end{cases}$$

ค่าทางสถิติ Z ที่คำนวณได้จะถูกใช้ในการประเมินแนวโน้มของข้อมูลปริมาณฝนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ กล่าวคือ เครื่องหมาย $+$ ของ Z จะแสดงว่าค่าตัวแปรข้อมูลปริมาณฝน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่เครื่องหมาย $-$ จะหมายถึงแนวโน้มลดลง ส่วนนัยสำคัญของแนวโน้มจะสรุปผลได้จากการเปรียบเทียบค่า Z ที่ได้กับค่าวิกฤติของ Z_C ที่ระดับนัยสำคัญ C ที่พิจารณา ถ้าค่าสัมบูรณ์ $|Z| > Z_{1-C/2}$ แสดงว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ $C\%$ ในการศึกษาครั้งนี้ จะดำเนินการวิเคราะห์แนวโน้มที่ความเชื่อมั่นที่ 95 %

3.5 การประเมินวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติเพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน

เพื่อผลลัพธ์การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากเทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติที่ดีที่สุด ควรจะต้องมีการประเมินวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติสำหรับใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาอนาคตทั้ง 3 ช่วง โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอดีตของแต่ละสถานีอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา โดยการจำลองตัวแปรศึกษาปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาการพัฒนา (Development Period) หรือปีพื้นฐาน (Baseline) คือ ปี ค.ศ. 1961 – 2014 นำผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน (Historical Data) ของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมาลดมาตราส่วนโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติทั้ง 3 วิธี เพื่อประมาณค่าปริมาณฝนโดยการลดมาตราส่วนข้อมูล (Downscaled Data) ของชุดแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับคัดเลือกวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดด้วยเกณฑ์การวิเคราะห์ทางสถิติ R , MAE และ RMSE ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อความแม่นยำของวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ จะได้นำมาเปรียบเทียบการจำลองด้วยเกณฑ์วิเคราะห์ทางสถิติอื่นๆ เพิ่มเติมได้แก่ Spearman, Index of Agreement, Nash Sutcliffe model Efficiency ฯลฯ เพื่อผลการประเมินผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ตัวอย่างเกณฑ์ตัวแปรทางสถิติ ได้แก่ การใช้เกณฑ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตามแสดงในสมการดังนี้

$$R = \frac{n \sum_{j=1}^n P_j \bar{T}_j - \left(\sum_{j=1}^n P_j \right) \left(\sum_{j=1}^n \bar{T}_j \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{j=1}^n P_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n P_j \right)^2 \right] \left[n \sum_{j=1}^n \bar{T}_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n \bar{T}_j \right)^2 \right]}}$$

โดยที่

R	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
P	คือ	ค่าผลการจำลอง
\bar{T}	คือ	ค่าข้อมูลจริง

โดยทั่วไป $-1 \leq R \leq 1$ ถ้า R เข้าใกล้ 1 แสดงว่าค่าผลการจำลอง P และค่าข้อมูลจริง \bar{T} มีความสัมพันธ์เชิงเส้นไปในทิศทางเดียวกันสูง ในทางตรงกันข้าม เมื่อ R เข้าใกล้ -1 หมายถึงค่าผลการจำลอง P และค่าข้อมูลจริง \bar{T} มีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบแปรผกผันสูง แต่ถ้า R เข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าค่า P และ \bar{T} มีความสัมพันธ์ระหว่างกันน้อย

ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองของข้อมูลระดับสถานียังได้ถูกประเมินตามเกณฑ์ MAE และ RMSE ดังนี้คือ

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |P_j - \bar{T}_j|$$

และ

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |P_j - \bar{T}_j|^2}$$

ถ้า MAE และ RMSE มีค่าสูง แสดงว่าค่าชุดตัวแปรศึกษา P มีความคลาดเคลื่อนจากชุดตัวแปรตาม \bar{T} มาก ในทางกลับกัน ถ้าเกณฑ์ทั้งสองมีค่าต่ำก็หมายถึง มีความคลาดเคลื่อนน้อย ผลการวิเคราะห์จากค่าจำลองปริมาณน้ำฝนสำหรับทุกสถานี ในช่วงชุดข้อมูล ปี ค.ศ. 1961 - 2014 (ปีพื้นฐาน) แสดงให้เห็นแนวโน้มของค่าปริมาณน้ำฝน สามารถนำไปพัฒนาการสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคตต่อไป

3.6 แนวทางการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน

ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยเฉพาะการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทกวิทยา การประเมินความสามารถของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ในการจำลองสภาพภูมิอากาศในอดีต เป็นตัวช่วยในการพิจารณาเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยทั่วไปการจำลองสภาพภูมิอากาศจะมีความไม่แน่นอนและมีค่าอคติ (Bias) เกิดขึ้น เนื่องจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตบนพื้นฐานของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกนั้น เกิดความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองหลายประการ ดังนั้นการทดสอบความถูกต้องของผลการประเมินจากแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญ จึงได้ทำการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 5 แบบจำลองจากฐานข้อมูล CMIP6 โดยใช้ผลที่ได้จากแบบจำลองในช่วงปีพื้นฐานหรือข้อมูลอดีต ช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ซึ่งกำหนดเป็นปีพื้นฐานสำหรับการศึกษาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนรายวัดจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเวลา ค.ศ. 1961-2014 ข้อมูลและผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้รับการคัดเลือกจะต้องมีลักษณะพื้นฐานทางสถิติที่สอดคล้องกับของข้อมูลอดีตในระดับสถานีได้ดี

การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวันในอนาคตโดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรปริมาณน้ำฝนในอดีตจากข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี เพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อกระบวนการเกิดฝนรายวันในระดับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 5 แบบจำลอง จากสถาบันอุตุนิยมวิทยาชั้นนำระดับโลกและเทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติภายใต้ลิขสิทธิ์การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SD-GCM V2.0 พัฒนาโดย AgriMetSoft (Agricultural and meteorological software)

3.7 การปรับแก้ค่าอคติของค่าคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน

ผลค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้จากผลลัพธ์ของการลดมาตราส่วนทางสถิติจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการปรับแก้ค่าอคติ เพื่อผลสังเคราะห์ข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนอนาคตที่ได้มีค่าสอดคล้องกับข้อมูลในอดีตมากยิ่งขึ้น โดยหลักการใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนจากผลลัพธ์การสังเคราะห์ค่าในอดีตและอนาคตกับค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014 ทำการคำนวณตามสมการ (3.7.1) และสมการ (3.7.2) ที่มีสมการปรับแก้ค่าอคติ ดังนี้

$$P_{his-new} = (P_{his-old} - \bar{P}_{his-old}) \frac{Std_o}{Std_{his-old}} + \bar{O} \quad (3.7.1)$$

กำหนดให้ $P_{his-new}$ = ค่าปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014 ที่ปรับแก้ค่าอคติ

$$\begin{aligned}
 P_{his-old} &= \text{ค่าค่าปริมาณน้ำฝนจากค่าสังเคราะห์ช่วงปีพื้นฐาน} \\
 Std_o &= \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำฝน} \\
 Std_{his-old} &= \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน} \\
 \bar{O} &= \text{ค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ช่วงปีพื้นฐาน}
 \end{aligned}$$

-กรณีปรับแก้ ปี ค.ศ. 2020s

$$P_{future-new} = (P_{future-old} - \bar{P}_{his-old}) \frac{Std_{his-new}}{Std_{his-old}} + \bar{P}_{his-new} \quad (3.7.2)$$

กำหนดให้

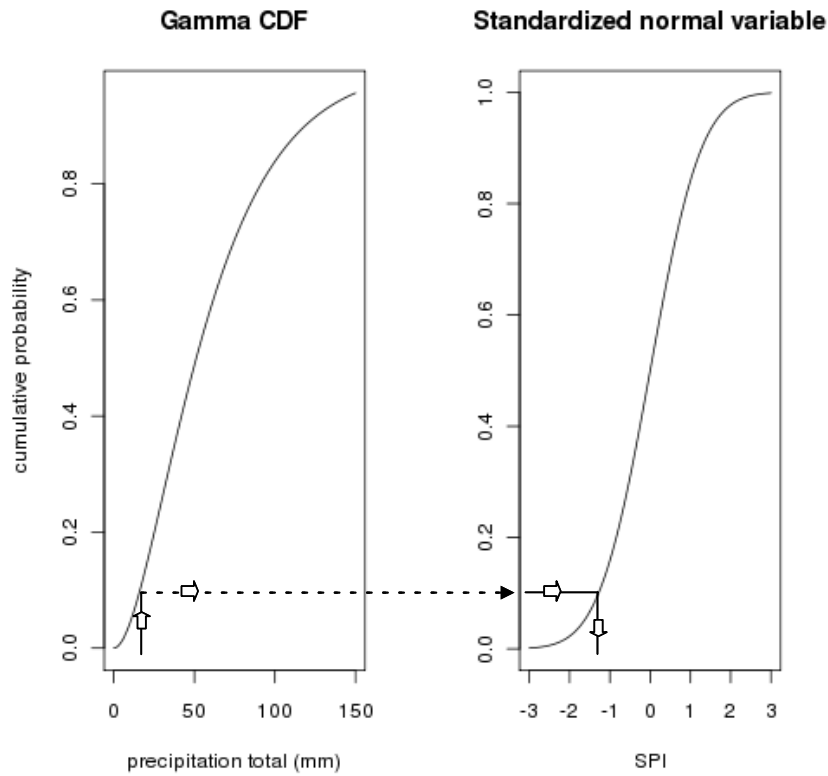
$$\begin{aligned}
 P_{future-new} &= \text{ค่าปริมาณน้ำฝนช่วงปี ค.ศ.2021-2040 ที่ได้รับการปรับแก้ใหม่} \\
 P_{future-old} &= \text{ค่าค่าปริมาณน้ำฝนจากค่าสังเคราะห์ช่วงปี ค.ศ.2021-2040} \\
 \bar{P}_{his-old} &= \text{ค่าเฉลี่ยค่าปริมาณน้ำฝนจากช่วงปี ค.ศ.1961-2014} \\
 Std_{his-new} &= \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำฝนช่วงปี ค.ศ.2021-2040} \\
 Std_{his-old} &= \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน} \\
 \bar{P}_{his-new} &= \text{ค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณน้ำฝนช่วงปี ค.ศ. 2020s}
 \end{aligned}$$

3.8 การพยากรณ์ภัยแล้งด้วยดัชนี SPI จากผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต

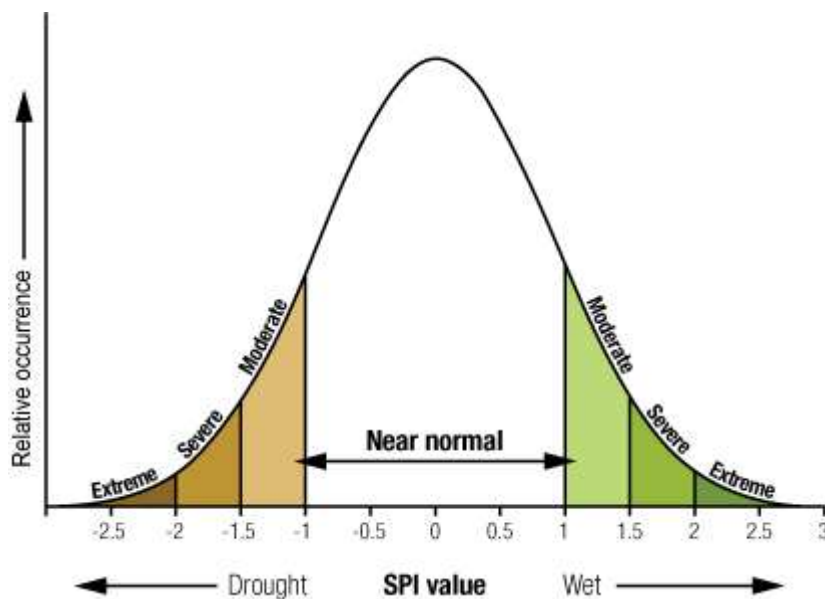
ค่าดัชนีเป็นตัวบ่งชี้เรื่องราวเพื่อให้เกิดความชัดเจนในขนาดและทิศทางที่ง่ายต่อการเข้าใจว่าการพิจารณาที่ค่าในหน่วยวัดของเรื่องนั้น ๆ ดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Index) ก็คือตัวบ่งชี้ความแห้งแล้งของพื้นที่หนึ่ง ๆ ที่ใช้แทนค่าของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งของพื้นที่ ปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของความชื้นที่ลดลงกว่าปกติ ดัชนีความแห้งแล้งมีการพัฒนาและใช้งานกันในหลายประเทศ ในระยะแรกเป็นการประเมินจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นที่มีการปรับรูปแบบของตัวดัชนีที่แตกต่างกันออกไปบ้างตามตัวแปรที่นำเข้ามาวิเคราะห์ เช่น อุณหภูมิ ที่ตั้งของพื้นที่ (ละติจูด) ความชื้นดิน ความเร็วลม เป็นต้น โดยดัชนีความแห้งแล้งในทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้รับความนิยมใช้และมีการอ้างอิงมาก ได้แก่ ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) หรือดัชนีความแห้งแล้งจากฝนที่ต่างจากเกณฑ์ปกติ (หากใช้เป็นค่าดัชนีวัดความแห้งแล้ง) เป็นดัชนีที่สะท้อนความแห้งแล้งจากการขาดแคลนปริมาณฝน ที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งในแต่ละช่วงเวลาต่างไปจากปกติ (ค่าเฉลี่ย) ได้แก่ ค่าความชื้นดิน ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำ การวิเคราะห์ดัชนี SPI ใช้ข้อมูลพื้นฐาน คือ ปริมาณฝน ณ สถานีและช่วงเวลาหนึ่ง ๆ แล้วใช้วิธีการแปลงค่าอนุกรมเวลาของฝนให้อยู่ในรูปการแจกแจงปกติแบบแกมมา เพื่อหาค่า SPI สำหรับสถานที่และช่วงเวลานั้น ๆ ค่าดัชนีที่เป็นค่าลบแสดงถึงความแห้งแล้ง ส่วนค่าดัชนีที่เป็นค่าบวกแสดงถึงความชุ่มชื้นหรือมีฝนมากกว่าปกติ

ดัชนี SPI ได้พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Mckee et al. (1993) เพื่อเฝ้าดูสภาวะแห้งแล้งในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่กำหนดจากปริมาณฝนสะสม ตั้งแต่ 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือน จนถึง 72 เดือน ตามปกติปริมาณฝนทั่วไปจะมีการกระจายในรูปแบบฟังก์ชันการแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution) แต่เนื่องจากการศึกษาเพื่อหาค่าดัชนี SPI จะต้องใช้ข้อมูลความน่าจะเป็นของฝนสะสมตามช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา โดยใช้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Density Function) ของ

ปริมาณฝนสะสมเพื่อดำเนินการแปลง (Transform) เป็นค่าปกติมาตรฐาน Z ซึ่งจะได้ค่าดัชนี SPI ที่ต้องการ นำมาเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ระดับความรุนแรงที่บอกถึงระดับความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งของค่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่ รูปที่ 3.7 แสดงการแปลงค่าฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของค่าปริมาณน้ำฝนเป็นค่าปกติมาตรฐานของค่าดัชนี SPI



รูปที่ 3.7 การแปลง (Transform) ความน่าจะเป็นสะสมเป็นค่าปกติมาตรฐาน Z



รูปที่ 3.8 รูปแสดงกราฟสัมพันธ์ค่าของ SPI กับค่าความแห้งแล้ง

การคำนวณดัชนี SPI เริ่มต้นด้วยการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนตามช่วงเวลา ปริมาณน้ำฝนโดยรวมในเดือน j และปี i ขึ้นอยู่กับเวลาที่เลือก k ตัวอย่างเช่น SPI สำหรับหนึ่งเดือนในปีใดปีหนึ่งกับช่วงเวลา 12 เดือน ตามสมการคำนวณ ดังนี้

$$X_{i,j}^k = \sum_{l=13-k+j}^{12} t_{i,l} + \sum_{l=1}^j t_{i,l}, \text{ if } j < k, \text{ และ}$$

$$X_{i,j}^k = \sum_{l=j-k+1}^j t_{i,l}, \text{ if } j \geq k$$

เมื่อ $t_{i,l}$ คือปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ 1 ในปี i [mm]. การคำนวณปริมาณน้ำฝนตามช่วงเวลา 1, 3, 6, 12, 24 และ 36 เดือน จะขึ้นกับการตรวจสอบความแห้งแล้งประเภทต่าง ๆ ได้แก่ เกี่ยวกับการเกษตรหรืออุทกวิทยา ด้วยฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบแกมมา (Gamma Probability Density Function) ของ x กำหนดโดย

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)}; \text{ เมื่อ } x > 0$$

โดยที่ $\alpha > 0$, $\beta > 0$ และ $x > 0$

α หมายถึง shape parameter, β หมายถึง scale parameter และ x หมายถึง ปริมาณน้ำฝนสามารถคำนวณค่า SPI ตามขั้นตอนสมการที่ 1 (3.8.1) ถึง 11 (3.8.11) ดังต่อไปนี้

ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบแกมมา คือ $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy$

โดยที่ค่า α และ β คือ

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (3.8.1)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (3.8.2)$$

$$\text{และ } A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3.8.3)$$

n หมายถึง จำนวนข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของน้ำฝน คือ

$$G(x) = \int_0^x g(x) = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-\left(\frac{x}{\hat{\beta}}\right)} dx \quad (3.8.4)$$

$$t = \frac{x}{\hat{\beta}} \quad (3.8.5)$$

$$\text{จะได้ } G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})^0} \int_0^t \hat{\alpha}^{-1} e^{-t} dt \quad (3.8.6)$$

เนื่องจากฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบแกมมา จะคำนวณเฉพาะค่าที่เป็นบวก จะหาค่าไม่ได้เมื่อ $x = 0$ แต่โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณน้ำฝนจะมีวันที่ฝนไม่ตก ปริมาณน้ำฝนจะมีค่าเท่า 0 ดังนั้น ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของน้ำฝน คือ

$$H(x) = q + (1-q)G(x) \quad (3.8.7)$$

เมื่อ q คือ ความน่าจะเป็นที่ไม่มีรายงานฝนตก และประมาณค่า q ให้เท่ากับ m/n เมื่อ m เป็นจำนวนวันที่ไม่มีฝนตก และ n หมายถึงจำนวนวันทั้งหมด จากนั้นทำการแปลงค่า $H(x)$ ให้เป็นค่าปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 ซึ่งคือค่า SPI นั้นเอง การประมาณค่า SPI โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{(H(x))^2}} \quad \text{เมื่อ } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (3.8.8)$$

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{(1-H(x))^2}} \quad \text{เมื่อ } 0.5 < H(x) \leq 1 \quad (3.8.9)$$

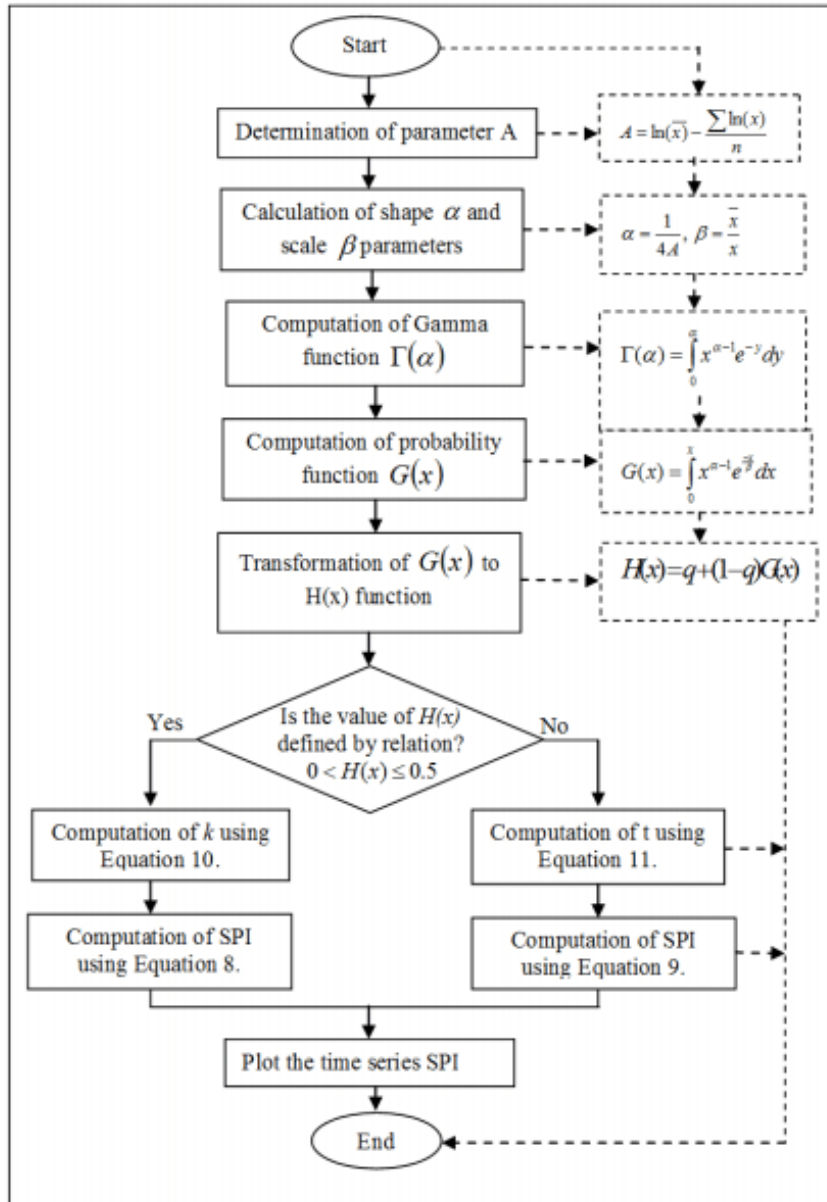
$$SPI = Z = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{เมื่อ } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (3.8.10)$$

$$SPI = Z = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{เมื่อ } 0.5 < H(x) \leq 1 \quad (3.8.11)$$

ค่าคงที่: $C_0 = 2.515517$, $C_1 = 0.802853$, $C_2 = 0.010328$, $d_1 = 1.432788$, $d_2 = 0.189269$, $d_3 = 0.001308$

ตาราง 3.4 แสดงเกณฑ์ระดับความรุนแรงของค่าข้อมูลดัชนี SPI

เกณฑ์ของค่า SPI	หมายถึง
SPI มากกว่าหรือเท่ากับ 2	ฝนชุกมากที่สุด
SPI = 1.50 ถึง 1.99	ฝนชุกมาก
SPI = 1.00 ถึง 1.49	ฝนชุกปานกลาง
SPI = -0.99 ถึง 0.99	ฝนใกล้เคียงปกติ
SPI = -1.00 ถึง -1.49	ฝนแล้งปานกลาง
SPI = -1.50 ถึง -1.99	ฝนแล้งรุนแรง
SPI น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2	ฝนแล้งรุนแรงที่สุด



(ที่มา Ravanshad et al., 2019)

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการคำนวณดัชนี SPI

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน

4.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิมิตวิทยาในระดับสถานีช่วงปีพื้นฐาน

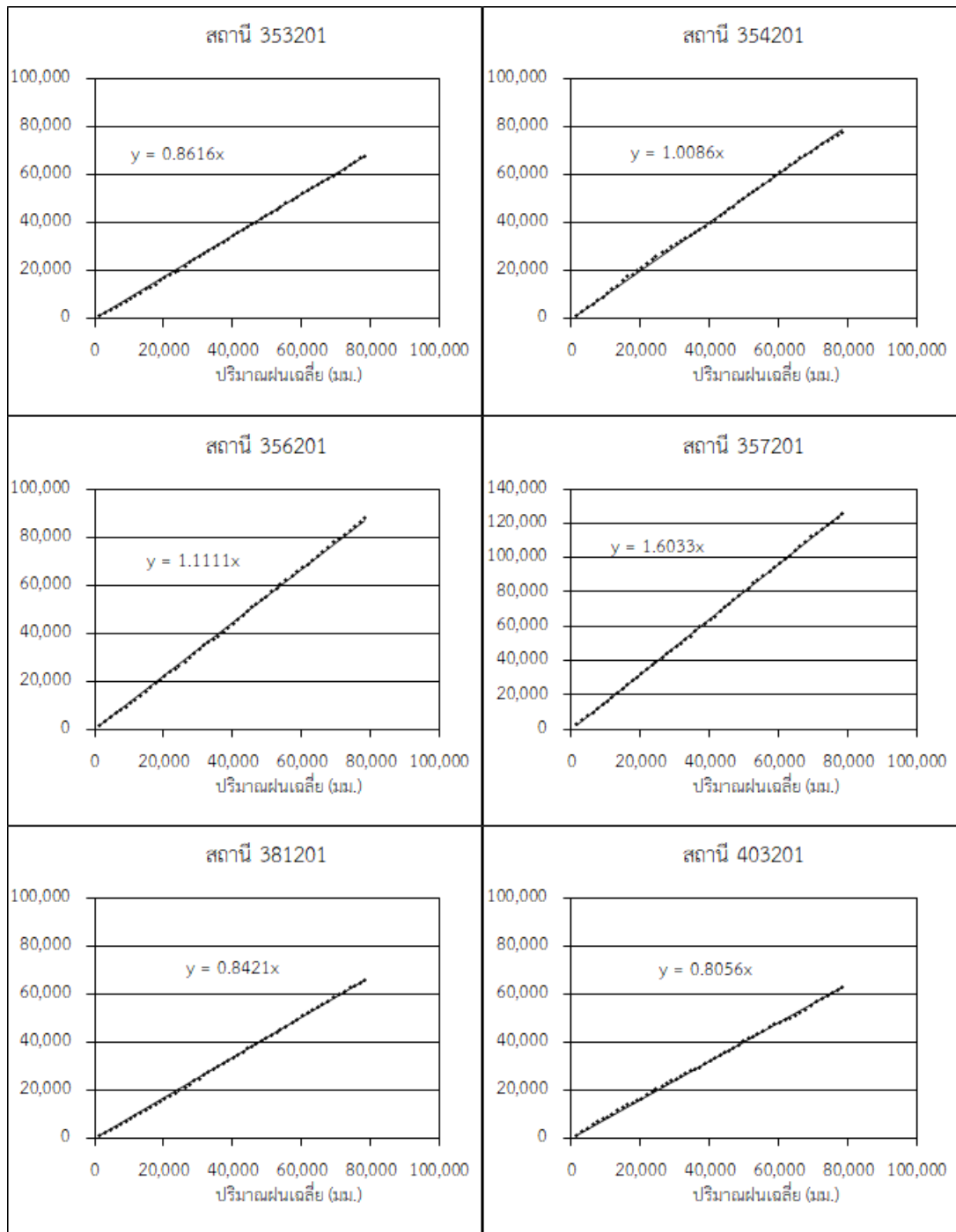
จากการรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในระดับสถานี ทั้ง 10 สถานี ในช่วงปีพื้นฐาน ตั้งแต่ปี ค.ศ.1961-2014 พบว่า สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนบางสถานีมีข้อมูลรายวันขาดหายไปบางส่วน ซึ่งสามารถต่อเติมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีที่ข้อมูลขาดหายไป โดยวิธีการเฉลี่ยทางเลขคณิต (Arithmetic Average Method) โดยนำข้อมูลอุณหภูมิรายวันของสถานีอุตุนิมิตวิทยาที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีที่ข้อมูลขาดหายไป จำนวน 3 สถานี แต่อย่างไรก็ตาม ความไม่แน่นอนของข้อมูลฝนอาจเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ การเปลี่ยนชนิดเครื่องวัดน้ำฝน การบันทึกวัดข้อมูลฝนที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น การนำข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนไปใช้ในการศึกษา จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนก่อน การตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนโดยทั่วไปคือวิธีโค้งทับทวี (Double Mass Curve) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนที่จะนำไปใช้วิเคราะห์ โดยผลการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีโค้งทับทวี พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนของทุก ๆ สถานีที่ถูกตรวจสอบด้วยค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมทั้ง 10 สถานี มีความสัมพันธ์ที่ดีถึงดีมาก

ตาราง 4.1 แสดงการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝน (mm./year) โดยวิธีโค้งทับทวี (Double Mass Curve)

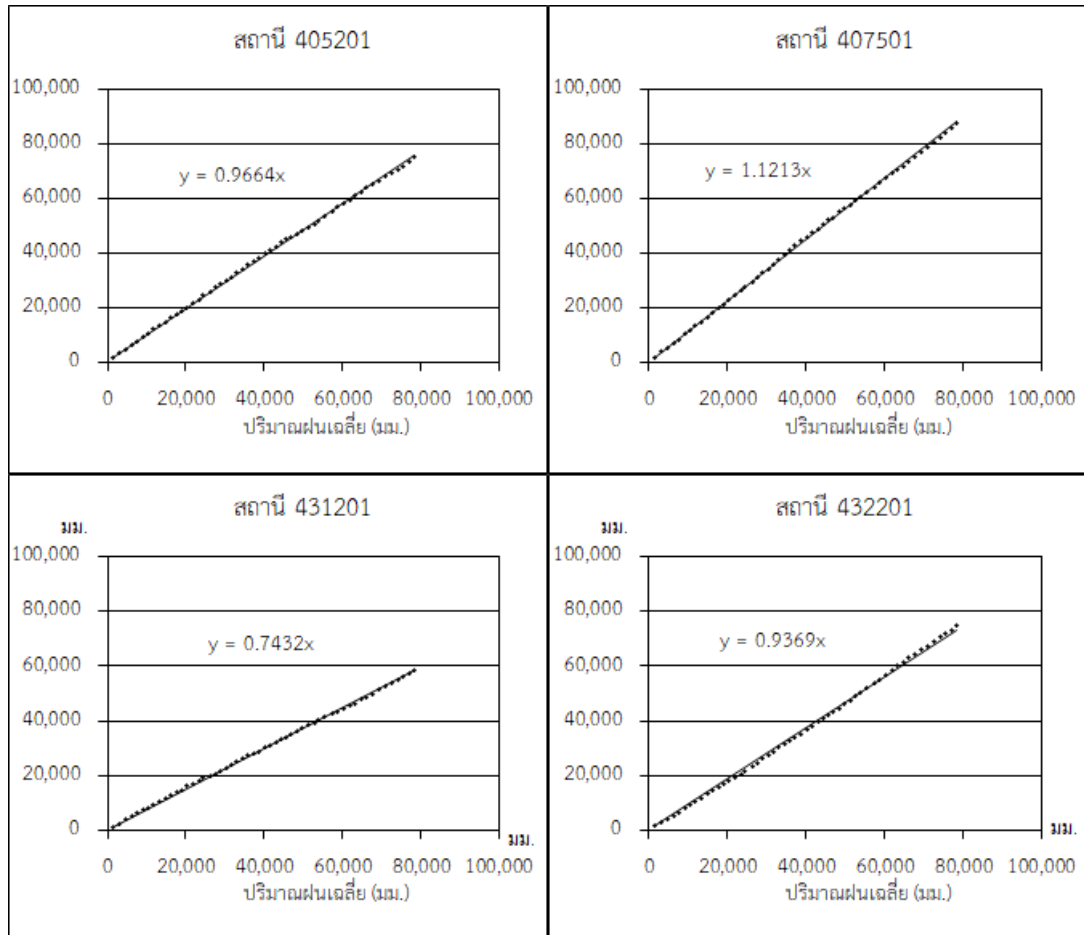
Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201	เฉลี่ย
1961	1542.50	1579.50	1656.90	2836.70	1308.00	1143.90	1549.70	1809.80	949.60	1317.10	1569.37
1962	1007.80	1571.20	1706.30	2823.00	1234.90	1670.10	1698.10	2046.00	1353.90	1506.20	1661.75
1963	1127.90	1517.50	1698.00	2713.50	1323.30	1315.30	1298.60	1515.90	1358.40	1302.30	1517.07
1964	1251.40	1484.30	1596.10	1633.10	1223.10	1633.20	1716.10	1637.40	1291.40	1038.70	1450.48
1965	1100.60	1570.10	1370.60	2004.60	911.10	1148.80	1214.10	1297.60	1078.00	1275.40	1297.09
1966	1184.10	1606.00	1446.00	2374.00	1366.20	1221.50	1866.00	2238.30	1317.80	1627.20	1624.71
1967	1274.40	1427.70	1411.20	2186.60	931.10	979.90	1338.70	1294.70	920.40	1172.30	1293.70
1968	1171.30	1513.20	1444.70	2070.80	1166.50	1160.30	1379.40	1475.70	1086.00	1354.40	1382.23
1969	1147.30	1432.50	1540.60	2689.20	1286.30	1544.20	1387.40	1622.30	1125.60	1147.50	1492.29
1970	1508.80	2418.70	1851.60	2673.30	1346.70	1109.90	1162.10	1750.40	1015.80	1410.40	1624.77
1971	1052.90	1494.60	2010.90	2022.90	1200.20	1189.80	1576.90	1352.60	1020.80	1167.80	1408.94
1972	1114.00	1052.80	1381.80	2651.50	1077.80	860.30	1356.60	1935.90	1247.30	1397.10	1407.51
1973	1340.60	1395.20	1363.10	1820.50	778.90	1015.60	1045.20	1415.90	960.30	984.90	1212.02
1974	1334.60	1525.10	1990.40	2170.60	1155.70	811.10	1388.70	1733.80	1312.00	1161.30	1458.33
1975	1261.10	1753.00	1680.60	2783.80	1461.20	1447.10	1698.00	1627.60	1041.40	1143.50	1589.73
1976	1057.70	1452.30	1147.90	1996.90	1096.90	1205.90	1490.90	1491.40	988.20	1574.80	1350.29
1977	990.10	1042.90	1149.50	1652.00	1216.40	1029.10	1301.00	1288.30	884.20	1069.40	1162.29
1978	1687.20	1793.40	1693.40	2738.30	1390.20	1579.10	1651.90	1945.90	759.30	1632.50	1687.12
1979	1305.40	964.50	1558.90	2092.40	1177.40	1007.10	1349.00	1715.60	642.70	1245.10	1305.81

ตาราง 4.1 แสดงการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนโดยวิธีโค้งทับทวิ (Double Mass Curve) (ต่อ)

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201	เฉลี่ย
1980	1650.80	1603.80	1644.80	1926.20	1331.80	1132.80	1350.60	1731.90	1315.50	1418.30	1510.65
1981	1106.70	1369.90	1755.90	2354.80	1062.50	776.60	1251.40	1321.20	935.30	1390.20	1332.45
1982	963.60	1137.30	1965.10	2016.20	1476.80	1041.50	1291.00	1671.40	1044.00	1407.40	1401.43
1983	1362.70	1013.20	1019.10	1822.50	1279.20	1130.00	1478.10	1567.60	1259.20	1308.40	1324.00
1984	1211.80	1139.10	1639.30	2383.90	1246.70	896.90	1394.80	2147.10	1015.70	1190.80	1426.61
1985	1092.10	987.50	1211.60	2681.90	901.90	974.30	1428.00	1676.00	1278.10	1403.70	1363.51
1986	1060.30	1415.00	1681.30	2593.80	1085.30	753.00	1307.20	1677.10	599.10	1450.20	1362.23
1987	1257.50	1426.10	1621.20	2076.60	1281.40	1469.00	1400.60	1648.90	957.30	1193.20	1433.18
1988	1490.30	1515.80	1622.80	1977.30	1255.10	1260.50	1477.00	1270.00	1446.50	1421.90	1473.72
1989	1130.90	1398.00	1668.70	2060.30	1200.50	905.40	1251.50	1382.30	974.10	1343.20	1331.49
1990	1357.50	1674.30	2078.10	2975.00	1448.80	1192.60	1350.90	1734.50	914.40	1567.10	1629.32
1991	1239.60	1281.40	1563.40	2158.10	1333.30	1134.90	1309.20	1490.20	873.20	1411.00	1379.43
1992	1097.60	1208.40	1513.40	1920.00	912.20	986.80	1256.60	1597.10	1039.50	1040.70	1257.23
1993	862.30	982.60	1369.50	2355.40	873.30	1026.10	957.50	1028.70	1231.90	1107.20	1179.45
1994	1317.60	1931.80	1986.50	2326.20	1152.40	1190.80	1004.40	1956.10	773.60	1439.50	1507.89
1995	1420.10	1355.00	1321.10	2442.10	1478.80	1446.70	1193.50	1266.10	1292.10	1269.90	1448.54
1996	1289.10	1844.80	1914.40	2370.80	1293.90	1441.70	1110.10	1470.30	1173.90	1711.10	1562.01
1997	968.80	1428.90	1588.00	2660.20	898.00	760.10	1196.80	1555.10	624.00	1480.50	1316.04
1998	1269.00	1016.00	1236.60	1601.30	1213.10	1072.10	1258.10	1318.30	932.70	1167.80	1208.50
1999	1549.20	1668.70	1768.10	2467.80	1246.00	1081.80	1544.50	1582.50	1153.30	1588.90	1565.08
2000	1285.80	1850.50	1846.30	2568.50	1751.00	1722.70	1682.80	1844.60	1348.40	1858.40	1775.90
2001	1339.70	1654.70	1742.10	2306.00	1352.60	1137.00	1830.20	1709.40	824.40	1351.80	1524.79
2002	1414.80	1777.00	1888.60	2995.90	1402.60	927.50	1357.20	1677.30	1013.50	1857.90	1631.23
2003	1215.90	1374.40	1301.80	2165.50	1467.40	832.60	1417.60	1560.40	933.00	1628.20	1389.68
2004	1238.90	1511.80	1754.50	2189.50	1221.80	915.40	1455.80	1471.10	980.00	1544.50	1428.33
2005	1098.50	1423.10	1829.80	2960.90	936.50	1039.20	1253.80	1323.00	1380.40	1366.20	1461.14
2006	1150.40	1324.00	1602.20	2684.70	1201.50	951.40	1483.20	1526.70	991.80	1545.50	1446.14
2007	1270.70	1159.90	1823.40	2308.40	1378.90	1342.90	1515.20	2035.50	1177.80	1522.40	1553.51
2008	1274.60	1664.20	2142.00	2786.20	1780.60	1695.20	1342.80	1396.10	1375.70	1541.70	1699.91
2009	1347.80	1513.90	1440.40	2244.50	1039.40	1502.10	1305.20	1976.20	1212.50	1534.80	1511.68
2010	1541.20	1507.70	1449.90	1944.50	1230.30	1506.30	1156.20	1563.60	1386.20	1321.90	1460.78
2011	1972.20	1714.50	1892.60	2719.60	1377.10	1274.30	1550.10	1956.80	1208.60	1804.70	1747.05
2012	1052.40	888.50	1741.00	2037.30	1034.40	1087.20	1204.10	1658.90	1054.00	1009.10	1276.69
2013	1548.70	1352.40	1992.80	2054.50	943.00	1333.30	1606.50	1796.90	1306.00	1608.30	1554.24
2014	1078.10	1306.90	1680.10	2341.30	973.00	793.50	1436.60	1886.60	1026.00	1388.50	1391.06



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟการตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนโดยวิธี Double Mass Curve



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟการตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนโดยวิธี Double Mass Curve (ต่อ)

จากผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนสะสมรายวันโดยคำนวณเป็นค่าฝนสะสมรายปี ที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่คัดเลือกมาใช้ศึกษาในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยด้วยวิธีโค้งทับทวีร่วมกับการพิจารณาข้อมูลฝนสะสมรายปีเฉลี่ยของจำนวนสถานีทั้งหมดเพื่อใช้ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลสถานีที่ต้องการตรวจสอบของแต่ละสถานี ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝน จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาให้ค่าความสัมพันธ์ที่ดี ถือได้ว่าทุกสถานีที่ผ่านการตรวจสอบ ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนด้วยวิธีโค้งทับทวีร่วนี้ ผ่านการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝน ในปริมาณที่มากพอที่จะนำไปการศึกษาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้ ทั้งนี้ หากพิจารณาค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟ Double Mass Curve จะมีค่าที่แตกต่างกันเล็กน้อย อาจจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ ของที่ตั้งของสถานีที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะภูมิประเทศของที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่พื้นที่เป็นที่ราบทำให้มีการกระจายของฝนสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่มากกว่าพื้นที่ที่เป็นภูเขา ทำให้ข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้ในแต่ละ สถานีมีค่าแตกต่างกันน้อย แต่หากลักษณะภูมิประเทศของที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็น ภูเขาซึ่งทำให้การตกของฝนในพื้นที่ที่มีการกระจายของฝนไม่ทั่วถึง โดยสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ด้านหน้าเขา จะมีปริมาณฝนมากกว่าด้านหลังเขา แต่บางสถานีตั้งในพื้นที่ด้านหลังเขาซึ่งเป็นเขตเงาฝนที่มีฝนตกน้อย ส่งผลให้ข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้ในแต่ละสถานีมีค่าแตกต่างกัน (รัชเวช และคณะ, 2563) และหากที่ตั้งของ สถานีตรวจวัดฝนภาคพื้นดินอยู่ในลุ่มน้ำเดียวกัน ค่าข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้ส่วนใหญ่จะมีค่าแตกต่างกันน้อย และความสัมพันธ์ของฝนสะสมระหว่างสถานีตรวจวัดฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ที่ดี

เนื่องจากลักษณะทางภูมิประเทศคล้ายคลึงกัน ส่งผลทำให้การกระจายตัวของฝนไม่แตกต่างกัน (วัลย์รัตน์ และคณะ, 2564)

ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามวิธี Mann-Kendall ผลปรากฏว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ส่วนใหญ่จะมีค่าแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน เพราะเป็นการทดสอบทางสถิติแบบไม่มีพาราเมตริก ซึ่งค่าทดสอบทางสถิติแบบไม่มีพาราเมตริกนั้นจะเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ หรือการทดสอบแนวโน้มที่มีข้อมูลขาดหายไปในช่วงเวลา และพบว่ามีเพียงสถานีสุรินทร์ที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากค่าทางสถิติ Normalized Test Statistic (Z) ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติของ $Z_c > 1.960$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่าทางสถิติด้วยวิธี Mann-Kendall (S) ในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014

ลุ่มน้ำ	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	Mann Kendall Statistic (S)	Normalized Test Statistic (Z)
โขง	353201	เลย	159.000	1.179
โขง	354201	อุดรธานี	-133.000	-0.985
โขง	356201	สกลนคร	213.000	1.582
โขง	357201	นครพนม	41.000	0.298
ชี	381201	ขอนแก่น	37.000	0.269
ชี	403201	ชัยภูมิ	-71.000	-0.522
ชี	405201	ร้อยเอ็ด	-97.000	-0.716
มูล	407501	อุบลราชธานี	31.000	0.224
มูล	431201	นครราชสีมา	27.000	0.194
มูล	432201	สุรินทร์	368.000	2.738

หมายเหตุ: ค่าวิกฤติระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % มีค่า $Z_{0.975} = 1.960$

4.2 การเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติสำหรับใช้คาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝน

การลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical downscale) เป็นวิธีที่ซับซ้อน เนื่องจากการใช้ข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่มีการแสดงผลมาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 200 x 300 ตารางกิโลเมตร หรือ 250 X 250 ตารางกิโลเมตร ตามแต่หลักการวิธีประมวลผลจากสถาบันอุตุนิยมวิทยาพัฒนา ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ศึกษาวิเคราะห์ในระดับทวีปหรือภูมิภาคระดับโลก การนำผลลัพธ์ของแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อความอ่อนไหวและการปรับตัวในระดับภูมิภาค ท้องถิ่น และระดับสถานีที่มีขนาดพื้นที่เล็กกว่ามาก จะต้องใช้วิธีการลดมาตราส่วน (Downscaling) เพื่อที่จะแสดงผลลัพธ์ที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีทั้งเชิงพื้นที่และเวลา ดังนั้น ขั้นตอน

การเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติ จะตั้งสมมุติฐานถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ (Predictor) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และตัวถูกทำนาย (Predictand) คือ ค่าปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนหรือสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษา เพื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์เบื้องต้นว่ามีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด ด้วยเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าทางสถิติแบบต่าง ๆ ซึ่งเกณฑ์ความสัมพันธ์ดังกล่าว จะนำมาใช้พิจารณาเลือกวิธีการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน สำหรับขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต ณ ตำแหน่งสถานีหรือในลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษา การพิจารณาถึงวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติที่จะนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อการคาดการณ์นั้น จะคำนึงถึงผลลัพธ์ของข้อมูลที่สังเคราะห์ได้มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษามากที่สุด โดยผลลัพธ์ของแต่ละวิธีจะมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณน้ำฝนที่สังเคราะห์ได้ในอนาคต ซึ่งข้อมูลที่เลือกใช้เพื่อการตรวจสอบนี้จะเป็นข้อมูลน้ำฝนรายวันช่วงปีพื้นฐาน โดยดำเนินการตรวจสอบผลลัพธ์ของชุดข้อมูลจากการสังเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันจากแฟ้มข้อมูล historical ของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกกับค่าข้อมูลฝนสังเกตการณ์ในแต่ละสถานีด้วยเกณฑ์ค่าทางสถิติแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้น จะทำให้ทราบถึงวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติที่เหมาะสมได้ผลลัพธ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อผลการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุด

การประเมินผลเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจากผลลัพธ์ของการสังเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนในอดีตของข้อมูลฝนรายวันในช่วงปีพื้นฐาน โดยการเปรียบเทียบแบบองค์รวมของผลการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าทางสถิติแบบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ถึง 4.8 พบว่า วิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติแบบวิธีเดลต้า (Delta Method) มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลฝนรายวันของช่วงปีพื้นฐานของสถานีอุตุนิยมวิทยาทุกสถานี ดังนั้น การสังเคราะห์ข้อมูลฝนในอนาคตจากแฟ้มชุดข้อมูลสภาพฉายของ SSP245 และ SSP585 ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกหรือแบบจำลอง GCMs ทั้ง 5 แบบจำลอง จะดำเนินการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติแบบเดลต้า อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการลดมาตราส่วนไม่ว่าจะด้วยวิธี Dynamical Downscaling หรือ Statistical Downscaling จำเป็นต้องพิจารณาถึงการปรับค่าอคติให้ถูกต้อง (Bias Correction) ของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกค่าข้อมูลจริงในระดับสถานี เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดีและสอดคล้องทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนต่อไป

ตาราง 4.3 ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก ACCESS-ESM1.5 Model

สถานี	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	Index of Agreement	Nash Sutcliffe model Efficiency
เลย (353201)	Delta	3.34	0.97	0.61	0.64	2.30	0.00	0.77	0.03
	QM	5.82	1.69	0.61	0.64	3.77	2.17	0.64	-1.93
	EQM	5.88	1.71	0.61	0.64	3.79	2.25	0.64	-1.99
อุดรธานี (354201)	Delta	3.62	0.92	0.68	0.71	2.33	0.00	0.81	0.25
	QM	7.07	1.79	0.68	0.71	4.43	3.17	0.67	-1.86
	EQM	7.05	1.79	0.68	0.72	4.46	3.28	0.67	-1.85
สกลนคร (356201)	Delta	4.30	0.97	0.61	0.71	2.79	0.01	0.77	0.18
	QM	9.35	2.11	0.62	0.70	5.98	5.02	0.59	-2.88
	EQM	8.93	2.01	0.64	0.71	5.99	5.20	0.61	-2.54
นครพนม (357201)	Delta	6.01	0.95	0.68	0.71	3.85	0.02	0.82	0.35
	QM	9.28	1.47	0.69	0.71	5.77	3.69	0.75	-0.55
	EQM	9.13	1.44	0.70	0.72	5.75	3.82	0.75	-0.50
ขอนแก่น (381201)	Delta	3.19	0.96	0.66	0.72	2.10	0.00	0.80	0.14
	QM	6.70	2.02	0.67	0.72	4.07	2.89	0.62	-2.81
	EQM	6.67	2.01	0.67	0.73	4.10	2.99	0.62	-2.77
ชัยภูมิ (403201)	Delta	3.20	1.01	0.61	0.66	2.21	0.00	0.77	0.05
	QM	6.75	2.12	0.61	0.66	4.22	2.84	0.59	-3.23
	EQM	6.76	2.13	0.61	0.66	4.24	2.92	0.59	-3.25
ร้อยเอ็ด (405201)	Delta	3.79	1.00	0.64	0.71	2.43	0.00	0.79	0.12
	QM	7.49	1.98	0.64	0.71	4.52	3.15	0.63	-2.46
	EQM	7.43	1.96	0.65	0.71	4.54	3.25	0.63	-2.40
อุบลราชธานี (407501)	Delta	3.91	0.88	0.71	0.79	2.50	0.01	0.83	0.31
	QM	8.41	1.90	0.71	0.79	5.07	3.90	0.66	-2.17
	EQM	8.30	1.87	0.72	0.79	5.11	3.99	0.67	-2.09
นครราชสีมา (431201)	Delta	2.91	0.99	0.60	0.66	1.94	0.00	0.76	-0.01
	QM	5.85	1.98	0.60	0.66	3.70	2.37	0.59	-3.08
	EQM	5.90	2.00	0.60	0.67	3.73	2.46	0.59	-3.15
สุรินทร์ (432201)	Delta	3.52	0.93	0.66	0.74	2.31	0.00	0.80	0.15
	QM	6.88	1.82	0.66	0.74	4.14	2.83	0.64	-2.25
	EQM	6.84	1.81	0.66	0.74	4.17	2.92	0.64	-2.22

ตาราง 4.4 ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก CanESM5 Model

สถานี	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	Index of Agreement	Nash Sutcliffe model Efficiency
เลย (353201)	Delta	3.34	0.97	0.58	0.75	2.19	-0.01	0.75	0.04
	QM	7.46	2.17	0.59	0.75	4.61	3.78	0.55	-3.81
	EQM	7.51	2.19	0.59	0.75	4.70	3.86	0.54	-3.88
อุดรธานี (354201)	Delta	3.54	0.90	0.64	0.78	2.25	-0.01	0.79	0.28
	QM	8.97	2.28	0.65	0.78	5.72	5.22	0.57	-3.61
	EQM	8.65	2.19	0.68	0.78	5.77	5.32	0.59	-3.28
สกลนคร (356201)	Delta	3.95	0.89	0.65	0.79	2.51	0.00	0.79	0.31
	QM	9.25	2.08	0.66	0.79	5.81	5.33	0.60	-2.80
	EQM	8.96	2.02	0.69	0.79	5.88	5.44	0.62	-2.56
นครพนม (357201)	Delta	5.80	0.92	0.67	0.80	3.66	0.00	0.80	0.40
	QM	11.61	1.84	0.68	0.80	7.33	6.59	0.68	-1.42
	EQM	10.92	1.73	0.73	0.81	7.29	6.71	0.70	-1.15
ขอนแก่น (381201)	Delta	3.30	0.89	0.66	0.76	2.18	0.00	0.80	0.23
	QM	8.53	2.31	0.67	0.76	5.37	4.71	0.57	-4.13
	EQM	8.51	2.31	0.67	0.76	5.44	4.80	0.57	-4.10
ชัยภูมิ (403201)	Delta	2.86	0.86	0.63	0.77	1.87	0.00	0.78	0.31
	QM	9.43	2.84	0.63	0.77	6.32	6.02	0.49	-6.54
	EQM	9.26	2.79	0.66	0.77	6.36	6.07	0.50	-6.26
ร้อยเอ็ด (405201)	Delta	2.97	0.94	0.58	0.74	1.94	-0.01	0.75	0.18
	QM	9.04	2.85	0.58	0.74	5.93	5.41	0.47	-6.59
	EQM	9.05	2.85	0.59	0.74	5.99	5.46	0.47	-6.62
อุบลราชธานี (407501)	Delta	3.19	0.84	0.66	0.79	2.03	0.00	0.80	0.37
	QM	10.30	2.72	0.66	0.79	6.88	6.66	0.52	-5.53
	EQM	10.07	2.66	0.69	0.79	6.91	6.70	0.53	-5.24
นครราชสีมา (431201)	Delta	3.44	0.78	0.71	0.83	2.23	0.00	0.83	0.47
	QM	10.29	2.32	0.72	0.83	6.90	6.67	0.59	-3.75
	EQM	10.08	2.28	0.74	0.83	6.95	6.72	0.60	-3.56
สุรินทร์ (432201)	Delta	2.65	0.90	0.59	0.73	1.77	-0.01	0.77	0.16
	QM	7.83	2.65	0.59	0.73	5.21	4.60	0.49	-6.33
	EQM	7.92	2.68	0.59	0.73	5.28	4.65	0.48	-6.48

ตาราง 4.5 ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก EC-Earth3 Model

สถานี	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	Index of Agreement	Nash Sutcliffe model Efficiency
เลย (353201)	Delta	2.66	0.78	0.71	0.76	1.77	0.00	0.84	0.39
	QM	4.94	1.44	0.70	0.76	3.22	2.21	0.71	-1.12
	EQM	5.04	1.47	0.69	0.76	3.25	2.27	0.70	-1.20
อุดรธานี (354201)	Delta	3.04	0.77	0.76	0.79	1.98	0.00	0.87	0.47
	QM	5.18	1.32	0.75	0.78	3.31	2.04	0.77	-0.54
	EQM	5.32	1.35	0.74	0.78	3.35	2.12	0.76	-0.62
สกลนคร (356201)	Delta	3.60	0.81	0.75	0.79	2.33	0.00	0.86	0.43
	QM	5.91	1.33	0.74	0.79	3.60	2.14	0.77	-0.55
	EQM	6.07	1.37	0.73	0.79	3.64	2.22	0.76	-0.64
นครพนม (357201)	Delta	5.06	0.80	0.76	0.79	3.26	0.01	0.87	0.54
	QM	6.80	1.08	0.76	0.79	4.27	2.10	0.83	0.17
	EQM	6.91	1.09	0.75	0.79	4.32	2.18	0.83	0.14
ขอนแก่น (381201)	Delta	3.25	0.88	0.70	0.77	2.09	0.00	0.83	0.26
	QM	5.91	1.60	0.69	0.77	3.66	2.22	0.70	-1.46
	EQM	6.11	1.66	0.68	0.77	3.72	2.32	0.68	-1.63
ชัยภูมิ (403201)	Delta	2.71	0.82	0.71	0.77	1.78	0.00	0.84	0.38
	QM	5.78	1.74	0.70	0.77	3.60	2.69	0.68	-1.83
	EQM	5.90	1.78	0.69	0.77	3.63	2.76	0.67	-1.95
ร้อยเอ็ด (405201)	Delta	2.77	0.87	0.66	0.74	1.87	-0.01	0.81	0.29
	QM	6.07	1.91	0.66	0.74	3.93	2.89	0.63	-2.42
	EQM	6.34	2.00	0.65	0.74	4.00	3.00	0.62	-2.74
อุบลราชธานี (407501)	Delta	2.92	0.77	0.75	0.79	1.96	0.00	0.86	0.48
	QM	6.32	1.67	0.75	0.79	4.03	3.00	0.71	-1.46
	EQM	6.47	1.71	0.74	0.79	4.08	3.08	0.70	-1.58
นครราชสีมา (431201)	Delta	3.48	0.79	0.74	0.81	2.24	0.00	0.85	0.46
	QM	7.00	1.58	0.73	0.81	4.33	3.20	0.72	-1.20
	EQM	7.14	1.61	0.72	0.81	4.37	3.27	0.71	-1.29
สุรินทร์ (432201)	Delta	2.49	0.84	0.66	0.72	1.71	0.00	0.81	0.26
	QM	5.45	1.85	0.65	0.72	3.56	2.59	0.63	-2.54
	EQM	5.70	1.93	0.64	0.72	3.63	2.68	0.61	-2.88

ตาราง 4.6 ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก MIROC6 Model

สถานี	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	Index of Agreement	Nash Sutcliffe model Efficiency
เลย (353201)	Delta	2.73	0.79	0.69	0.77	1.81	0.00	0.82	0.36
	QM	6.04	1.76	0.69	0.77	3.90	3.27	0.65	-2.16
	EQM	6.01	1.75	0.69	0.77	3.92	3.34	0.65	-2.13
อุดรธานี (354201)	Delta	3.33	0.85	0.67	0.78	2.17	0.00	0.81	0.37
	QM	7.54	1.91	0.67	0.79	4.93	4.27	0.63	-2.26
	EQM	7.46	1.89	0.68	0.78	4.95	4.35	0.63	-2.19
สกลนคร (356201)	Delta	3.73	0.84	0.67	0.79	2.36	0.00	0.81	0.38
	QM	7.64	1.72	0.68	0.79	5.03	4.26	0.67	-1.59
	EQM	7.47	1.68	0.69	0.79	5.05	4.35	0.67	-1.48
นครพนม (357201)	Delta	5.92	0.94	0.65	0.79	3.72	0.01	0.79	0.37
	QM	10.18	1.61	0.65	0.79	6.64	5.24	0.70	-0.86
	EQM	9.95	1.57	0.66	0.79	6.65	5.34	0.70	-0.78
ขอนแก่น (381201)	Delta	2.95	0.80	0.68	0.75	2.00	0.00	0.82	0.39
	QM	6.78	1.84	0.68	0.76	4.60	3.94	0.64	-2.24
	EQM	6.57	1.78	0.69	0.76	4.61	4.02	0.65	-2.04
ชัยภูมิ (403201)	Delta	2.84	0.86	0.66	0.77	1.84	0.00	0.81	0.32
	QM	7.56	2.28	0.66	0.77	4.81	4.30	0.58	-3.84
	EQM	7.35	2.21	0.67	0.77	4.83	4.37	0.59	-3.58
ร้อยเอ็ด (405201)	Delta	2.82	0.89	0.63	0.75	1.81	0.00	0.79	0.26
	QM	7.78	2.45	0.63	0.75	5.01	4.44	0.54	-4.63
	EQM	7.56	2.38	0.64	0.75	5.02	4.51	0.55	-4.31
อุบลราชธานี (407501)	Delta	3.15	0.83	0.69	0.79	2.05	0.00	0.82	0.39
	QM	8.29	2.19	0.69	0.79	5.25	4.80	0.61	-3.23
	EQM	8.04	2.13	0.70	0.79	5.27	4.88	0.62	-2.98
นครราชสีมา (431201)	Delta	3.59	0.81	0.69	0.80	2.30	0.00	0.82	0.42
	QM	9.32	2.10	0.69	0.80	6.08	5.60	0.61	-2.89
	EQM	9.24	2.09	0.69	0.80	6.11	5.65	0.62	-2.83
สุรินทร์ (432201)	Delta	2.35	0.79	0.68	0.76	1.58	0.00	0.82	0.34
	QM	6.90	2.34	0.67	0.76	4.51	4.07	0.56	-4.69
	EQM	6.78	2.30	0.68	0.76	4.50	4.11	0.57	-4.49

ตาราง 4.7 ค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจาก MRI-ESM2-0 Model

สถานี	Method	RMSE	NRMSE	Pearson	Spearman	MAE	MBE	Index of Agreement	Nash Sutcliffe model Efficiency
เลย (353201)	Delta	3.67	1.07	0.56	0.73	2.38	-0.01	0.73	-0.16
	QM	5.12	1.49	0.55	0.73	3.12	1.23	0.65	-1.27
	EQM	5.31	1.55	0.53	0.73	3.17	1.33	0.63	-1.44
อุดรธานี (354201)	Delta	3.54	0.90	0.70	0.78	2.26	0.00	0.83	0.28
	QM	5.29	1.34	0.70	0.78	3.26	1.64	0.75	-0.60
	EQM	5.66	1.44	0.68	0.78	3.38	1.75	0.73	-0.84
สกลนคร (356201)	Delta	3.94	0.89	0.70	0.79	2.52	0.00	0.82	0.31
	QM	6.72	1.51	0.70	0.78	4.13	2.85	0.72	-1.01
	EQM	6.98	1.57	0.69	0.78	4.22	2.95	0.71	-1.17
นครพนม (357201)	Delta	5.20	0.82	0.77	0.81	3.18	0.00	0.87	0.51
	QM	6.46	1.02	0.77	0.81	3.87	1.54	0.85	0.25
	EQM	6.93	1.10	0.75	0.81	4.04	1.65	0.83	0.14
ขอนแก่น (381201)	Delta	3.71	1.01	0.63	0.75	2.40	0.00	0.78	0.03
	QM	5.58	1.51	0.62	0.75	3.38	1.55	0.69	-1.20
	EQM	5.72	1.55	0.61	0.76	3.41	1.66	0.67	-1.31
ชัยภูมิ (403201)	Delta	3.09	0.93	0.65	0.73	2.04	0.00	0.80	0.19
	QM	5.83	1.76	0.65	0.73	3.61	2.45	0.65	-1.88
	EQM	6.05	1.82	0.63	0.74	3.68	2.55	0.64	-2.09
ร้อยเอ็ด (405201)	Delta	3.28	1.03	0.56	0.69	2.14	0.00	0.74	0.00
	QM	6.23	1.96	0.56	0.69	3.87	2.60	0.59	-2.60
	EQM	6.40	2.02	0.56	0.70	3.91	2.69	0.58	-2.81
อุบลราชธานี (407501)	Delta	3.49	0.92	0.67	0.78	2.23	0.00	0.81	0.25
	QM	6.17	1.63	0.67	0.78	3.84	2.45	0.69	-1.34
	EQM	6.48	1.71	0.65	0.78	3.93	2.55	0.67	-1.59
นครราชสีมา (431201)	Delta	3.41	0.77	0.75	0.84	2.17	0.00	0.86	0.48
	QM	6.53	1.48	0.74	0.84	3.96	2.91	0.74	-0.91
	EQM	6.89	1.56	0.72	0.84	4.10	3.01	0.72	-1.13
สุรินทร์ (432201)	Delta	2.83	0.96	0.60	0.72	1.84	0.00	0.77	0.04
	QM	5.58	1.89	0.59	0.73	3.51	2.29	0.60	-2.71
	EQM	5.71	1.94	0.59	0.73	3.55	2.37	0.59	-2.89

4.3 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยาในช่วงปีพื้นฐาน

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ค่าของปริมาณน้ำฝนคาบ 54 ปี ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี พบว่า มีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,451.12 มิลลิเมตร/ปี, ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำสุด 947.37 มิลลิเมตร/ปี และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด 2,044.16 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า สถานีจังหวัดนครพนมมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยสูงสุด 2,322.43 มิลลิเมตร/ปี และสถานีจังหวัดนครราชสีมามีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,081.57 มิลลิเมตร/ปี ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 4.8 โดยค่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลงมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ภาคกลางของประเทศ และมีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนตามค่าละติจูดของที่ตั้งสถานี ยิ่งมีค่าพิกัดละติจูดมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยมากตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของแต่ละสถานีไม่ได้รับอิทธิพลจากระดับความสูงของที่ตั้งสถานี

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยคาบ 54 ปี (ช่วงปี ค.ศ.1961-2014)

สถานี	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร/ปี)	ค่าต่ำสุด (มิลลิเมตร/ปี)	ค่าสูงสุด (มิลลิเมตร/ปี)
เลย	1,259.02	862.30	1,972.22
อุดรธานี	1,444.73	888.53	2,418.70
สกลนคร	1,629.54	1,019.15	2,142.00
นครพนม	2,322.43	1,601.37	2,995.91
ขอนแก่น	1,216.91	778.92	1,780.67
ชัยภูมิ	1,163.08	753.00	1,722.75
ร้อยเอ็ด	1,386.62	957.54	1,866.03
อุบลราชธานี	1,623.53	1,028.76	2,238.31
นครราชสีมา	1,081.57	599.18	1,446.54
สุรินทร์	1,383.76	984.99	1,858.42
เฉลี่ย	1,451.12	947.37	2,044.16

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยคาบเวลา 54 ปี (ช่วงปี ค.ศ.1961-2014)

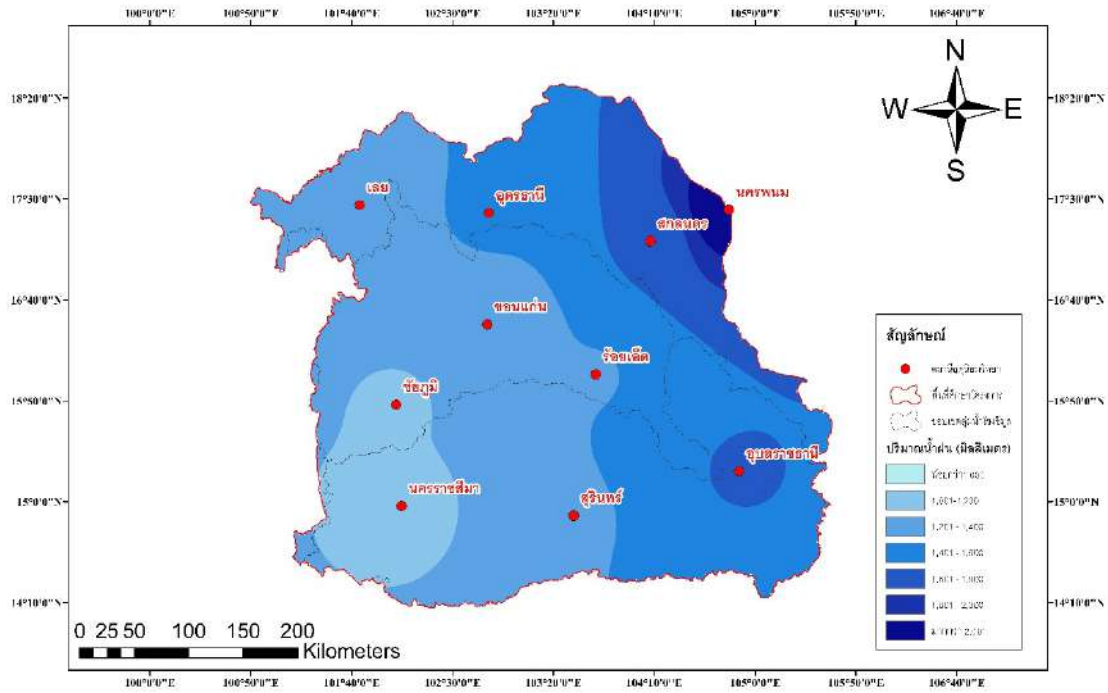
เดือน	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร/เดือน)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	C.V. (%)
มกราคม	4.80	11.76	244.89
กุมภาพันธ์	16.73	24.20	144.68
มีนาคม	40.73	38.66	94.91
เมษายน	88.34	57.08	64.61
พฤษภาคม	196.62	90.83	46.20
มิถุนายน	216.07	137.43	63.60
กรกฎาคม	225.69	144.43	63.99
สิงหาคม	274.23	162.48	59.25
กันยายน	261.31	114.35	43.76
ตุลาคม	105.24	73.80	70.12
พฤศจิกายน	17.26	26.21	151.84
ธันวาคม	4.11	11.52	280.45
รวม	1,451.12		

จากผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.9 ที่ได้แสดงค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยคาบ 54 ปี (ช่วงปี ค.ศ.1961-2014) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดช่วงฤดูฝนในเดือนสิงหาคม 274.23 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนกันยายน 261.31 มิลลิเมตร และจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกน้อยที่สุดช่วงหนาวในเดือนธันวาคม 4.11 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนมกราคม 4.80 มิลลิเมตร

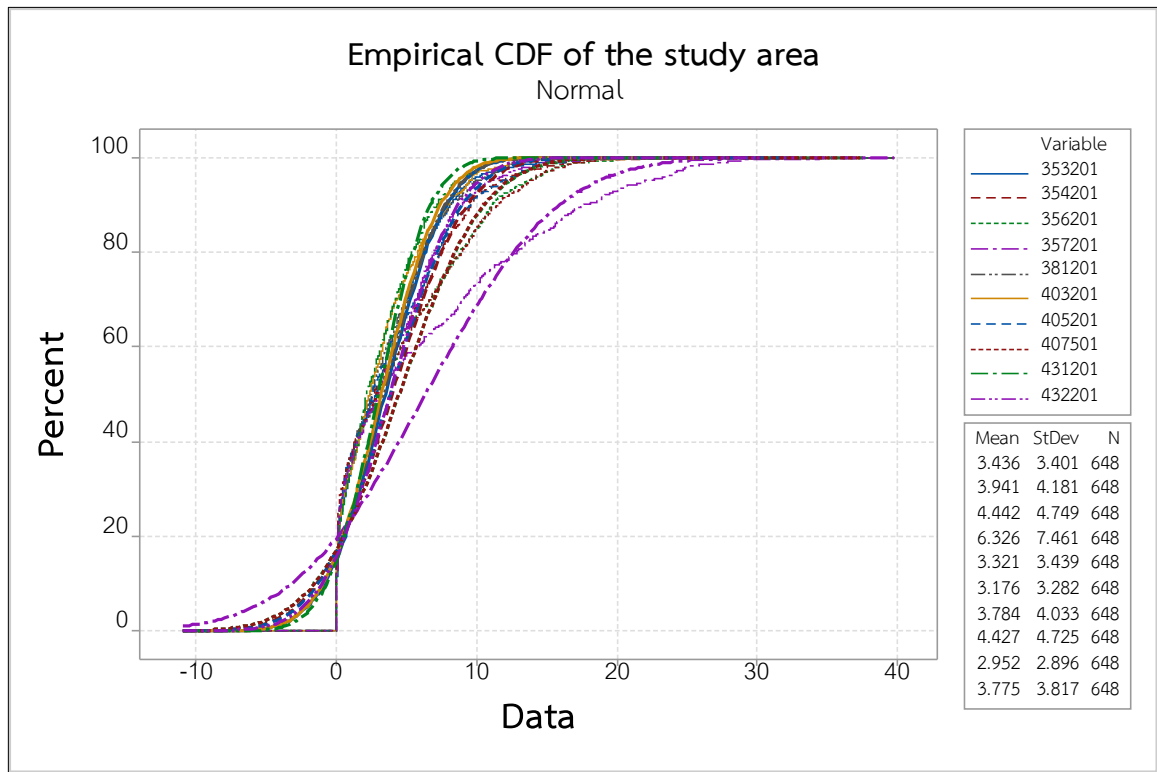
การนำเสนอข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์เพียงค่าเฉลี่ยนั้น การวิเคราะห์ที่ใช้ข้อมูลอาจจะไม่เพียงพอที่จะสรุปได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ในการเปรียบเทียบข้อมูลจำเป็นต้องพิจารณาค่าการกระจายของข้อมูลคู่กับค่าเฉลี่ยของข้อมูลเสมอไป ถ้าข้อมูลแต่จำนวนมีค่าห่างกันมากเรียกว่ามีการกระจายมาก ถ้าชุดข้อมูลแต่ละจำนวนมีค่าห่างกันน้อยแสดงว่ามีการกระจายน้อย ซึ่งถ้ามีการกระจายมาก สามารถนำไปใช้กับการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มหรือชุดข้อมูลได้ดีกว่าการกระจายตัวน้อย

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าสถิติตัวหนึ่งที่สามารถนำมาวัดการกระจายของข้อมูลได้ โดยใช้อธิบายคู่กับค่าเฉลี่ยเลขคณิต จะช่วยให้อธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการวัดการกระจายวิธีหนึ่งซึ่งนักสถิตินิยมใช้กันมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกระจายแบบอื่น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีการวัดการกระจายของข้อมูลซึ่งใช้ค่าข้อมูลทุกค่ามาคำนวณ รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (C.V.) ที่แสดงถึงการกระจายตัวของเหตุการณ์สัมพัทธ์ หรือค่าปริมาณความลึกของน้ำฝนตกสะสมรายเดือนมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของช่วงปีพื้นฐานสูงสุดคือในเดือนธันวาคม เท่ากับ 280.45 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยเดือนมกราคม เท่ากับ 244.89 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดคือในเดือนกันยายน เท่ากับ 43.76 เปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวนของค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่ศึกษาจะมีความแปรปรวนมากในช่วงฤดูหนาวตามด้วยฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

การวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณฝนสังเกตการณ์พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญ ยกเว้นสถานีสุรินทร์ที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีแนวโน้มค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเพิ่มขึ้น การกระจายตัวของจำนวนวันฝนตกในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีแนวโน้มลดลง



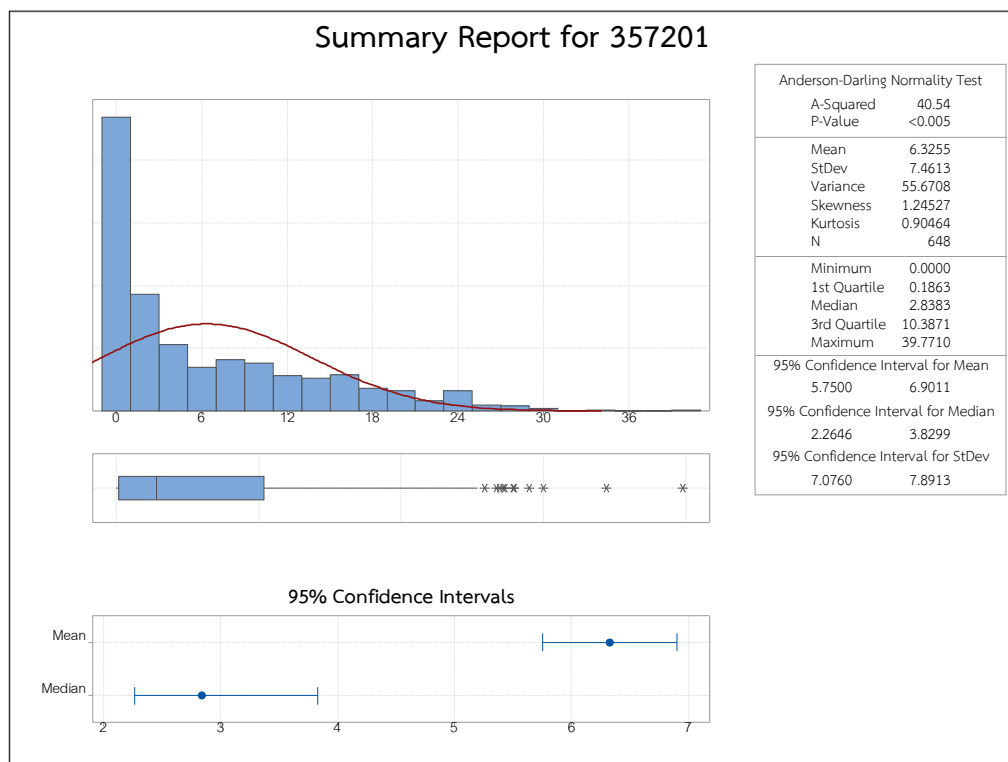
รูปที่ 4.2 ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014



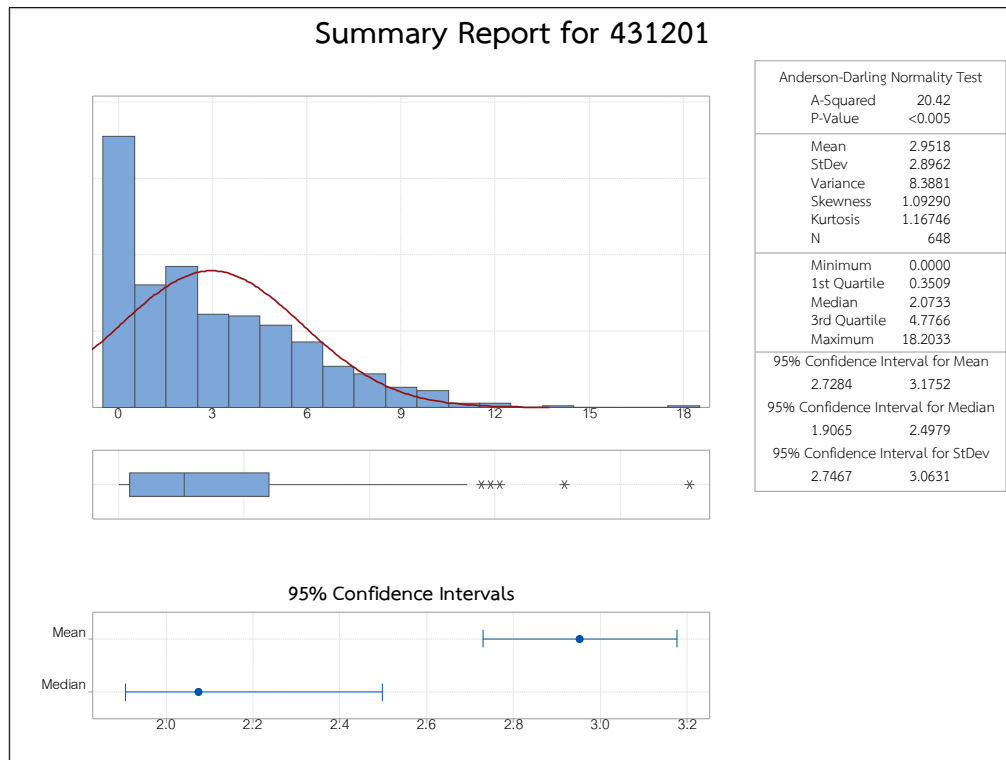
รูปที่ 4.3 กราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลฝนรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1961-2014

จากรูปที่ 4.3 แสดงกราฟการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Distribution Function: CDF) จากฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรสุ่ม X คือ ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี ในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961- 2014 พบว่า สถานีนครพนม (357201) มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของชุดข้อมูลรายเดือนสูงที่สุด และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) ของชุดข้อมูลน้ำฝนสะสมรายเดือนมากที่สุดเช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้าม พบว่า สถานีนครราชสีมา (431201) มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของชุดข้อมูลรายเดือนและมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้สอดคล้องกับข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยคาบ 54 ปี ตามตารางที่ 4.8

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติปริมาณฝนรายเดือนคาบ 54 ปี (648 เดือน) ของสถานีนครพนม (357201) และสถานีนครราชสีมา (431201) มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน 6.33 มิลลิเมตร/วัน และ 2.95 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่ามัธยฐาน (Median) ของจำนวนข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนทั้งหมด สะท้อนถึงการกระจายตัวของค่าความลึกฝนหรือค่าปริมาณน้ำฝนที่ไม่เป็นรูปแบบปกติ นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์และตรวจข้อมูลสถิติปริมาณฝนรายเดือนของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่เหลือ ก็มีลักษณะการกระจายของฝนที่ไม่เป็นรูปแบบปกติเช่นเดียวกัน ตามแสดงในรูปที่ 4.4 ถึง 4.5 และในภาคผนวก



รูปที่ 4.4 ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีนครพนม (357201) ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014



รูปที่ 4.5 ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีนครราชสีมา (431201) ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014

4.4 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนจากวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติในช่วงปีพื้นฐาน

จากการสังเคราะห์ค่าปริมาณฝนโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติด้วยวิธีเดลต้าในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961- 2014 ของสถานีอุตุนิยมวิทยา ทั้ง 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา โดยเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจากฐานข้อมูล CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง ภายใต้เพิ่มข้อมูล Historical ของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก โดยการเปรียบเทียบกับค่าสังเกตการณ์คือค่าปริมาณฝนที่บันทึกวัดของสถานีตรวจวัดน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกันในช่วง ปี ค.ศ.1961-2014 พบว่าแบบจำลองสภาพอากาศโลก ทั้ง 5 แบบจำลอง สามารถจำลองข้อมูลปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐานได้ดีเยี่ยม แต่ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยจากแบบจำลอง CanESM5 จะแตกต่างกับผลการจำลองของแบบจำลองอื่นเนื่องจากชุดข้อมูลทั้ง 4 แบบจำลอง ยกเว้นแบบจำลอง CanESM5 นี้ ลำดับวันเวลาในแบบจำลองได้รับอิทธิพลของปีอธิกสุรทิน (Leap year) ซึ่งปกติ 1 ปี มี 365 วัน แต่ในปีอธิกสุรทินซึ่งเป็นปีที่เดือนกุมภาพันธ์มี 29 วัน โดยปีนั้น 1 ปีจะมี 366 วัน (ปีอธิกสุรทินมีทุก 4 ปี สอดคล้องกับค่าที่บันทึกวัดจริงของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี) และการกระจายปริมาณน้ำฝนทั้งรายวันและรายเดือนของค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สังเคราะห์ได้ในช่วงปีพื้นฐานของแต่ละแบบจำลองจะมีความแตกต่างเช่นเดียวกันเมื่อเทียบกับค่าข้อมูลของแต่ละสถานีที่ใช้ศึกษา แต่อย่างไรก็ตาม ค่ารวมของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในระดับสถานีและพื้นที่ศึกษาที่สังเคราะห์ได้จากเพิ่มข้อมูล historical ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกทั้ง 5 แบบจำลองที่เลือกใช้ในการวิจัยนี้ ได้ผลรวมที่ดี มีค่าแม่นยำมากเมื่อเทียบกับค่าสังเกตการณ์ (Observe data) ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงการสังเคราะห์ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ.1961-2014 (มิลลิเมตร)

สถานี	Observe Data	ACCESS-ESM1-5	CanESM5	EC Earth3	MIROC6	MRI-ESM2-0
เลย	1,259.02	1,259.02	1,258.20	1,259.02	1,259.02	1,259.02
อุดรธานี	1,444.73	1,444.73	1,443.80	1,444.73	1,444.73	1,444.73
สกลนคร	1,629.54	1,629.54	1,628.54	1,629.54	1,629.54	1,629.54
นครพนม	2,322.43	2,322.43	2,320.94	2,322.43	2,322.43	2,322.43
ขอนแก่น	1,216.91	1,216.91	1,216.11	1,216.91	1,216.91	1,216.91
ชัยภูมิ	1,163.08	1,163.08	1,162.32	1,163.08	1,163.08	1,163.08
ร้อยเอ็ด	1,386.62	1,386.62	1,385.71	1,386.62	1,386.62	1,386.62
อุบลราชธานี	1,623.53	1,623.53	1,622.46	1,623.53	1,623.53	1,623.53
นครราชสีมา	1,081.57	1,081.57	1,080.86	1,081.57	1,081.57	1,081.57
สุรินทร์	1,383.76	1,383.76	1,382.84	1,383.76	1,383.76	1,383.76

การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในปีพื้นฐานช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ที่ได้ในการสังเคราะห์ของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก พบว่า ผลการจำลองค่าฝนสะสมรายปีของแต่ละสถานีอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดังนั้นการใช้เทคนิคการลดขนาดทางสถิติโดยวิธีเดลต้า สามารถจำลองข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนรายปีได้ดี รวมทั้งค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้จากอนุกรมเวลารายวัน ผลจากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยรายปีจากปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนที่สังเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าสังเกตการณ์ แสดงได้ว่าค่าเฉลี่ยรายปีของค่าปริมาณน้ำฝนสะสมถูกสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างแม่นยำ แต่การกระจายของชุดข้อมูลรายปีมีความแตกต่างกันกับค่าสังเกตการณ์ ขึ้นอยู่กับแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ใช้วิเคราะห์

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมีข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำของผลลัพธ์ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่มีการกระจายตัวของฝนที่มีรูปแบบขึ้นอยู่กับรายละเอียดเชิงพื้นที่และการประมวลผลปรากฏการณ์บางอย่างที่มีขนาดเล็ก (Parameterization) โดยปกติจะไม่สามารถนำไปใช้โดยตรงในการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Fowler et al., 2007) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนดังกล่าว ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ โดยใช้เทคนิคการปรับแต่งข้อมูลซึ่งอาศัยข้อมูลสถิติของภูมิอากาศ เพื่อให้ค่าสังเคราะห์ข้อมูลฝนมีความสัมพันธ์กับค่าสังเกตการณ์มากขึ้น ส่งผลให้การกระจายตัวของชุดข้อมูลสังเคราะห์รายวัน รายเดือน และรายปีของแต่ละสถานีที่ใช้ศึกษามีความสอดคล้องทางอุทกนิยามวิทยายิ่งขึ้นก่อนที่นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

4.5 การประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกค่าปริมาณน้ำฝนสำหรับพื้นที่ศึกษา

ในการประเมินแบบจำลองในการศึกษานี้เลือกใช้เกณฑ์ค่าสถิติในการวิเคราะห์ หากพิจารณาใช้เฉพาะเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานควบคู่กัน เพื่อพิจารณากรณีเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนจากทั้ง 5 แบบจำลอง รวมทั้งการวิเคราะห์จากกราฟ CDF และ Histogram ทั้ง 10 สถานี พบว่าแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกทั้ง 5 แบบจำลองให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของปริมาณฝนสะสมรายปีเฉลี่ยเทียบเท่ากัน แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนการปรับแก้ค่าอคติของแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ของสถาบัน The Australian Community

Climate and Earth System Simulator (ACCESS) ประเทศออสเตรเลีย ส่วนใหญ่จะมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น นอกจากนี้ การวัดการกระจายสัมพัทธ์ (Relative Dispersion) เพื่อการเปรียบเทียบการกระจายของชุดข้อมูลทั้ง 5 ชุดว่าแบบจำลองใดมีการกระจายมากกว่ากัน โดยสัมประสิทธิ์แห่งความแปรผัน (Coefficient of Variation, C.V.) ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยเลขคณิต พบว่าแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 มีค่า C.V. ส่วนใหญ่สูงกว่าทุกแบบจำลองและใกล้เคียงกับค่าของชุดข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษามากที่สุดเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม การนำผลลัพธ์เพื่อไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะการวิเคราะห์ด้านภัยแล้ง รูปแบบการกระจายตัวของน้ำฝนรายเดือนและรายปีก็เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญมากเช่นเดียวกัน หากพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของปริมาณฝนตกรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 พบว่า The sixth version of the Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC) หรือ แบบจำลอง MIROC6 พัฒนาโดยสถาบัน National Institute for Environmental Studies, The University of Tokyo ร่วมกับ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ประเทศญี่ปุ่น มีรูปแบบคล้ายการกระจายตัวของน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ดังนั้น เพื่อประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกค่าปริมาณน้ำฝนสำหรับประเทศไทยอย่างชัดเจน ทั้งก่อนและหลังการปรับแก้จะดำเนินการโดยใช้ค่าเกณฑ์สถิติ โดยเลือกใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ BIAS และ Root Mean Square Error (RMSE) มีการคำนวณค่า BIAS ดังแสดงในสมการ ดังนี้

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^n P_{GCM}}{\sum_{i=1}^n P_{obs}}$$

โดยที่ P_{GCM} คือปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก, P_{obs} คือปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกัน คือ ช่วงปี ค.ศ.1961-2014 และ n คือ จำนวนเดือนในคาบ 54 ปี เท่ากับ 648 เดือน ซึ่งค่า BIAS ที่มากกว่า 1 หมายถึง การสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงกว่าค่าสังเกตการณ์ และถ้าค่า BIAS ที่น้อยกว่า 1 หมายถึง การสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนมีค่าต่ำกว่าค่าสังเกตการณ์

การคำนวณค่า Root Mean Square Error (RMSE) จะแสดงถึงความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยของการสังเคราะห์ปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกเทียบกับข้อมูลสังเกตการณ์

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{GCM} - P_{obs})^2}{n}}$$

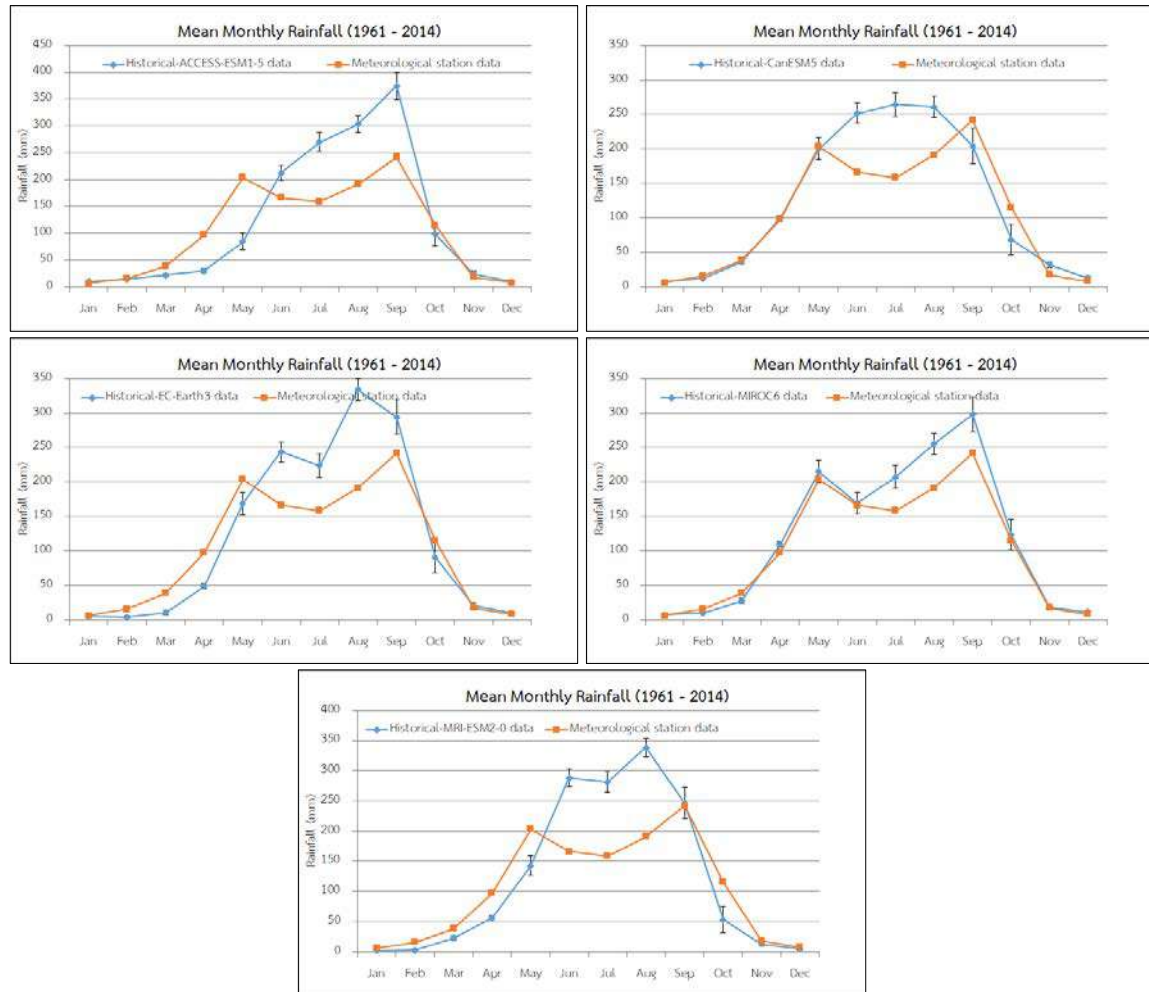
ถ้า RMSE มีค่าสูง แสดงว่าค่า P_{GCM} มีความคลาดเคลื่อนจากค่า P_{obs} มาก ในทางกลับกัน ถ้ามีค่าต่ำ หมายถึง มีความคลาดที่คลื่อนน้อย ผลการวิเคราะห์จากค่าจำลองปริมาณน้ำฝนสำหรับทุกสถานีในช่วงชุดข้อมูล ปี ค.ศ. 1961 - 2014 (ปีพื้นฐาน) แสดงให้เห็นแนวโน้มของค่าปริมาณน้ำฝน สามารถนำไปพัฒนาการสำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคตต่อไป

ตารางที่ 4.11 แสดงค่า BIAS ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม./เดือน) ช่วงปีพื้นฐาน

สถานี	ACCESS-ESM1-5	CanESM5	EC Earth3	MIROC6	MRI-ESM2-0
เลย	1.12	1.74	0.97	1.07	0.98
อุดรธานี	1.00	1.20	0.72	0.88	0.87
สกลนคร	0.80	1.07	0.70	0.78	0.76
นครพนม	0.62	0.75	0.45	0.55	0.54
ขอนแก่น	1.19	1.66	0.89	1.07	0.94
ชัยภูมิ	1.16	1.97	1.12	1.12	0.98
ร้อยเอ็ด	1.05	1.45	0.83	0.92	0.92
อุบลราชธานี	1.14	1.24	0.76	0.95	0.92
นครราชสีมา	1.28	2.12	1.08	1.27	1.16
สุรินทร์	1.10	1.46	0.85	1.01	1.01
เฉลี่ย	1.05	1.47	0.84	0.96	0.91

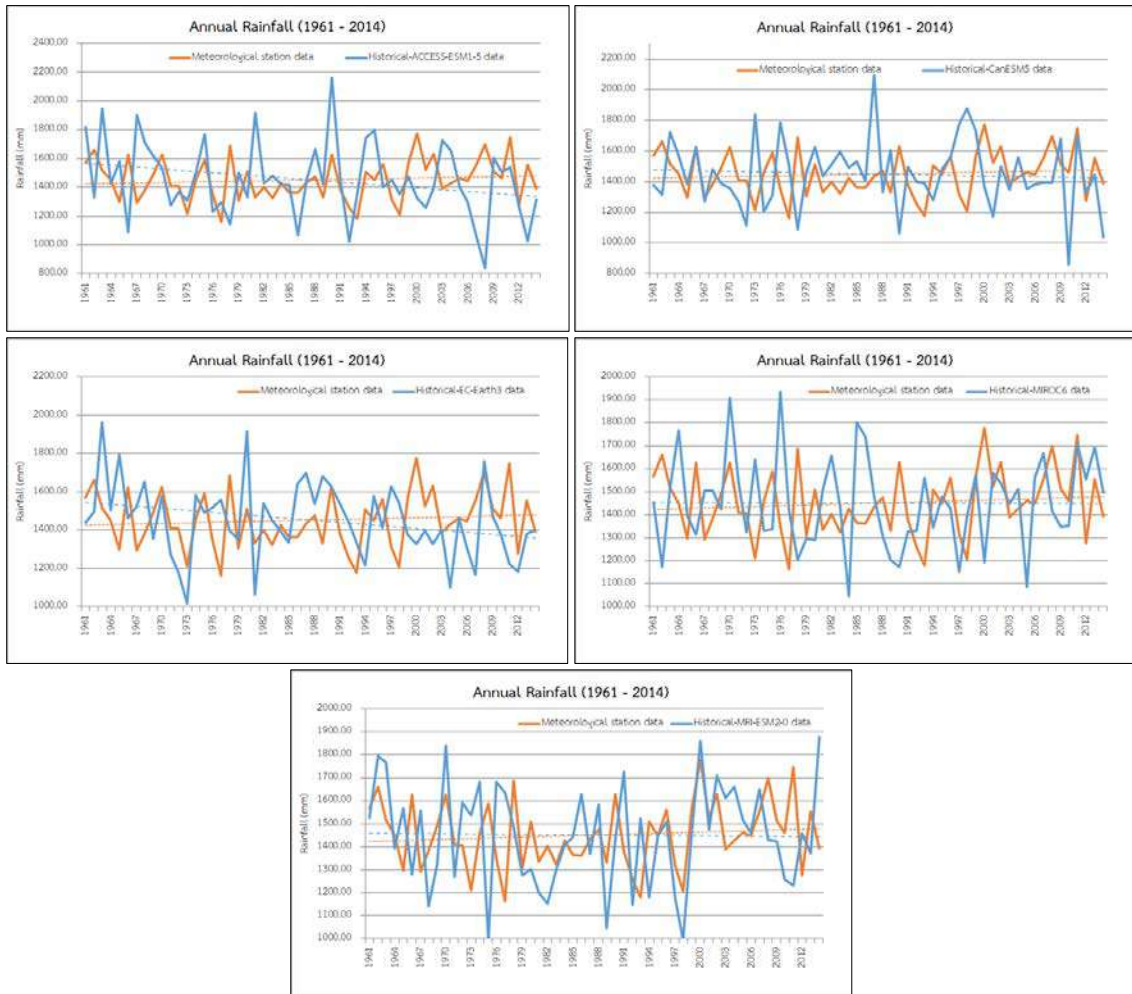
ตารางที่ 4.12 แสดงค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม./เดือน) ช่วงปีพื้นฐาน

สถานี	ACCESS-ESM1-5	CanESM5	EC Earth3	MIROC6	MRI-ESM2-0
เลย	3.67	6.05	2.62	2.84	3.61
อุดรธานี	3.62	4.05	2.94	3.22	3.28
สกลนคร	4.00	4.10	3.41	3.66	3.64
นครพนม	5.95	5.77	6.43	6.50	5.79
ขอนแก่น	3.77	4.68	2.58	2.96	2.98
ชัยภูมิ	3.64	6.01	3.01	3.04	3.24
ร้อยเอ็ด	3.92	4.39	2.78	3.06	3.33
อุบลราชธานี	4.42	4.00	3.37	3.54	3.30
นครราชสีมา	3.68	6.12	2.63	2.88	3.21
สุรินทร์	3.83	4.44	2.79	3.10	3.21
เฉลี่ย	4.05	4.96	3.25	3.48	3.56

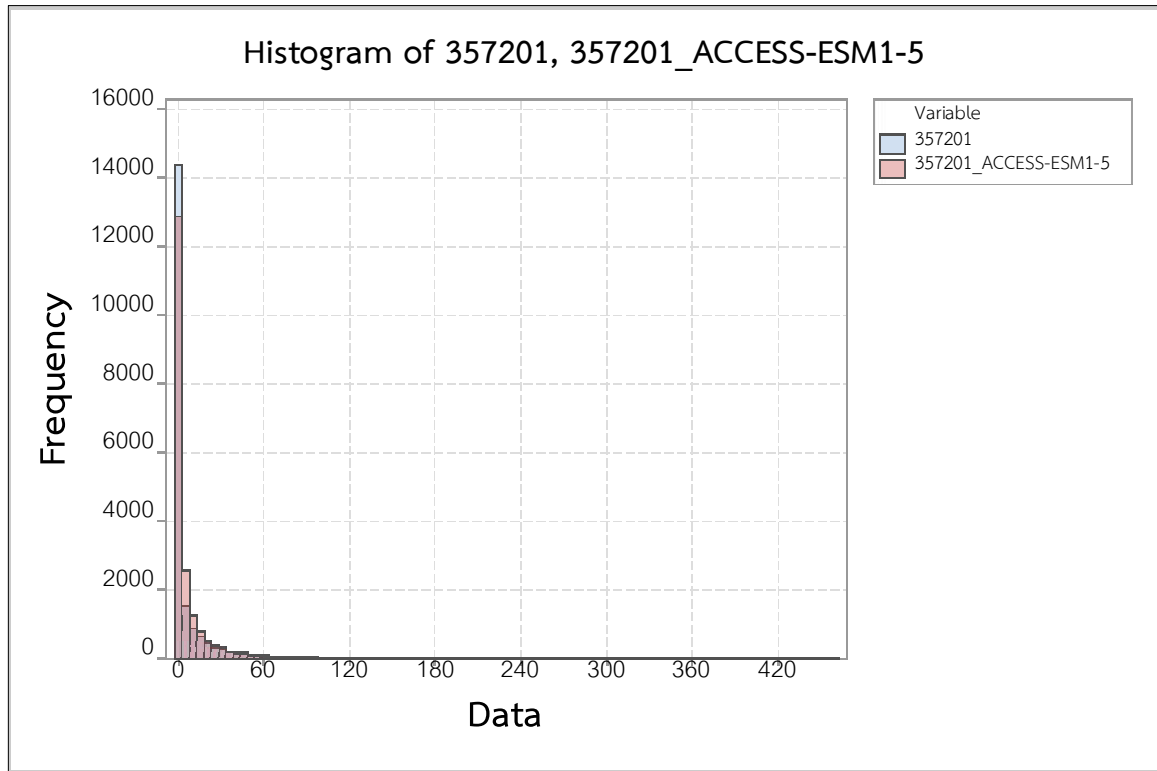


รูปที่ 4.6 ค่าข้อมูลสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยภาพรวม 10 สถานีจาก GCMs

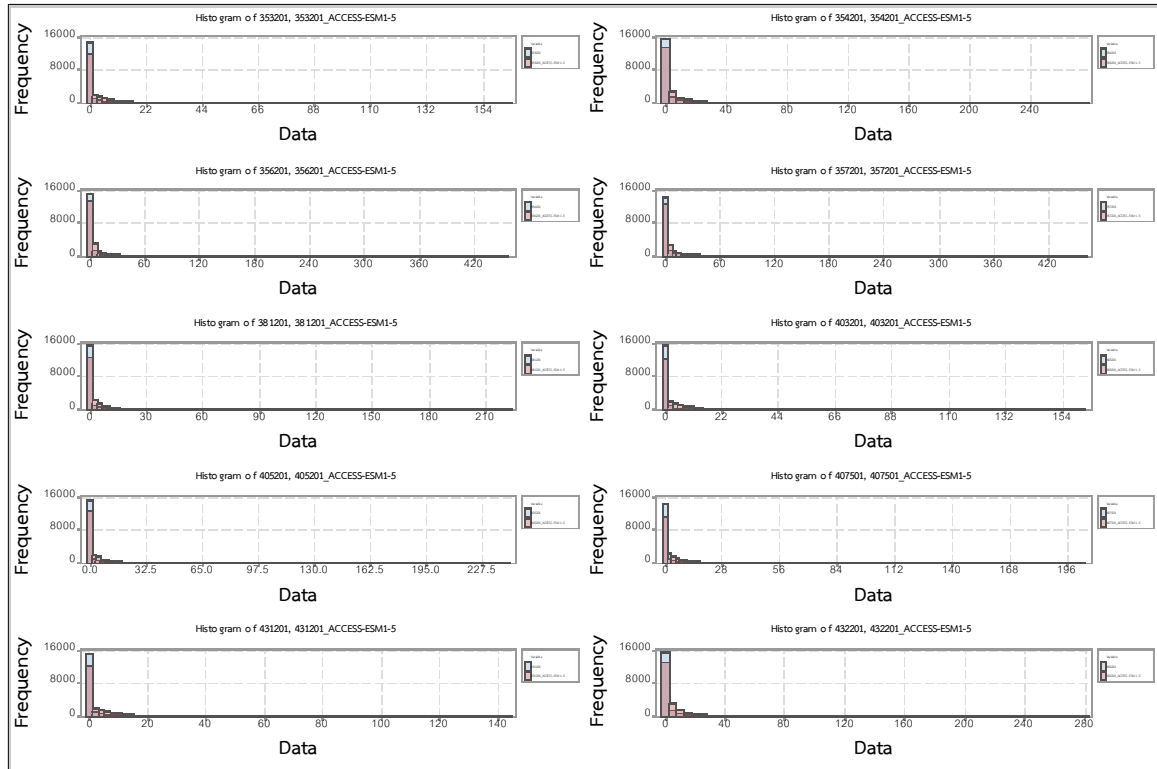
จากรูปที่ 4.6 ค่าข้อมูลสังเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยภาพรวม 10 สถานี จากทั้ง 5 แบบจำลอง จะเห็นได้ชัดว่า แบบจำลอง MIROC6 สามารถสังเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ในช่วง ปี ค.ศ.1961-2014 มีค่าเฉลี่ยภาพรวมที่ใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ จะมีความแม่นยำในช่วงฤดูหนาว ตามด้วยฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน (C.V.) ที่คำนวณได้ ทั้งนี้ หากวิเคราะห์แนวโน้มค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี ช่วงปี ค.ศ. 1961 – 2014 พบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์หรือค่าปริมาณฝนที่บันทึกวัดจริงในสถานีตรวจวัดน้ำฝนมีอัตราแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา มากกว่าค่าสังเคราะห์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ผลการศึกษาวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุจริตและคณะ (2558) ศึกษาพบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยตลอดช่วงปี ค.ศ. 1979 – 2006 มีทิศทางเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลา



รูปที่ 4.7 ค่าปริมาณฝนรายปีสังเกตการณ์การณและการณและฝนรายปีจากแบบจำลอง GCMs



รูปที่ 4.8 กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ในปีพื้นฐานของสถานี นครพนม (357201)



รูปที่ 4.9 กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันทั้ง 10 สถานีจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1-5

4.6 ผลการปรับแก้ค่าอคติผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

การปรับแก้ค่าอคติ (Bias Correction) หรือการปรับแต่งความคลาดเคลื่อนมีแนวคิดพื้นฐาน คือ การปรับผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกให้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้บันทึกวัดของสถานีตรวจวัดอากาศในอดีตในช่วงระยะเวลาเดียวกันของพื้นที่ศึกษา โดยมีสมมติฐานการปรับแก้ค่าอคติว่าชุดปริมาณน้ำฝนที่ชุดข้อมูลผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและค่าสังเกตการณ์ของของสถานีตรวจวัดอากาศในช่วงระยะเวลาเดียวกันของพื้นที่ศึกษาต้องมีระยะเวลายาว เพียงพอต่อการวิเคราะห์แนวโน้มค่าสถิติ และผลความสัมพันธ์จากการคำนวณระหว่างชุดข้อมูลทั้งสองในอดีตหรือช่วงเวลาพิจารณาจะเป็นรูปแบบความสัมพันธ์เดียวกันต่อไปในอนาคต

การศึกษานี้ใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscaling) จากผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและค่าบันทึกวัดปริมาณฝนจากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยวิธี Delta Method ซึ่งผ่านการประเมินแล้วว่ามีความเหมาะสมกับตัวแปรข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่ศึกษามากที่สุด ขั้นตอนการปรับแก้ความเอนเอียงเชิงสถิติและลดมาตราส่วนเพื่อเพิ่มความละเอียดของผลลัพธ์แล้วสามารถนำมาใช้ในการศึกษาสภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียดในระดับสถานีหรือลุ่มน้ำ มีหลักการมาจากวิธี Delta Method ซึ่งเป็นวิธีที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือน รวมทั้งวิธีการของ Watanabe et al. (2014) ที่ได้เพิ่มการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยรายเดือนด้วย ซึ่งขั้นตอนการปรับความแปรปรวนรายวันจากข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ (Bias) แล้ว จะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ที่ต้องการใช้ข้อมูลรายวันที่มีความสัมพันธ์เชิงอุตุ-อุทกวิทยากับข้อมูลค่าสังเกตการณ์มากที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ภัยแล้งต่อไป ขั้นตอนการปรับแก้ค่าอคติ จะดำเนินการในสองช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาปีพื้นฐาน ปีค.ศ. 1961 - 2014 และ ช่วงเวลาอนาคต ปีค.ศ. 2021 - 2080 โดยทำการปรับแก้ค่าอคติข้อมูลรายเดือนตามสมการที่ 1 เป็นขั้นตอนดำเนินการปรับแก้ค่าเฉลี่ยรายเดือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนต่อจากนั้นทำการปรับแก้ค่าอคติของข้อมูลรายวันตามสมการที่ 2 โดยใช้ค่ารายเดือนที่ปรับแก้แล้วจากสมการที่ 1

$$x_{mon,cor} = \sigma_{mon,cor} \left(\sigma_{mon,GCM.ref} \right)^{-1} \left(x_{mon,GCM.ref} - \bar{x}_{mon,GCM.ref} \right) + \bar{x}_{mon,cor} \quad (1)$$

$$x_{day,cor} = \alpha_{day,cor} \left(\alpha_{day,GCM.proj} \right)^{-1} \left(x_{day,GCM.ref} - \bar{x}_{day,GCM.proj} \right) + x_{mon,cor} \quad (2)$$

สำหรับการปรับแก้ข้อมูลฝนรายวันจะต่างจากตัวแปรอุตุนิยมวิทยาอื่น เนื่องจากปริมาณฝนรายเดือนเป็นผลรวมของปริมาณฝนรายวัน วิธีการปรับแก้ข้อมูลฝนรายวันทำโดยการสร้างกราฟ CDF จากข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและข้อมูลค่าสังเกตการณ์ ใช้ค่าพารามิเตอร์จากกราฟ CDF เพื่อการปรับแก้ด้วย correction factor ทำให้ปริมาณฝนรวมรายเดือนเท่ากับปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการปรับแก้ด้วยสมการที่ 1

การปรับแก้ค่าอคติของผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการนำชุดข้อมูลจากผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกไปวิเคราะห์หิใช้ เนื่องจากวิธีการปรับแก้มีผลอย่างมากต่อผลลัพธ์ (Watanabe et al., 2014) ดังนั้น วิธีการปรับแก้ค่าอคติจะอนุรักษ์ค่าสถิติของข้อมูล

สังเกตการณ์ไว้ ซึ่งสมมติฐานการรักษาค่าสถิติแนวโน้มของข้อมูลค่าสังเกตการณ์มีความสมเหตุสมผล สำหรับการปรับแก้ค่าอคติ (Hempel et al., 2013) ในกระบวนการปรับแก้ค่าอคติความแปรปรวนของข้อมูลรายเดือนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกได้รับการปรับแก้ในรูปแบบข้อมูลรายวันจากการเปลี่ยนแปลงค่าสถิติของข้อมูลรายเดือน โดยที่ค่าแนวโน้มทางสถิติของผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะถูกจากการอ้างอิงจากข้อมูลในปี พื้นฐานรูปแบบรายเดือนและรายวัน

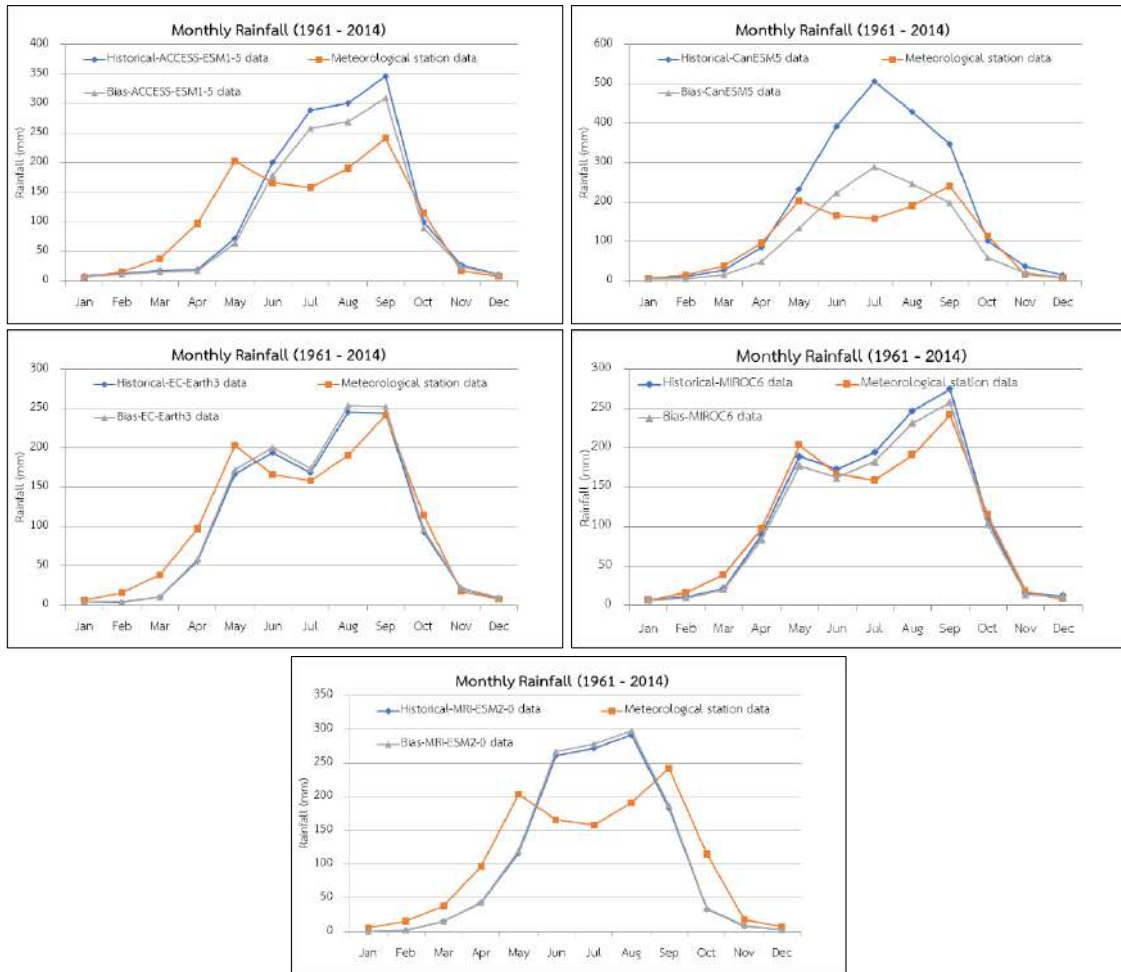
เป้าหมายของการปรับแก้ค่าอคติผลลัพธ์ของค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่และเวลา สมควรตรวจสอบความถูกต้องกับค่าข้อมูลที่ได้รับการตรวจวัดในระดับสถานี ดังแสดงตามที 4.13 และ 4.14 พบว่า ค่า BIAS และ RMSE ของค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายจังหวัดมีค่าที่ดีขึ้น ผลการปรับแก้ค่าอคติส่งผลให้ผลลัพธ์จากทุกแบบจำลองมีปริมาณผลรวมค่าปริมาณน้ำฝนมีค่าเท่ากับค่าสังเกตการณ์ (มีค่า BIAS = 1) และค่าคลาดเคลื่อน RMSE ลดลง สอดคล้องกับหลักการวิธีการปรับแก้ค่าอคติที่เลือกใช้ จากค่าการวิเคราะห์ก่อนและหลังการปรับแก้ค่าอคติ พบว่า ผลลัพธ์ของค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ MIROC6 มีเกณฑ์ตรวจสอบของค่าสถิติโดยรวมที่ดีที่สุด เนื่องจากการลดมาตราส่วนผลลัพธ์เชิงสถิติมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์ รองลงมาได้ คือ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ EC Earth3 แต่ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์เห็นได้ชัดว่า ทั้งแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ MIROC6 และ EC Earth3 ผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนของสถานีที่มีค่าปริมาณน้ำฝนที่สูงกว่าสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั่วไปที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเกณฑ์ปกติ คือ สถานีนครพนม และสถานีสกลนคร รวมทั้งค่าความละเอียดเชิงพื้นที่ (Atmospheric resolution) ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่เลือกใช้ทั้ง 5 แบบจำลองนี้ไม่มีผลต่อความแม่นยำของการสังเคราะห์ข้อมูลตัวแปรน้ำฝนในอดีตแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์การลดมาตราส่วนเชิงสถิติก่อนและหลังการปรับแก้ค่าอคติถือได้ว่าแบบจำลองทั้งสองมีสมรรถภาพการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่และเวลาเพียงพอสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตเพื่อพยากรณ์ภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้ ตามหลักการและเหตุที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้ผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกทั้ง 5 แบบจำลอง เพื่อเป็นข้อมูลทางเลือกในการตัดสินใจใช้ต่อไป

ตารางที่ 4.13 ค่า BIAS ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม./เดือน) ที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ

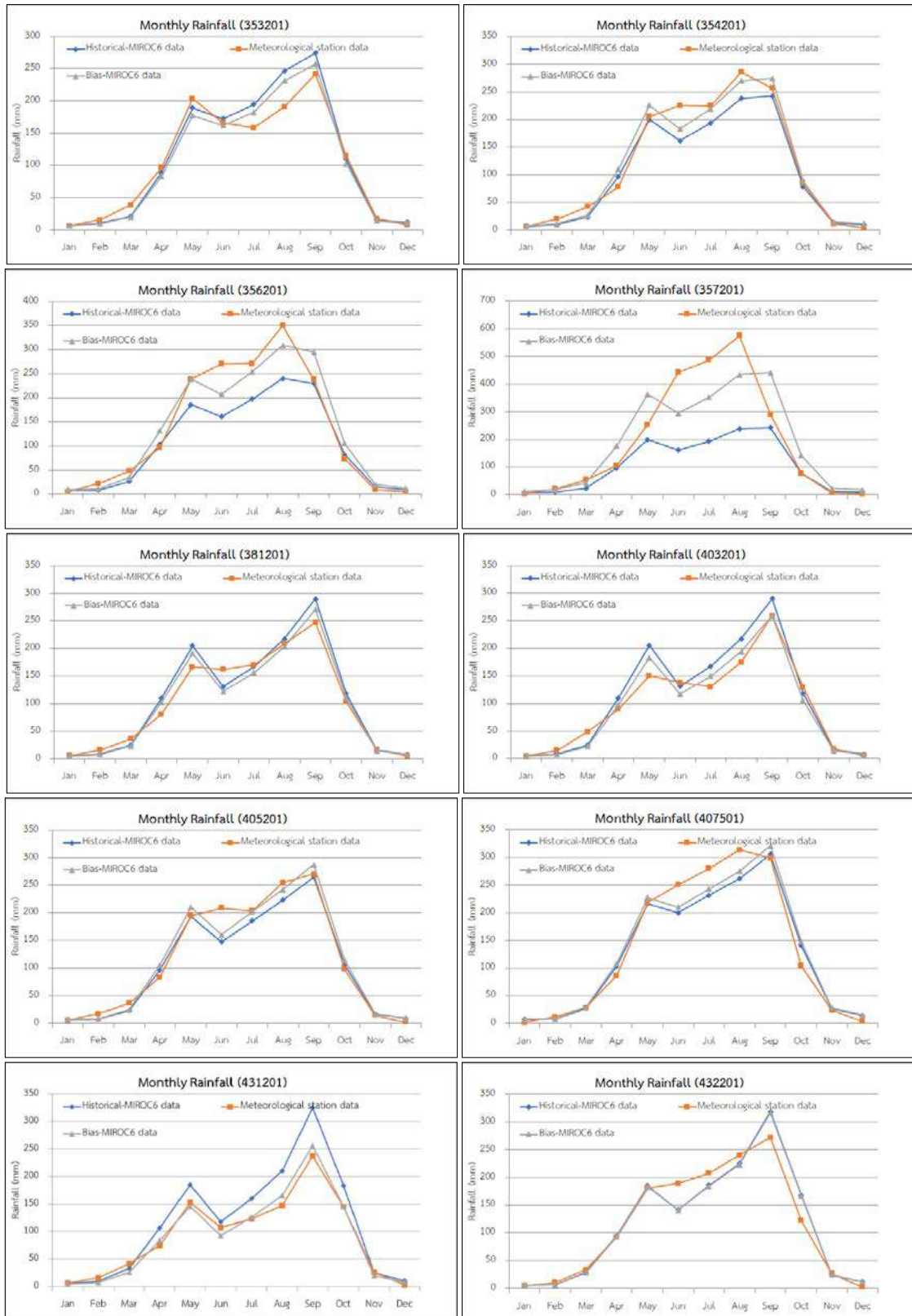
สถานี	ACCESS-ESM1-5	CanESM5	EC Earth3	MIROC6	MRI-ESM2-0
เลย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
อุดรธานี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สกลนคร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
นครพนม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ขอนแก่น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ชัยภูมิ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ร้อยเอ็ด	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
อุบลราชธานี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
นครราชสีมา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สุรินทร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
เฉลี่ย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 4.14 ค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม./เดือน) ที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ

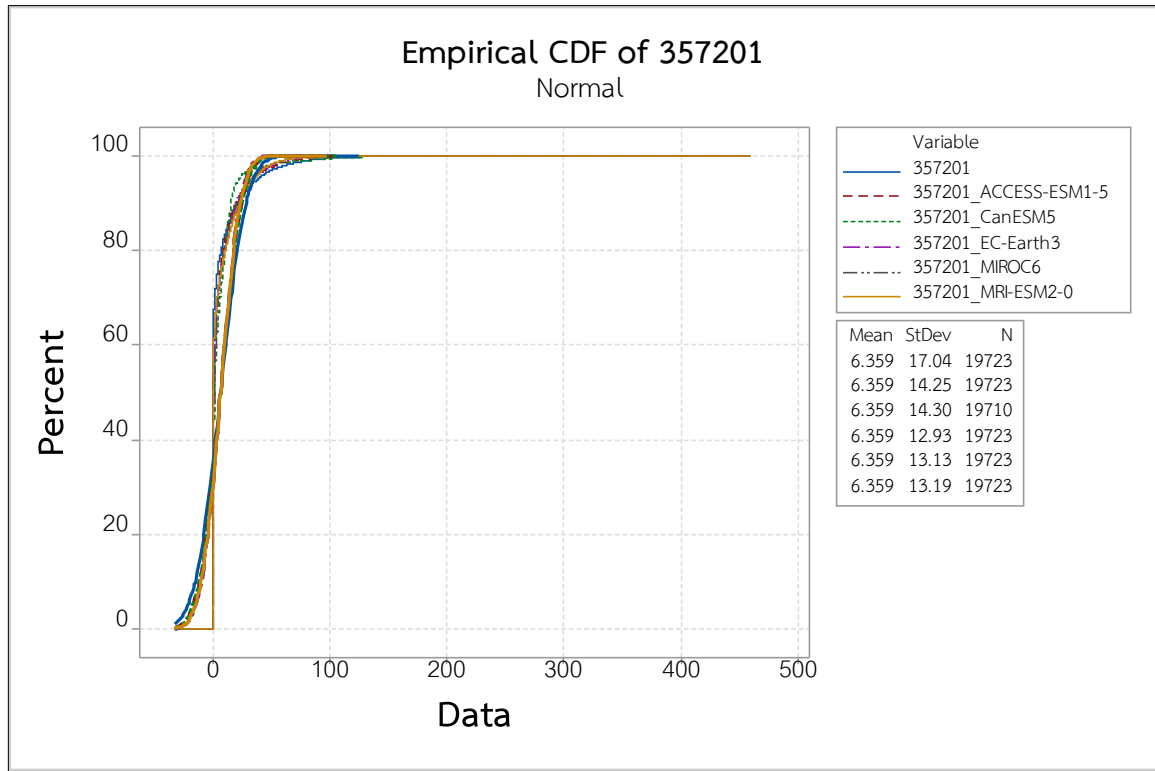
สถานี	ACCESS-ESM1-5	CanESM5	EC Earth3	MIROC6	MRI-ESM2-0
เลย	3.34	3.34	2.66	2.73	3.67
อุดรธานี	3.62	3.54	3.03	3.33	3.54
สกลนคร	4.30	3.95	3.60	3.73	3.94
นครพนม	6.01	5.80	5.06	5.92	5.19
ขอนแก่น	3.19	2.86	2.71	2.84	3.09
ชัยภูมิ	3.20	2.97	2.77	2.82	3.28
ร้อยเอ็ด	3.79	3.19	2.92	3.15	3.49
อุบลราชธานี	3.91	3.44	3.48	3.59	3.41
นครราชสีมา	2.91	2.65	2.49	2.34	2.83
สุรินทร์	3.52	3.15	2.93	3.09	3.18
เฉลี่ย	3.78	3.49	3.17	3.35	3.56



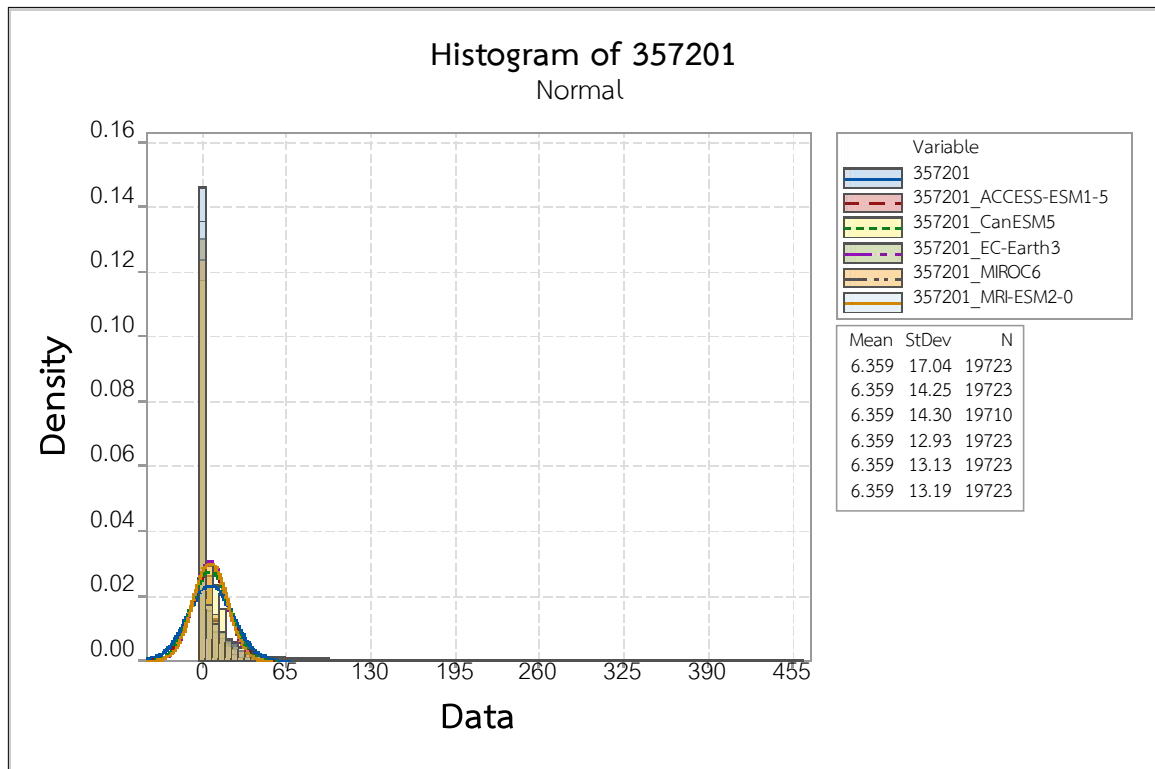
รูปที่ 4.10 การปรับแก้ค่าอคติปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากผลลัพธ์ของ GCMs ของสถานีเลย (353201)



รูปที่ 4.11 การปรับแก้ค่าอคติปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปีพื้นฐานจากผลลัพธ์ของ MIROC6 Model



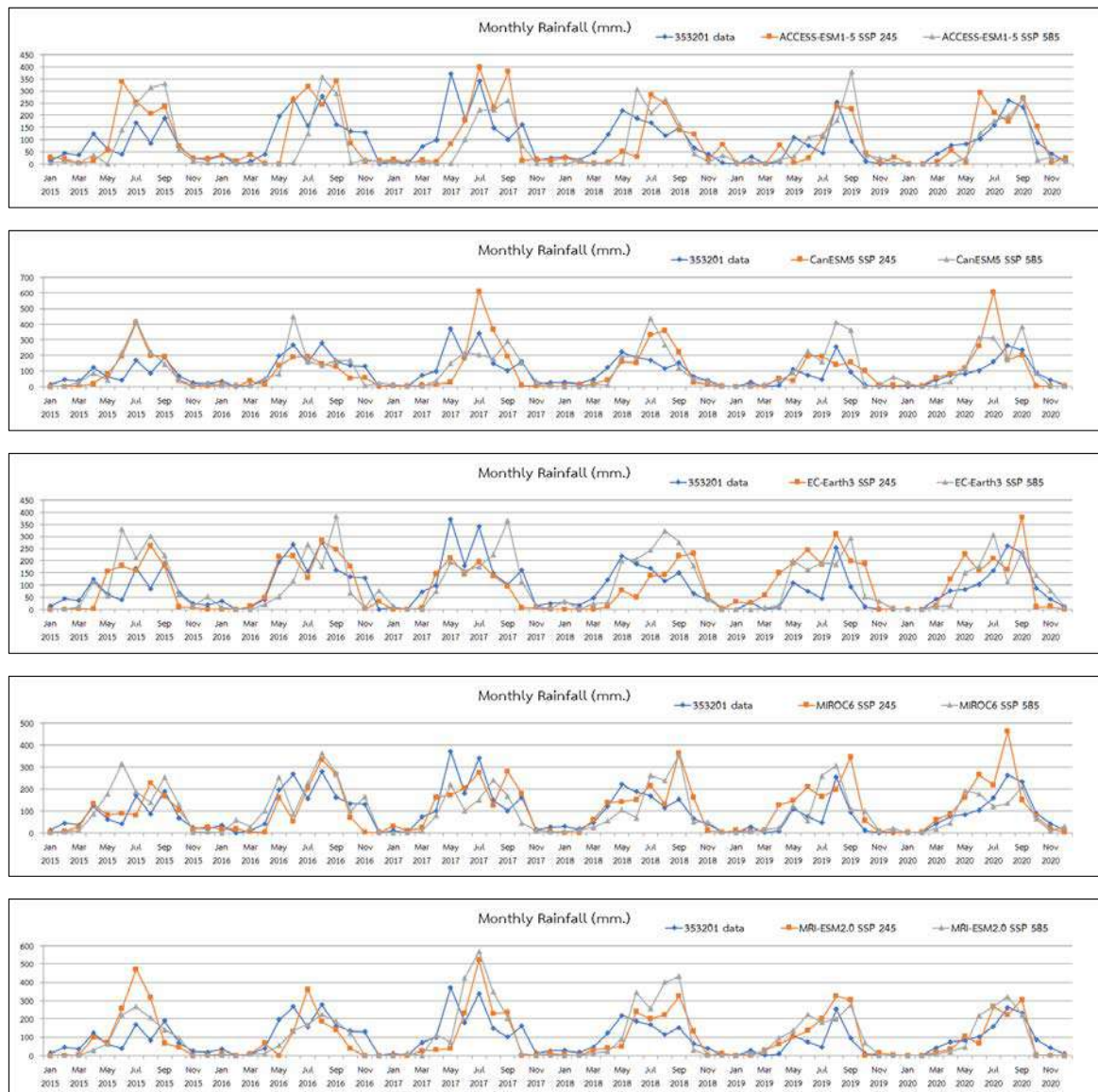
รูปที่ 4.12 กราฟ CDF ของข้อมูลฝนรายวันจาก GCMs ในปีพื้นฐานของสถานีนครพนม (357201)



รูปที่ 4.13 กราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันจาก GCMs ในปีพื้นฐานของสถานีนครพนม (357201)

4.7 การประเมินผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

การประเมินผลการคาดการณ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของผลลัพธ์การคาดการณ์จากภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change Scenarios) ของแบบจำลองภูมิอากาศโลก โดยการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละสถานีกับผลลัพธ์การคาดการณ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ในช่วงปี ค.ศ. 2015-2020 ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือน จากทั้ง 5 แบบจำลอง มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายเดือนที่ใกล้เคียงกัน แต่การกระจายตัวของฝนรายเดือนจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับผลการประเมินของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลอง MIROC6 มีรูปแบบการกระจายตัวของค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์มากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนที่สังเคราะห์ได้มีความแม่นยำดีมากในช่วงเดือนฤดูหนาว, ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ ตามที่ได้แสดงในรูปที่ 4.14 และภาคผนวก



รูปที่ 4.14 ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีเลย (353201)

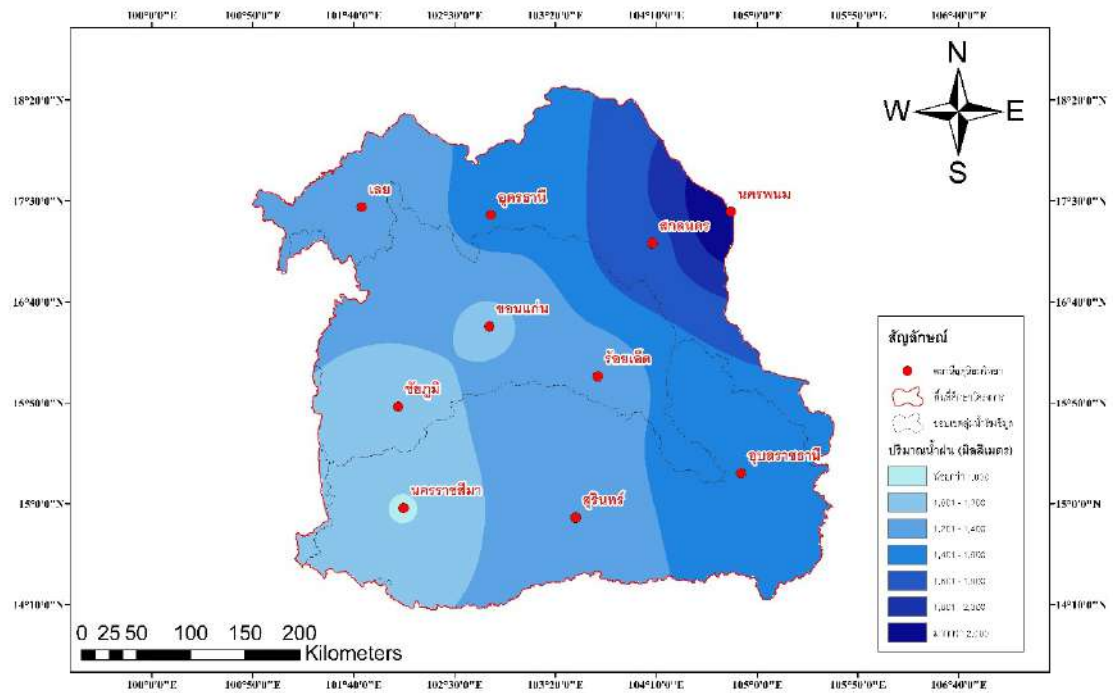
4.8 ผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนจากวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ได้ใช้แนวทางการตามแนวคิดของ อานาจ ชิดไธสง และคณะ (2553) หลักการคือพิจารณาเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่พัฒนาล่าสุด จาก Coupled Model Inter-Comparison Phase 6 (CMIP6) ที่สร้างมูลฐานของรายงานการประเมินครั้งที่ 6 fifth assessment report (AR6) ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ภาพจำลองอนาคตของ AR6 นั้นเรียกว่า “Shared Socioeconomic Pathways” (SSPs) กับการพิจารณาความสอดคล้องในการจำลองสภาพภูมิอากาศปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกกับปริมาณฝนสังเกตการณ์การณจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 10 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ. 1961-2014

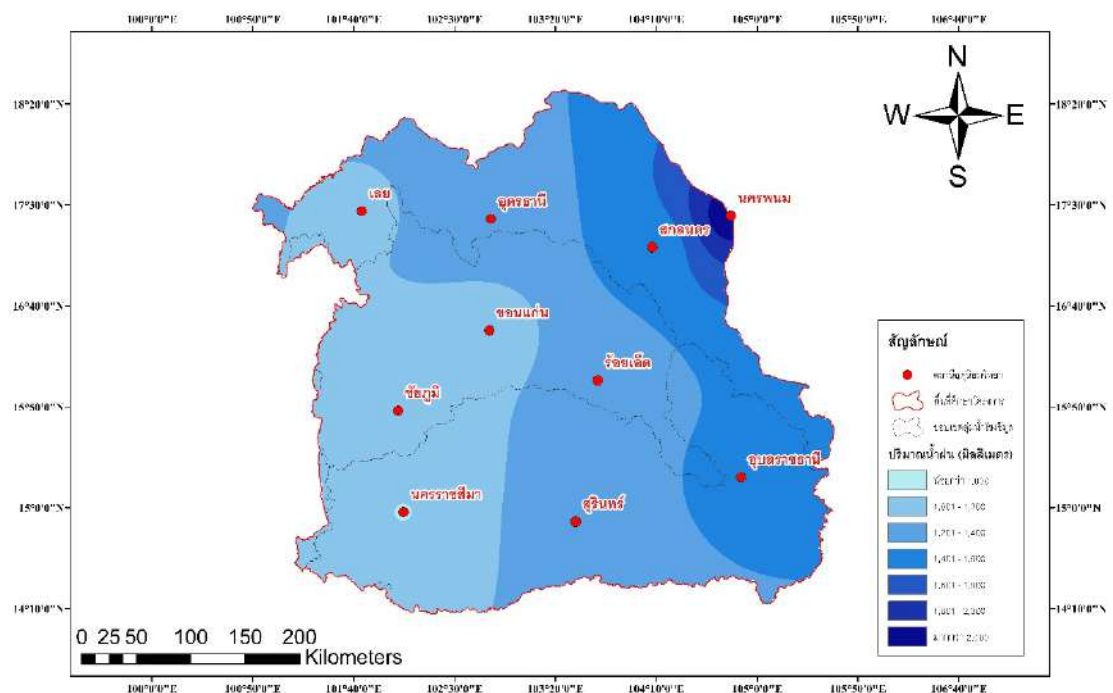
ผลที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศนี้ ได้นำมาเข้ากระบวนการจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีการปรับค่าแก้ตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญให้สอดคล้องกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้ง 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา โดยการคาดการณ์ปริมาณฝนโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติด้วยวิธีเดลต้าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961- 2014 เพื่อที่จะคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาอนาคต 2021-2080 จากผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

4.8.1 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

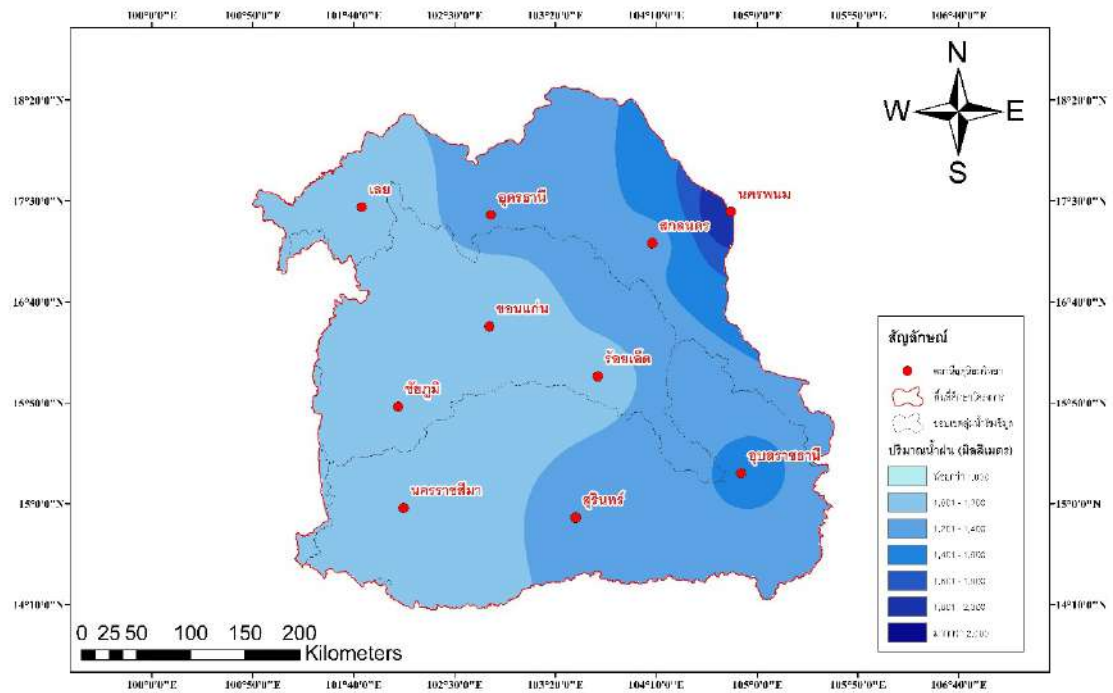
ภาพฉายอนาคตของปริมาณน้ำฝนอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนรายปีผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ ACCESS-ESM1.5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 ซึ่งให้เห็นว่าปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ทั้ง SSP 245 และ SSP 585 มีปริมาณลดลงประมาณ 1.80-14.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961- 2014 และภายใต้ภาพฉาย SSP 245 ในปี ค.ศ.2021- 2040 (ช่วงทศวรรษที่ 2020s) ปริมาณน้ำฝนรายปีมีปริมาณลดลงน้อยกว่าในช่วงทศวรรษที่ 2060s และ 2080s โดยมีปริมาณฝนลดลงประมาณ 1.80, 8.80 และ 12.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในช่วงทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s ภายใต้ภาพฉาย SSP 585 ปริมาณน้ำฝนรายปีมีปริมาณลดลงมากกว่า SSP 245 โดยมีปริมาณฝนลดลงประมาณ 8.36, 11.15 และ 14.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12



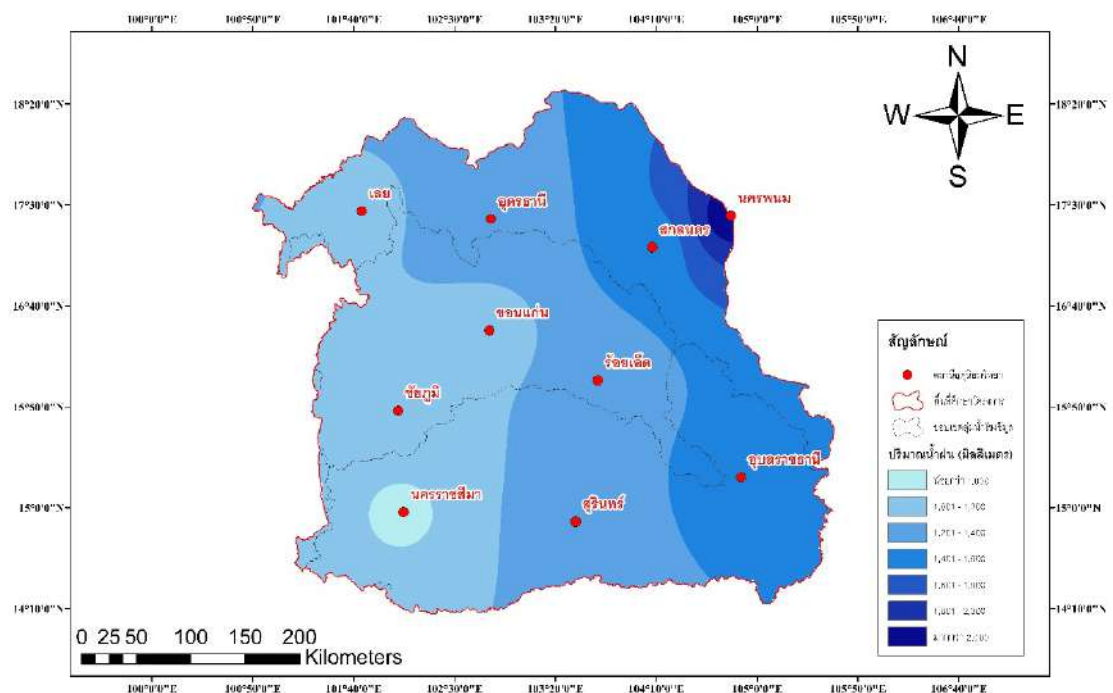
รูปที่ 4.15 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



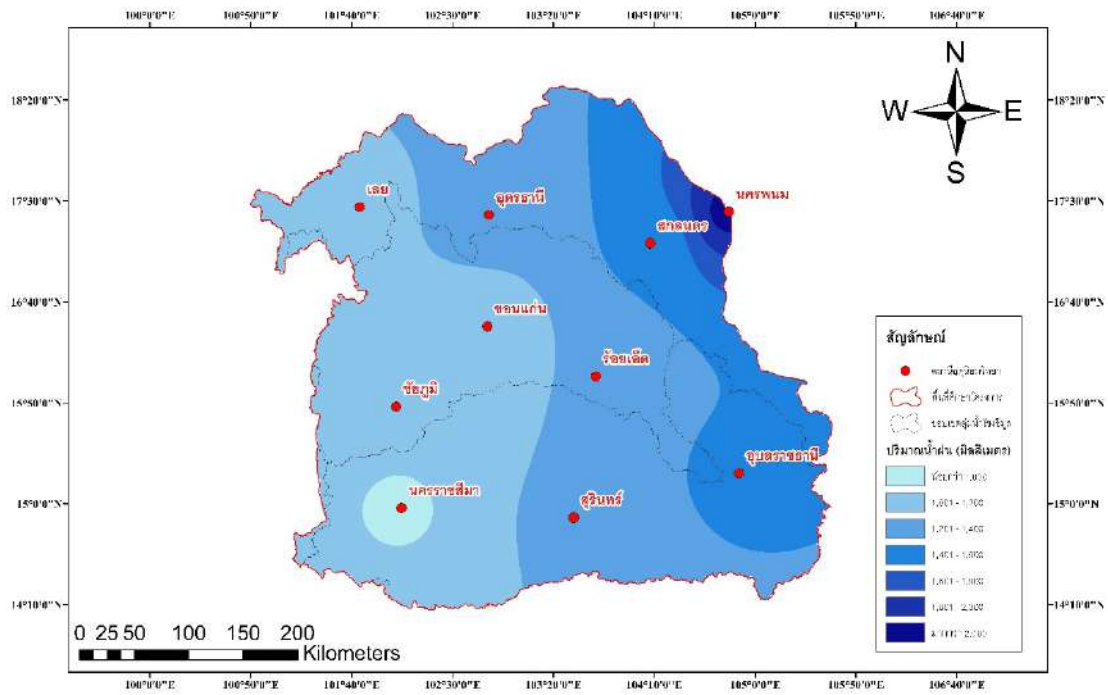
รูปที่ 4.16 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



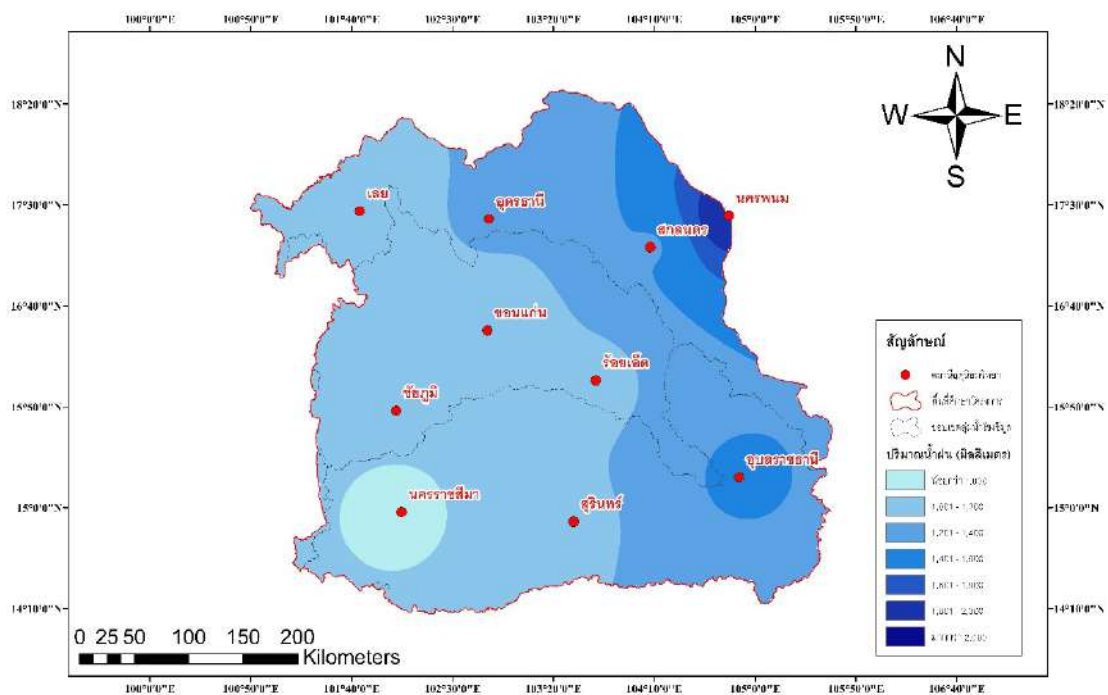
รูปที่ 4.17 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



รูปที่ 4.18 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



รูปที่ 4.19 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



รูปที่ 4.20 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585

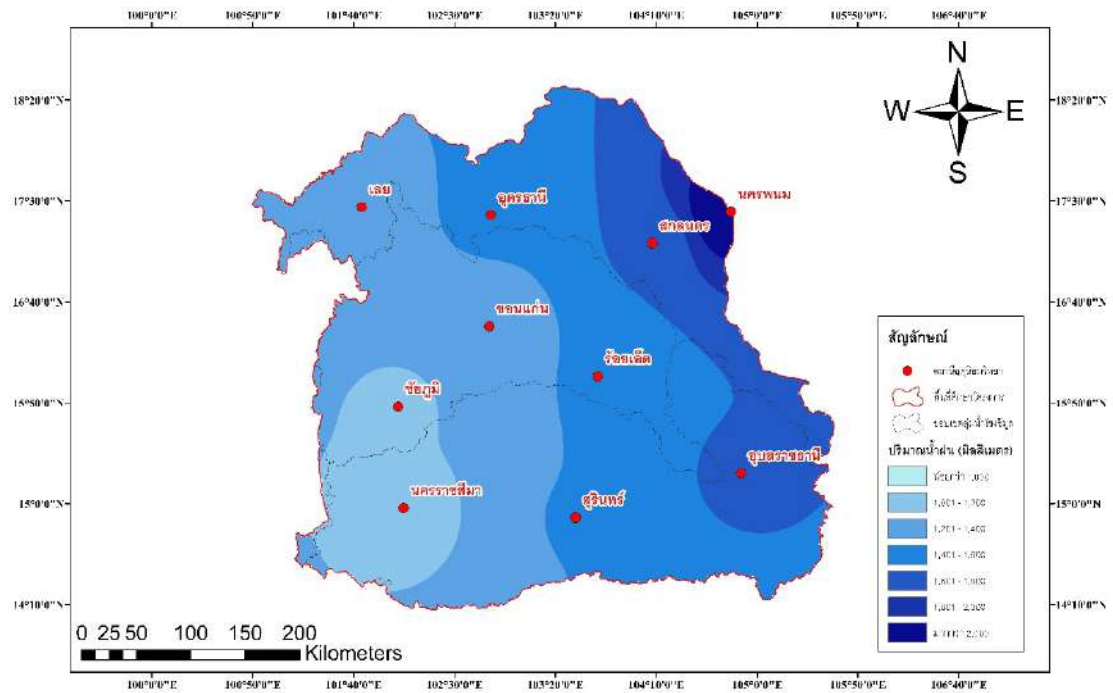
ตาราง 4.15 แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง ACCESS-ESM1.5

สถานี	Observe Data (mm./year)	ACCESS-ESM1.5 SSP 245 (mm./year)			ACCESS-ESM1.5 SSP 585 (mm./year)		
		2021-2040	2041-2060	2061-2080	2021-2040	2041-2060	2061-2080
เลย	1,259.02	1,253.70	1,174.97	1,132.28	1,156.17	1,132.57	1,109.86
อุดรธานี	1,444.73	1,452.96	1,307.77	1,240.32	1,313.39	1,289.35	1,229.58
สกลนคร	1,629.54	1,782.12	1,491.54	1,366.33	1,513.73	1,442.35	1,391.00
นครพนม	2,322.43	2,335.65	2,102.26	1,993.84	2,111.30	2,072.65	1,976.57
ขอนแก่น	1,216.91	1,151.24	1,089.81	1,013.25	1,095.30	1,052.41	1,007.32
ชัยภูมิ	1,163.08	1,109.13	1,075.53	1,062.57	1,063.62	1,022.56	1,012.06
ร้อยเอ็ด	1,386.62	1,311.79	1,241.79	1,154.56	1,248.05	1,199.18	1,147.80
อุบลราชธานี	1,623.53	1,564.41	1,481.77	1,422.97	1,546.51	1,478.14	1,436.77
นครราชสีมา	1,081.57	988.48	996.87	1,017.25	957.94	960.08	929.77
สุรินทร์	1,383.76	1,301.21	1,272.34	1,231.64	1,292.20	1,243.63	1,179.55

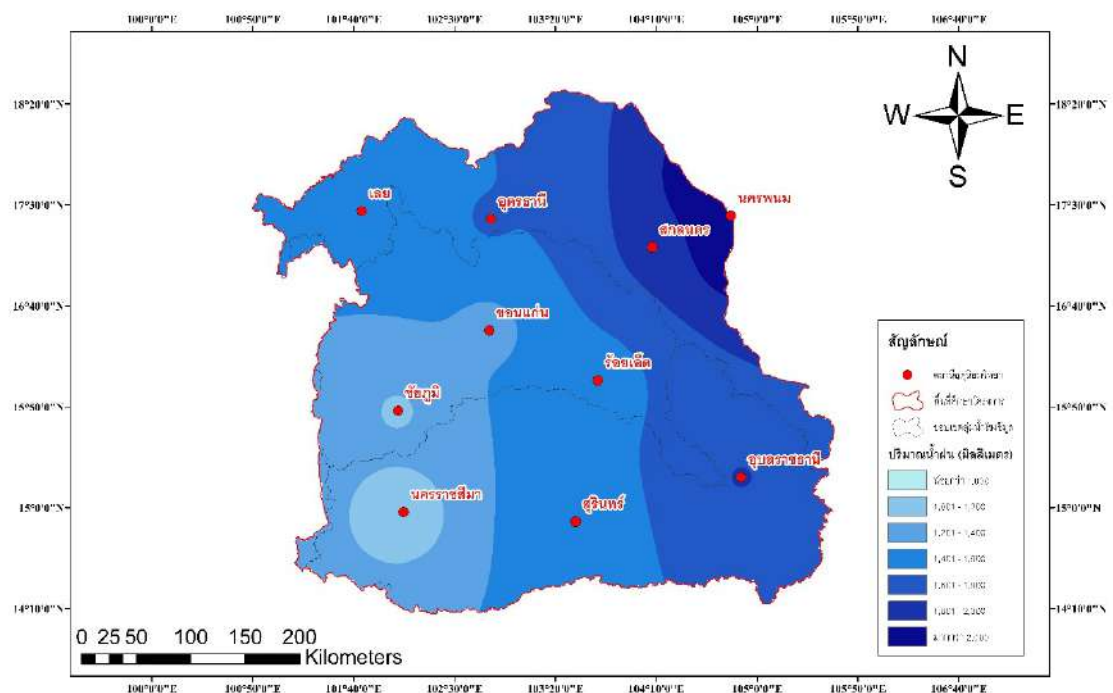
การวิเคราะห์สภาพฝนในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตของฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปีค.ศ. 2021 – 2040 เปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐาน ในปีค.ศ. 1961-2014 ของแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงมีทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่าปริมาณฝนจะผันแปรกันไปตามพื้นที่ กล่าวคือ ปริมาณฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ลดลงจากปีพื้นฐาน ยกเว้นสถานการณ์ภาพฉาย SSP 245 สถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาที่จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ สถานีสกลนคร นครพนม และอุดรธานี มีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นประมาณ 152.59, 13.22 และ 8.22 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ แต่ในช่วงเวลาอนาคตอันไกล (Far Future) ในช่วงทศวรรษที่ 2040s และ 2060s ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า ทุกสถานีมีค่าปริมาณฝนลดลงทั้งหมด ตามค่าที่ได้แสดงในตารางที่ 4.15 และการศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนของแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สถานีนครราชสีมามีภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยน้อยที่สุด และสถานีนครพนมมีภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมากที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีตรวจวัดทั้ง 10 สถานีในพื้นที่ศึกษา

4.8.2 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง CanESM5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

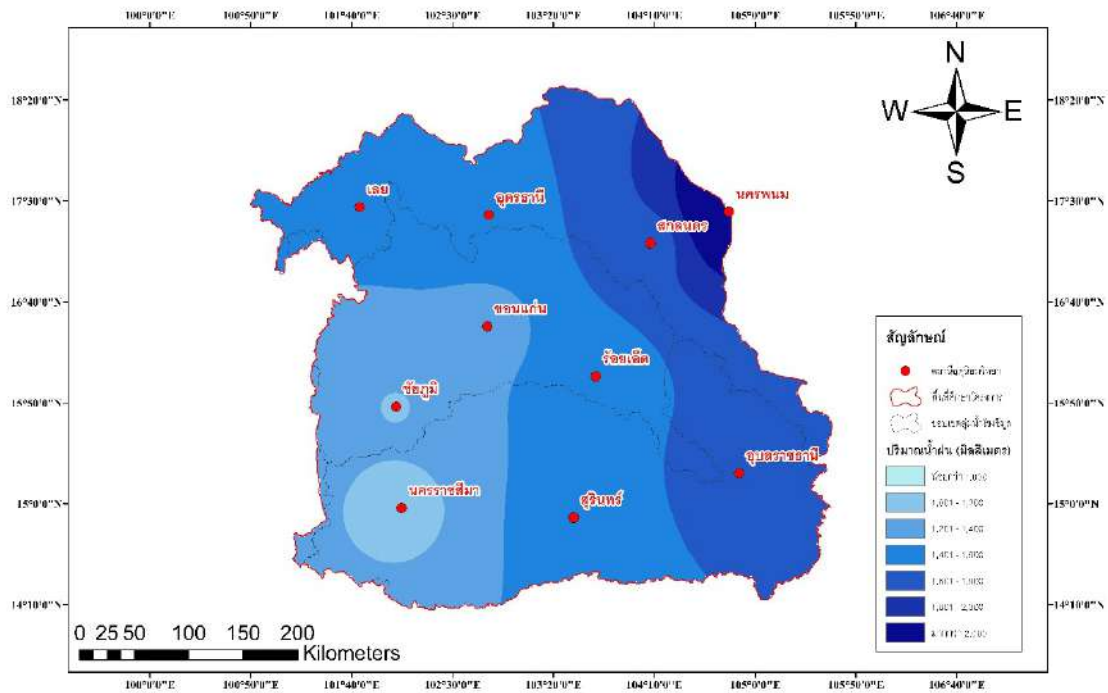
ภาพฉายอนาคตของปริมาณน้ำฝนอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนรายปีผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ CanESM5 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า ทุกสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั้ง RCP4.5 และ RCP8.5 มีปริมาณฝนรายปีเพิ่มขึ้นประมาณ 0.81-10.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษที่ 1980s



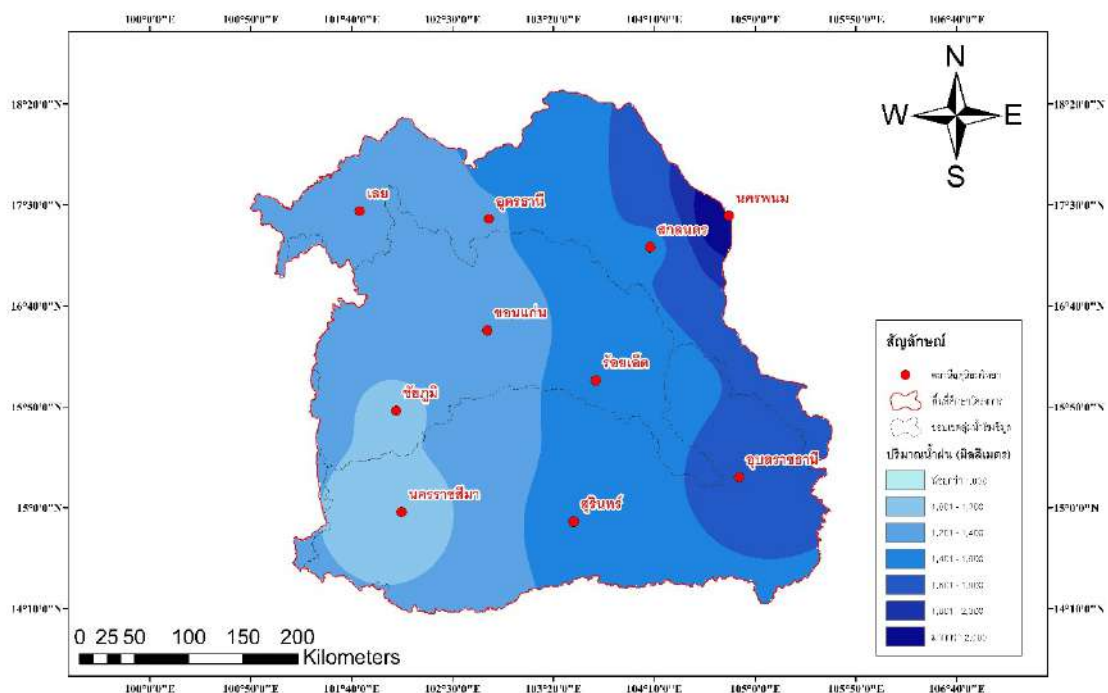
รูปที่ 4.21 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245



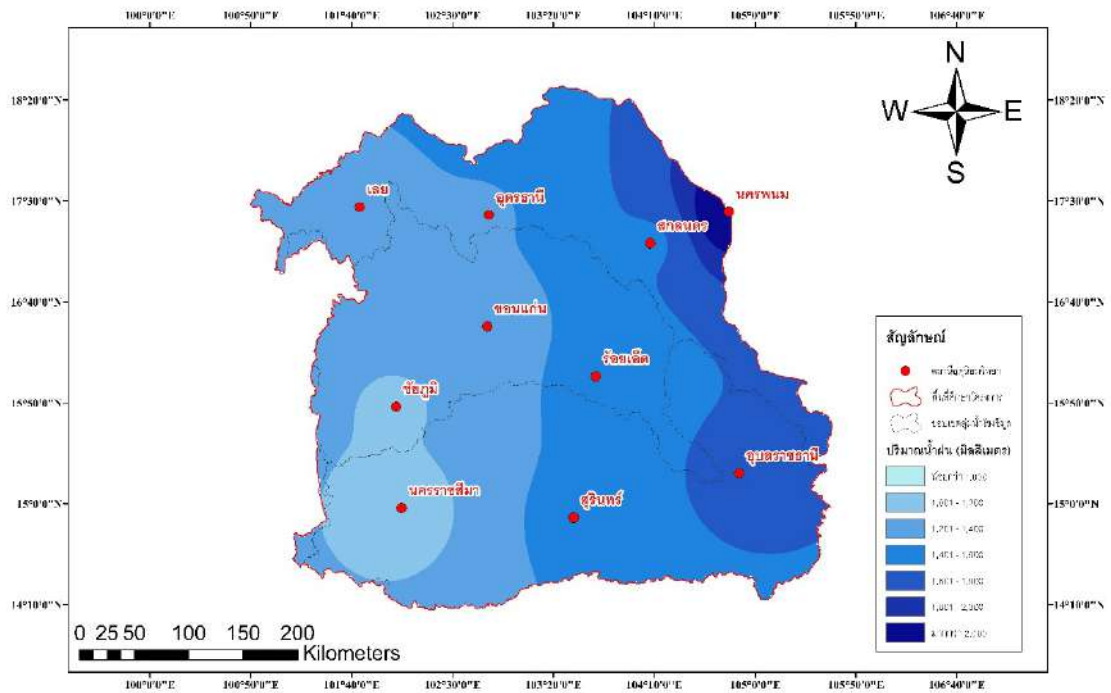
รูปที่ 4.22 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245



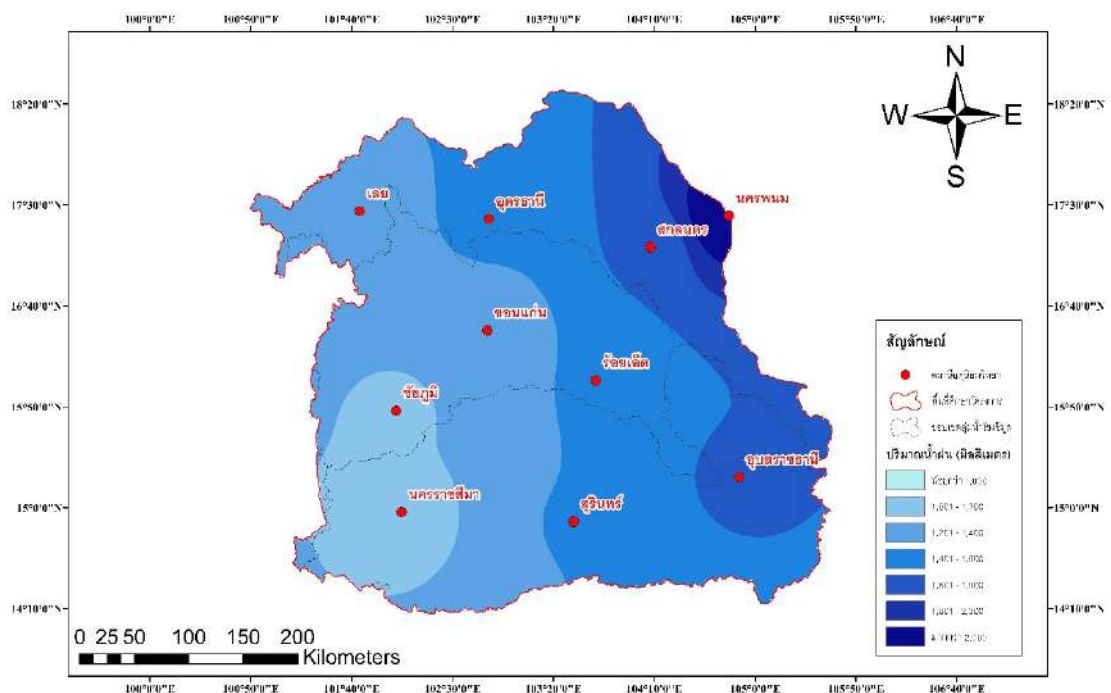
รูปที่ 4.23 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง CanESM5 SSP 245



รูปที่ 4.24 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585



รูปที่ 4.25 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585



รูปที่ 4.26 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง CanESM5 SSP 585

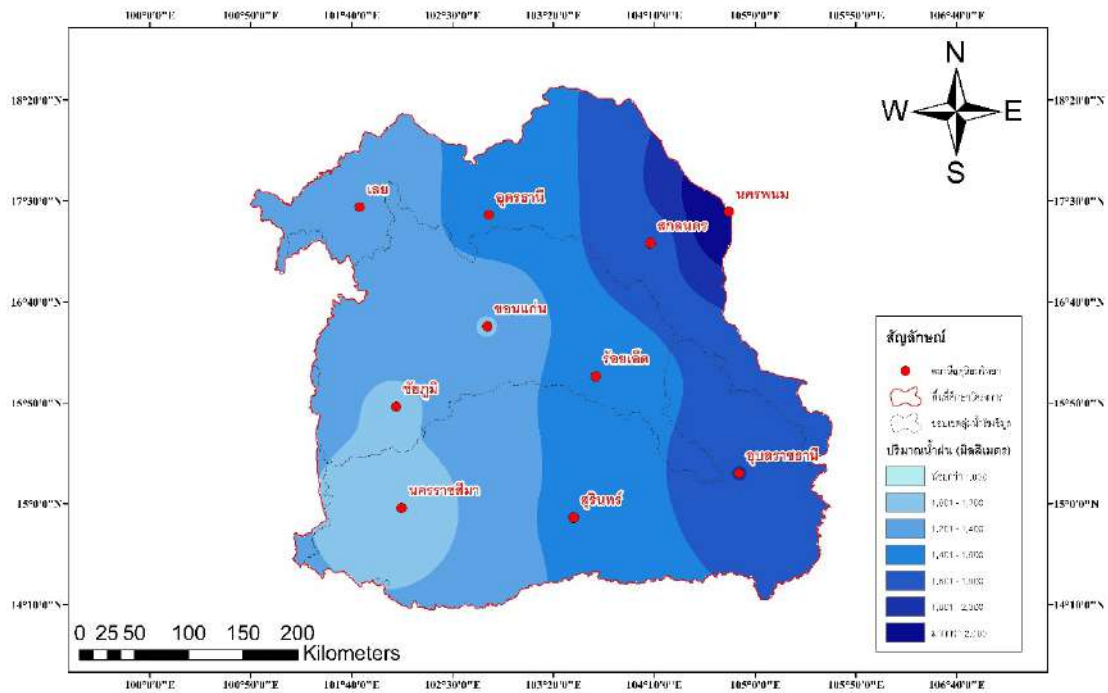
ตาราง 4.16 แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง CanESM5

สถานี	CanESM5 SSP 245 (mm./year)			CanESM5 SSP 585 (mm./year)		
	2021-2040	2041-2060	2061-2080	2021-2040	2041-2060	2061-2080
เลย	1,301.91	1,436.35	1,412.84	1,307.83	1,382.38	1,357.29
อุดรธานี	1,452.13	1,609.03	1,536.13	1,396.85	1,390.92	1,457.10
สกลนคร	1,637.88	1,814.85	1,732.63	1,575.52	1,568.84	1,643.48
นครพนม	2,334.32	2,586.55	2,469.36	2,245.45	2,235.93	2,342.31
ขอนแก่น	1,240.96	1,351.09	1,304.17	1,269.20	1,267.76	1,319.96
ชัยภูมิ	1,144.73	1,186.95	1,191.06	1,166.60	1,164.33	1,135.49
ร้อยเอ็ด	1,414.03	1,539.52	1,486.05	1,446.21	1,444.56	1,504.05
อุบลราชธานี	1,655.62	1,802.55	1,739.95	1,693.30	1,691.37	1,761.02
นครราชสีมา	1,064.51	1,103.77	1,107.58	1,084.84	1,082.73	1,055.91
สุรินทร์	1,411.11	1,536.34	1,482.98	1,443.22	1,441.58	1,500.94

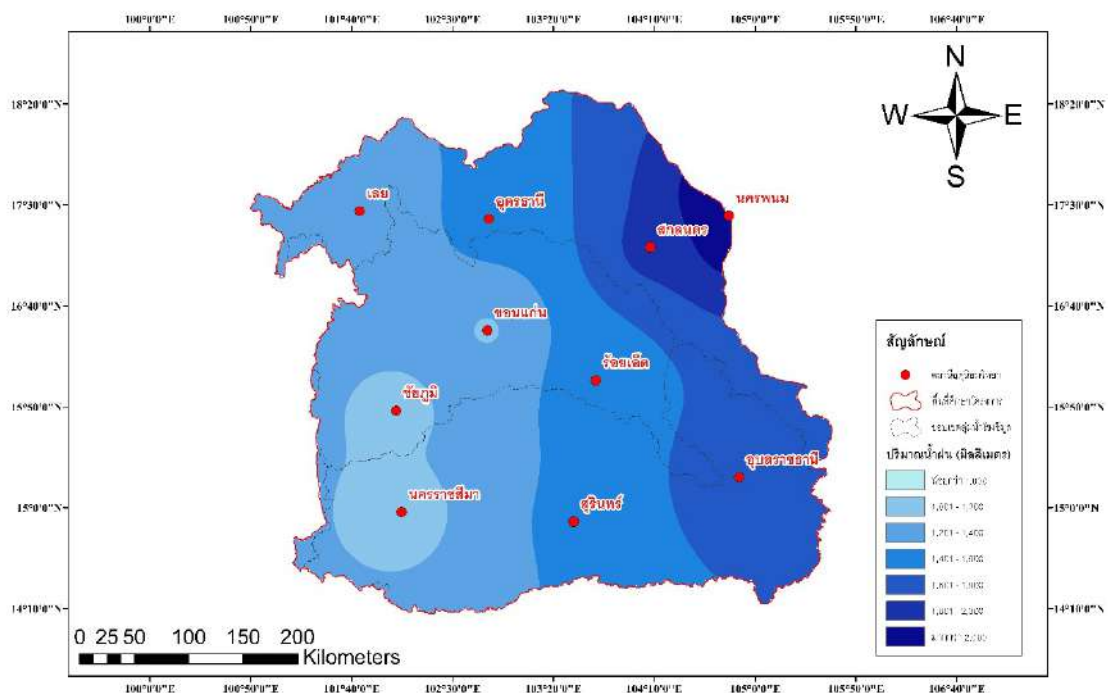
การวิเคราะห์สภาพฝนในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตของฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้และไกลของแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ภาพฉาย SSP 245 การมีเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนมากกว่า SSP 585 จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณฝนจะผันแปรกันไปตามพื้นที่ กล่าวคือ ภาพฉาย SSP 245 ทุกสถานีมีปริมาณฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นจากปีพื้นฐาน ประมาณ 1.01-10.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในช่วงเวลาอนาคตช่วงทศวรรษที่ 2040s เพิ่มขึ้นมากที่สุด 10.03 เปอร์เซ็นต์ สถานการณ์ภาพฉาย SSP 585 มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยค่าปริมาณฝนของแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำฝนจะผันแปรกันไปตามพื้นที่และเวลา เช่นเดียวกัน สถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ สถานีอุดรธานี สกลนคร และนครพนม มีค่าปริมาณฝนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐาน ในปีค.ศ. 1961-2014 ทั้งสามช่วงเวลาอนาคตในช่วงทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s แต่โดยค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่มีการเพิ่มขึ้นประมาณ 0.81, 1.10 และ 3.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามค่าที่ได้แสดงในตารางที่ 4.16 และการศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนของแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สถานีสถานีอุดรธานี สกลนคร และนครพนม มีภาพจำลองปริมาณฝนที่แปรปรวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับสถานีตรวจวัดทั้ง 10 สถานีในพื้นที่ศึกษา

4.8.3 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง EC-Earth3 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

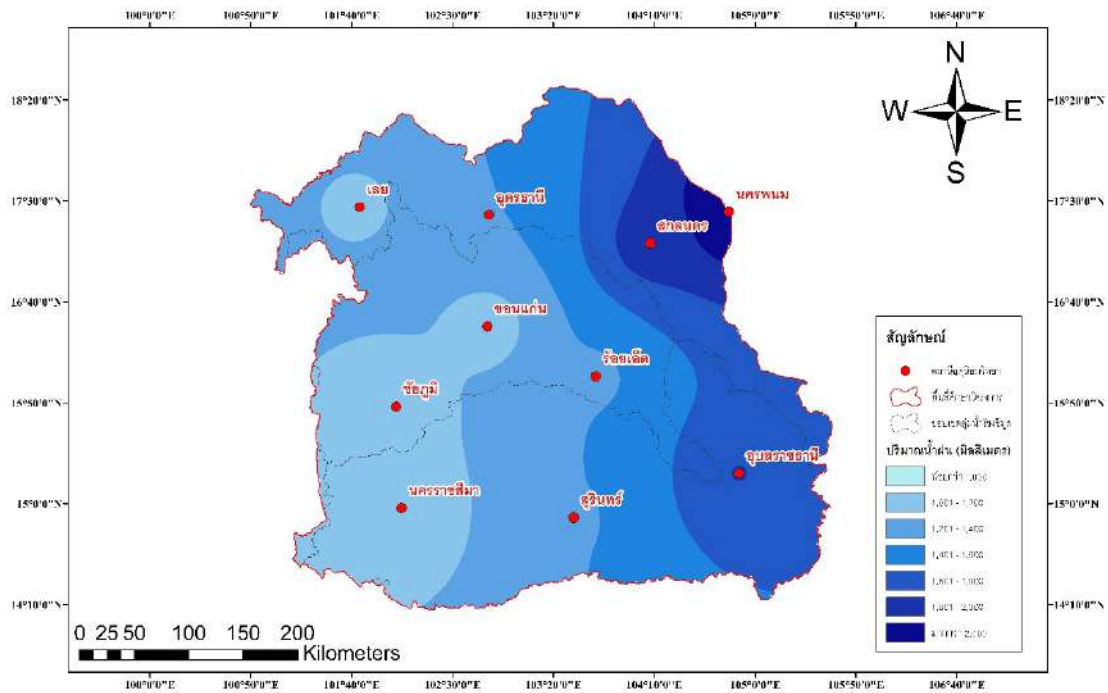
ภาพฉายอนาคตของปริมาณน้ำฝนอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนรายปีผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ EC-Earth3 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 ชี้ให้เห็นว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณฝนจะผันแปรกันไปตามพื้นที่และระยะเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษที่ 1980s



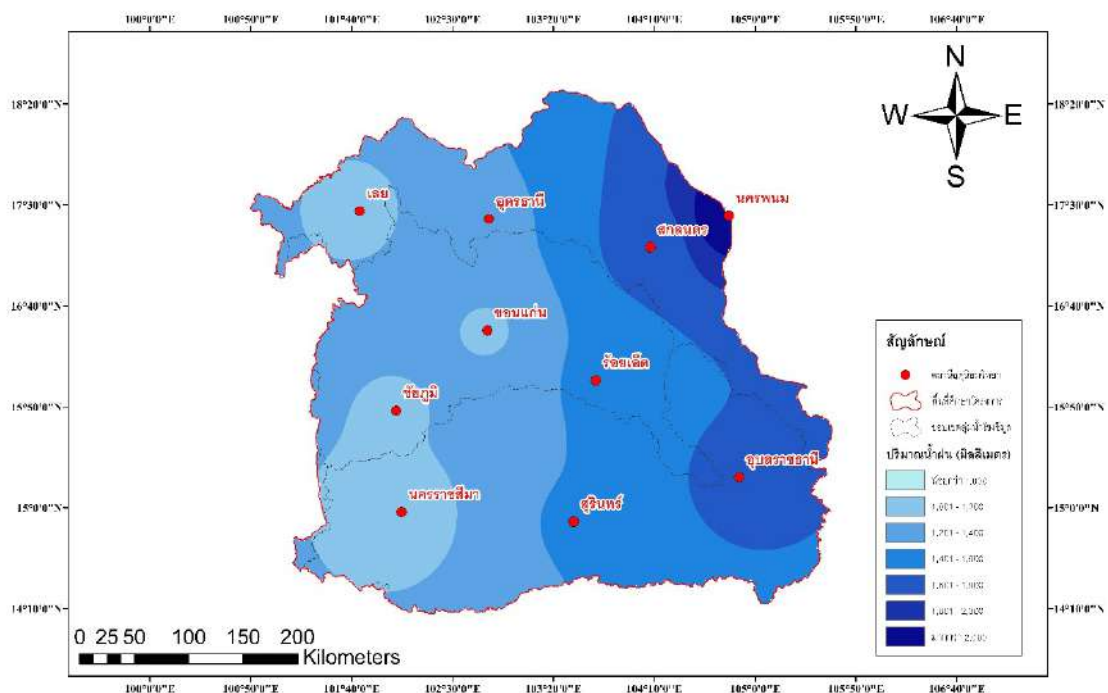
รูปที่ 4.27 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



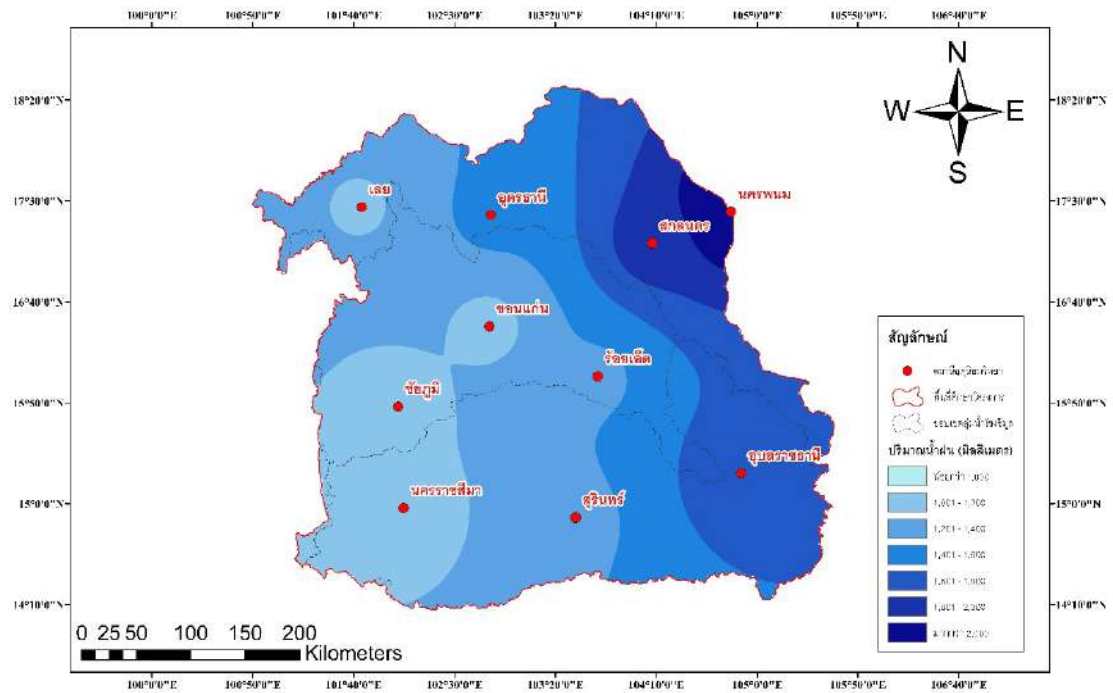
รูปที่ 4.28 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



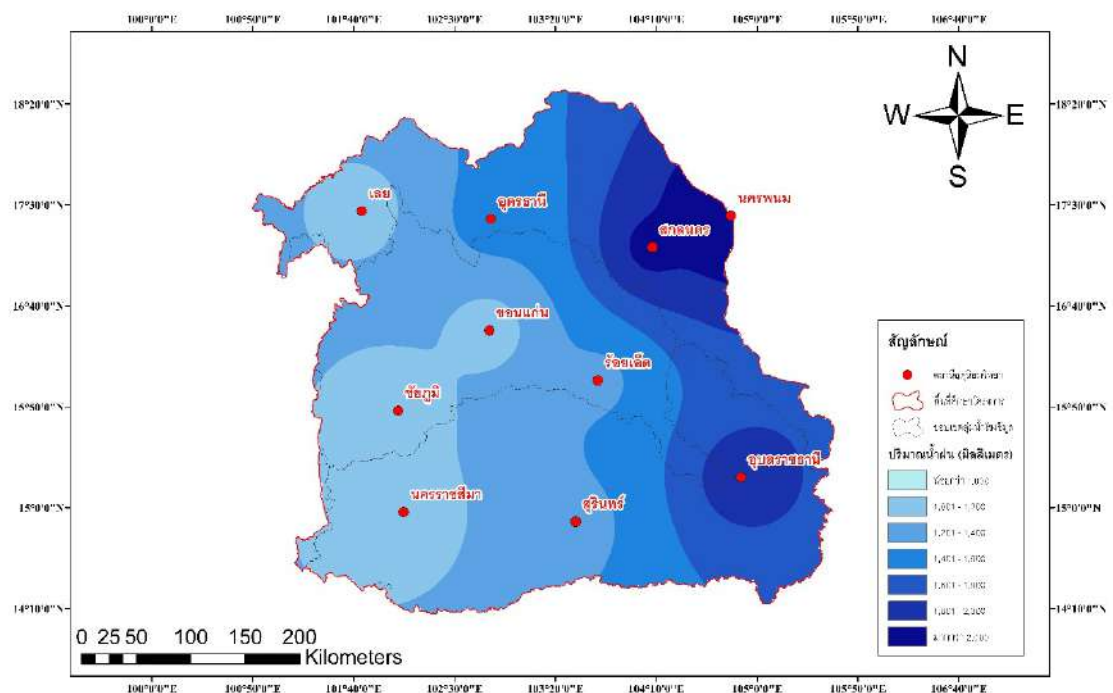
รูปที่ 4.29 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



รูปที่ 4.30 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585



รูปที่ 4.31 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585



รูปที่ 4.32 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585

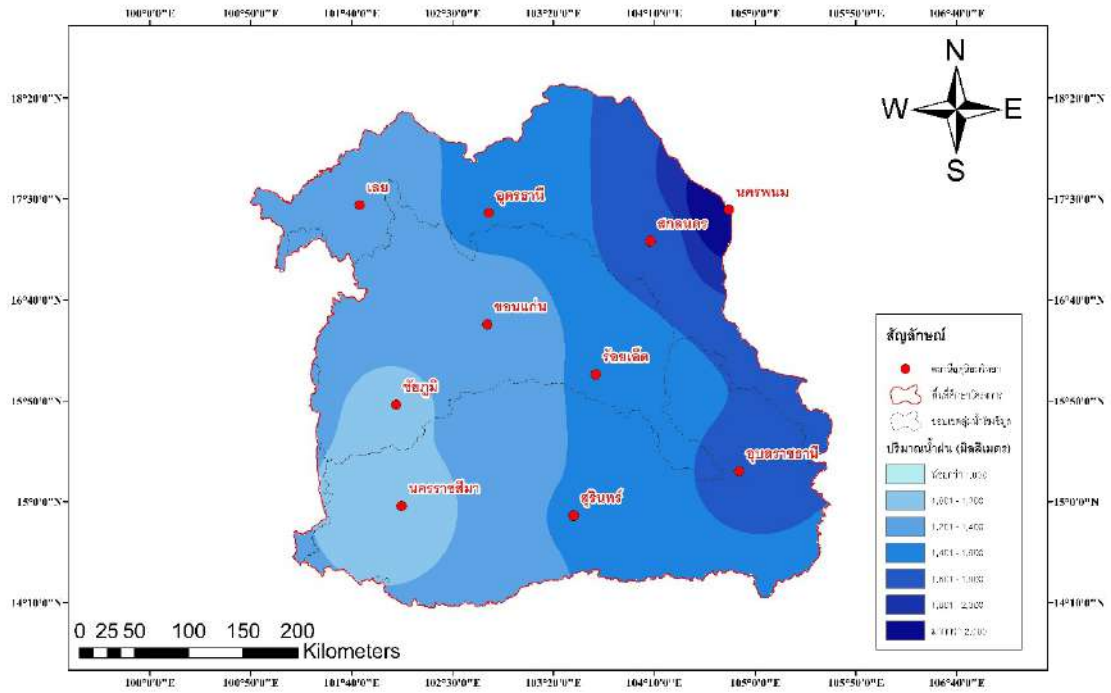
ตาราง 4.17 แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง EC Earth3

สถานี	EC Earth3 SSP 245 (mm./year)			EC Earth3 SSP 585 (mm./year)		
	2021-2040	2041-2060	2061-2080	2021-2040	2041-2060	2061-2080
เลย	1,210.31	1,219.39	1,171.93	1,140.36	1,176.86	1,133.08
อุดรธานี	1,466.91	1,457.31	1,400.32	1,372.36	1,445.35	1,447.60
สกลนคร	1,749.78	1,834.70	1,885.79	1,686.20	1,909.48	2,053.97
นครพนม	2,358.08	2,342.65	2,251.04	2,206.09	2,323.42	2,327.05
ขอนแก่น	1,191.32	1,187.76	1,107.08	1,164.85	1,124.67	1,108.03
ชัยภูมิ	1,180.16	1,146.30	1,100.03	1,175.91	1,114.84	1,105.06
ร้อยเอ็ด	1,466.11	1,453.23	1,379.90	1,420.09	1,365.09	1,366.25
อุบลราชธานี	1,802.24	1,776.75	1,802.88	1,688.19	1,770.13	1,896.80
นครราชสีมา	1,054.89	1,120.26	1,009.99	1,084.09	1,041.72	1,050.79
สุรินทร์	1,410.76	1,414.33	1,393.92	1,415.40	1,367.29	1,363.19

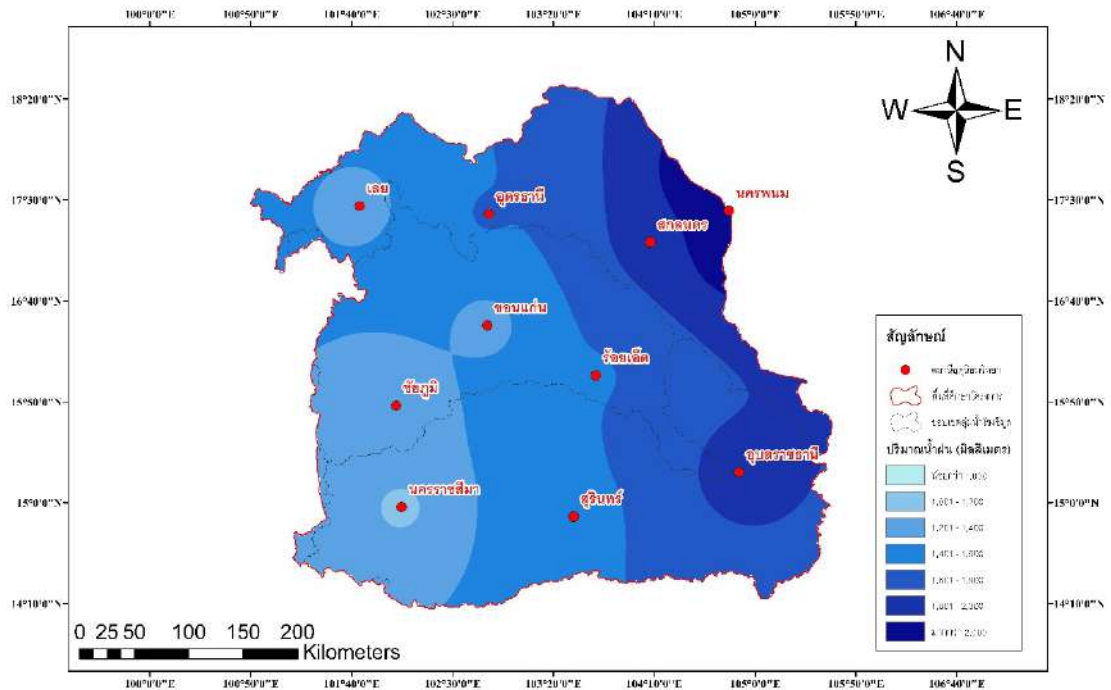
การวิเคราะห์สภาพฝนในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตของฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปีค.ศ. 2021 – 2040 เปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐาน ในปีค.ศ. 1961 – 2014 ของแบบจำลอง EC Earth3 สถานการณ์ภาพฉาย SSP 245 ภาพรวมเชิงพื้นที่ศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 2.61 เปอร์เซ็นต์ สถานีสกลนครและสถานีอุบลราชธานีมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นมากที่สุด และภายใต้ภาพฉาย SSP 585 ทั้งพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนลดลง 1.09 เปอร์เซ็นต์ สถานีเลยและสถานีนครพนมมีปริมาณน้ำฝนลดลงมากที่สุด จากการศึกษาพบว่าอนาคตช่วงทศวรรษที่ 2040s และ 2060s มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยผันแปรกันไปตามพื้นที่และเวลา การศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนของแบบจำลอง EC Earth3 ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สถานีสกลนครและสถานีอุบลราชธานีมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีตรวจวัดน้ำฝน ทั้ง 10 สถานี

4.8.4 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

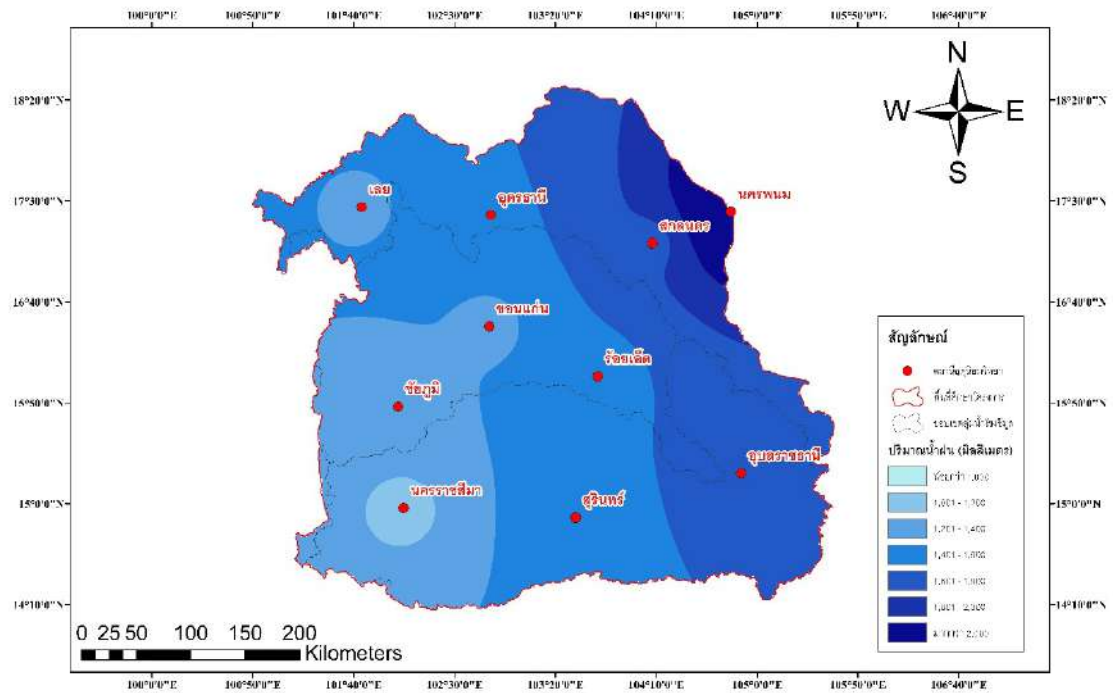
ภาพฉายอนาคตของปริมาณน้ำฝนอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนรายปีผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ MIROC6 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 ชี้ให้เห็นว่าปริมาณฝนรายปีทั้ง SSP 245 และ SSP 585 มีปริมาณเพิ่มขึ้นประมาณ 0.86-11.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษที่ 1980s แต่ในช่วงทศวรรษที่ 2020s ปริมาณน้ำฝนรายปีมีปริมาณเพิ่มขึ้นน้อยกว่าในช่วงทศวรรษที่ 2040s และ 2060s โดยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นประมาณ 0.86-4.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง MIROC6 มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐาน



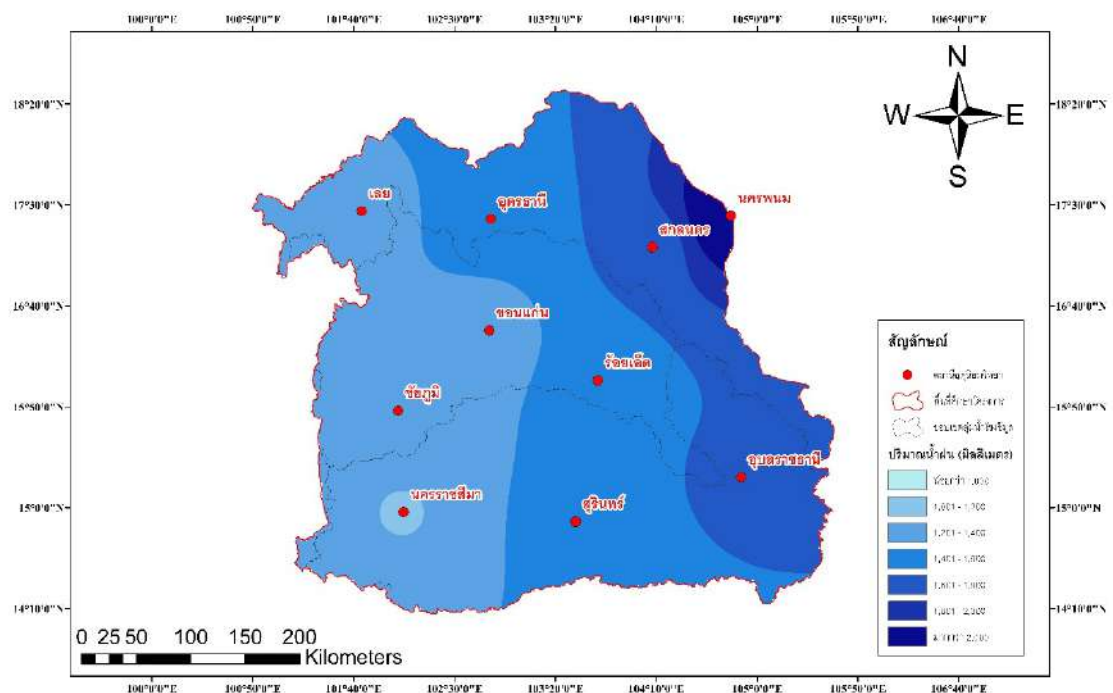
รูปที่ 4.33 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245



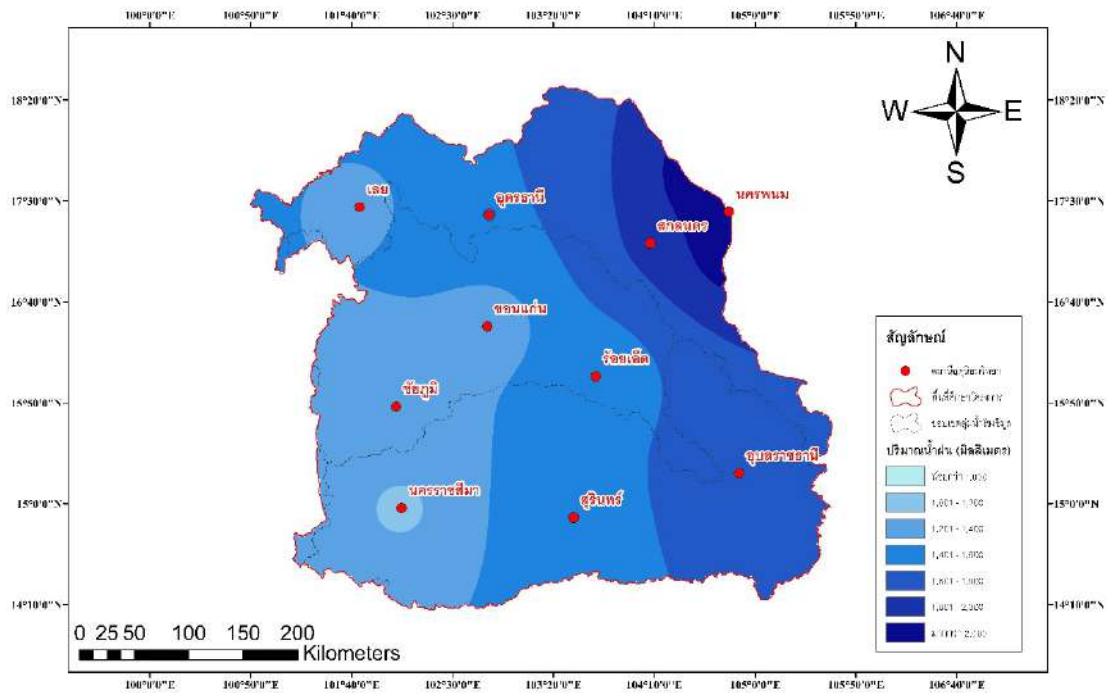
รูปที่ 4.34 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245



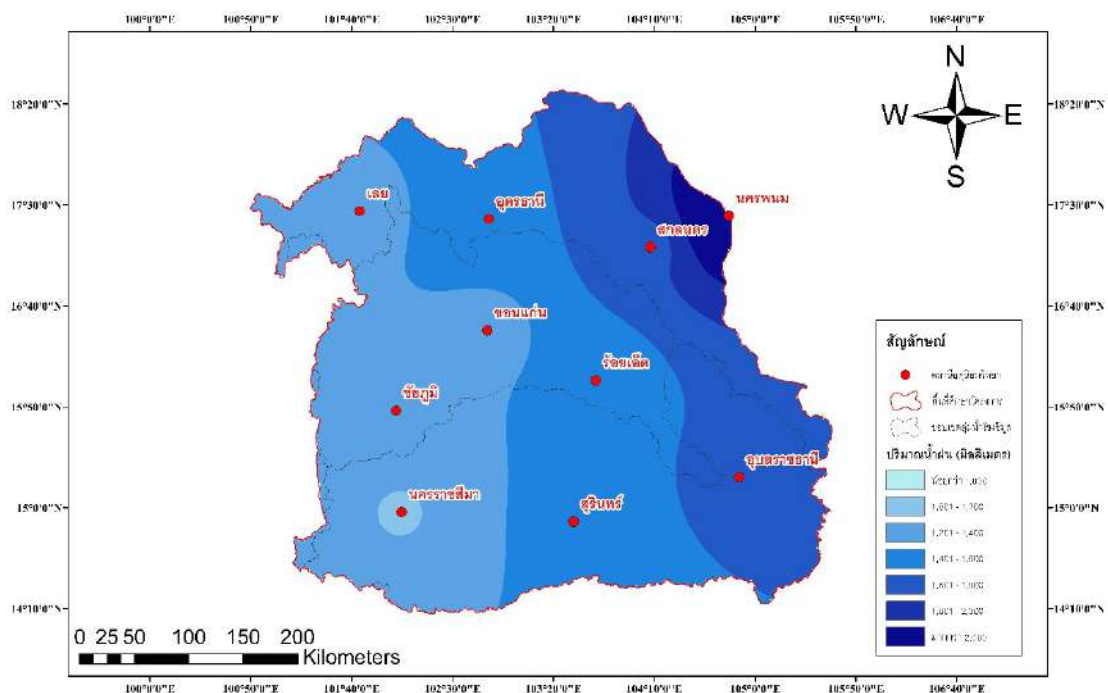
รูปที่ 4.35 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MIROC6 SSP 245



รูปที่ 4.36 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585



รูปที่ 4.37 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2011-2020 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585



รูปที่ 4.38 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MIROC6 SSP 585

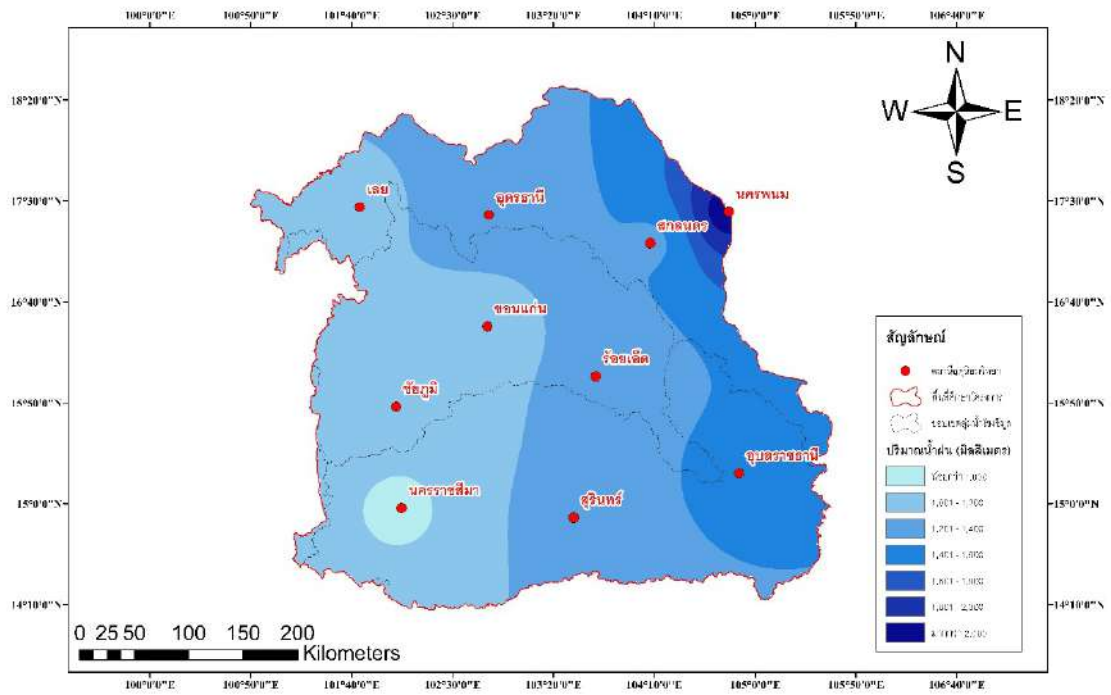
ตาราง 4.18 แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 แบบจำลอง MIROC6

สถานี	MIROC6 SSP 245 (mm./year)			MIROC6 SSP 585 (mm./year)		
	2021-2040	2041-2060	2061-2080	2021-2040	2041-2060	2061-2080
เลย	1,269.54	1,364.38	1,373.80	1,317.87	1,364.83	1,313.20
อุดรธานี	1,450.68	1,606.39	1,591.69	1,490.30	1,601.45	1,559.52
สกลนคร	1,671.17	1,820.60	1,763.84	1,683.27	1,805.22	1,756.13
นครพนม	2,331.99	2,582.30	2,558.67	2,395.69	2,574.36	2,506.95
ขอนแก่น	1,207.41	1,356.99	1,345.33	1,282.56	1,284.85	1,305.17
ชัยภูมิ	1,154.01	1,296.97	1,285.82	1,225.83	1,228.02	1,247.44
ร้อยเอ็ด	1,404.45	1,593.30	1,543.22	1,445.13	1,474.70	1,451.80
อุบลราชธานี	1,661.96	1,856.72	1,746.83	1,673.29	1,793.21	1,693.59
นครราชสีมา	1,077.73	1,179.13	1,141.55	1,182.30	1,176.41	1,180.37
สุรินทร์	1,407.22	1,574.54	1,484.07	1,469.56	1,532.91	1,441.38

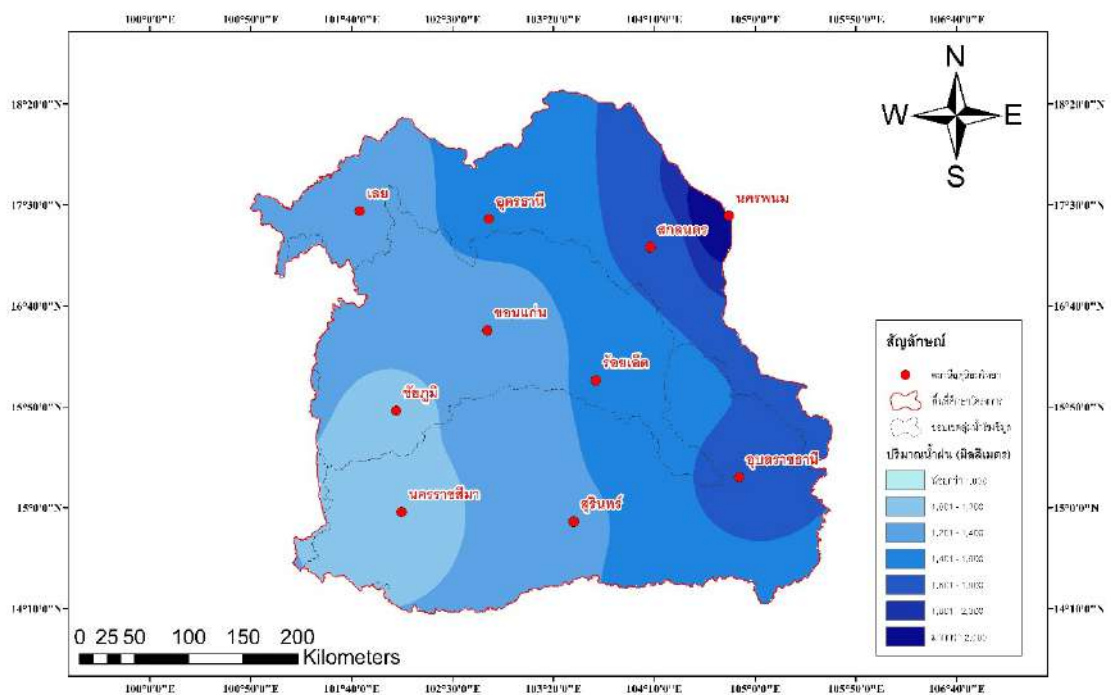
การวิเคราะห์สภาพฝนในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตของฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ปี ค.ศ. 2021-2040 เปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐาน ในปีค.ศ. 1961-2014 ของแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 จากการศึกษาพบว่า สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ยกเว้นสถานีขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา มีค่าปริมาณฝนลดลงประมาณ 9.49, 9.07 และ 3.84 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ แต่ในช่วงเวลาอนาคตทุกสถานีมีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยที่ในช่วงทศวรรษที่ 2040s ค่าปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด 11.85 เปอร์เซ็นต์ และสถานการณ์ภาพฉาย SSP 585 ในช่วงเวลาทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s มีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นประมาณ 4.51, 9.13 และ 6.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนของแบบจำลอง MIROC6 ทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สถานีนครพนมมีภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมากที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีตรวจวัดทั้ง 10 สถานี

4.8.5 ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง MRI-ESM2-0 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585

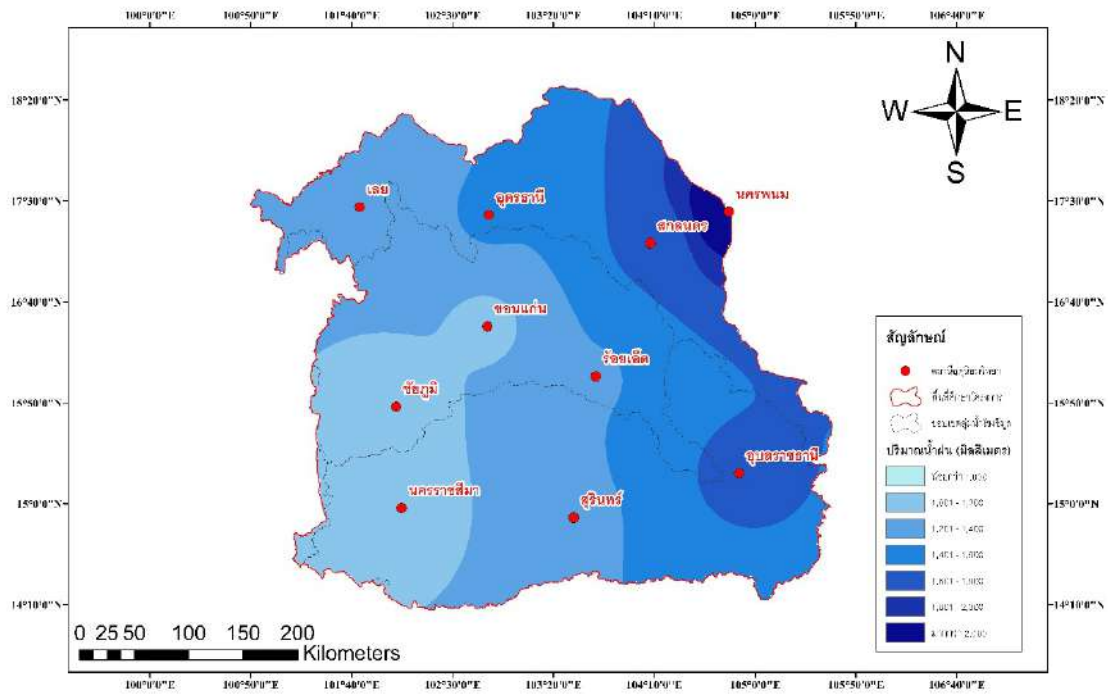
ภาพฉายอนาคตของปริมาณน้ำฝนอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนรายปีผลจากการจำลองสภาพภูมิอากาศ MRI-ESM2-0 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า ปริมาณฝนรายปีทั้งภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 มีความแปรปรวนทั้งเชิงพื้นที่และเวลา โดยมีค่าปริมาณน้ำฝนทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับทศวรรษที่ 1980s ซึ่งในช่วงทศวรรษที่ 2020s มีความแปรปรวนของช่วงค่าปริมาณน้ำฝนมากที่สุด



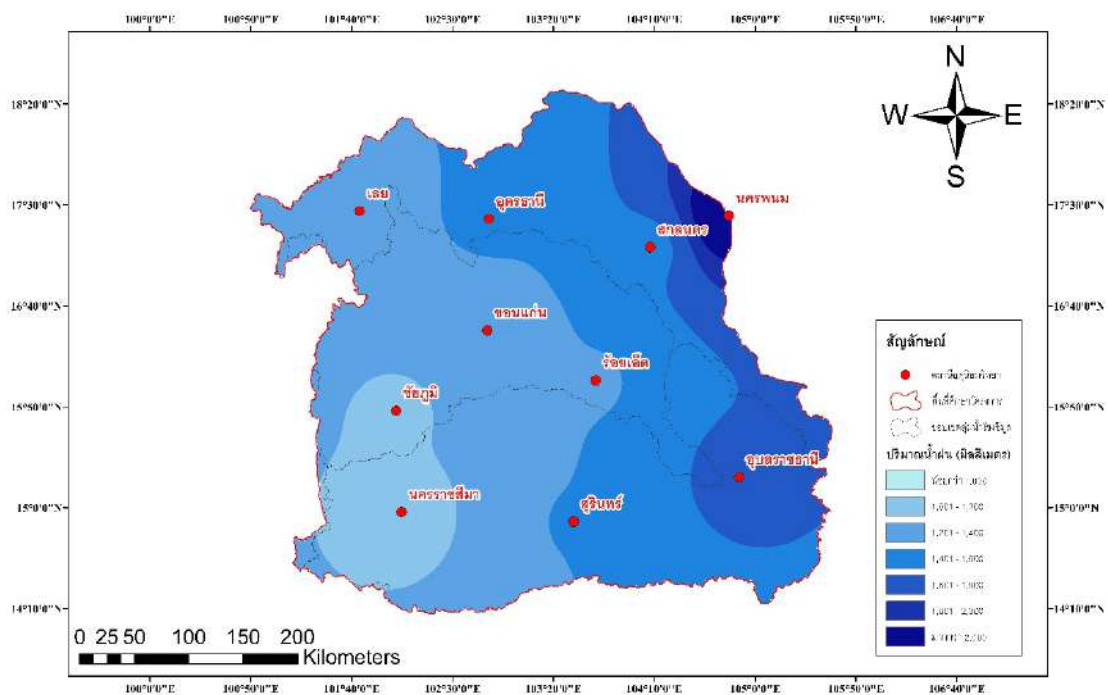
รูปที่ 4.39 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245



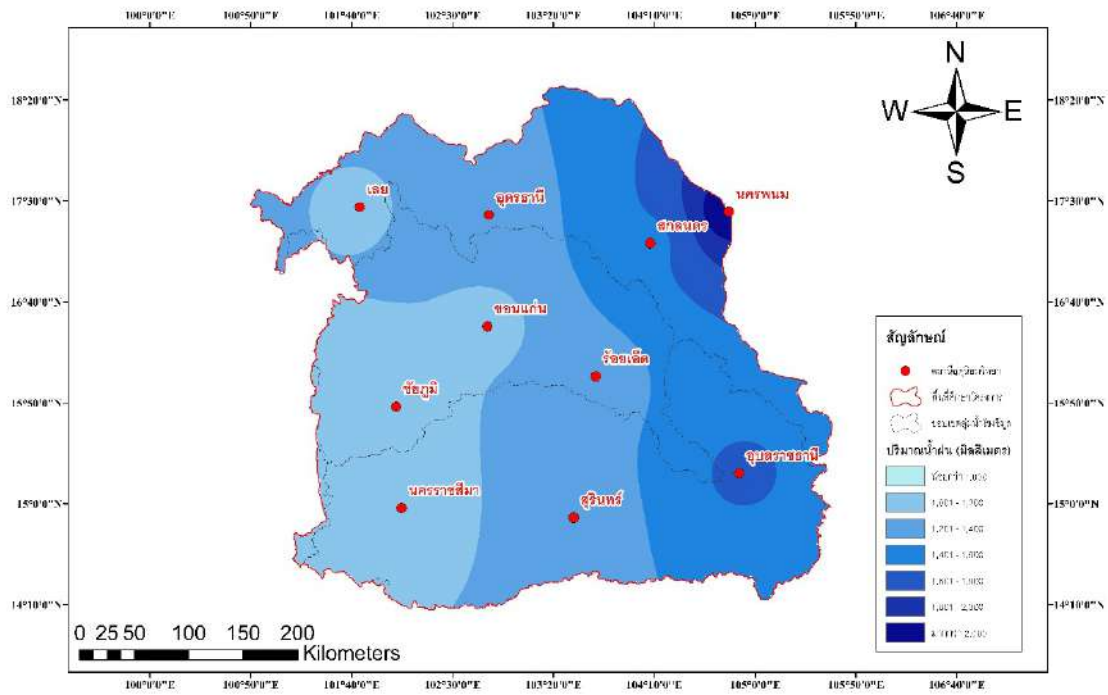
รูปที่ 4.40 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245



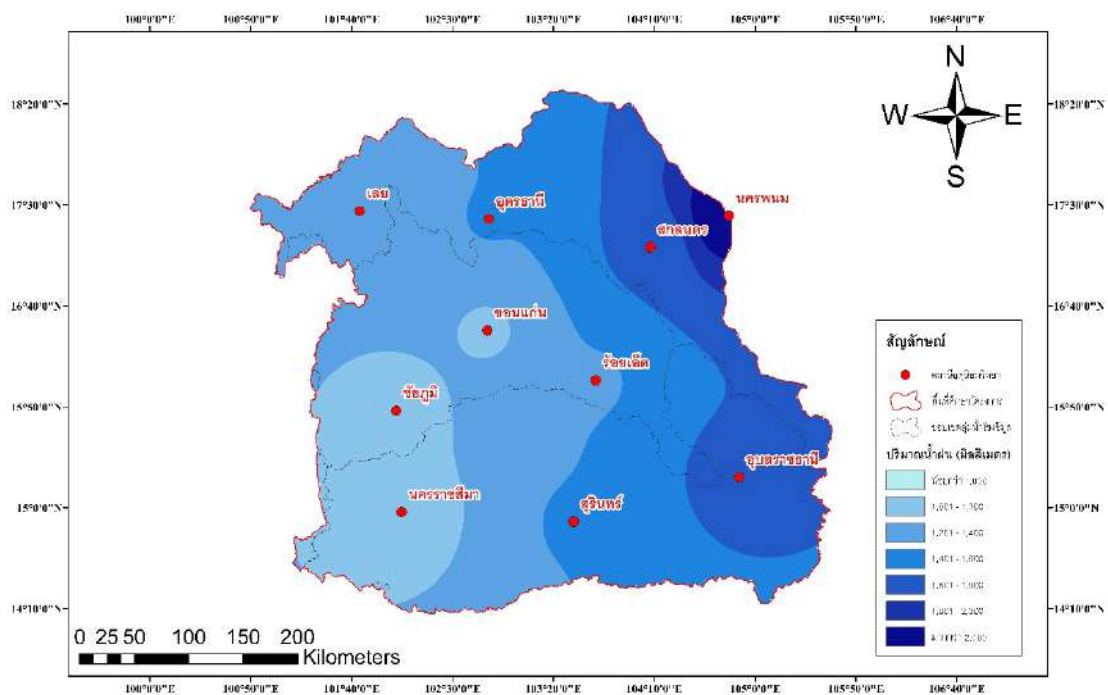
รูปที่ 4.41 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 245



รูปที่ 4.42 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2021-2040 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585



รูปที่ 4.43 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2041-2060 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585



รูปที่ 4.44 ภาพจำลองปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ปี 2061-2080 แบบจำลอง MRI-ESM2-0 SSP 585

ตาราง 4.19 แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 จากแบบจำลอง MRI-ESM 2.0

สถานี	MRI-ESM 2.0 SSP 245 (mm./year)			MRI-ESM 2.0 SSP 585 (mm./year)		
	2021-2040	2041-2060	2061-2080	2021-2040	2041-2060	2061-2080
เลย	1,162.02	1,305.99	1,209.24	1,315.94	1,176.28	1,246.17
อุดรธานี	1,301.07	1,458.95	1,430.95	1,441.50	1,317.37	1,409.97
สกลนคร	1,369.82	1,613.14	1,631.33	1,535.92	1,571.89	1,660.89
นครพนม	2,091.49	2,345.29	2,300.28	2,317.24	2,117.70	2,266.54
ขอนแก่น	1,077.11	1,201.64	1,131.10	1,212.18	1,116.48	1,160.26
ชัยภูมิ	1,029.47	1,148.49	1,081.07	1,158.57	1,067.10	1,108.94
ร้อยเอ็ด	1,232.24	1,403.51	1,386.13	1,382.53	1,343.90	1,381.30
อุบลราชธานี	1,496.18	1,668.74	1,660.88	1,682.83	1,629.32	1,707.48
นครราชสีมา	958.30	1,036.19	1,027.95	1,085.41	1,010.77	1,058.59
สุรินทร์	1,267.62	1,387.70	1,377.76	1,406.39	1,346.75	1,415.40

การวิเคราะห์สภาพฝนในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปีค.ศ. 2021-2040 เปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐานปี ค.ศ. 1961-2014 ของแบบจำลอง MRI-ESM 2.0 ภายใต้สถานการณ์สภาพฉาย SSP 245 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงลดลง 10.52 เปอร์เซ็นต์ ทุกสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนมีค่าปริมาณน้ำฝนลดลงทั้งหมด โดยเฉพาะสถานีสกลนครและสถานีนครพนมมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนลดลงมากที่สุด แต่ภายใต้ภาพฉาย SSP 585 ค่าเฉลี่ยทั้งพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.19 เปอร์เซ็นต์ แต่จำนวนสถานีตรวจวัดน้ำฝนส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนลดลง ยกเว้นสถานีเลย อุบลราชธานี นครราชสีมา และสุรินทร์ ที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น และการศึกษาในช่วงเวลาอนาคตทศวรรษที่ 2040s และ 2060s ค่าปริมาณน้ำฝนมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลง การเปลี่ยนแปลงนี้จะผันแปรกันไปตามพื้นที่และเวลา การศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝน ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สถานีอุบลราชธานีมีความแปรปรวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับสถานีตรวจวัดน้ำฝน ทั้ง 10 สถานี

การคาดการณ์ปริมาณฝนโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติด้วยวิธีเดลต้าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961- 2014 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา โดยเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 เห็นได้ชัดว่า ปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 มีแปรปรวนของค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่และเวลาที่แตกต่างกัน ค่าการกระจายหรือความถี่ จำนวนวันฝนตก ความแตกต่างจะขึ้นกับแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่เลือกใช้

ผลสรุปจากภาพฉายอนาคตของภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ทั้ง 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 225 และ SSP 585 ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปีค.ศ. 2021-2040 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือมีการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลลัพธ์จากแบบจำลอง MIROC6 ที่มีความสัมพันธ์ที่ติดกับชุดค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี อย่างไรก็ตาม ผลสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเริ่มสังเกตการณ์เห็นได้ชัดในช่วงเวลาประมาณสองทศวรรษข้างหน้า ซึ่งเป็นที่คาดหมายได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อสภาวะภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 5

การพยากรณ์สภาวะภัยแล้ง

ปัญหาสภาวะภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่มีผลกระทบต่อ การดำรงชีพและสร้างความเสียหายทาง เศรษฐกิจและสังคมในวงกว้างต่อประชาชนและวิถีชีวิตเป็นอย่างมาก ปัจจุบันประเทศไทยมักประสบกับ ปัญหาความแห้งแล้งเป็นประจำทุกปี โดยพบว่าความรุนแรงของภัยแล้งในแต่ละพื้นที่มีระดับที่แตกต่างกัน ไปตามสภาพภูมิประเทศ ความแห้งแล้งเกิดจากตัวแปรอุตุนิยมวิทยา คือค่าปริมาณน้ำฝน สาเหตุสำคัญที่ ทำให้เกิดสภาวะภัยแล้งในประเทศไทยคือฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง ฝนแล้งคือสภาวะที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่าเกณฑ์ปกติหรือฝนตกไม่ถูกต้องตามฤดูกาล ส่วนฝนทิ้งช่วงคือสภาวะที่มีปริมาณฝนตกไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร หรือไม่ฝนตกติดต่อกันเกิน 15 วันในช่วงฤดูฝน สำหรับสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดภัยแล้ง เช่น การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) เป็นต้น

การพยากรณ์และผลคาดการณ์ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเป็นสิ่งสำคัญสามารถนำไป เป็นข้อมูลวางแผนการป้องกันบรรเทาผลกระทบความเสียหายได้ ด้วยค่าดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Index) ตัวบ่งชี้ ความแห้งแล้งของพื้นที่ที่ใช้แทนค่าของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแห้งแล้ง (กรม อุตุนิยมวิทยา, 2560) ซึ่งในประเทศไทยมีการศึกษาดัชนีภัยแล้งเพื่อใช้ประเมินสภาวะภัยแล้งหลากหลาย รูปแบบ แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ที่สามารถประเมินตรวจวัดภัยแล้งได้อย่างถูกต้องที่สุดและสามารถนำไปใช้ ในทางปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล แต่อย่างไรก็ตาม การประเมินสภาวะภัยแล้งทั้ง ในและต่างประเทศยังคงนิยมใช้ดัชนีความแห้งแล้งเป็นตัวบ่งชี้ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง โดยเฉพาะค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardize Precipitation Index, SPI) เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อ กำหนดและเฝ้าดูสภาวะแห้งแล้งจากค่าปริมาณน้ำฝนโดยตรง สามารถสะท้อนถึงความแห้งแล้งจากการ ขาดฝนที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดภัยแล้งในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาเวลาที่แตกต่างกันไปจากสถานการณ์ ปกติ โดยทั่วไปการคำนวณดัชนีภัยแล้งจะนำข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนในอดีตมาเปรียบเทียบกับความ สอดคล้องรายงานภัยแล้งที่ใช้เป็นข้อเท็จจริงในเชิงพื้นที่ แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการคาดการณ์การ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยวิธีการและเทคนิคต่างๆมาประยุกต์ใช้รวมถึงการใช้แบบจำลองสภาพ ภูมิอากาศโลกที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาถึงคุณลักษณะและ คาดการณ์แนวโน้มของตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลกอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ เป็นอย่างดี

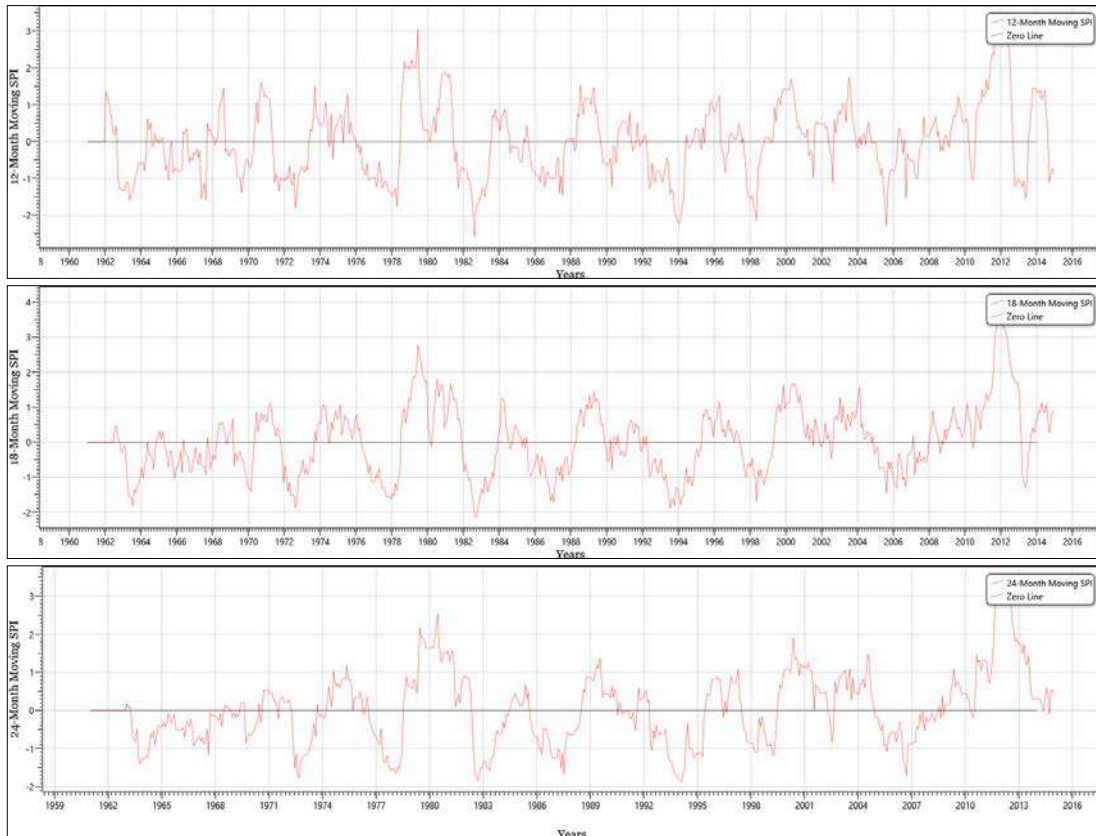
การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีแนวคิดอาศัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกรุ่นใหม่ที่ได้รับการพัฒนา มาอย่างต่อเนื่องจากสถาบันอุตุนิยมวิทยาชั้นนำระดับโลกและเทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติตาม รายละเอียดที่กล่าวมาในบทการศึกษาก่อนหน้านี้ เพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศจากตัวแปรค่าปริมาณน้ำฝนด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (SPI) ช่วงเวลาในอนาคตเพื่อเป็นข้อมูล พื้นฐานสำหรับการเตรียมตัวและบรรเทาปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาต่อไป

5.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน

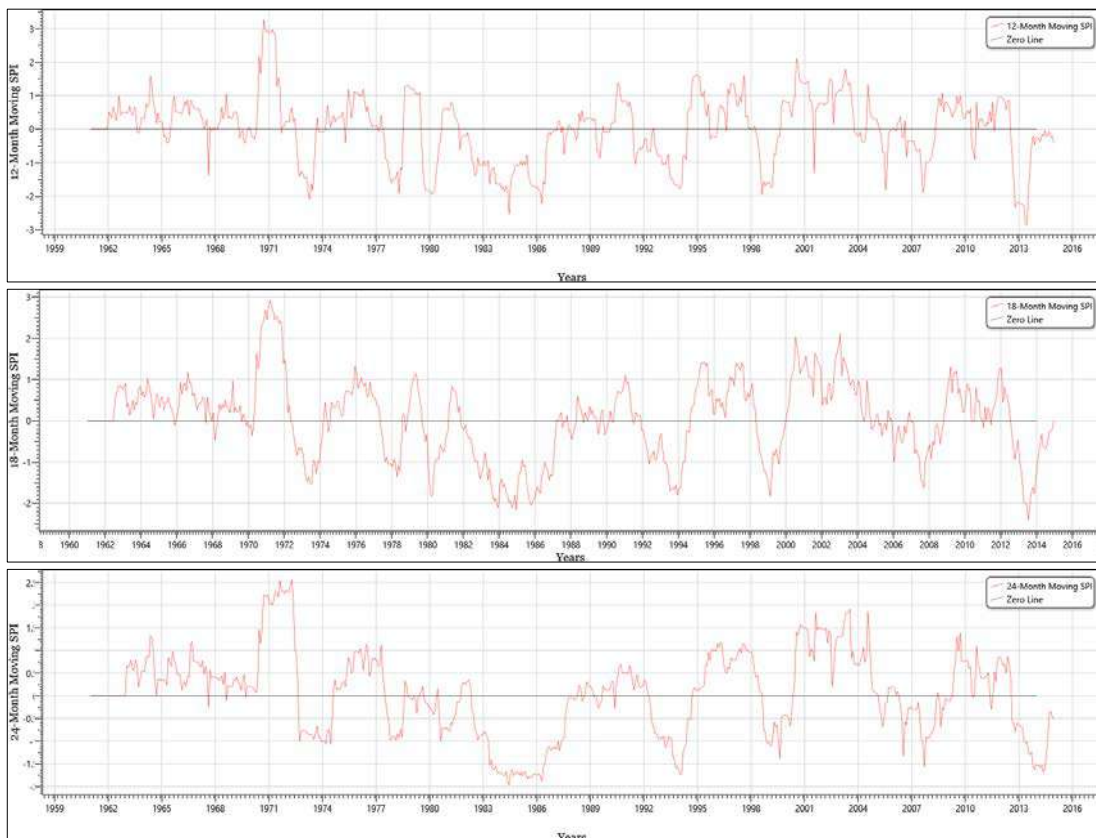
การพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตบริเวณพื้นที่ศึกษาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในรูปแบบเชิงพื้นที่และเวลาด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐานนั้น ชุดข้อมูลฝนเชิงปริมาณและช่วงเวลาต้องมีความสัมพันธ์ที่ดีและสอดคล้องสภาพอุทก-อุตุนิยมวิทยาในพื้นที่เช่นเดียวกับขั้นตอนการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การนำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของทุกสถานีมาวิเคราะห์จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าการวิเคราะห์แบบรายสถานี รวมทั้งผลการวิเคราะห์ไม่ละเอียดเพียงพอต่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งที่แม่นยำต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้น การวิเคราะห์ค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐานทั้งเชิงพื้นที่และเวลาเป็นขั้นตอนศึกษาต่อเนื่องจากการคาดการณ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่จะเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ภัยแล้งจากผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

ค่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของปีพื้นฐาน ปี ค.ศ. 1961-2014 จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้ง 10 สถานี ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function, PDF) ตามช่วงเวลาที่ต้องการหาค่าดัชนี SPI โดยสามารถเลือกช่วงเวลา 1, 3, 6, 9, 12, หรือ 24 เดือน หรือตามต้องการของผู้ใช้งาน โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าควรเป็นเท่าใด แต่ข้อสังเกตประการหนึ่งที่สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกช่วงเวลาได้คือควรเป็นช่วงเวลาที่มิฝนทิ้งช่วงมากพอที่จะส่งผลกระทบต่อความแห้งแล้งที่ต้องการพิจารณา ดังนั้น การเลือกแนวทางการคำนวณค่าดัชนี SPI ต้องคำนึงถึงการนำผลการคำนวณไปประยุกต์ใช้ กล่าวคือ ในกรณีที่ต้องการทราบสภาวะภัยแล้งในลักษณะภาพรวมเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแบบภาพกว้างของการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงเวลาระหว่างปีแล้วนั้น ควรเลือกช่วงเวลายาว ๆ เช่น 12 เดือน หรือ 24 เดือน แต่ถ้าต้องการรู้รายละเอียดในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกทางการเกษตรแล้ว ควรเลือกช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น 3 เดือน หรือ 6 เดือน เพื่อให้สามารถนำผลไปประเมินแนวโน้มของภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับปฏิทินการเพาะปลูกพืชและอายุเวลาการให้ผลผลิตทางเกษตรกรรม ดังนั้น การศึกษานี้ได้วิเคราะห์โดยการคำนวณค่าดัชนี SPI แยกเป็นรายสถานี จำนวน 3 ช่วงระยะเวลา คือ 12, 18 และ 24 เดือน เพื่อเปรียบเทียบผลและพิจารณาเลือกใช้เป็นเกณฑ์ศึกษาวิเคราะห์ต่อไป

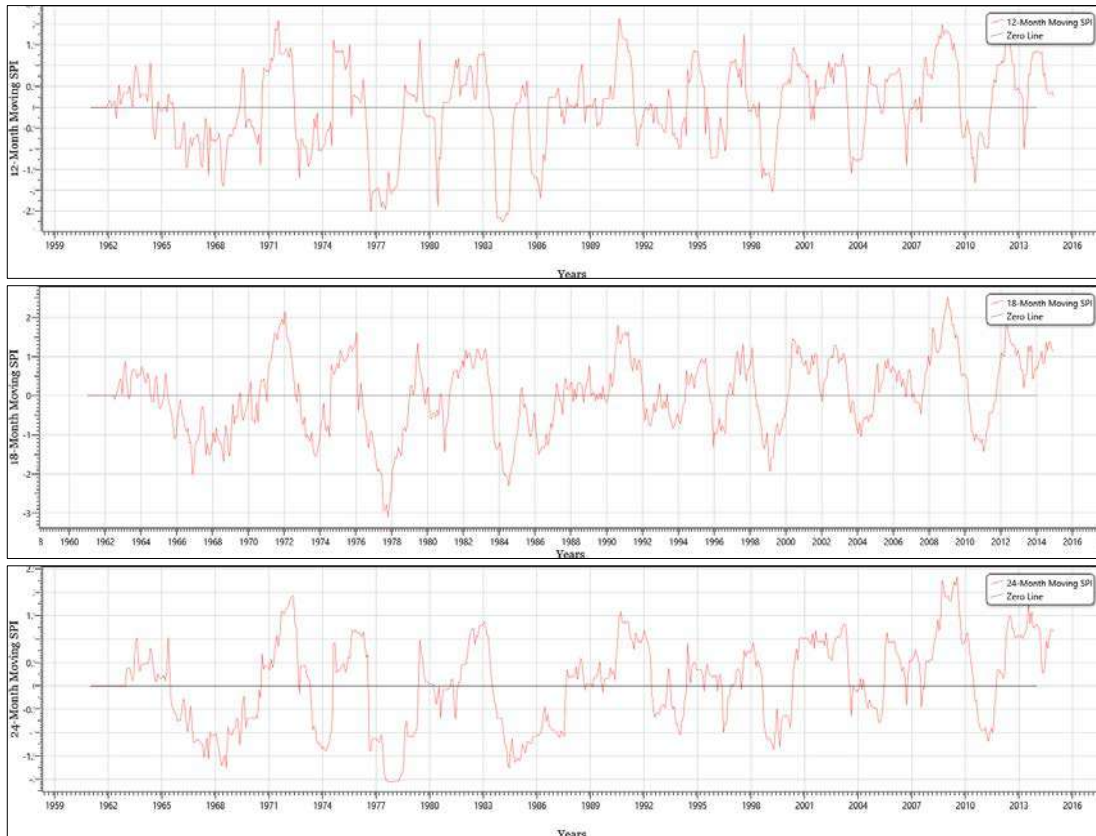
จากรูปที่ 5.1 ถึง 5.10 แสดงค่าดัชนี SPI ของข้อมูลปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน จากข้อมูลน้ำฝนรายวันของช่วงปีพื้นฐาน ปี ค.ศ. 1961-2014 จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 10 สถานี พบว่า กราฟดัชนี SPI ของค่าปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน สามารถแสดงรายละเอียดค่าแนวโน้มความแห้งแล้งได้ดี ซึ่งผลการคำนวณค่าดัชนี SPI ของแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ค่าปริมาณฝนสะสม 12 เดือน สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลกราฟดัชนี SPI ได้ละเอียดมากที่สุดค่า ดังนั้น การศึกษานี้เลือกใช้ข้อมูลค่าปริมาณฝนสะสม 12 เดือนสำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPI สำหรับการประเมินภัยแล้งในช่วงเวลาอนาคตต่อไป



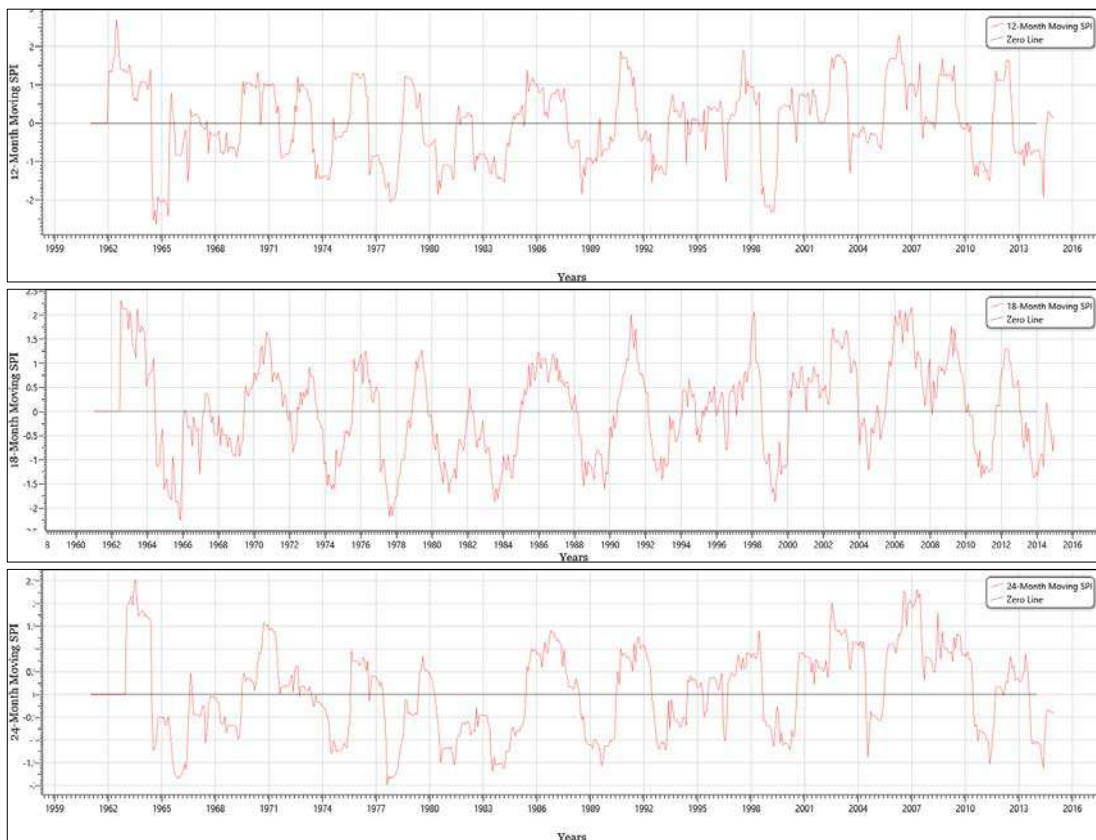
รูปที่ 5.1 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีเลย (353201)



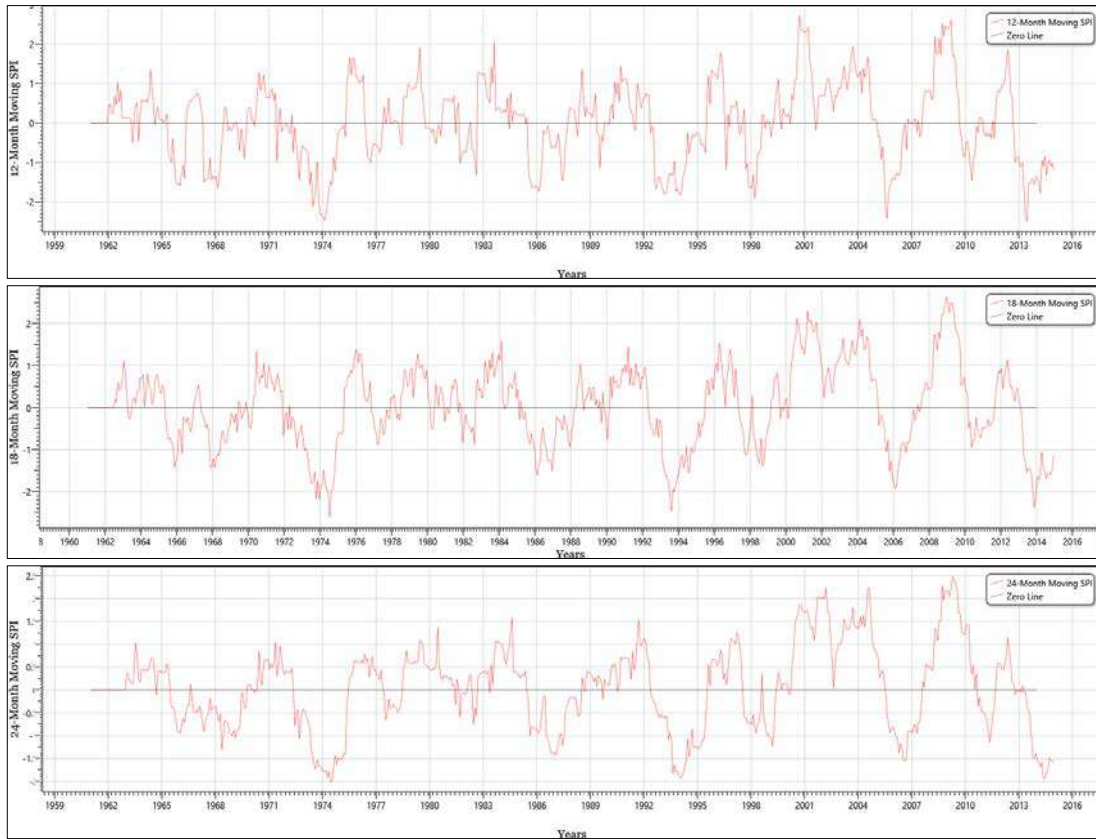
รูปที่ 5.2 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีอุดรธานี (354201)



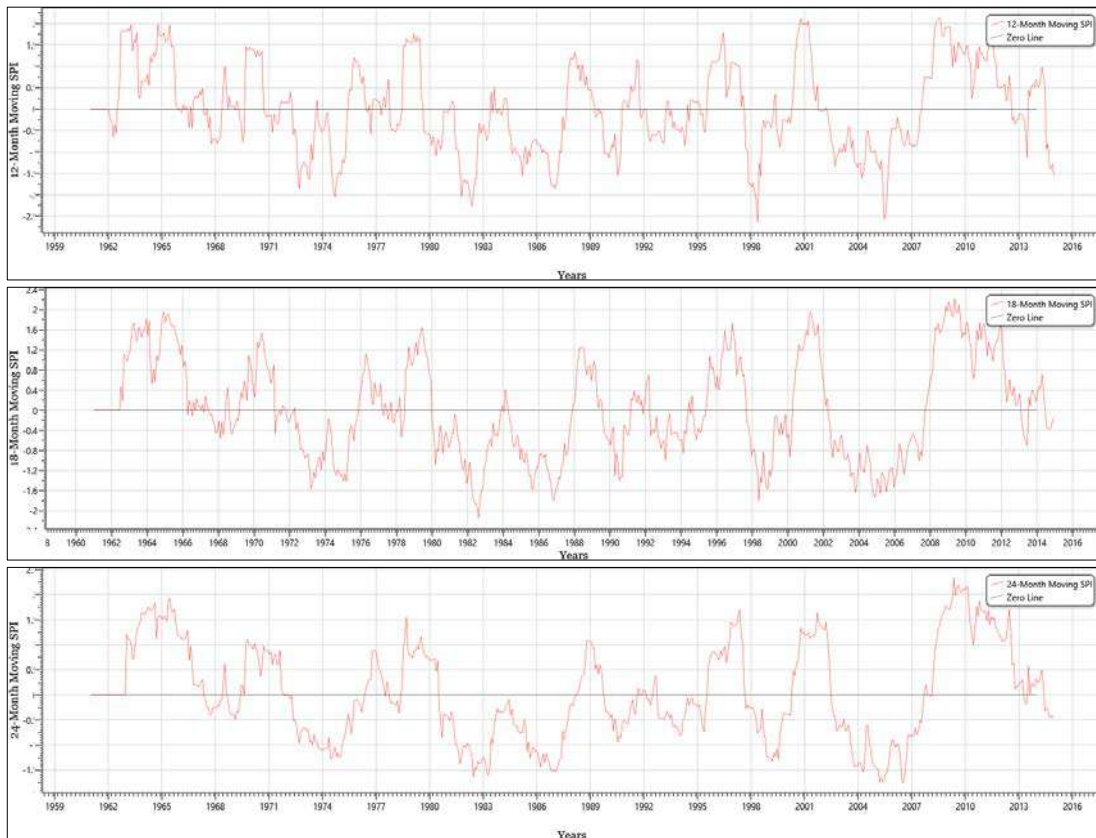
รูปที่ 5.3 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีสกลนคร (356201)



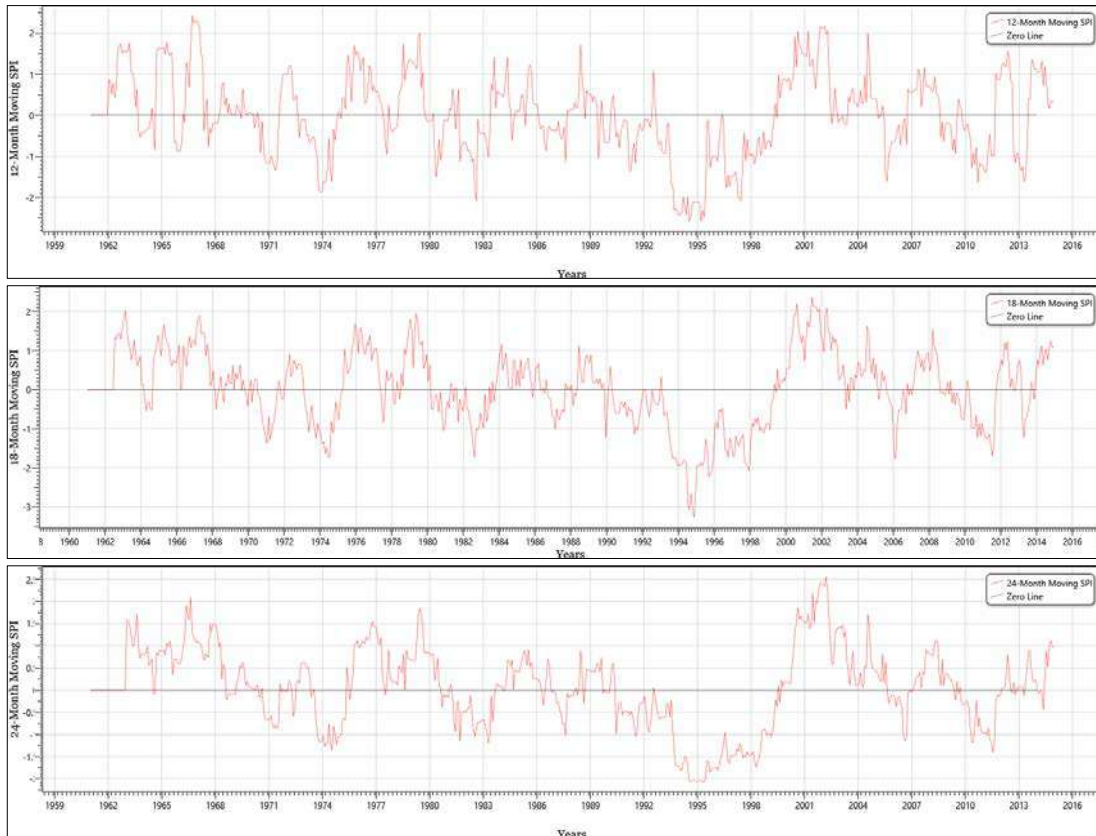
รูปที่ 5.4 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีนครพนม (357201)



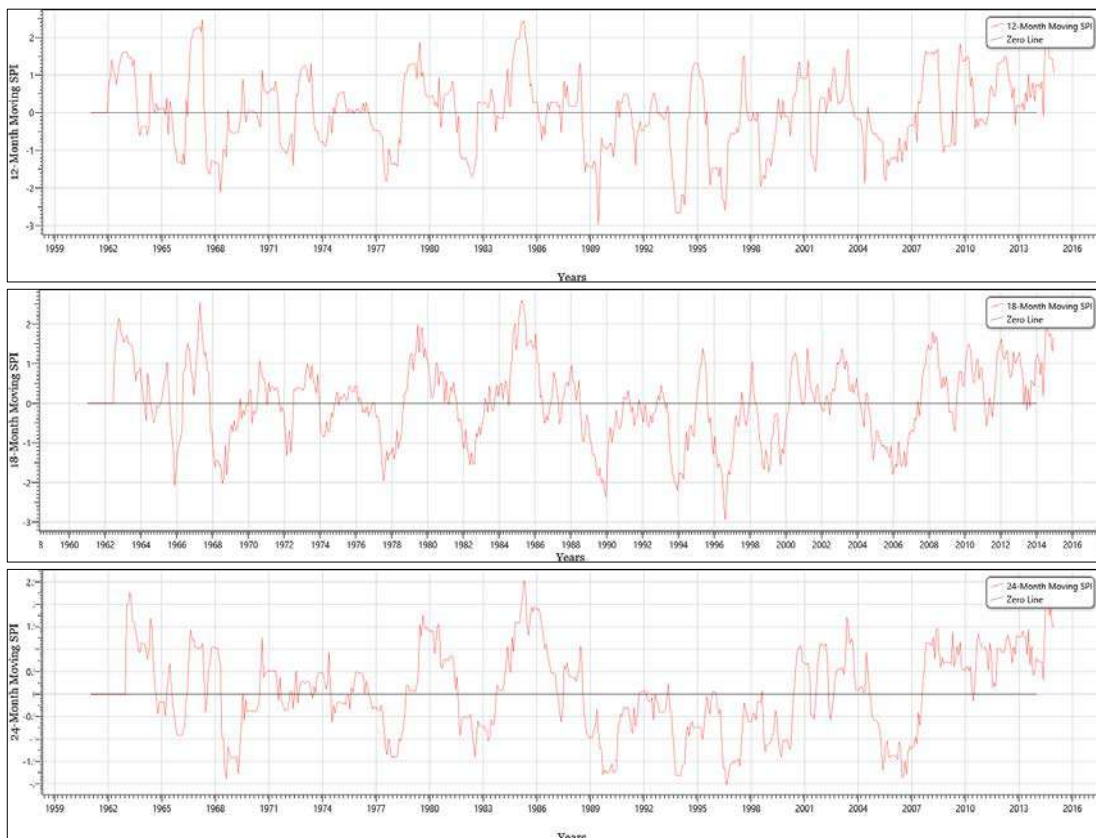
รูปที่ 5.5 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีขอนแก่น (381201)



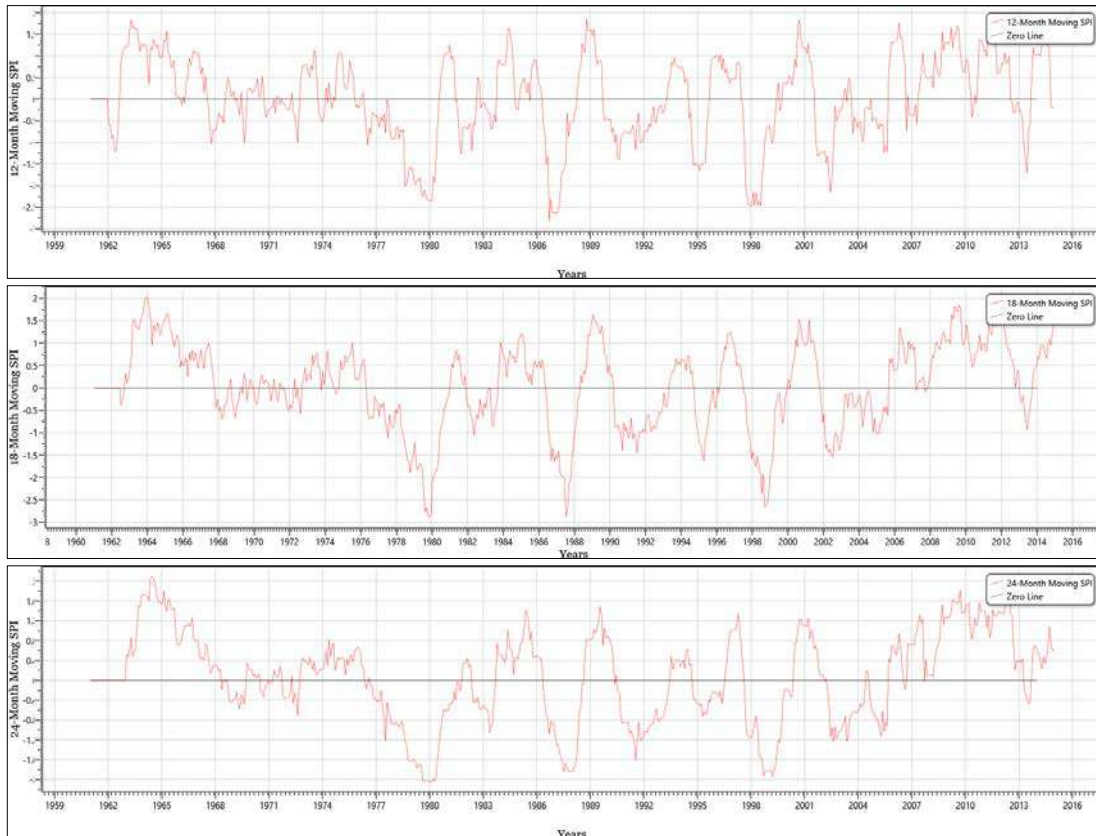
รูปที่ 5.6 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีชัยภูมิ (403201)



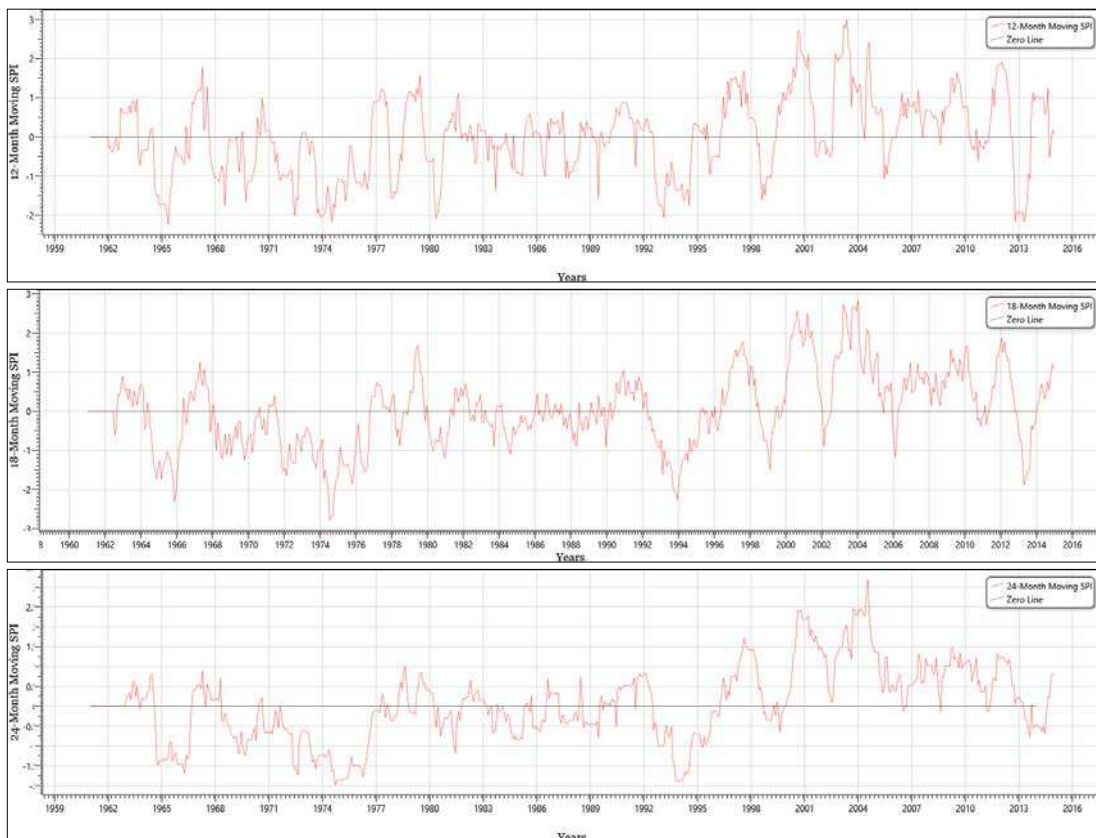
รูปที่ 5.7 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)



รูปที่ 5.8 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

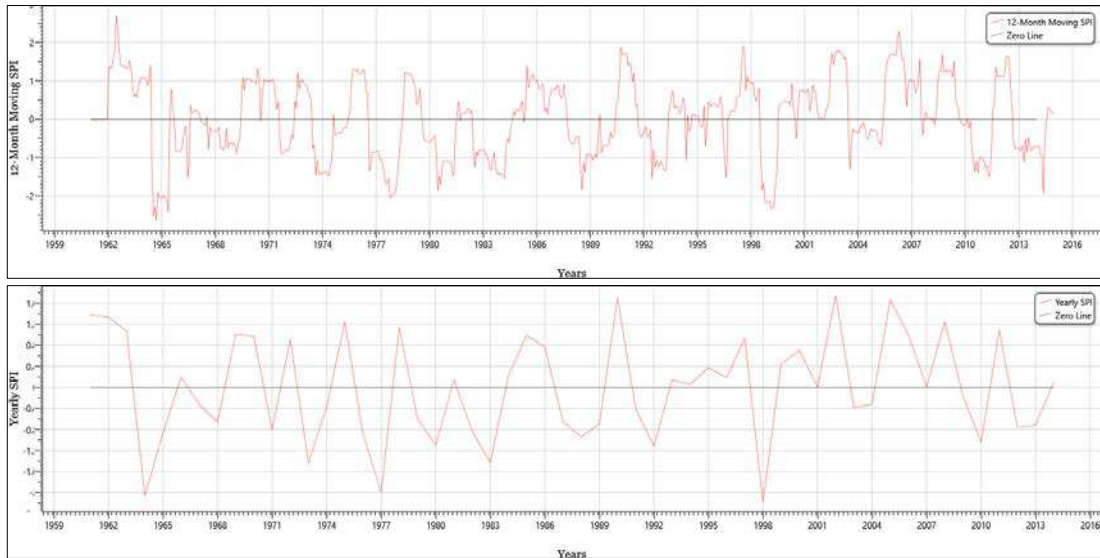


รูปที่ 5.9 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีนครราชสีมา (431201)

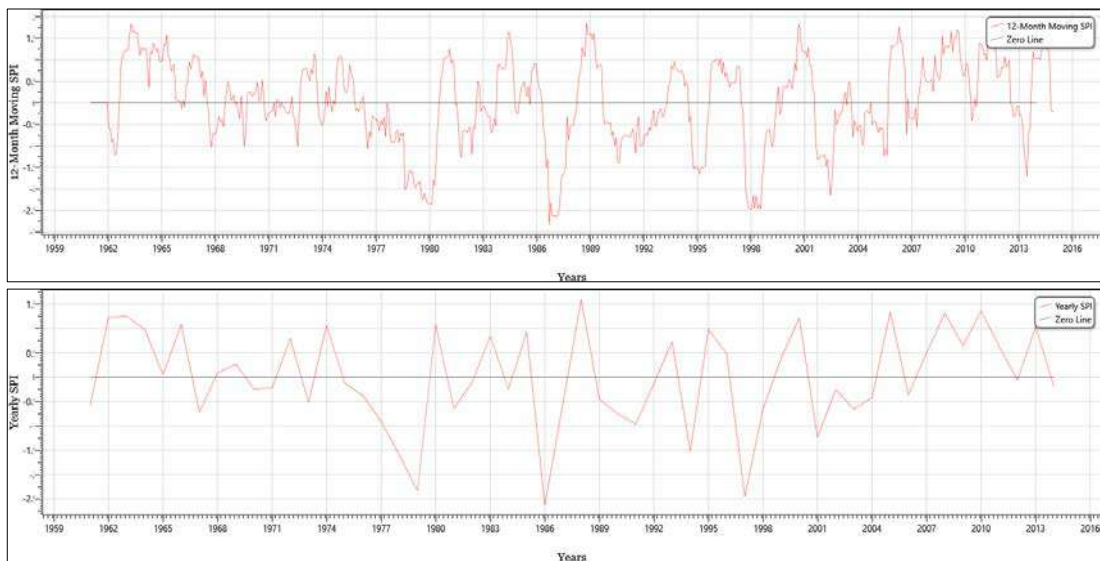


รูปที่ 5.10 ค่าดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12, 18 และ 24 เดือน ของสถานีสุรินทร์ (432201)

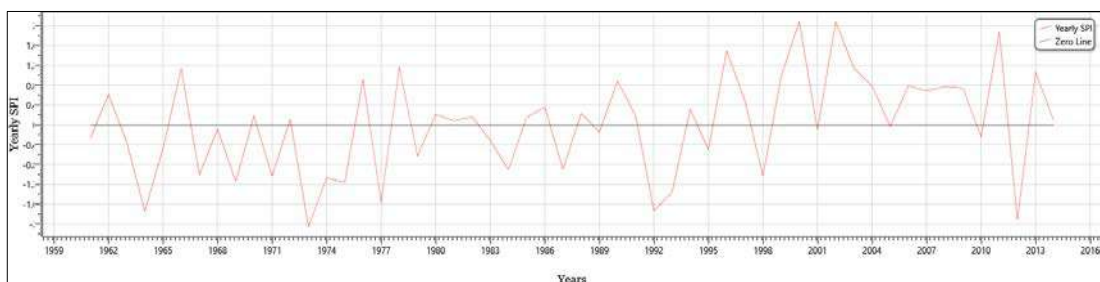
แต่หลักการปฏิบัติในการคำนวณค่าดัชนี SPI ที่มีค่าสอดคล้องกับค่าอนุกรมเวลาของชุดค่าปริมาณน้ำฝนเดียวกัน พบว่า ผลจากการเลือกใช้เกณฑ์ปริมาณฝนสะสม 12 เดือนกับค่าฝนสะสมรายปี ค่าดัชนี SPI ที่ได้สามารถแสดงแนวโน้มความแห้งแล้งไม่แตกต่างกัน แต่ชุดข้อมูลฝนสะสมรายปีสามารถให้การคำนวณที่สะดวกและผลลัพธ์จากกราฟให้รายละเอียดที่ชัดเจนกว่าชุดข้อมูลปริมาณฝนสะสม 12 เดือน



รูปที่ 5.11 ดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12 เดือนและฝนสะสมรายปีของสถานีนครพนม (357201)



รูปที่ 5.12 ดัชนี SPI ของปริมาณฝนสะสม 12 เดือนและฝนสะสมรายปีของสถานีนครราชสีมา (431201)



รูปที่ 5.13 ดัชนี SPI ของฝนสะสมรายปีของพื้นที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี ในช่วงเวลาปี ค.ศ.1961-2014

5.2 ผลการประเมินภัยแล้งเชิงพื้นที่และเวลา

จากการตรวจสอบค่าดัชนี SPI ของข้อมูลฝนสะสมรายปีของพื้นที่ศึกษาทั้ง 10 สถานี ของช่วงเวลาปีพื้นฐานในช่วงปี ค.ศ. 1981-2014 (พ.ศ. 2524-2557) รวมทั้งผลการคาดการณ์ ในช่วงปี ค.ศ. 2015-2020 (พ.ศ. 2558-2603) กับข้อมูลเหตุการณ์ภัยแล้งบริเวณพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเท่าที่มีการบันทึกไว้จากรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (สำนักเลขาธิการป้องกันภัยแล้งฝ่ายพลเรือนเดิม) กระทรวงมหาดไทย, สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยประสบปัญหาภัยแล้งระดับรุนแรงหลายปี เช่น ปี ค.ศ. 1986 (ปี พ.ศ. 2529), ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530), ค.ศ. 1990 (พ.ศ. 2533), ค.ศ. 1994 (พ.ศ. 2537), ค.ศ. 1999 (พ.ศ. 2542), ค.ศ. 2002 (พ.ศ. 2545), ค.ศ. 2005 (พ.ศ. 2548), ค.ศ. 2009 (พ.ศ. 2552), ค.ศ. 2010 (พ.ศ. 2553), ค.ศ. 2014 (พ.ศ. 2557), ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558) และ ปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากทั้งทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม โดยเฉพาะปี 2552 และปี 2553 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยประสบปัญหาภัยแล้งอย่างรุนแรง มีฝนตกน้อยกว่าปกติ 4.33 เปอร์เซ็นต์ และ 2.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หลังจากนั้นเพียง 2 ปี กลับเกิดสถานการณ์ภัยแล้งรุนแรง 2 ปีต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2557 และปี พ.ศ. 2558 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2558 ที่ฝนตกน้อยกว่าปกติ 14.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยเป็นประวัติการณ์ (รอยล, 2560) รวมทั้งเหตุการณ์ภัยแล้ง ในปี พ.ศ. 2563 ที่นับว่ามีความรุนแรงมากเป็นอันดับสองในรอบ 40 ปี (นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522) โดยมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่แล้งซ้ำซากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณฝนน้อยใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2522 แต่ปริมาณความต้องการการใช้น้ำมีมากกว่าในอดีต ซึ่งส่งผลกระทบต่อรุนแรงกว่าปี พ.ศ. 2558 นอกจากนี้ ได้มีการวิเคราะห์โดยกระทรวงเกษตรสหรัฐ (The United States Department of Agriculture, USDA) ถึงความรุนแรงของสภาวะฝนแล้งด้วยดัชนี SPI โดยใช้ข้อมูลฝนสะสม 1 เดือนและ 6 เดือน ครอบคลุมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาวะฝนแล้งลดลงทางด้านตะวันออกของภาคเนื่องจากได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของพายุไซโคลและคาจิกิในช่วงปลายเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกันยายน ส่วนทางด้านตะวันตกของภาคมีสภาวะฝนแล้งรุนแรงเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณจังหวัดนครราชสีมาที่เกิดสภาวะฝนแล้งรุนแรงมาก เมื่อวิเคราะห์ความรุนแรงของสภาวะฝนแล้งด้วยดัชนี SPI แยกออกเป็นรายเดือนตั้งแต่ช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 ถึงช่วงฤดูแล้งปี พ.ศ. 2562/2563 (พฤษภาคม 2562 - เมษายน 2563) จะเห็นว่าในแต่ละเดือน พื้นที่ส่วนใหญ่เกิดสภาวะฝนแล้งจนถึงฝนแล้งรุนแรงเกือบทุกเดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เกิดสภาวะฝนแล้งรุนแรงเป็นบริเวณกว้างหลายเดือน มีเพียงเดือนสิงหาคมเท่านั้นที่มีฝนตกมากอย่างเห็นได้ชัดเป็นบริเวณกว้างเนื่องจากมีพายุเคลื่อนเข้าบริเวณประเทศไทยในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนเดือนมกราคม กันยายน ธันวาคม 2562 และ มีนาคม 2563 มีฝนตกบ้างในบางพื้นที่ (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ, 2564)

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ พบว่า ค่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้สามารถแบ่งได้ถึงระดับความรุนแรงของภัยแล้งส่วนใหญ่มีความสอดคล้องจากเกณฑ์แบ่งซึ่งถึงสภาวะภัยแล้งทั้ง 7 ระดับ (ตามตาราง 3.4) ได้แก่ ค่า SPI มากกว่าหรือเท่ากับ 2, SPI = 1.50 ถึง 1.99, SPI = 1.00 ถึง 1.49, SPI = -0.99 ถึง 0.99, SPI = -1.00 ถึง -1.49, SPI = -1.50 ถึง -1.99 และ SPI น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2 หมายถึง ฝนชุกมากที่สุดจนถึงฝนแล้งรุนแรงที่สุด จากค่าดัชนี SPI ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 5.1 เห็นได้ชัดว่า ในแต่ละปีมีพื้นที่เกิด

ภัยแล้งนั้นเกิดกระจายไปทั่วบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพิจารณาปีที่เกิดภัยแล้งซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ภัยแล้ง พบว่า ปีเกิดภัยแล้งส่วนใหญ่มีค่าดัชนี SPI ของจำนวนสถานีติดลบ (ติดลบมากกว่า 5 สถานีจาก 10 สถานี) หรือคิดเป็นเชิงพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งระดับความรุนแรงของภัยแล้งจะแตกต่างกันไป แต่ส่วนใหญ่จะเกิดภัยแล้งทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา คือ อุตรธานี (354201), สกลนคร (356201), ขอนแก่น (381201), ชัยภูมิ (403201) และ นครราชสีมา (431201) เนื่องจากอิทธิพลของที่ตั้งของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในส่วนลึกของพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมน้อยกว่าสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ตั้งด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPI เชิงช่วงเวลา พบว่า ค่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้สามารถบ่งชี้ถึงระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่มีรูปแบบทั้งมีความสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริง แต่อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้ส่วนใหญ่ของแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำฝนจะสะท้อนระดับความรุนแรงและมีความสอดคล้องกับข้อมูลเหตุการณ์ภัยแล้ง จากการศึกษาพบว่า ช่วงปี ค.ศ. 1981-2014 มีจำนวนปีที่มีค่าดัชนี SPI ที่เป็นค่าลบมีค่าเฉลี่ย 7 ปีจากคาบเวลา 34 ปี ซึ่งช่วงปีที่เกิดสภาวะภัยแล้งส่วนใหญ่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่าค่าปกติ หากพิจารณาผลการคาดการณ์การกระจายตัวของค่าปริมาณฝนรายเดือน ในช่วงปี ค.ศ. 2015-2020 (พ.ศ 2524-2557) จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ทั้ง 5 แบบจำลองของแต่ละสถานีตามแต่ละช่วงเวลา ตามที่ได้แสดงในรูปที่ 4.14 และภาคผนวก จะเห็นได้ชัดว่าการกระจายตัวของค่าปริมาณฝนรายเดือนของค่าสังเกตการณ์ของแต่ละสถานีกับผลการคาดการณ์มีรูปแบบการกระจายตัวไม่แตกต่างกันมาก แสดงถึง ปีที่เกิดสภาวะภัยแล้งส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณฝนรวมมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าเกณฑ์ค่าปกติ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่และช่วงเวลา จะเห็นได้ว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมักจะมีประสบกับปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงฤดูร้อน โดยเฉพาะภัยแล้งระดับรุนแรงถึงรุนแรงมากซึ่งจะส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรและสร้างความเสียหายให้แก่ประชาชนและระบบเศรษฐกิจของประเทศ ค่าดัชนี SPI แสดงความแห้งแล้งทางอุทกนิยมนิยามวิทยาที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นค่าทางสถิติที่ใช้อ้างอิงกับเหตุการณ์ภัยแล้งที่ผ่านมาในอดีตว่ามีลักษณะและแนวโน้มการเกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นอย่างไร บริเวณใดเกิดความแห้งแล้งซ้ำซากและมีระดับความรุนแรงมากหรือน้อย ช่วงที่เกิดอยู่ในเวลาใดและปัจจัยที่ทำให้เกิดคืออะไรเหล่านี้ จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายระยะยาวของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการวางแผนป้องกันและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากสภาวะภัยแล้งได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น ในทางปฏิบัติสำหรับการนำผลศึกษาการพยากรณ์ภัยแล้งนี้ไปใช้ประโยชน์ อาจจะต้องมีการสำรวจและเพิ่มข้อมูลภาคพื้นที่จะเพิ่มเติม เพื่อติดตามและประเมินผลแล้วนำเข้าสู่ข้อมูลจริงมาเปรียบเทียบและปรับแก้ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อื่น ๆ เช่น เทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หรือ Machine Learning ในการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งอาจเป็นแนวทางในการขยายผลไปสู่พื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ได้ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง เช่น ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศหรือระบบเรดาร์สร้างภาพถ่ายทางอากาศ โดยนำผลลัพธ์จากหลายแบบจำลองมาวิเคราะห์ร่วมกันส่งผลให้การคาดการณ์มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น สำหรับพื้นที่ศึกษาในระดับท้องถิ่นที่มีความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่ขนาดเล็กและใช้กำหนดนโยบายในระยะเวลารวดเร็วหรือแผนป้องกันภัยแล้งในอนาคตรายปี

ตาราง 5.1 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 1981-2014 จากข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
1981	-0.742	-0.202	0.528	0.141	-0.718	-1.661	-0.677	-1.235	-0.643	0.081
1982	-1.559	-1.104	1.265	-0.825	1.225	-0.424	-0.460	0.240	-0.109	0.162
1983	0.558	-1.637	-2.678	-1.428	0.351	-0.059	0.510	-0.173	0.847	-0.312
1984	-0.186	-1.096	0.091	0.219	0.199	-1.068	0.089	1.944	-0.245	-0.908
1985	-0.822	-1.753	-1.718	0.989	-1.609	-0.715	0.258	0.258	0.926	0.145
1986	-0.998	-0.040	0.250	0.768	-0.599	-1.784	-0.373	0.262	-2.625	0.360
1987	0.045	0.000	0.021	-0.645	0.361	1.186	0.119	0.152	-0.532	-0.896
1988	1.145	0.312	0.027	-0.943	0.238	0.446	0.504	-1.472	1.595	0.230
1989	-0.611	-0.101	0.203	-0.693	-0.022	-1.028	-0.677	-0.960	-0.448	-0.143
1990	0.533	0.834	1.643	1.693	1.106	0.188	-0.140	0.483	-0.751	0.883
1991	-0.045	-0.532	-0.205	-0.408	0.599	-0.039	-0.362	-0.494	-0.967	0.179
1992	-0.791	-0.816	-0.405	-1.119	-1.549	-0.66	-0.649	-0.054	-0.131	-1.73
1993	-2.188	-1.775	-1.007	0.142	-1.779	-0.489	-2.456	-2.687	0.732	-1.357
1994	0.341	1.617	1.338	0.063	-0.258	0.181	-2.150	1.293	-1.522	0.311
1995	0.826	-0.257	-1.219	0.374	1.233	1.110	-1.003	-1.490	0.984	-0.503
1996	0.202	1.361	1.092	0.184	0.419	1.093	-1.492	-0.578	0.482	1.492
1997	-1.528	0.010	-0.108	0.935	-1.632	-1.747	-0.985	-0.224	-2.455	0.498
1998	0.103	-1.624	-1.602	-2.172	0.039	-0.295	-0.640	-1.248	-0.657	-1.030
1999	1.405	0.816	0.572	0.442	0.196	-0.255	0.834	-0.113	0.391	0.977
2000	0.186	1.378	0.853	0.703	2.319	1.998	1.482	0.894	1.212	2.082
2001	0.448	0.771	0.477	0.007	0.685	-0.031	2.134	0.387	-1.233	-0.101
2002	0.802	1.155	1.002	1.742	0.906	-0.926	-0.107	0.263	-0.255	2.08
2003	-0.165	-0.186	-1.305	-0.387	1.185	-1.378	0.206	-0.203	-0.655	1.146
2004	-0.048	0.298	0.522	-0.318	0.081	-0.982	0.399	-0.575	-0.419	0.784
2005	-0.787	-0.011	0.795	1.660	-1.408	-0.434	-0.664	-1.226	1.339	-0.033
2006	-0.507	-0.372	-0.053	0.996	-0.017	-0.818	0.535	-0.341	-0.361	0.788
2007	0.111	-1.011	0.772	0.014	0.802	0.747	0.692	1.569	0.499	0.686
2008	0.131	0.802	1.850	1.245	2.430	1.914	-0.183	-0.899	1.321	0.772
2009	0.487	0.305	-0.705	-0.163	-0.840	1.296	-0.383	1.364	0.650	0.741
2010	1.370	0.284	-0.665	-1.043	0.121	1.310	-1.219	-0.190	1.362	-0.246
2011	3.106	0.961	1.016	1.082	0.794	0.498	0.861	1.296	0.633	1.870
2012	-1.043	-2.220	0.473	-0.762	-0.867	-0.233	-0.943	0.191	-0.062	-1.913
2013	1.403	-0.266	1.359	-0.711	-1.371	0.713	1.129	0.718	1.041	1.061
2014	-0.899	-0.436	0.246	0.104	-1.202	-1.574	0.302	1.046	-0.195	0.073

ตาราง 5.2 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	0.46	-0.57	-0.60	-0.57	0.07	0.32	0.07	-0.13	0.60	0.30
2016	0.83	0.29	0.97	0.29	1.20	0.78	1.20	1.25	0.73	0.92
2017	0.84	1.38	1.04	1.38	1.32	0.98	1.32	2.51	0.47	1.45
2018	-0.79	-0.42	-0.68	-0.42	-0.32	-1.07	-0.32	-1.05	-0.15	-0.59
2019	-2.25	-2.51	-1.89	-2.51	-1.95	-2.24	-1.95	-0.34	-2.01	-1.65
2020	0.14	-0.12	0.53	-0.12	0.68	0.50	0.68	1.15	-0.26	0.96
2021	-0.05	-0.02	0.50	-0.02	0.14	0.23	0.14	0.90	-0.55	0.39
2022	0.87	0.77	1.01	0.77	0.39	0.41	0.39	-0.15	0.38	0.36
2023	1.18	1.22	0.93	1.22	0.34	0.86	0.34	-0.69	0.12	-0.50
2024	0.38	0.81	0.74	0.81	0.49	0.67	0.49	0.39	0.94	1.20
2025	2.42	2.64	2.27	2.64	2.01	2.05	2.01	1.42	1.63	1.76
2026	-0.19	-0.51	-0.78	-0.51	-0.98	-0.99	-0.98	-0.43	-0.69	-0.55
2027	0.81	1.21	1.42	1.21	1.24	1.22	1.24	1.27	1.21	1.77
2028	0.51	1.02	1.74	1.02	0.88	0.07	0.88	0.21	-0.02	0.54
2029	1.31	0.83	1.30	0.83	0.88	1.06	0.88	0.46	0.57	0.60
2030	0.90	1.29	1.17	1.29	0.92	1.10	0.92	0.35	1.00	0.48
2031	-1.05	-0.51	0.02	-0.51	-0.94	-1.35	-0.94	-0.06	-1.46	-1.00
2032	0.86	1.22	1.26	1.22	1.31	0.48	1.31	1.20	-0.03	0.40
2033	0.11	-0.70	-0.28	-0.70	0.16	0.34	0.16	-0.42	-0.10	0.06
2034	-0.19	0.87	0.86	0.87	0.13	-1.39	0.13	-0.08	-1.17	-0.49
2035	-0.91	0.08	0.81	0.08	-0.78	-0.76	-0.78	-0.86	-0.82	-0.56
2036	1.12	-0.04	0.02	-0.04	0.65	1.61	0.65	0.28	1.33	0.89
2037	0.42	0.14	-0.25	0.14	0.06	-0.26	0.06	0.34	-0.66	-0.50
2038	-2.59	-1.98	-1.27	-1.98	-2.49	-2.55	-2.49	-0.99	-1.94	-1.83
2039	-0.92	-0.46	0.62	-0.46	-0.74	-1.34	-0.74	0.42	-1.54	-1.04
2040	1.26	0.94	1.39	0.94	1.19	0.92	1.19	1.36	0.67	0.60

ตาราง 5.3 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	0.27	-0.08	-0.01	-0.08	-0.04	0.72	-0.04	0.21	-0.23	-0.26
2016	-1.40	-1.65	-0.86	-1.65	-1.33	-1.48	-1.33	-0.61	-0.65	-1.47
2017	-0.90	-0.45	0.23	-0.45	-0.31	0.06	-0.31	-0.48	0.78	0.53
2018	-0.22	0.48	0.21	0.48	0.46	-0.54	0.46	0.25	-0.29	0.13
2019	-0.87	-1.18	-1.56	-1.18	-1.39	-0.83	-1.39	-1.46	-0.53	-0.90
2020	-1.23	-0.75	-0.42	-0.75	-0.86	-0.75	-0.86	-0.95	-0.83	-0.88
2021	-0.38	0.51	0.80	0.51	-1.33	-1.65	-1.33	-0.96	-1.56	-1.36
2022	0.14	-0.38	-0.31	-0.38	0.75	1.00	0.75	0.64	0.16	0.22
2023	1.64	1.62	2.38	1.62	2.14	1.66	2.14	1.73	0.26	1.06
2024	0.96	0.83	0.25	0.83	0.80	0.42	0.80	0.05	1.02	0.67
2025	0.31	0.73	0.54	0.73	0.72	0.79	0.72	0.78	1.91	1.57
2026	-1.83	-1.66	-1.21	-1.66	-1.73	-1.34	-1.73	-1.40	-1.35	-1.73
2027	1.54	1.49	1.94	1.49	1.74	1.64	1.74	2.03	0.62	1.40
2028	0.57	0.76	1.76	0.76	0.59	0.53	0.59	-0.18	0.48	0.49
2029	1.09	0.87	0.62	0.87	1.11	0.94	1.11	1.58	0.32	0.41
2030	0.09	-0.25	-0.84	-0.25	-0.50	0.22	-0.50	0.38	0.63	0.17
2031	0.66	0.88	0.77	0.88	0.69	0.66	0.69	0.61	0.56	1.32
2032	0.63	0.49	0.94	0.49	0.83	0.37	0.83	1.48	0.50	0.68
2033	-1.22	-0.67	-0.93	-0.67	-1.52	-1.64	-1.52	-1.18	-1.55	-1.34
2034	0.71	1.00	0.55	1.00	1.17	0.44	1.17	1.00	0.14	1.07
2035	-0.95	-0.83	-1.47	-0.83	-0.80	-1.13	-0.80	-0.87	-1.32	-1.08
2036	0.89	0.44	0.55	0.44	0.57	1.47	0.57	0.11	1.44	0.89
2037	-0.22	-0.35	-0.71	-0.35	0.47	0.46	0.47	1.05	1.31	2.07
2038	-0.67	-1.25	-1.81	-1.25	-0.79	-0.40	-0.79	-0.99	-0.19	-0.29
2039	-0.87	-0.39	-0.78	-0.39	-1.12	-1.39	-1.12	-1.29	-2.65	-1.68
2040	0.65	0.17	0.95	0.17	0.51	0.80	0.51	-0.09	0.56	0.08

ตาราง 5.4 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	-1.02	-1.42	-1.42	-1.42	-3.21	-2.85	-3.21	-3.21	-2.85	-3.21
2016	-1.93	0.12	0.12	0.12	0.07	0.56	0.07	0.07	0.56	0.07
2017	0.29	0.04	0.04	0.04	-0.83	-0.70	-0.83	-0.83	-0.70	-0.83
2018	-0.07	-1.70	-1.70	-1.70	0.86	0.52	0.86	0.86	0.52	0.86
2019	-2.33	-1.23	-1.23	-1.23	-0.69	-2.06	-0.69	-0.69	-2.06	-0.69
2020	0.72	-0.45	-0.45	-0.45	-0.44	-0.17	-0.44	-0.44	-0.17	-0.44
2021	-0.59	-1.12	-1.12	-1.12	-0.85	0.39	-0.85	-0.85	0.39	-0.85
2022	-2.00	-2.36	-2.36	-2.36	-0.97	-1.53	-0.97	-0.97	-1.53	-0.97
2023	-0.69	-0.98	-0.98	-0.98	0.78	0.09	0.78	0.78	0.09	0.78
2024	-0.68	-0.17	-0.17	-0.17	-0.28	0.60	-0.28	-0.28	0.60	-0.28
2025	-1.13	0.50	0.50	0.50	0.22	-0.77	0.22	0.22	-0.77	0.22
2026	0.12	-1.10	-1.10	-1.10	-1.10	-1.05	-1.10	-1.10	-1.05	-1.10
2027	-0.10	0.10	0.10	0.10	-0.54	-0.74	-0.54	-0.54	-0.74	-0.54
2028	-0.86	-0.52	-0.52	-0.52	-1.07	-0.89	-1.07	-1.07	-0.89	-1.07
2029	-0.50	-0.02	-0.02	-0.02	-2.01	-1.12	-2.01	-2.01	-1.12	-2.01
2030	1.33	-0.03	-0.03	-0.03	1.32	2.51	1.32	1.32	2.51	1.32
2031	-0.53	-0.75	-0.75	-0.75	-1.11	-0.10	-1.11	-1.11	-0.10	-1.11
2032	1.32	1.01	1.01	1.01	-1.36	-1.32	-1.36	-1.36	-1.32	-1.36
2033	0.18	0.91	0.91	0.91	0.04	-0.71	0.04	0.04	-0.71	0.04
2034	0.14	-0.11	-0.11	-0.11	2.40	1.76	2.40	2.40	1.76	2.40
2035	0.09	-0.48	-0.48	-0.48	-1.76	0.06	-1.76	-1.76	0.06	-1.76
2036	-1.78	-1.79	-1.79	-1.79	-1.27	-1.42	-1.27	-1.27	-1.42	-1.27
2037	0.14	1.10	1.10	1.10	0.80	0.47	0.80	0.80	0.47	0.80
2038	-0.73	-0.12	-0.12	-0.12	-0.05	-0.23	-0.05	-0.05	-0.23	-0.05
2039	0.71	1.23	1.23	1.23	0.18	0.47	0.18	0.18	0.47	0.18
2040	-0.08	0.44	0.44	0.44	0.98	0.81	0.98	0.98	0.81	0.98

ตาราง 5.5 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 585

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	-0.49	-0.68	-0.68	-0.68	-0.52	-0.29	-0.52	-0.52	-0.29	-0.52
2016	-0.32	-0.36	-0.36	-0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
2017	-0.21	0.31	0.31	0.31	0.68	-0.58	0.68	0.68	-0.58	0.68
2018	-0.05	-0.37	-0.37	-0.37	-0.47	0.10	-0.47	-0.47	0.10	-0.47
2019	0.22	0.19	0.19	0.19	-0.58	-0.31	-0.58	-0.58	-0.31	-0.58
2020	0.55	1.30	1.30	1.30	0.57	1.62	0.57	0.57	1.62	0.57
2021	0.94	0.86	0.86	0.86	0.24	0.68	0.24	0.24	0.68	0.24
2022	0.07	-0.74	-0.74	-0.74	0.04	0.11	0.04	0.04	0.11	0.04
2023	0.05	-0.49	-0.49	-0.49	-0.01	0.96	-0.01	-0.01	0.96	-0.01
2024	-0.48	0.56	0.56	0.56	-0.61	-0.24	-0.61	-0.61	-0.24	-0.61
2025	-0.94	-0.79	-0.79	-0.79	0.11	-0.01	0.11	0.11	-0.01	0.11
2026	-0.60	0.19	0.19	0.19	-1.15	0.53	-1.15	-1.15	0.53	-1.15
2027	1.11	1.90	1.90	1.90	-0.13	0.20	-0.13	-0.13	0.20	-0.13
2028	0.35	0.16	0.16	0.16	1.14	-0.05	1.14	1.14	-0.05	1.14
2029	-0.20	0.75	0.75	0.75	-2.21	-0.29	-2.21	-2.21	-0.29	-2.21
2030	-1.75	-1.15	-1.15	-1.15	-1.54	-0.89	-1.54	-1.54	-0.89	-1.54
2031	-0.85	-0.15	-0.15	-0.15	0.14	0.98	0.14	0.14	0.98	0.14
2032	-0.01	0.17	0.17	0.17	0.18	0.43	0.18	0.18	0.43	0.18
2033	-0.17	1.78	1.78	1.78	1.54	-0.84	1.54	1.54	-0.84	1.54
2034	2.00	0.00	0.00	0.00	2.61	3.01	2.61	2.61	3.01	2.61
2035	-0.28	-1.29	-1.29	-1.29	-0.67	-0.53	-0.67	-0.67	-0.53	-0.67
2036	1.77	0.14	0.14	0.14	-0.34	-0.02	-0.34	-0.34	-0.02	-0.34
2037	-1.71	-0.02	-0.02	-0.02	0.29	-0.46	0.29	0.29	-0.46	0.29
2038	-1.15	-1.50	-1.50	-1.50	-0.75	-1.38	-0.75	-0.75	-1.38	-0.75
2039	-0.35	-0.57	-0.57	-0.57	0.29	-0.29	0.29	0.29	-0.29	0.29
2040	-1.52	-1.20	-1.20	-1.20	-0.93	-0.68	-0.93	-0.93	-0.68	-0.93

ตาราง 5.6 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	-1.10	-0.40	-0.52	-0.40	-0.52	-0.25	-0.52	-0.05	-0.70	-0.25
2016	0.79	0.95	-0.37	0.95	0.89	0.87	0.15	-0.61	0.88	-0.17
2017	-1.13	-0.99	-0.90	-0.99	-0.46	-0.21	-0.37	-0.48	-0.31	-0.36
2018	-1.25	-0.91	-1.69	-0.91	-0.75	-1.61	-1.65	-2.53	-1.95	-1.12
2019	1.64	1.91	2.03	1.91	1.84	1.34	1.10	0.85	0.60	1.10
2020	0.51	0.54	1.56	0.54	-0.17	0.64	0.67	0.00	0.61	1.01
2021	0.11	-0.59	-0.69	-0.59	0.07	-0.29	0.11	-0.63	-0.80	0.00
2022	-0.95	-0.54	-1.59	-0.54	-0.61	-0.53	0.15	-1.08	-1.02	-0.49
2023	0.40	0.57	0.34	0.57	0.13	0.12	0.01	0.05	-0.20	-0.63
2024	-0.63	-0.56	-1.03	-0.56	0.13	-0.16	-0.05	-0.56	-0.43	-0.01
2025	0.00	0.06	-0.35	0.06	0.27	0.66	-0.19	-0.58	0.80	-0.42
2026	-0.03	0.24	-0.12	0.24	-0.36	0.05	-0.59	-0.79	-0.51	-1.00
2027	0.29	0.91	1.46	0.91	0.79	0.01	0.73	2.95	-0.14	0.55
2028	-0.02	-0.34	-0.15	-0.34	0.13	0.84	0.42	-0.43	0.87	0.28
2029	2.11	1.98	1.74	1.98	2.46	2.01	1.74	1.14	1.65	1.66
2030	1.56	0.84	1.38	0.84	1.98	2.04	2.33	1.88	1.96	2.18
2031	-0.13	-0.24	-0.88	-0.24	-0.92	-0.18	-0.01	-0.40	0.07	0.50
2032	-2.09	-1.87	-2.30	-1.87	-1.93	-1.31	-1.55	-0.18	-1.51	-0.95
2033	1.32	0.54	0.49	0.54	0.78	1.03	0.09	1.10	0.58	0.69
2034	1.34	1.51	0.32	1.51	1.58	1.71	1.81	1.60	1.80	1.15
2035	-0.80	-0.45	-0.25	-0.45	-0.86	-0.53	-0.50	-0.94	-0.60	-1.47
2036	-1.63	-1.23	-1.53	-1.23	-1.63	-2.00	-2.49	-1.63	-2.66	-2.16
2037	-0.41	-0.44	-0.51	-0.44	-0.42	-0.61	-0.37	-1.15	-0.48	-0.67
2038	-0.01	-0.21	-1.07	-0.21	-0.08	-0.85	-0.02	0.01	-0.50	0.17
2039	-0.42	0.62	-1.17	0.62	0.11	0.29	0.12	0.33	-0.67	0.37
2040	0.96	0.97	0.63	0.97	0.65	1.04	0.91	0.52	1.07	0.54

ตาราง 5.7 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	1.04	1.01	-0.16	1.01	1.45	0.75	1.25	0.80	0.52	0.59
2016	0.13	-0.25	-1.22	-0.25	0.01	-0.61	-0.90	-1.09	0.10	-0.70
2017	0.88	0.48	0.34	0.48	0.53	-0.10	-0.03	-0.07	-0.21	0.39
2018	1.83	1.28	-0.09	1.28	1.52	1.47	0.84	0.64	1.09	0.99
2019	-0.03	-0.18	-0.58	-0.18	-0.08	-0.32	-0.40	-0.92	-1.38	-1.18
2020	0.41	-0.08	0.52	-0.08	0.39	0.75	0.02	-0.99	0.26	0.04
2021	0.00	-0.70	-0.52	-0.70	-0.49	-0.02	-1.00	-1.31	0.05	-0.21
2022	2.15	1.51	0.90	1.51	1.79	1.92	1.83	1.78	1.59	1.70
2023	0.55	-0.41	-0.51	-0.41	0.65	0.87	0.70	-0.05	1.38	1.64
2024	-0.92	-1.44	-1.83	-1.44	-0.61	-0.48	-0.40	-0.45	-0.94	-0.75
2025	-3.68	-2.72	-2.70	-2.72	-2.38	-3.30	-2.88	-3.65	-2.34	-2.64
2026	1.82	1.93	1.41	1.93	2.19	1.75	2.02	1.18	0.97	1.09
2027	-1.85	-2.13	-1.09	-2.13	-0.67	0.75	-0.11	-0.84	0.13	-0.15
2028	-0.54	-1.08	-0.81	-1.08	-0.93	-0.64	-0.44	-1.68	-1.16	-0.80
2029	-0.54	-0.56	0.02	-0.56	-0.59	-0.37	0.12	0.02	-0.21	-0.31
2030	0.30	0.42	-1.24	0.42	0.95	0.54	1.41	0.10	0.51	0.92
2031	0.94	0.86	-0.04	0.86	0.68	0.92	0.25	0.07	0.79	0.33
2032	0.37	0.48	0.59	0.48	1.07	0.02	0.97	0.34	-0.54	0.71
2033	-1.43	-0.58	-1.17	-0.58	-0.53	-0.59	-0.55	-0.79	-1.15	-1.65
2034	-0.11	-0.93	-2.06	-0.93	-0.55	0.53	0.13	-1.06	0.44	1.01
2035	0.60	0.75	0.01	0.75	0.71	1.04	0.57	0.81	0.93	1.21
2036	0.00	-0.27	-1.25	-0.27	-0.25	0.77	-0.70	-0.81	0.53	-0.19
2037	-0.24	0.31	-0.20	0.31	0.05	-0.31	-0.44	-0.70	-0.17	-0.69
2038	-1.29	-1.50	-1.29	-1.50	-0.78	-1.21	-0.21	-0.58	-0.79	-0.20
2039	1.08	1.49	0.15	1.49	1.17	0.94	0.89	1.26	1.72	1.18
2040	-0.32	-0.45	-0.54	-0.45	0.06	0.33	0.33	-0.53	0.55	0.28

ตาราง 5.8 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	-1.79	-1.31	-1.33	-1.31	-1.20	-1.20	-0.96	-0.91	-1.69	-1.31
2016	-0.89	-0.99	-0.47	-0.99	-0.56	-0.56	-0.48	-0.39	0.35	-0.26
2017	0.64	1.22	1.05	1.22	-0.01	-0.01	-0.46	-1.23	-0.15	-0.93
2018	0.25	0.09	0.71	0.09	0.07	0.07	0.43	0.60	0.88	0.76
2019	-0.18	-0.58	-0.24	-0.58	-0.24	-0.24	0.21	-0.10	0.36	0.04
2020	0.79	0.56	-0.09	0.56	-0.27	-0.27	-0.89	0.26	0.20	0.04
2021	-1.49	-1.18	-1.01	-1.18	-1.36	-1.36	-0.56	-0.91	-1.45	-1.09
2022	0.17	-0.14	-0.69	-0.14	-0.04	-0.04	-0.82	-0.25	0.49	0.46
2023	0.45	0.27	-0.23	0.27	0.50	0.50	-0.11	0.75	0.82	0.54
2024	-1.49	-1.09	-0.95	-1.09	-0.22	-0.22	-0.12	-0.09	0.15	0.16
2025	-0.21	-0.46	-0.13	-0.46	0.14	0.14	-0.06	-0.54	0.09	-0.17
2026	-0.90	-0.60	-0.45	-0.60	-1.31	-1.31	-1.29	-1.76	-1.50	-1.48
2027	0.64	0.09	0.55	0.09	-0.10	-0.10	-0.48	-0.70	0.24	-0.69
2028	-0.26	-0.32	-0.15	-0.32	-0.91	-0.91	-0.73	-0.90	-0.56	-0.67
2029	1.47	0.89	0.80	0.89	0.60	0.60	0.31	-0.04	1.17	0.73
2030	-1.36	-0.69	-0.18	-0.69	-1.52	-1.52	-0.39	0.09	-1.73	-1.01
2031	-0.31	-0.69	-1.15	-0.69	-0.65	-0.65	-1.06	-0.59	-1.11	-1.17
2032	-0.55	-0.38	-0.07	-0.38	-0.86	-0.86	-0.60	0.04	-0.31	-0.14
2033	-0.76	-0.49	-0.10	-0.49	-0.55	-0.55	-0.62	-1.30	-0.80	-1.03
2034	0.60	0.48	1.07	0.48	0.71	0.71	1.18	1.35	0.23	0.53
2035	-0.69	-0.79	-0.83	-0.79	-1.53	-1.53	-1.46	-1.20	-1.29	-1.17
2036	-1.12	-1.60	-1.29	-1.60	-1.00	-1.00	-1.00	-0.84	-0.21	-0.02
2037	1.74	0.91	1.04	0.91	1.34	1.34	1.71	1.79	1.71	1.90
2038	-1.73	-1.34	-1.27	-1.34	-0.81	-0.81	-0.61	-0.23	-0.54	-0.25
2039	-0.79	-0.75	-0.56	-0.75	-0.76	-0.76	-1.00	-1.36	-1.16	-1.22
2040	1.00	0.54	0.67	0.54	0.74	0.74	0.40	0.26	0.70	0.37

ตาราง 5.9 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	0.00	-0.76	-0.47	-0.76	0.74	0.74	0.81	1.10	1.17	1.30
2016	1.42	1.42	1.69	1.42	0.80	0.80	1.08	1.24	0.92	0.89
2017	-1.35	-1.78	-1.75	-1.78	-1.92	-1.92	-1.91	-0.90	-1.61	-1.33
2018	-0.35	-0.78	-0.62	-0.78	-0.31	-0.31	-0.28	-0.58	-0.41	-0.69
2019	-1.37	-0.24	0.87	-0.24	-0.36	-0.36	0.47	-0.28	-0.78	-0.42
2020	-1.52	-1.19	-1.25	-1.19	-0.32	-0.32	-0.41	-0.77	0.21	-0.27
2021	-0.14	-0.24	0.12	-0.24	-1.08	-1.08	-0.43	-0.28	-1.25	0.00
2022	-2.31	-2.43	-2.22	-2.43	-1.82	-1.82	-1.59	-1.96	-1.57	-2.19
2023	0.33	-0.72	-0.91	-0.72	-0.18	-0.18	-0.82	-0.77	0.09	-0.33
2024	0.97	0.42	-0.05	0.42	1.11	1.11	0.44	0.49	0.92	0.64
2025	-1.63	-0.78	0.41	-0.78	-0.78	-0.78	0.04	-0.67	-1.10	-1.13
2026	0.89	0.84	0.81	0.84	1.13	1.13	0.76	0.74	0.98	0.52
2027	-1.05	-0.70	-0.41	-0.70	-0.26	-0.26	-0.22	0.34	-0.17	0.09
2028	0.60	0.77	0.90	0.77	1.70	1.70	1.52	1.05	1.92	1.45
2029	0.40	0.25	0.20	0.25	0.80	0.80	0.29	0.67	1.46	0.86
2030	0.06	-0.39	-1.01	-0.39	-0.80	-0.80	-0.84	0.09	-0.37	0.19
2031	0.30	0.56	0.22	0.56	0.96	0.96	0.62	-1.05	0.33	-0.52
2032	-0.62	-0.57	-0.38	-0.57	0.26	0.26	0.52	0.25	0.91	0.82
2033	-0.08	-0.75	-1.37	-0.75	-0.32	-0.32	-0.97	-1.14	0.34	-0.44
2034	0.53	0.28	0.25	0.28	-0.05	-0.05	-0.29	0.72	-0.32	0.00
2035	-0.02	-0.47	-0.65	-0.47	-0.56	-0.56	-0.89	-1.75	-0.72	-0.99
2036	1.10	0.65	0.67	0.65	1.26	1.26	1.26	1.47	1.47	1.40
2037	-0.01	-0.91	-0.72	-0.91	-1.19	-1.19	-0.63	-0.72	-0.84	-0.57
2038	1.23	1.72	1.52	1.72	1.14	1.14	0.98	-0.15	-0.03	0.17
2039	-1.04	-1.37	-1.41	-1.37	-1.35	-1.35	-0.79	-0.32	-0.50	-0.19
2040	0.48	0.67	0.61	0.67	-0.20	-0.20	0.55	-0.47	-1.04	-0.16

ตาราง 5.10 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	0.60	-0.40	-0.49	-0.40	-0.25	-0.25	-0.68	-0.05	0.09	-0.21
2016	-1.57	-2.09	-2.25	-2.09	-1.75	-1.75	-1.81	-1.27	-1.27	-1.30
2017	0.60	0.25	0.13	0.25	0.33	0.33	0.48	0.09	-0.07	-0.05
2018	0.25	-0.03	0.40	-0.03	0.34	0.34	0.06	0.08	0.05	-0.29
2019	-0.18	-0.10	0.47	-0.10	0.12	0.12	0.30	0.26	-0.18	-0.04
2020	-1.06	-1.24	-2.11	-1.24	-2.67	-2.67	-2.16	-2.30	-2.63	-2.54
2021	-0.54	-0.79	-0.88	-0.79	-0.72	-0.72	-0.48	0.30	-0.32	0.19
2022	-0.29	-1.82	-1.89	-1.82	-0.93	-0.93	-1.93	-1.84	-0.66	-1.36
2023	-0.80	-0.28	-0.58	-0.28	-0.38	-0.38	-0.06	-0.52	-0.82	-0.72
2024	-0.93	-1.09	-1.56	-1.09	-0.74	-0.74	-1.00	-1.05	-1.13	-0.93
2025	-0.39	0.22	0.00	0.22	-0.33	-0.33	-0.22	-0.44	-0.33	-0.20
2026	-0.92	-1.05	-1.41	-1.05	-0.05	-0.05	-0.48	0.03	0.23	-0.04
2027	0.67	0.62	-0.61	0.62	0.02	0.02	-0.33	-0.56	-0.02	-0.38
2028	-0.32	-1.12	0.22	-1.12	-0.17	-0.17	-0.51	-0.06	0.22	0.22
2029	-1.44	-0.84	-0.36	-0.84	-1.11	-1.11	-0.84	-1.31	-1.59	-1.41
2030	0.00	0.17	0.00	0.17	-0.07	-0.07	0.10	0.37	-0.07	0.22
2031	-2.38	-1.90	-2.00	-1.90	-1.44	-1.44	-1.08	-1.40	-1.48	-1.38
2032	0.72	0.47	-0.15	0.47	1.12	1.12	0.55	0.18	1.12	0.56
2033	0.35	0.24	-0.56	0.24	0.76	0.76	0.25	-0.61	0.63	0.00
2034	-0.06	0.24	0.29	0.24	0.57	0.57	0.21	0.04	0.27	0.18
2035	-1.11	-1.69	-0.87	-1.69	-1.17	-1.17	-1.45	-0.91	-0.62	-1.05
2036	-0.30	-0.10	0.25	-0.10	0.08	0.08	0.65	1.76	0.72	1.43
2037	1.28	1.06	0.74	1.06	0.64	0.64	0.04	-0.33	0.34	-0.18
2038	0.35	0.20	-0.40	0.20	-0.63	-0.63	-0.81	-0.56	-0.90	-0.62
2039	0.30	0.04	-0.25	0.04	0.84	0.84	0.44	0.31	0.69	0.56
2040	-0.09	0.07	-0.49	0.07	-0.17	-0.17	-0.03	-0.25	0.04	0.12

ตาราง 5.11 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี ค.ศ. 2015-2040 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201
2015	-0.90	-1.30	-1.70	-1.30	-1.66	-1.66	-2.51	-1.55	-1.12	-1.62
2016	-1.50	-1.09	-1.08	-1.09	-1.25	-1.25	-0.94	-1.25	-0.44	-0.88
2017	2.02	1.07	0.37	1.07	1.44	1.44	0.51	-0.83	0.50	-0.17
2018	1.46	2.30	2.88	2.30	2.18	2.18	1.86	0.80	1.03	1.01
2019	-0.06	-0.32	-0.91	-0.32	-0.72	-0.72	-1.32	-0.77	-1.04	-1.17
2020	-0.52	-0.72	-0.30	-0.72	-0.93	-0.93	-0.81	-0.73	-1.06	-0.85
2021	-0.36	-0.13	0.18	-0.13	1.03	1.03	0.36	0.19	1.27	0.78
2022	0.48	0.12	-0.44	0.12	-0.03	-0.03	-0.02	-0.10	0.16	0.02
2023	-0.27	-0.15	1.06	-0.15	0.24	0.24	0.31	0.99	1.16	0.91
2024	0.49	-0.76	-1.26	-0.76	-0.72	-0.72	-1.20	-0.67	-0.27	-0.83
2025	-0.68	0.26	-0.34	0.26	0.29	0.29	0.34	-0.92	-0.60	-0.30
2026	-0.24	-0.23	-0.62	-0.23	0.09	0.09	-0.30	-0.73	-0.24	-0.35
2027	1.83	1.88	0.96	1.88	2.48	2.48	2.25	1.49	1.96	1.79
2028	1.04	1.35	0.33	1.35	0.56	0.56	0.71	0.93	0.62	0.74
2029	2.61	1.78	0.42	1.78	2.02	2.02	1.19	1.06	1.39	1.21
2030	-0.24	-0.31	0.45	-0.31	-0.34	-0.34	0.23	0.83	-0.12	0.47
2031	1.01	0.77	0.36	0.77	-0.23	-0.23	-0.30	-0.16	-0.75	-0.91
2032	0.29	-0.02	-0.65	-0.02	-0.49	-0.49	-0.59	-0.56	-0.90	-1.00
2033	-0.05	-0.10	0.17	-0.10	0.39	0.39	1.03	0.26	0.09	0.75
2034	0.42	0.21	-0.83	0.21	0.67	0.67	0.58	0.61	0.35	0.51
2035	0.71	0.63	1.43	0.63	0.87	0.87	0.53	0.24	0.63	-0.14
2036	0.66	0.94	-1.06	0.94	0.52	0.52	0.62	0.48	0.94	1.14
2037	-1.80	-2.47	-2.21	-2.47	-2.17	-2.17	-2.65	-2.66	-2.59	-2.67
2038	1.03	1.00	0.31	1.00	0.36	0.36	0.17	0.20	1.13	0.29
2039	-0.43	0.00	-0.17	0.00	-0.03	-0.03	0.16	1.86	0.36	1.22
2040	-0.69	-0.21	-2.05	-0.21	0.03	0.03	-1.18	-1.13	-0.28	-0.96

5.3 การคาดการณ์ภัยแล้งด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก

ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศทั้ง 5 แบบจำลอง ได้ถูกนำมาคำนวณค่าดัชนี SPI ของฝนสะสมรายปีเป็นรายสถานีภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภาพฉายอนาคต SSP 245 และ SSP 585 ซึ่งมีการพยากรณ์ค่าดัชนี SPI ในช่วงเวลาอนาคต ปีค.ศ. 2021-2080 จากเกณฑ์บ่งชี้ถึงสภาวะภัยแล้งทั้ง 7 ระดับ (ตามตาราง 3.4) ได้แก่ ค่า SPI มากกว่าหรือเท่ากับ 2, SPI = 1.50 ถึง 1.99, SPI = 1.00 ถึง 1.49, SPI = -0.99 ถึง 0.99, SPI = -1.00 ถึง -1.49, SPI = -1.50 ถึง -1.99 และ SPI น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2 หมายถึง ฝนชุกมากที่สุดจนถึงฝนแล้งรุนแรงที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์สภาวะภัยแล้งจะพิจารณาให้สำคัญเฉพาะเกณฑ์ค่าดัชนี SPI ที่สะท้อนถึงความแห้งแล้ง 3 ช่วง คือ ค่า SPI = (-1.00) - (-1.49), SPI = (-1.50) - (-1.99) ถึงค่า SPI น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2 เพื่อนำข้อมูลความถี่ของค่า SPI ของแต่ละสถานีในแต่ละช่วงมาวิเคราะห์เกณฑ์ภัยแล้งรายปีโดยวิธีค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก หมายถึง ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเป็นค่าเฉลี่ยที่มีการให้น้ำหนักของแต่ละข้อมูล โดยน้ำหนัก (Weight) ของข้อมูลจะสะท้อนถึงความสำคัญของข้อมูลนั้น ซึ่ง Weighted Average คือ ค่าเฉลี่ยที่จะใช้ในกรณีที่ข้อมูลแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน การประมาณค่าถ่วงน้ำหนักจะมีเป้าหมายของเพื่อการตัดสินใจ คือการเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสมโดยทางเลือกที่ดีที่สุด (ธวัชระพงษ์, 2562) ที่ได้มาจากผลรวมของค่าเกณฑ์การตัดสินใจหลายอย่างคูณค่าถ่วงน้ำหนักหารด้วยผลรวมค่าเกณฑ์ โดยกำหนดให้ค่าน้ำหนักของดัชนี SPI แสดงดังตารางที่ 5.1

ตาราง 5.12 แสดงค่าน้ำหนัก (Weight) ของเกณฑ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของค่าข้อมูลดัชนี SPI

เกณฑ์ของค่า SPI	หมายถึง	น้ำหนัก (Weight)
SPI = -0.99 ถึง 0.99	ฝนใกล้เคียงปกติ	0
SPI = -1.00 ถึง -1.49	ฝนแล้งปานกลาง	1
SPI = -1.50 ถึง -1.99	ฝนแล้งรุนแรง	2
SPI น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2	ฝนแล้งรุนแรงที่สุด	3

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี 2020s จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MIROC6 SSP 245 สามารถการคำนวณในปี 2021 ดังนี้ ค่าดัชนี SPI ทั้ง 10 สถานี มีค่า SPI อยู่ในช่วง -1.00 ถึง -1.49 จำนวน 8 ค่า ดังนั้น $W.A. = [(8 \times 1) + (0 \times 2) + (0 \times 3)] / (1 + 2 + 3) = 1.33$ การพิจารณาจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งในปีเกิดภัยแล้งที่มีระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากจะพิจารณาใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของค่าข้อมูลดัชนี SPI > 2.5

ตาราง 5.13 ค่าข้อมูลดัชนี SPI ช่วงปี 2020s จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MIROC6 SSP 245

Year	353201	354201	356201	357201	381201	403201	405201	407501	431201	432201	W.A.
2021	-1.49	-1.18	-1.01	-1.18	-1.36	-1.36	-0.56	-0.91	-1.45	-1.09	1.33
2022	0.17	-0.14	-0.69	-0.14	-0.04	-0.04	-0.82	-0.25	0.49	0.46	0.00
2023	0.45	0.27	-0.23	0.27	0.50	0.50	-0.11	0.75	0.82	0.54	0.00
2024	-1.49	-1.09	-0.95	-1.09	-0.22	-0.22	-0.12	-0.09	0.15	0.16	0.50
2025	-0.21	-0.46	-0.13	-0.46	0.14	0.14	-0.06	-0.54	0.09	-0.17	0.00
2026	-0.90	-0.60	-0.45	-0.60	-1.31	-1.31	-1.29	-1.76	-1.50	-1.48	1.33
2027	0.64	0.09	0.55	0.09	-0.10	-0.10	-0.48	-0.70	0.24	-0.69	0.00
2028	-0.26	-0.32	-0.15	-0.32	-0.91	-0.91	-0.73	-0.90	-0.56	-0.67	0.00
2029	1.47	0.89	0.80	0.89	0.60	0.60	0.31	-0.04	1.17	0.73	0.00
2030	-1.36	-0.69	-0.18	-0.69	-1.52	-1.52	-0.39	0.09	-1.73	-1.01	1.33
2031	-0.31	-0.69	-1.15	-0.69	-0.65	-0.65	-1.06	-0.59	-1.11	-1.17	0.67
2032	-0.55	-0.38	-0.07	-0.38	-0.86	-0.86	-0.60	0.04	-0.31	-0.14	0.00
2033	-0.76	-0.49	-0.10	-0.49	-0.55	-0.55	-0.62	-1.30	-0.80	-1.03	0.33
2034	0.60	0.48	1.07	0.48	0.71	0.71	1.18	1.35	0.23	0.53	0.00
2035	-0.69	-0.79	-0.83	-0.79	-1.53	-1.53	-1.46	-1.20	-1.29	-1.17	1.33
2036	-1.12	-1.60	-1.29	-1.60	-1.00	-1.00	-1.00	-0.84	-0.21	-0.02	1.50
2037	1.74	0.91	1.04	0.91	1.34	1.34	1.71	1.79	1.71	1.90	0.00
2038	-1.73	-1.34	-1.27	-1.34	-0.81	-0.81	-0.61	-0.23	-0.54	-0.25	0.83
2039	-0.79	-0.75	-0.56	-0.75	-0.76	-0.76	-1.00	-1.36	-1.16	-1.22	0.67
2040	1.00	0.54	0.67	0.54	0.74	0.74	0.40	0.26	0.70	0.37	0.00

ตาราง 5.14 ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 245

Year	SSP 245				
	ACCESS-ESM1.5	CanESM5	EC-Earth3	MIROC6	MRI-ESM2.0
2021	0.00	0.50	0.00	1.33	0.00
2022	0.00	2.67*	0.67	0.00	1.83
2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	0.00	0.00	0.17	0.50	1.17
2025	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
2026	0.00	1.50	0.17	1.33	0.50
2027	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2028	0.00	0.67	0.00	0.00	0.33
2029	0.00	2.33	0.00	0.00	1.17
2030	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00
2031	0.67	0.67	0.00	0.67	2.67*
2032	0.00	1.00	2.83*	0.00	0.00
2033	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
2034	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
2035	0.00	1.33	0.17	1.33	1.50
2036	0.00	2.33	3.67*	1.50	0.00
2037	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
2038	3.50*	0.00	0.17	0.83	0.00
2039	0.67	0.00	0.17	0.67	0.00
2040	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2041	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
2042	2.50*	0.00	0.00	0.00	0.00
2043	0.00	0.00	3.00*	0.00	3.67*
2044	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
2045	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
2046	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00
2047	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
2048	0.00	0.67	0.00	1.17	0.00
2049	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00
2050	0.17	0.00	0.00	0.00	0.33

*จัดทำแผนที่ปีเกิดภัยแล้งระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากใช้เกณฑ์ค่า Weighted Average > 2.5

ตาราง 5.14 ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 245 (ต่อ)

Year	SSP 245				
	ACCESS-ESM1.5	CanESM5	EC-Earth3	MIROC6	MRI-ESM2.0
2051	0.33	0.00	0.00	0.00	0.17
2052	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2053	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
2054	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2055	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
2056	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
2057	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2058	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
2059	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
2060	4.00*	0.00	0.00	0.00	0.00
2061	3.50*	0.00	1.00	0.00	0.17
2062	0.67	0.00	3.00*	0.50	3.83*
2063	1.33	0.50	0.17	1.17	0.00
2064	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2065	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
2066	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2067	0.00	0.33	0.00	1.83	0.00
2068	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
2069	0.00	0.00	3.67*	0.67	0.00
2070	1.33	0.00	1.67	0.50	0.00
2071	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2072	1.00	0.00	0.00	5.00*	0.00
2073	0.00	0.00	3.17*	0.00	3.33*
2074	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2075	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
2076	0.17	0.17	0.00	0.17	1.83
2077	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00
2078	3.00*	0.00	0.00	0.00	0.00
2079	0.17	0.00	0.00	0.00	0.67
2080	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00

*จัดทำแผนที่ปีเกิดภัยแล้งระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากใช้เกณฑ์ค่า Weighted Average > 2.5

ตาราง 5.15 ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 585

Year	SSP 585				
	ACCESS-ESM1.5	CanESM5	EC-Earth3	MIROC6	MRI-ESM2.0
2021	1.17	0.00	0.33	0.50	0.00
2022	0.00	0.00	0.00	4.17*	0.00
2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33
2025	0.00	0.00	5.00*	0.67	0.00
2026	2.67*	0.67	0.00	0.00	0.00
2027	0.00	0.00	1.50	0.17	0.00
2028	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00
2029	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
2030	0.00	2.17	0.17	0.17	0.00
2031	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
2032	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
2033	1.83	0.00	0.83	0.33	0.00
2034	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
2035	0.67	0.50	0.00	0.33	0.00
2036	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17
2037	0.00	0.33	0.00	0.33	4.83*
2038	0.67	1.50	1.17	0.00	0.00
2039	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00
2040	0.00	0.83	0.00	0.17	0.83
2041	3.83*	0.00	0.00	0.83	1.17
2042	0.00	0.00	0.50	1.50	0.00
2043	0.17	0.00	0.00	0.67	1.17
2044	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
2045	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
2046	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2047	0.00	2.67*	1.33	0.00	0.00
2048	0.00	2.17	0.50	0.00	0.00
2049	0.17	0.00	0.67	0.17	0.00
2050	0.17	0.00	0.00	0.00	0.83

*จัดทำแผนที่ปีเกิดภัยแล้งระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากใช้เกณฑ์ค่า Weighted Average > 2.5

ตาราง 5.15 ค่าเลขคณิตถ่วงน้ำหนักในปีเกิดภัยแล้งระดับรุนแรงจากค่าดัชนี SPI ภายใต้ SSP 585 (ต่อ)

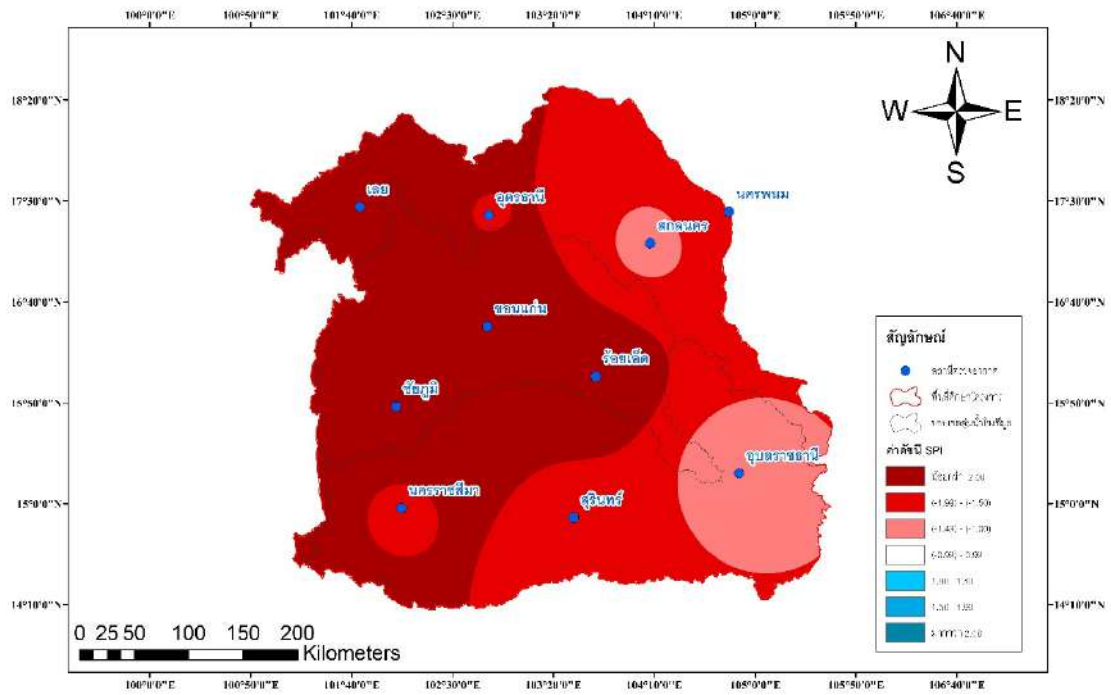
Year	SSP 585				
	ACCESS-ESM1.5	CanESM5	EC-Earth3	MIROC6	MRI-ESM2.0
2051	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67
2052	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00
2053	3.67*	0.00	0.00	0.50	0.00
2054	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00
2055	0.00	0.17	2.83*	0.00	0.00
2056	0.00	0.00	0.00	0.17	0.50
2057	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
2058	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
2059	0.00	0.00	0.17	0.00	0.33
2060	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
2061	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
2062	0.00	0.00	1.67	1.83	2.67*
2063	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2064	3.00*	0.00	0.00	0.00	0.00
2065	0.17	0.50	0.00	0.00	0.00
2066	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2067	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2068	0.17	0.33	0.00	0.00	0.00
2069	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
2070	0.00	1.00	0.33	1.67	1.50
2071	0.50	0.67	0.00	0.00	2.00
2072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2073	0.00	1.83	0.00	0.00	0.00
2074	0.00	0.83	0.00	4.83*	0.17
2075	3.17*	0.00	0.67	0.00	0.00
2076	3.83*	3.00*	0.17	0.33	0.33
2077	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00
2078	0.00	0.00	0.17	3.67*	0.00
2079	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
2080	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*จัดทำแผนที่ปีเกิดภัยแล้งระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากใช้เกณฑ์ค่า Weighted Average > 2.5

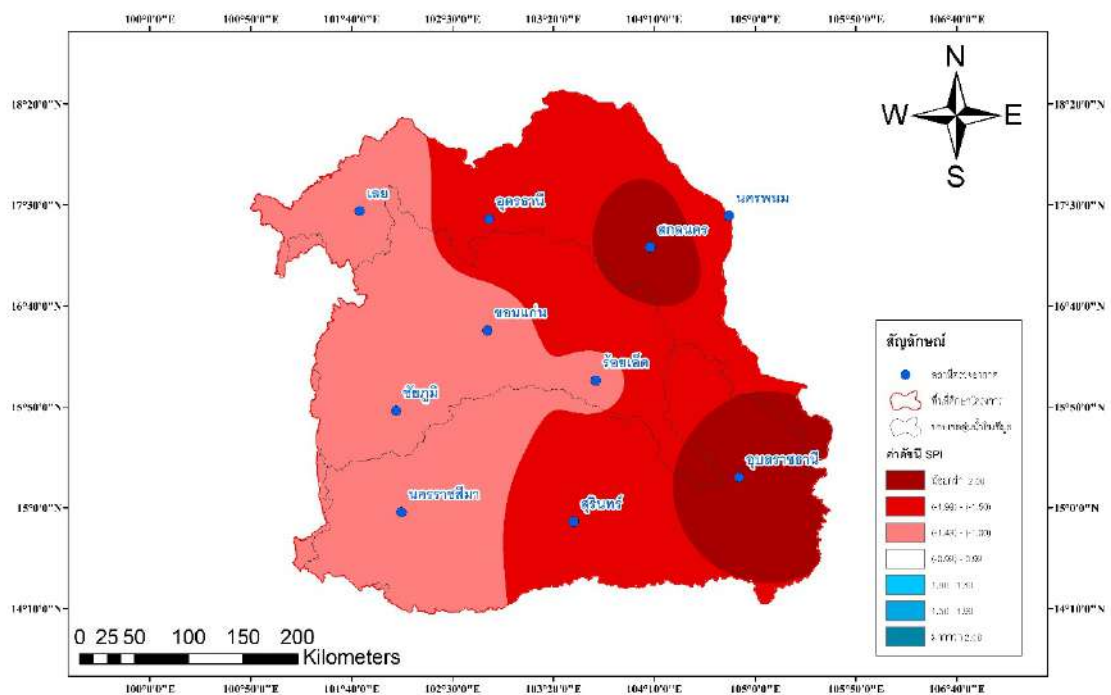
ผลการพยากรณ์ค่าดัชนี SPI จากผลการคาดการณ์ปริมาณฝนโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ ด้วยวิธีเดลต้าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021–2080 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา จากการเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 พบว่า สภาวะภัยแล้งจากการคำนวณค่าดัชนี SPI ในช่วงอนาคต ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021 – 2080 มีแนวโน้มความแห้งแล้งเชิงพื้นที่และเวลาที่แตกต่างกัน การพยากรณ์ภายใต้ภาพฉายการแผ่รังสีความร้อนทั้ง SSP 245 และ SSP 585 บ่งบอกถึงจำนวนปีเหตุการณ์ที่จะเกิดสภาวะภัยแล้งใกล้เคียงกัน แต่ปีเกิดจะแตกต่างกันและระดับความรุนแรงก็แตกต่างกันขึ้นกับผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและการใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักดัชนี SPI

ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวกับค่าปริมาณน้ำฝนและระดับภัยแล้งทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ส่วนใหญ่มีรูปแบบความแห้งแล้งในรูปแบบที่ไม่ชัดเจน แต่การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021 – 2040 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีจำนวนปีเกิดสภาวะภัยแล้งใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าดัชนี SPI จาก SSP 585 จะมีค่าเฉลี่ยแสดงความรุนแรงสูงกว่าภาพฉาย SSP 245 สอดคล้องกับเกณฑ์กำหนดจัดทำ การภาพฉายอนาคตของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก โดยผลลัพธ์จากแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีค่าคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนเทียบกับชุดค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี ที่แม่นยำกว่าผลลัพธ์จากแบบจำลองอื่น ๆ ผลการศึกษาประเมินผลได้ว่า ช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ ในปี ค.ศ. 2021-2040 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 แนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้ง ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และภายใต้ภาพฉาย SSP 585 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 แต่ละปีจะมีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ของการพยากรณ์ภัยแล้งในช่วงเวลาอนาคตตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2021-2080 ปีที่จะมีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้ง ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025-27, 2030-31, 2033, 2035-7, 2039, 2041-43, 2047-48, 2053, 2055, 2061-62, 2064-65, 2068, 2070, 2072-73, 2075-76 และ 2078 โดยแต่ละปีจะมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันเช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ของการพยากรณ์ภัยแล้งพอสรุปถึงพื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังเป็นพิเศษได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ซึ่งปกติเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากและมีผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตว่าจะมีแนวโน้มปริมาณฝนลดลงเล็กน้อยช่วงเวลาอนาคตอันใกล้

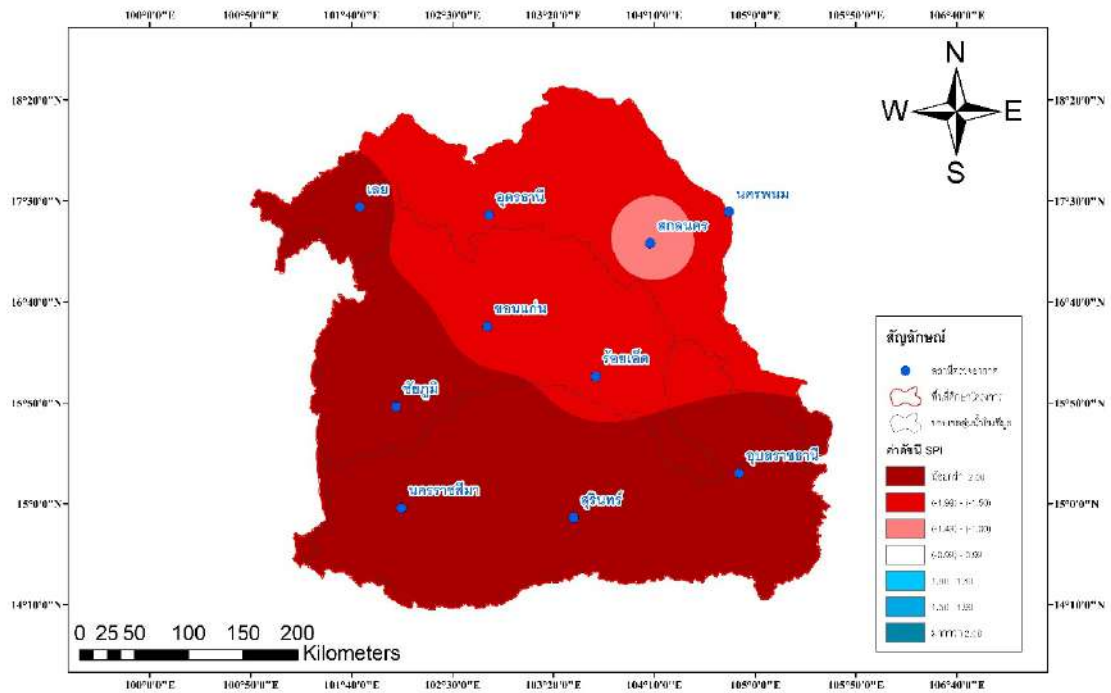
การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งจากเกณฑ์ค่า Weighted Average > 2.5 ได้ดำเนินการจัดทำเรียงตามปีการเกิดสภาวะภัยแล้งที่มีระดับความรุนแรงถึงรุนแรงมากของผลลัพธ์จากแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ACCESS-ESM1.5, CanESM5, EC-Earth3, MIROC6 และ MRI-ESM2.0 ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 ซึ่งการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งตามผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของค่าปริมาณน้ำฝนของแต่ละแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและหลักการการใช้เกณฑ์ค่า Weighted Average จึงเป็นผลการพยากรณ์ตามหลักการและทฤษฎีเท่านั้น การเกิดสภาวะภัยแล้งตามผลการศึกษาจะมีความแม่นยำถูกต้องมากน้อยเพียงใด ไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากจะมีปัจจัยและอิทธิพลด้านสิ่งแวดล้อมระยะเวลาย้อนหลังในแต่ละปีแตกต่างกัน เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ จำนวนการเกิดพายุฤดูร้อนหรือร่องความกดอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆฝนในพื้นที่ แต่ถึงอย่างไร ผลการพยากรณ์นี้ถือได้ว่าเป็นผลศึกษาตามหลักการคาดการณ์สำหรับการศึกษาเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกด้วยวิธีลดมาตราส่วนเชิงสถิติและแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้รับการพัฒนาล่าสุดจากฐานข้อมูล CMIP6 ณ ปัจจุบัน



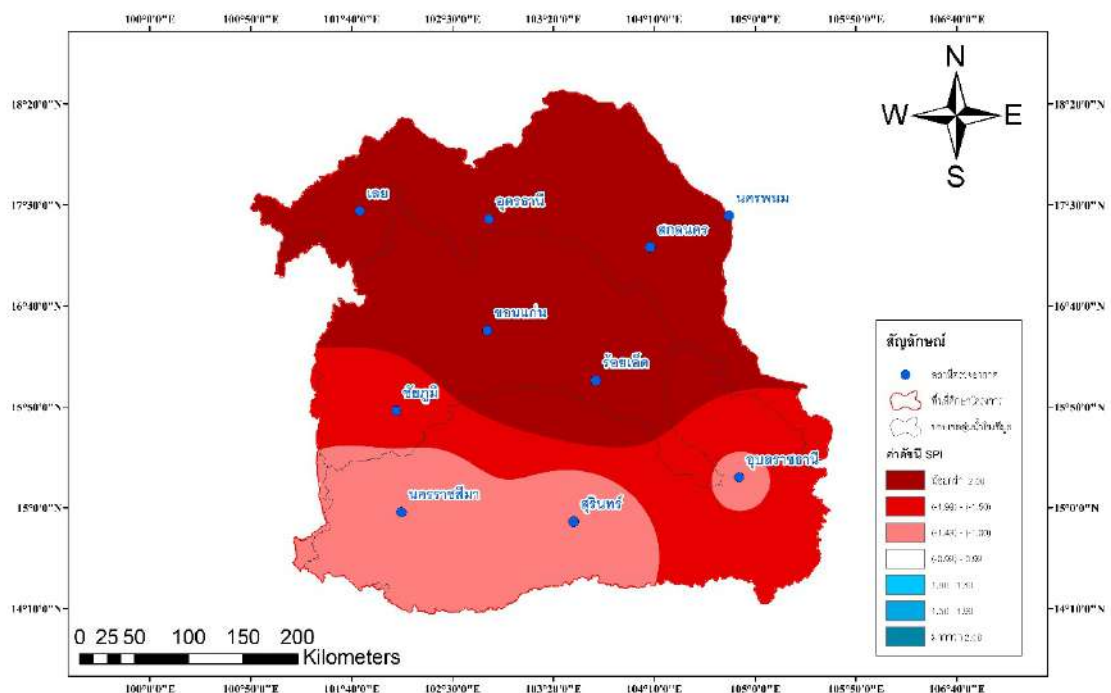
รูปที่ 5.14 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2038 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



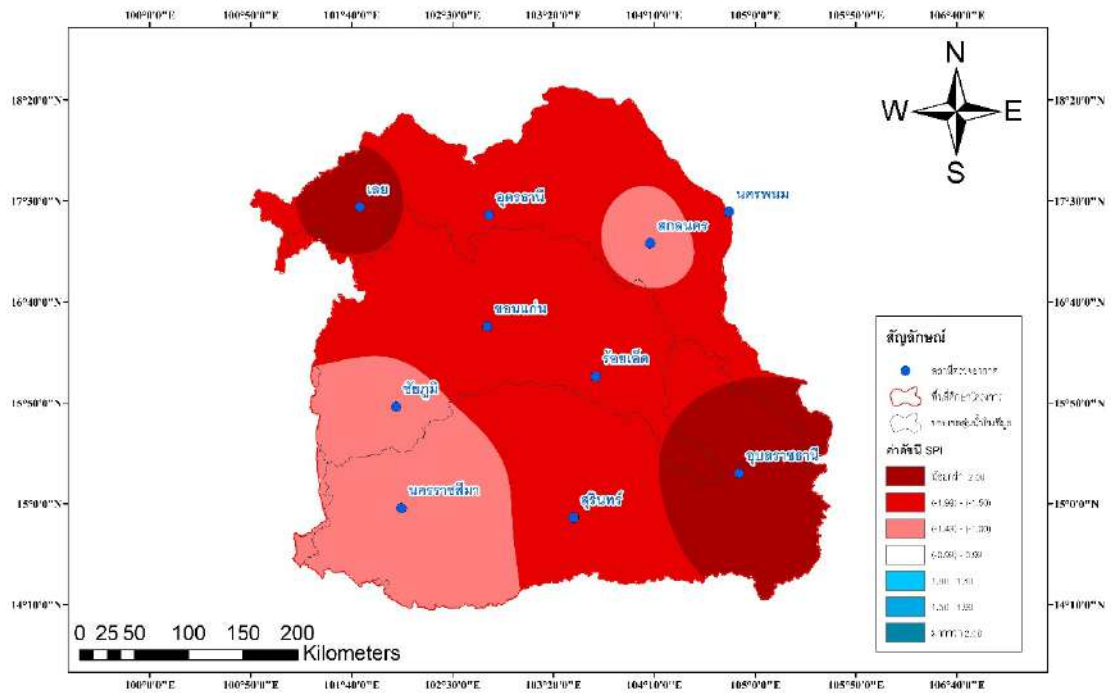
รูปที่ 5.15 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2042 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



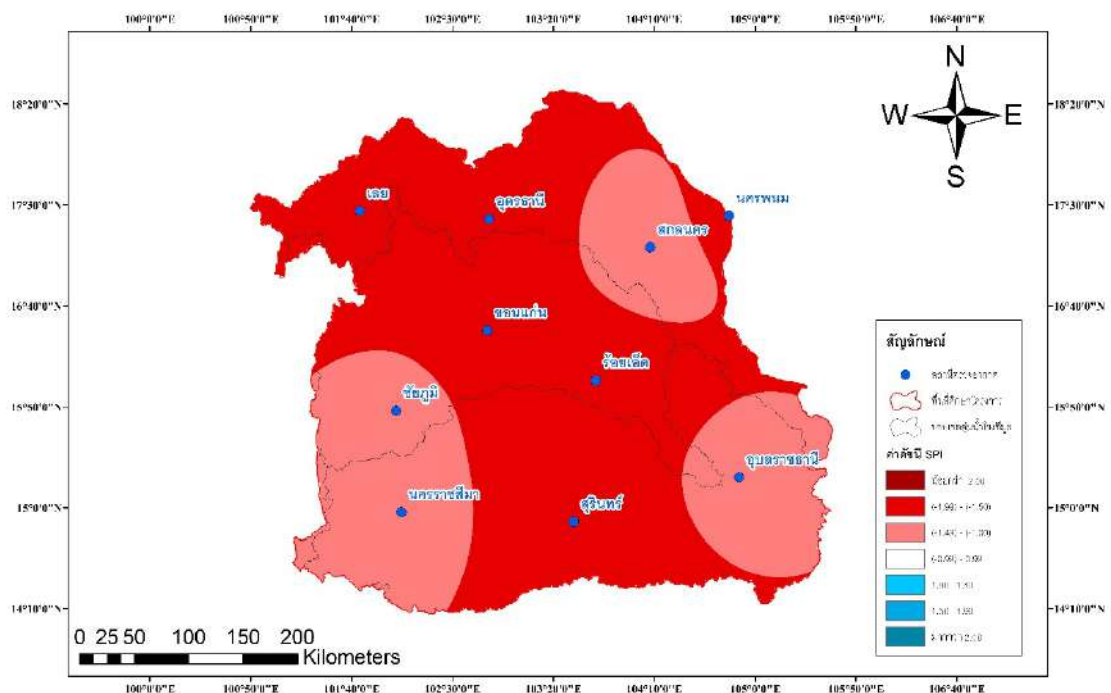
รูปที่ 5.16 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2060 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



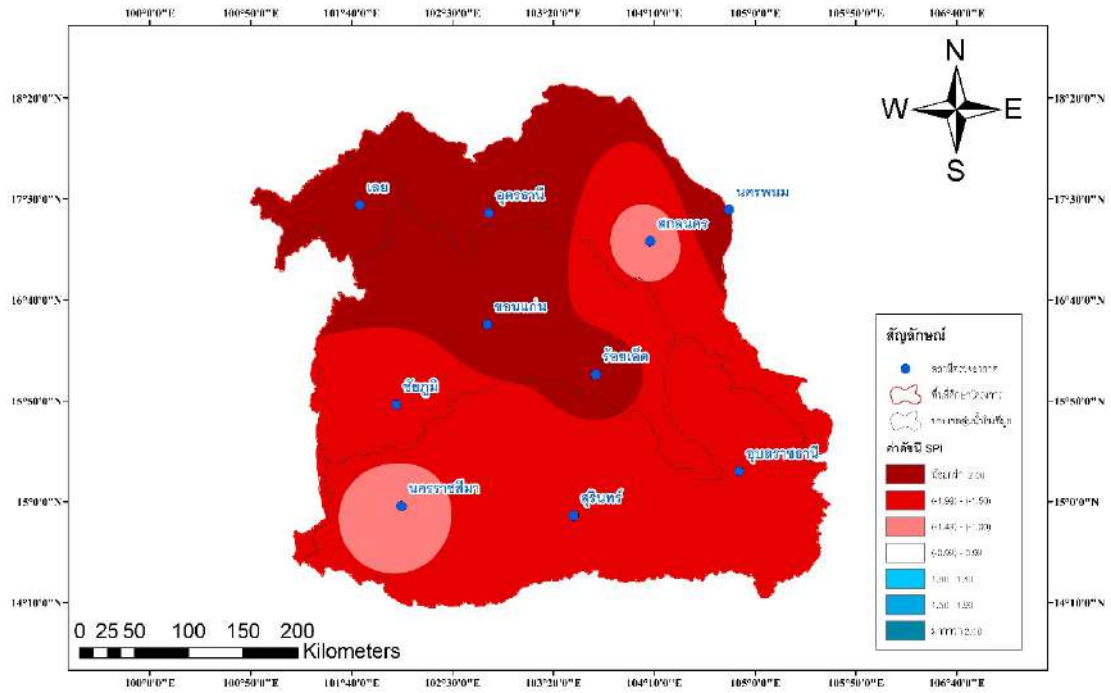
รูปที่ 5.17 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2061 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



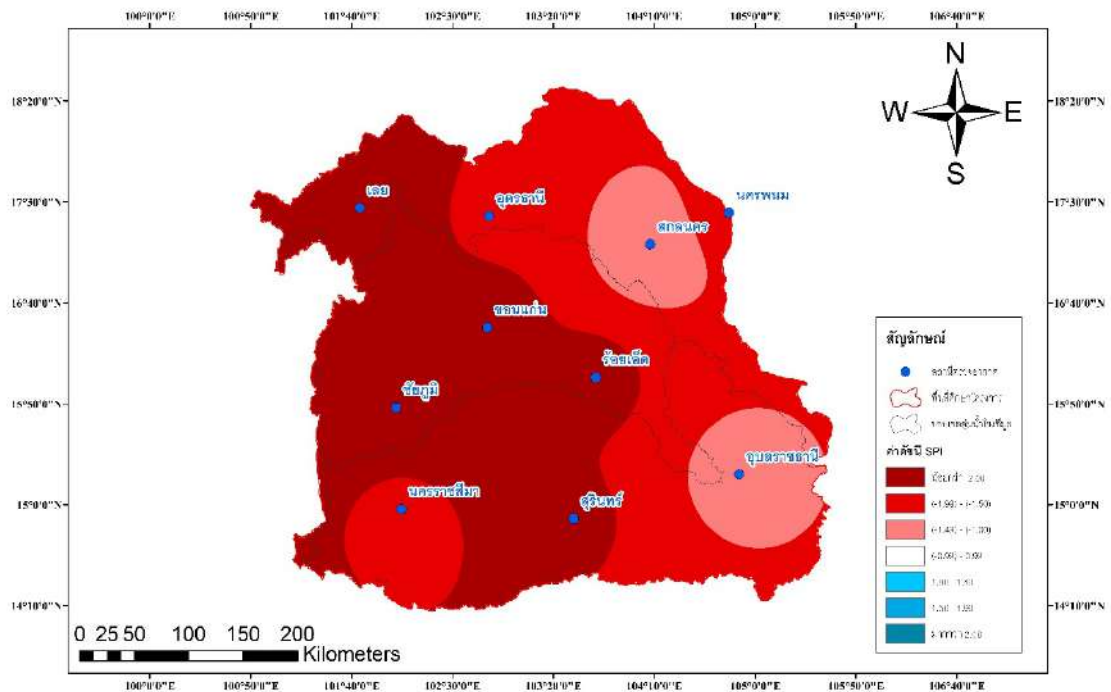
รูปที่ 5.18 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2078 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 245



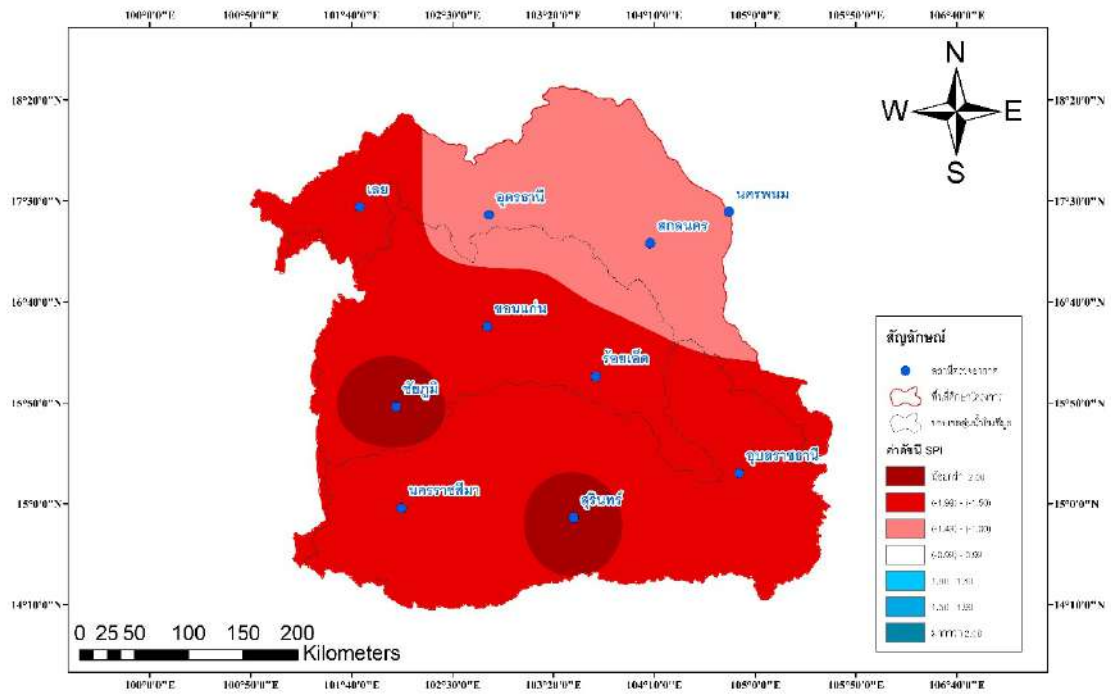
รูปที่ 5.19 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2026 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



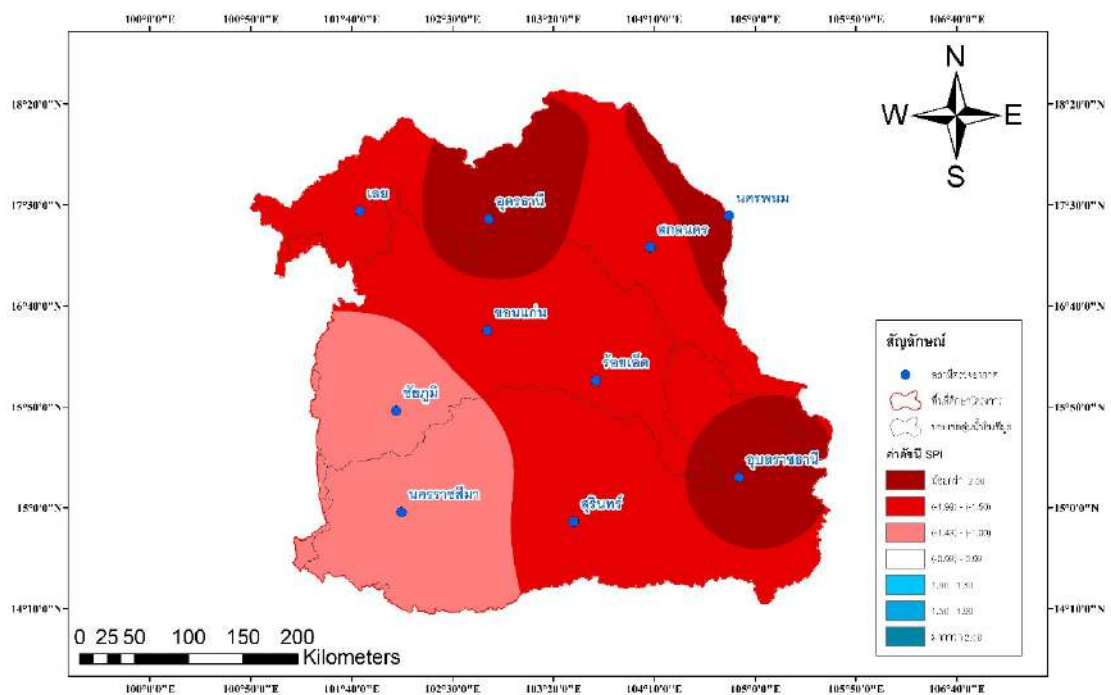
รูปที่ 5.20 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2041 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



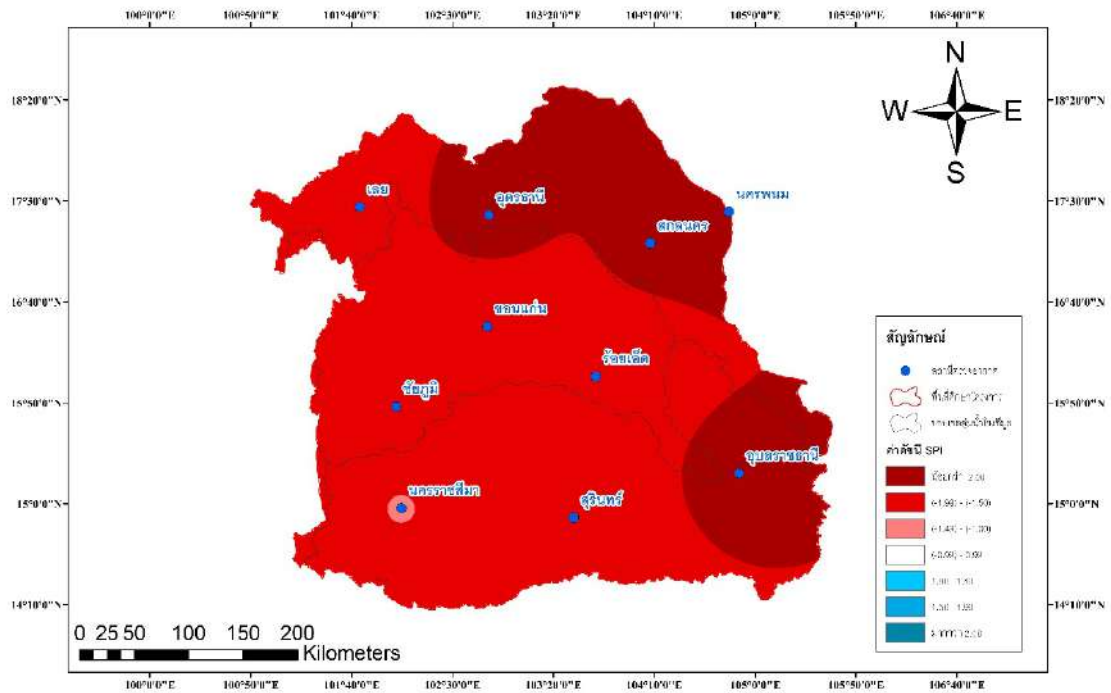
รูปที่ 5.21 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2053 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



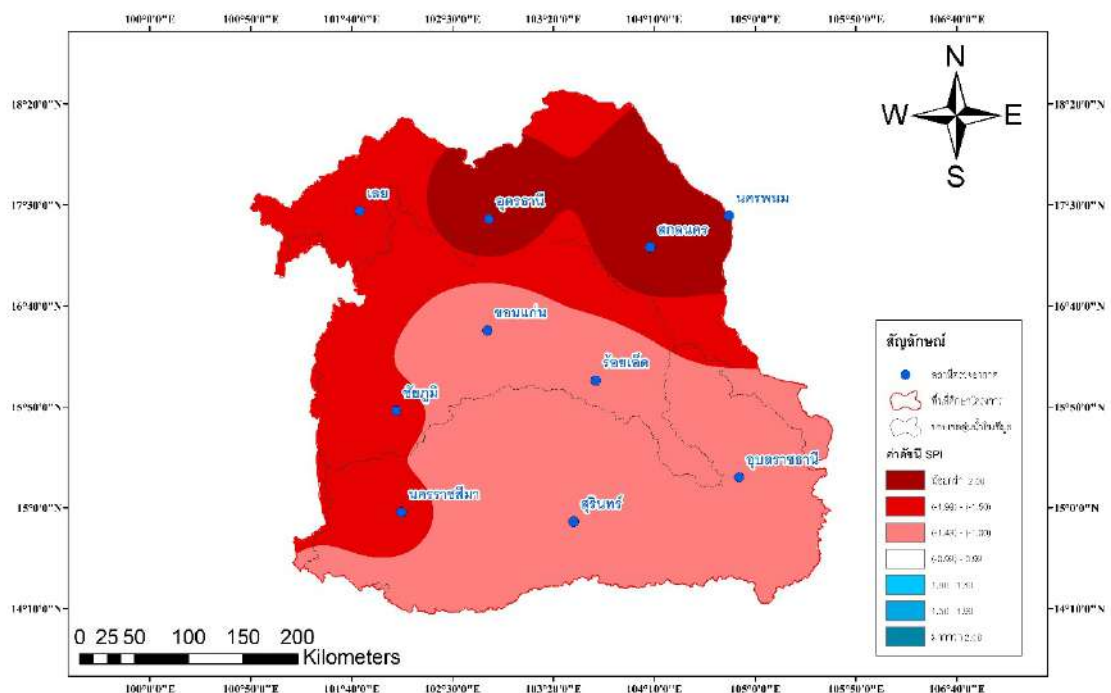
รูปที่ 5.22 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2064 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



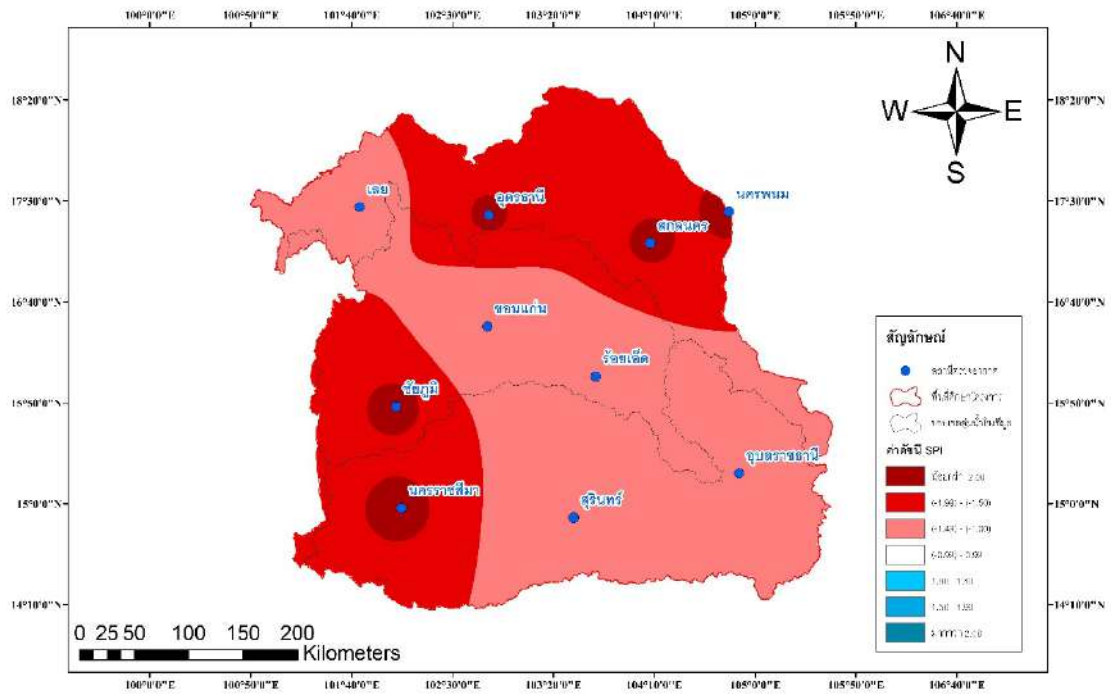
รูปที่ 5.23 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2075 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



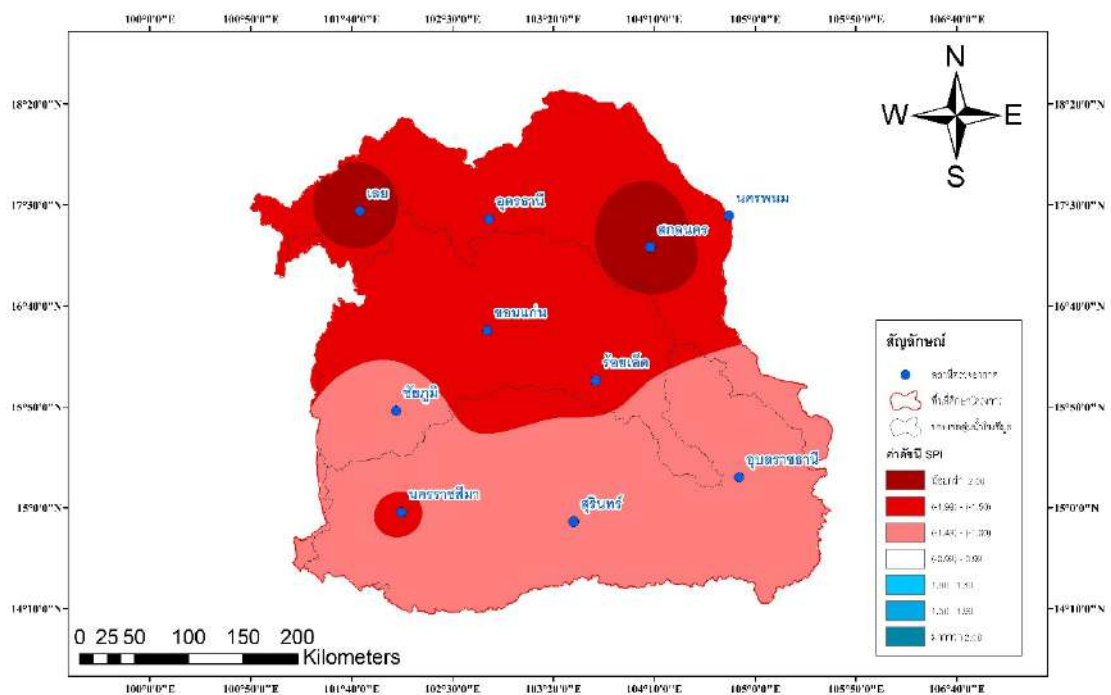
รูปที่ 5.24 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2076 จากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5 SSP 585



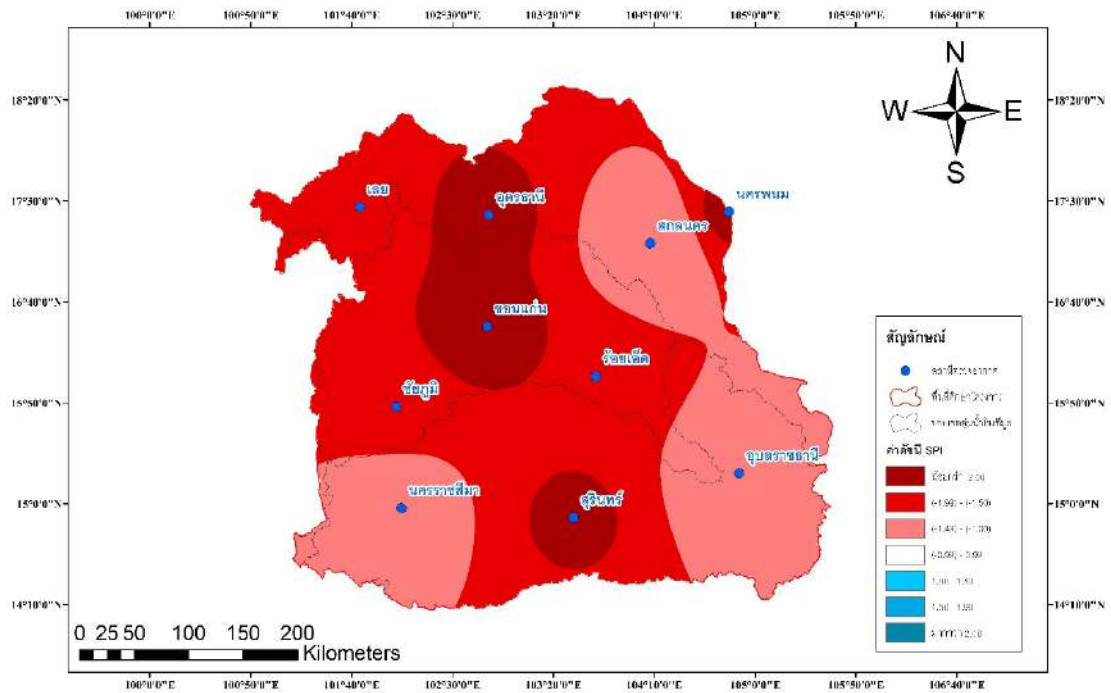
รูปที่ 5.25 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2022 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 245



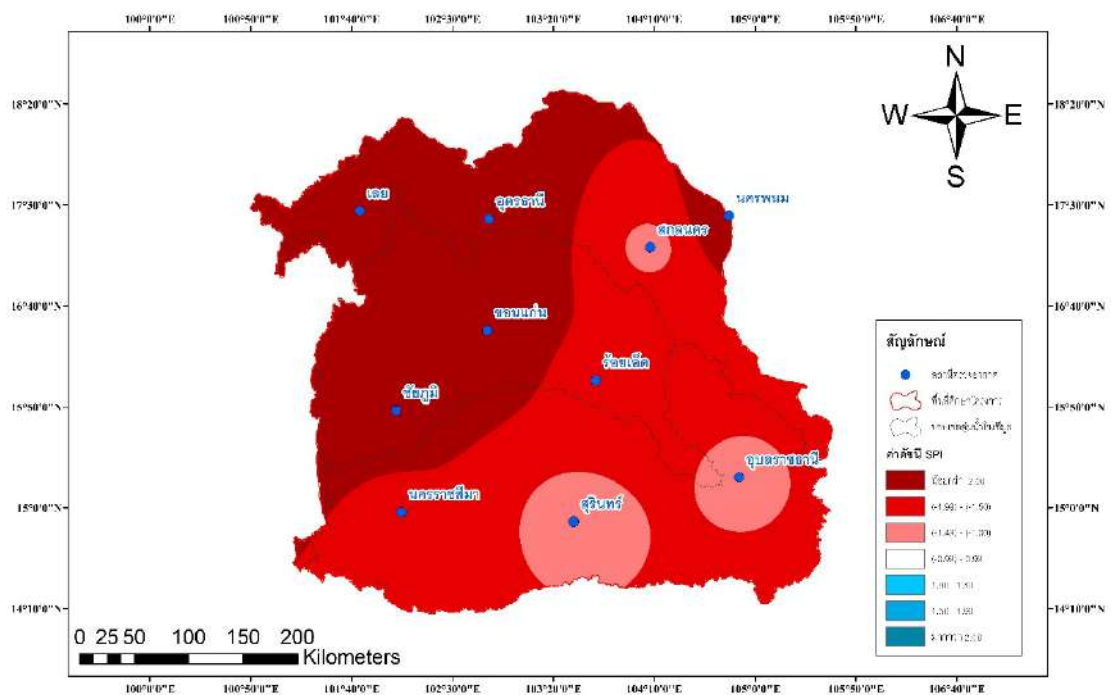
รูปที่ 5.26 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2047 จากแบบจำลอง CanESM5 SSP 585



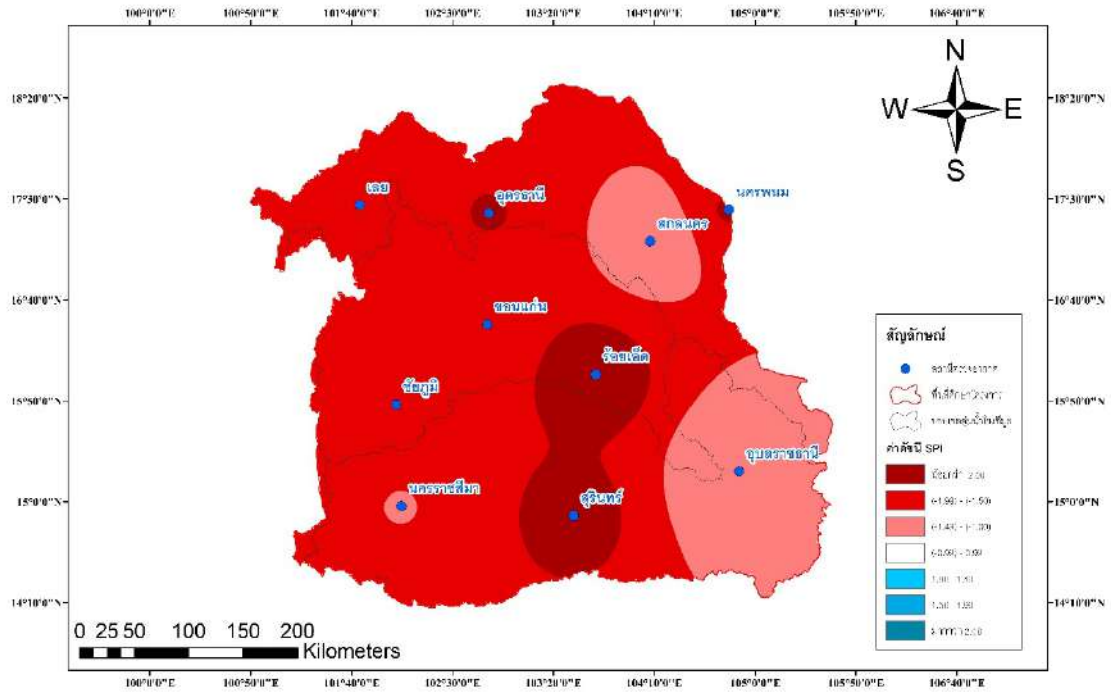
รูปที่ 5.27 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2032 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



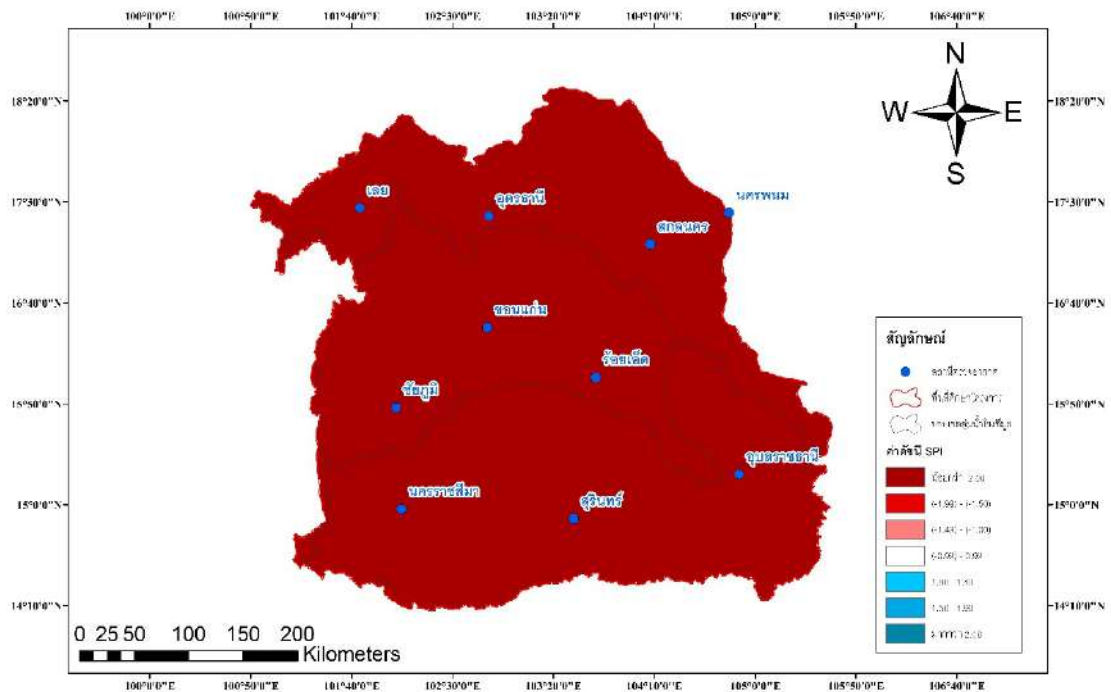
รูปที่ 5.30 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



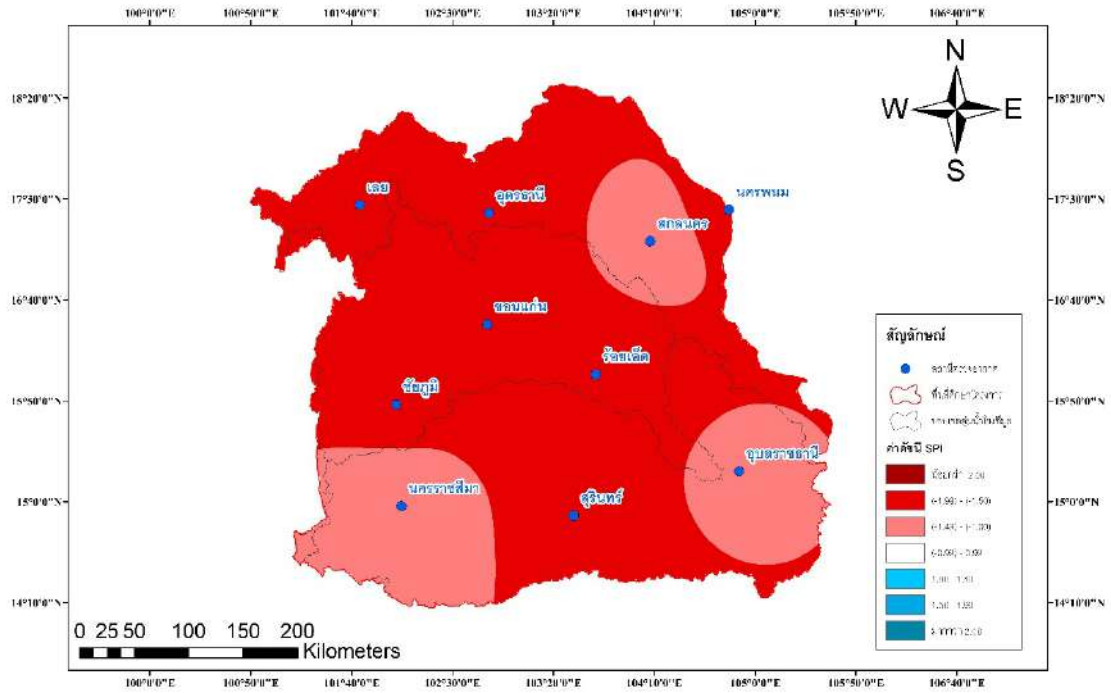
รูปที่ 5.31 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2069 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



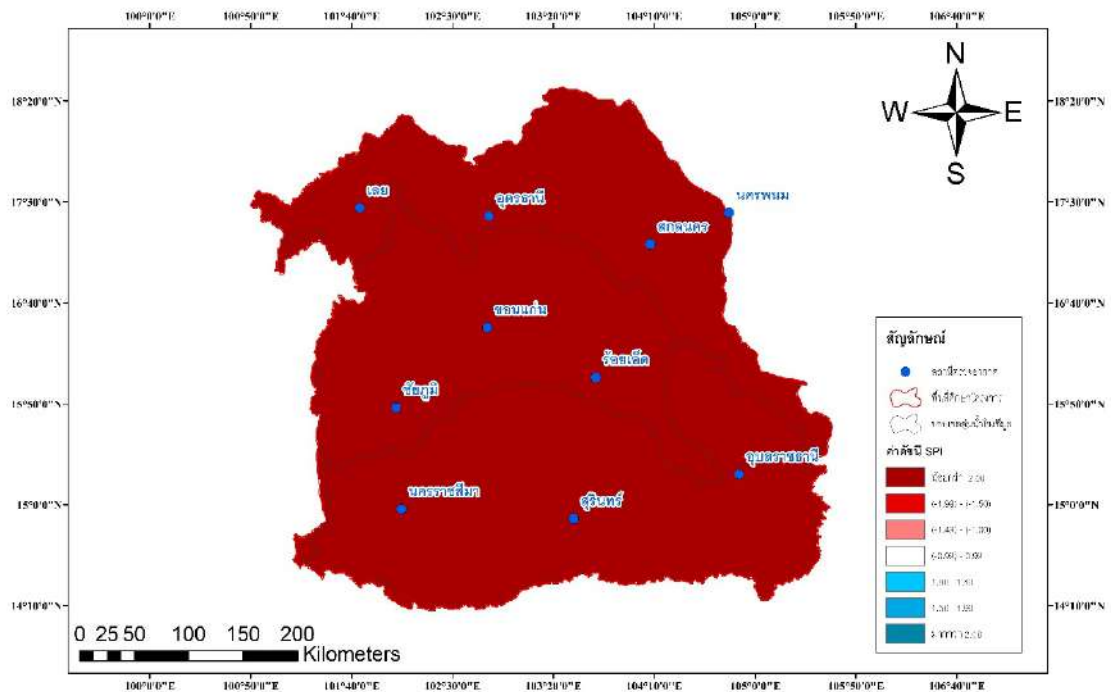
รูปที่ 5.32 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2073 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 245



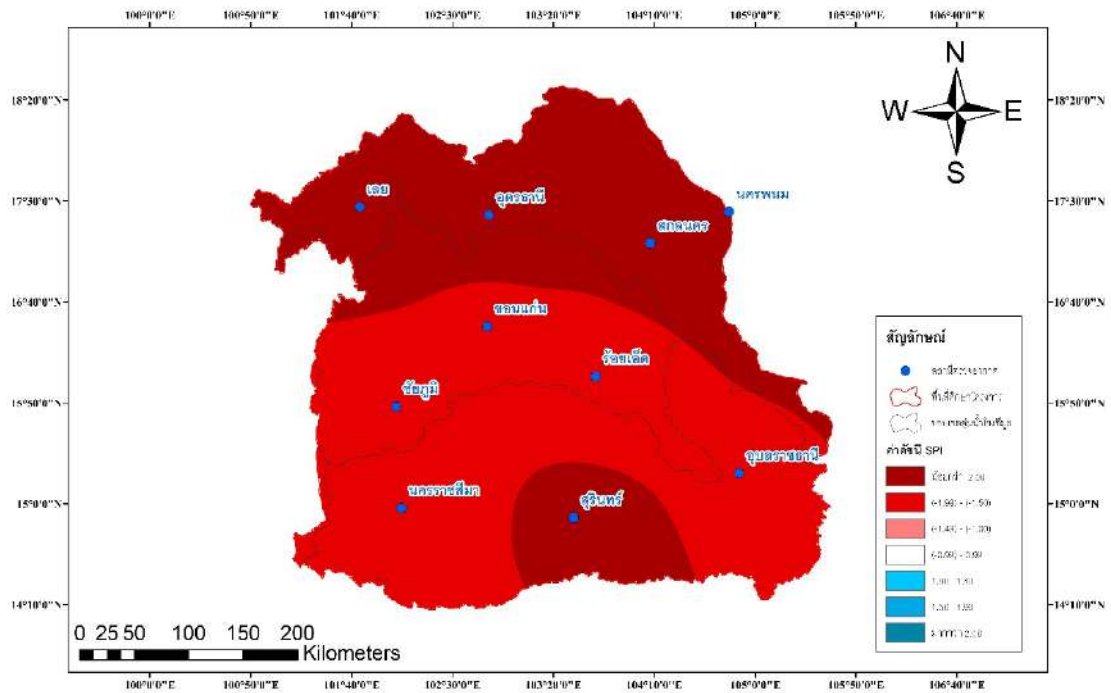
รูปที่ 5.33 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2025 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585



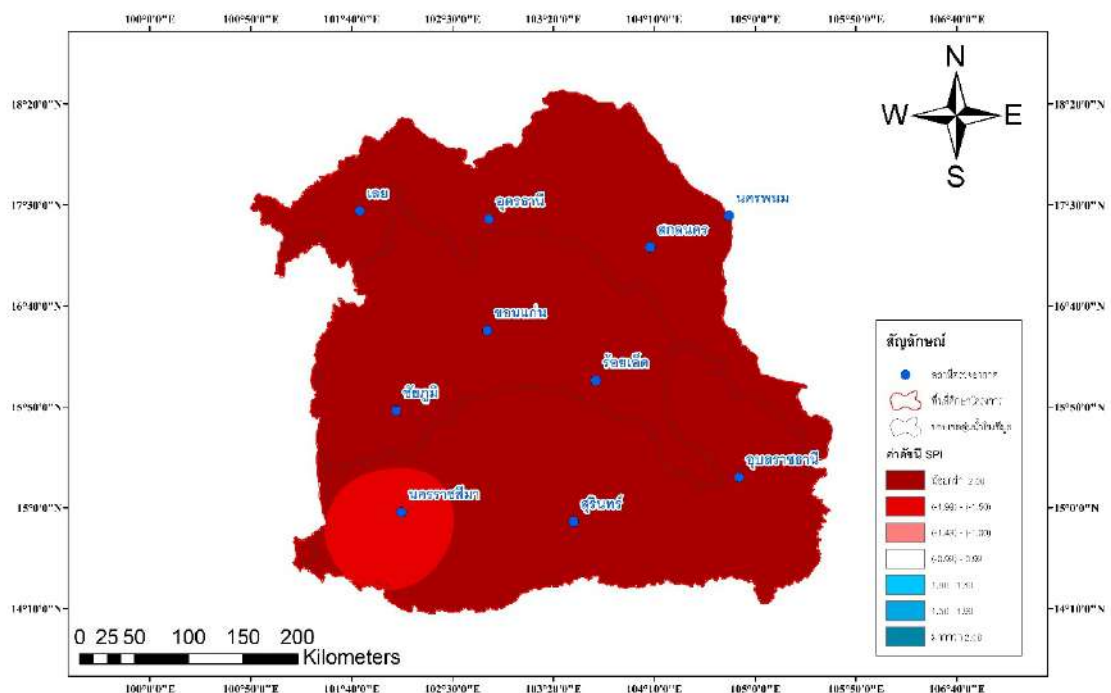
รูปที่ 5.34 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2055 จากแบบจำลอง EC-Earth3 SSP 585



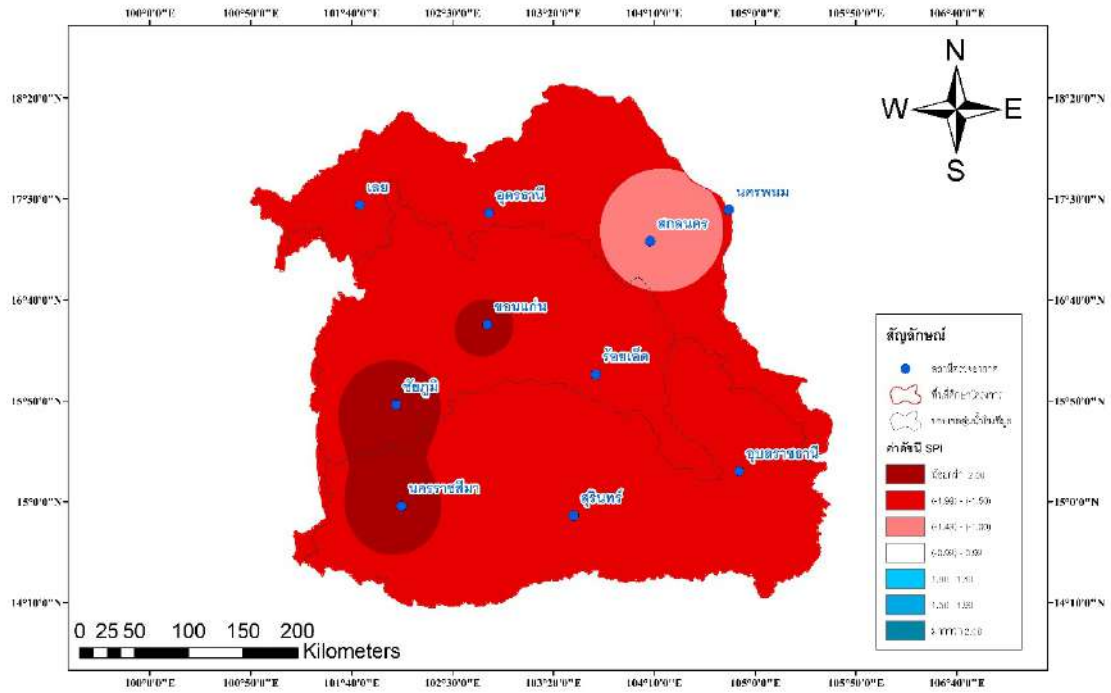
รูปที่ 5.35 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2072 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 245



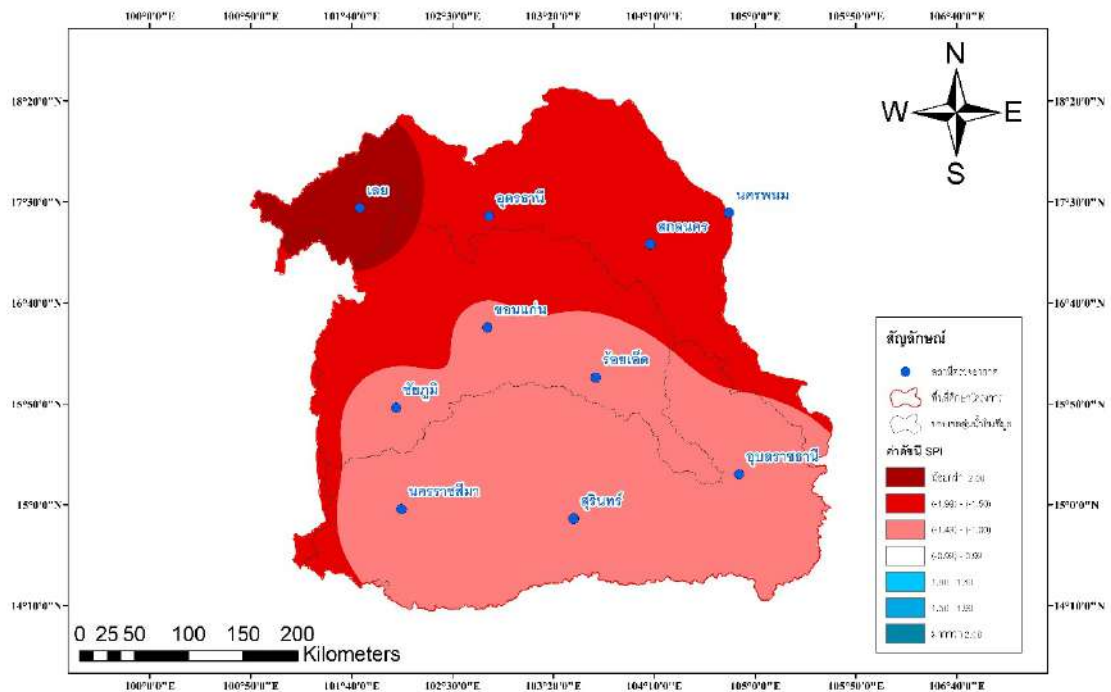
รูปที่ 5.36 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2022 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585



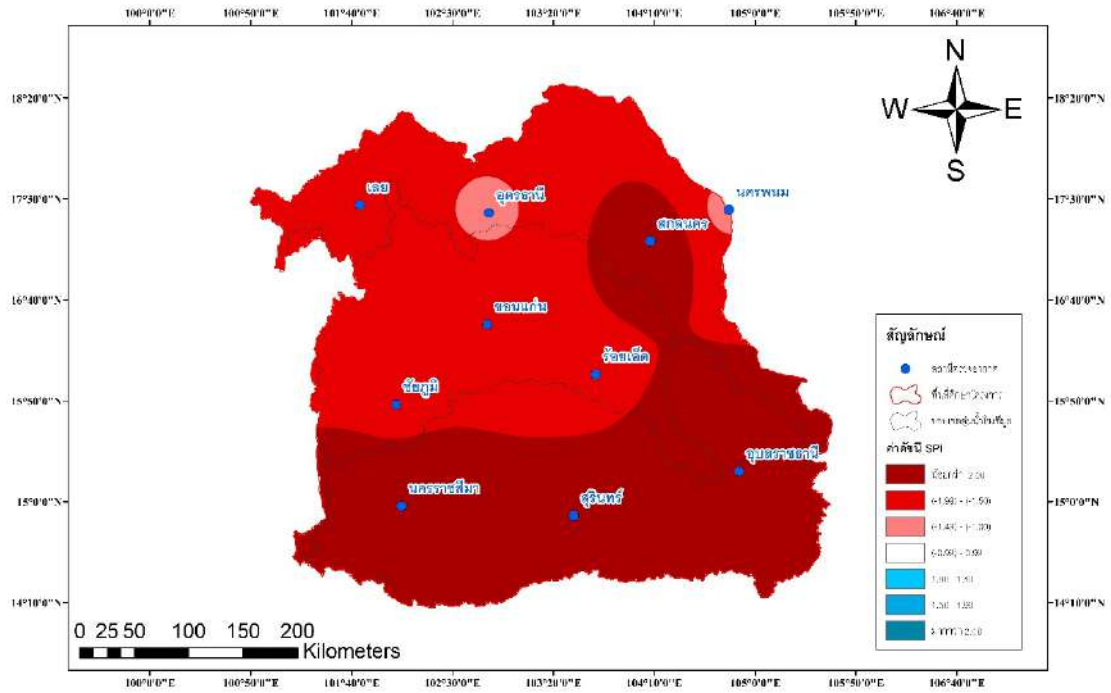
รูปที่ 5.37 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2074 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585



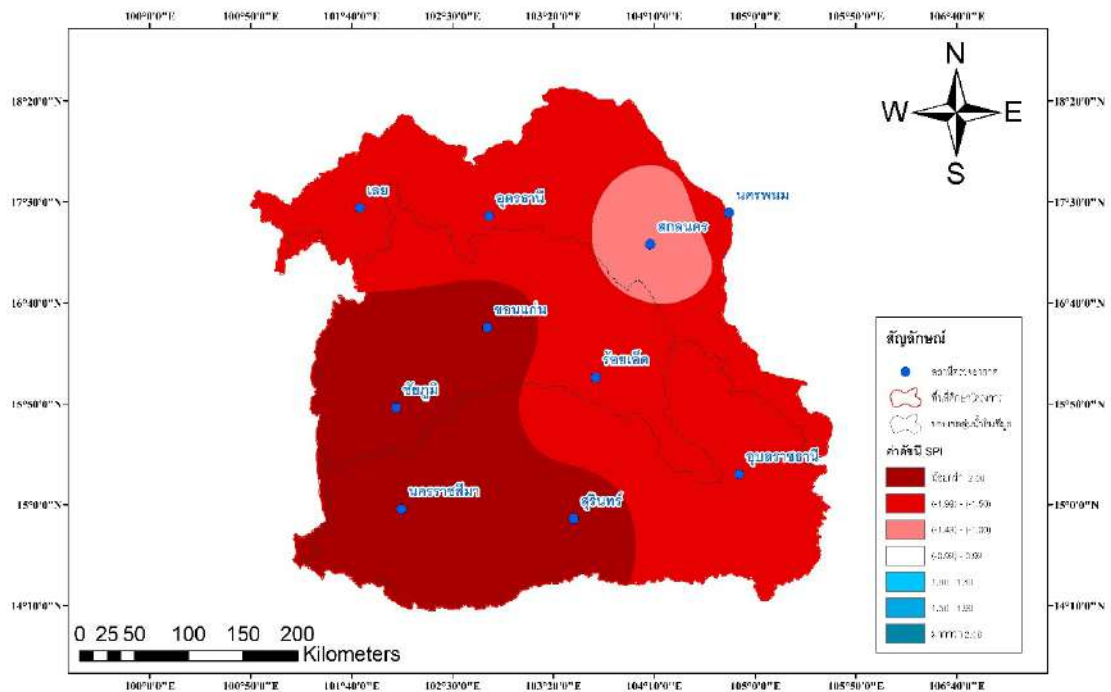
รูปที่ 5.38 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2078 จากแบบจำลอง MIROC6 SSP 585



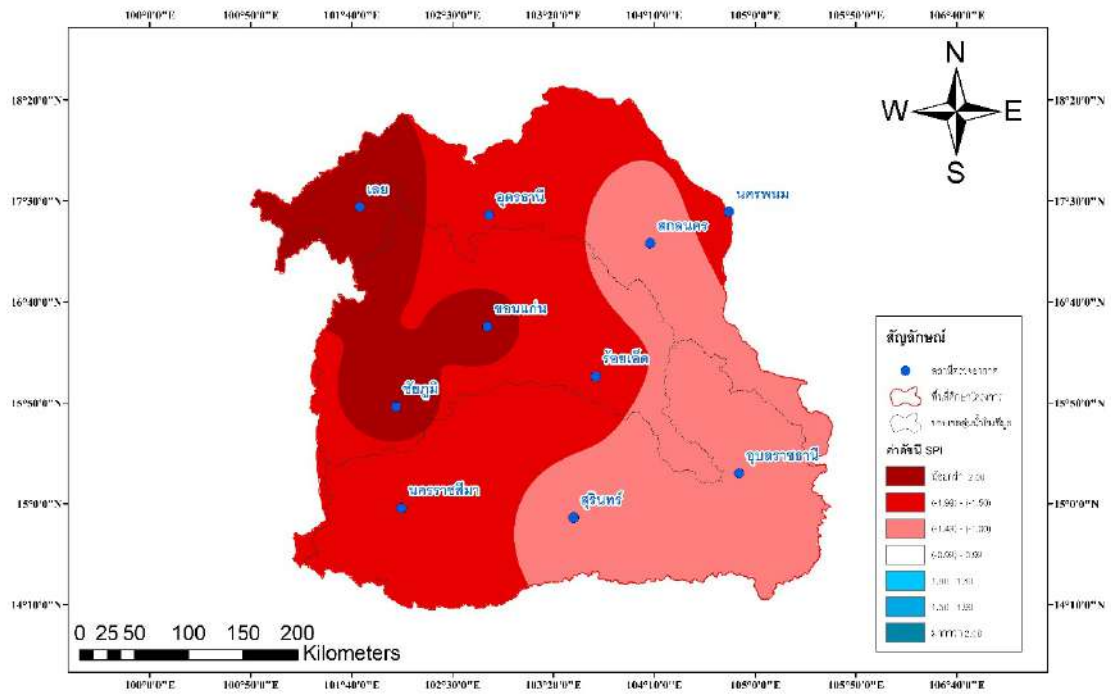
รูปที่ 5.39 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2031 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245



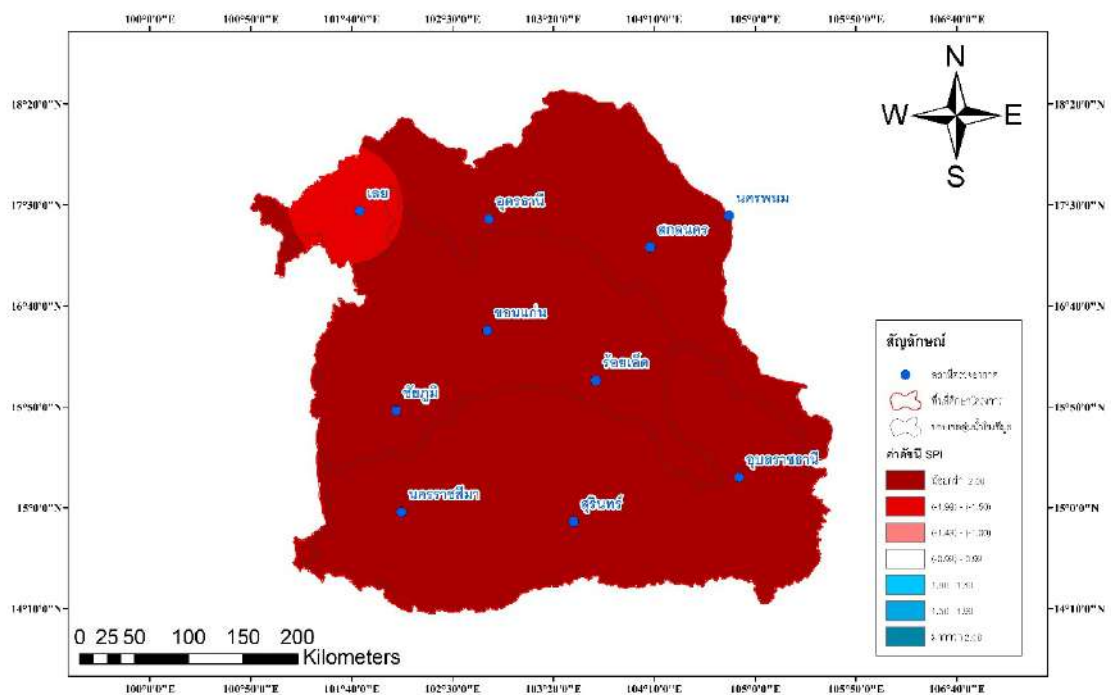
รูปที่ 5.40 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2043 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245



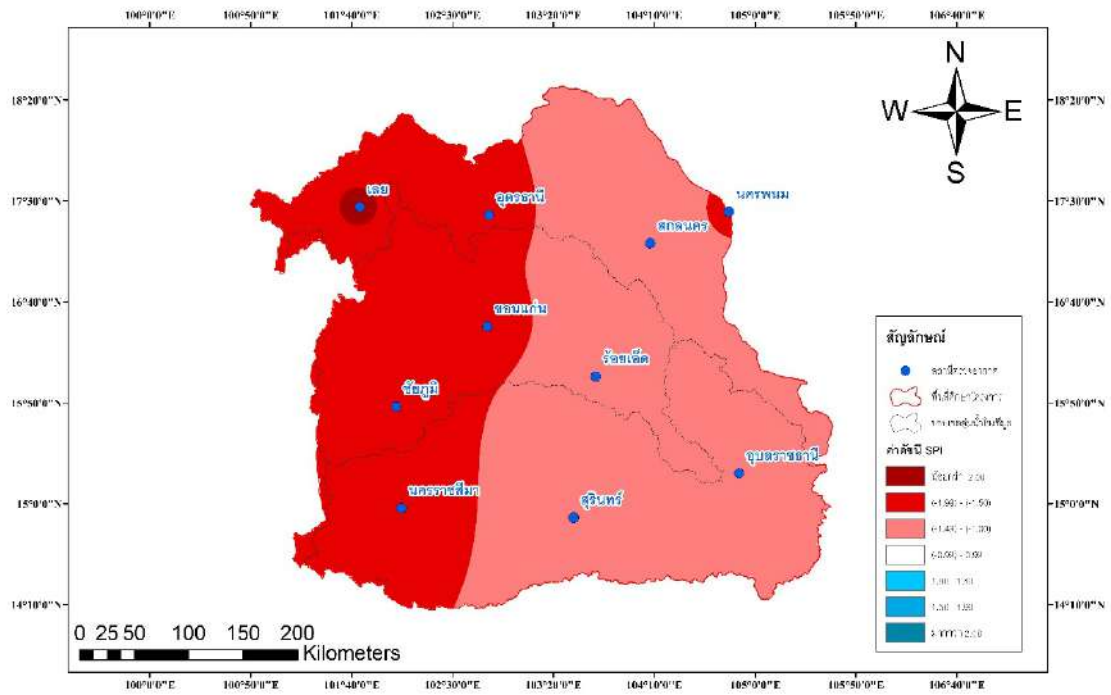
รูปที่ 5.41 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245



รูปที่ 5.42 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2073 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 245



รูปที่ 5.43 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2037 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585



รูปที่ 5.44 ค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ ปี 2062 จากแบบจำลอง MRI-ESM2.0 SSP 585

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

การพยากรณ์ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยาโดยคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรปริมาณน้ำฝน เพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อข้อมูลฝนรายวันของสถานีตรวจวัดอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่มีที่ตั้งครอบคลุมและกระจายในบริเวณพื้นที่ศึกษา จำนวน 10 สถานี ด้วยข้อมูลผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 ที่ได้รับการพัฒนาในฐานข้อมูล CMIP6 พร้อมประยุกต์ใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติเพื่อการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคต ช่วงปี ค.ศ. 2021-2080 เพื่อการพยากรณ์สภาวะภัยแล้งด้วยค่าดัชนี SPI ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1) ผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ค่าของปริมาณน้ำฝนคาบ 54 ปี ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี พบว่า มีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,451.12 มิลลิเมตร/ปี, ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำสุด 947.37 มิลลิเมตร/ปี และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด 2,044.16 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ สถานีจังหวัดนครพนมมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยสูงที่สุด 2,322.43 มิลลิเมตร/ปี และสถานีจังหวัดนครราชสีมาปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,081.57 มิลลิเมตร/ปี ค่าแนวโน้มของปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดช่วงฤดูฝนในเดือนสิงหาคม 274.23 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนกันยายน 261.31 มิลลิเมตร และจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกน้อยที่สุดช่วงหนาวในเดือนธันวาคม 4.11 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนมกราคม 4.80 มิลลิเมตร ความแปรปรวนของค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่ศึกษาจะมีความแปรปรวนมากในช่วงฤดูหนาว ตามด้วยฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

2) ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก MIROC6 พัฒนาโดยสถาบัน National Institute for Environmental Studies, The University of Tokyo ร่วมกับ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ประเทศญี่ปุ่น มีรูปแบบคล้ายการกระจายตัวของน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ผลลัพธ์ของค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ MIROC6 มีเกณฑ์ตรวจสอบของค่าสถิติโดยรวมดีที่สุด เนื่องจากการลดมาตราส่วนผลลัพธ์เชิงสถิติมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์ รองลงมาได้ คือ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ EC Earth3 จากสถาบัน EC- Earth Consortium ประเทศสวีเดน (สหภาพยุโรป) ซึ่งค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนที่สังเคราะห์ได้มีความแม่นยำดีมากในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

3) ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากเทคนิคการลดมาตราส่วนผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ทั้ง 5 แบบจำลอง ภายใต้ภาพฉาย SSP 245 และ SSP 585 เพื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณฝนในช่วงเวลาอนาคต ปี ค.ศ. 2021-2080 เปรียบเทียบกับฝนในช่วงเวลาปีพื้นฐานในปีค.ศ. 1961-2014 พบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง รูปแบบ

การเปลี่ยนแปลงผันแปรขึ้นกับพื้นที่และช่วงเวลา โดยที่สถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาที่จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ สถานีอุดรธานี สกลนคร และนครพนม มีค่าปริมาณฝนแปรปรวนมากกว่าสถานีอื่น ๆ โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของค่าปริมาณน้ำฝน ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในช่วงปี ค.ศ. 2021-2040 เป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจังหวัดบริเวณแถบริมแม่น้ำโขง มีแนวโน้มค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่โดยทั่วไปค่าปริมาณฝนในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยลดลง การกระจายตัวของจำนวนวันฝนตกในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีแนวโน้มลดลง และมีแนวโน้มว่าพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนน้อยจะมีค่าเฉลี่ยของฝนในอนาคตลดลงเล็กน้อย

4) ผลสรุปจากแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวกับระดับความแห้งแล้งทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา แผนที่เสี่ยงภัยแล้งส่วนใหญ่มีรูปแบบความแห้งแล้งไม่เป็นปกติ การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021-2040 ภายใต้อาณาเขต SSP 245 และ SSP 585 มีจำนวนปีเกิดสภาวะภัยแล้งใกล้เคียงกัน แต่ค่าดัชนี SPI จาก SSP 585 จะมีค่าเฉลี่ยแสดงความรุนแรงสูงกว่าภายใต้ภาพฉาย SSP 245 ผลจากแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุดค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 สถานี แสดงถึงปีที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้งภายใต้ภาพฉาย SSP 245 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และ SSP 585 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 แต่ละปีจะมีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน พื้นที่เฝ้าระวังภัยแล้งเป็นพิเศษ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ซึ่งผลสรุปจากการศึกษาพยากรณ์ภัยแล้งครั้งนี้ จะเห็นได้ว่ามีความถี่ของปีที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้งในช่วงเวลาอนาคตมีมากกว่าช่วงเวลาในอดีต ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025-27, 2030-31, 2033, 2035-7, 2039, 2041-43, 2047-48, 2053, 2055, 2061-62, 2064-65, 2068, 2070, 2072-73, 2075-76 และปี ค.ศ. 2078 โดยแต่ละปีจะมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันเช่นเดียวกัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากข้อกำหนดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ที่ได้กำหนดการใช้ค่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของปีพื้นฐาน ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1961-2014 เพื่อดำเนินการตรวจสอบค่าผลลัพธ์ของช่วงระยะเวลาในอดีตของสถานีตรวจวัดอากาศที่ต้องการศึกษา ทำให้มีข้อจำกัดเรื่องจำนวนสถานีที่นำมาเป็นข้อมูล เพื่อเพิ่มความละเอียดของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มเติมในพื้นที่ขนาดเล็กในแต่ละจังหวัดจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมชลประทานหรือสถานีทดลองการเกษตรที่เพิ่งมีการบันทึกวัดข้อมูลน้ำฝนรายวันในช่วง 20-30 ปี ที่ผ่านมา การประยุกต์ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หรือ Machine Learning ในการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม จะเป็นแนวทางในการขยายผลไปสู่การศึกษาพื้นที่อื่น ๆ ที่ไม่มีการบันทึกเก็บข้อมูลระยะยาวได้ และจากการเลือกใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจากหลายสถาบันอุตุนิยมวิทยา จากการศึกษาพบว่า ผลลัพธ์การคาดการณ์จะขึ้นกับแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่เลือกใช้ แบบจำลองแต่ละแบบจำลองมีความแม่นยำในการจำลองค่าข้อมูลในอดีตแตกต่างตามช่วงระยะเวลาและพื้นที่ หากสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง นำผลลัพธ์ทุกแบบจำลองมาวิเคราะห์ร่วมกันอาจมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดอื่น ๆ มาร่วมวิเคราะห์ เช่น ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศศาสตร์ หรือระบบเรดาร์สร้างภาพถ่ายทางอากาศ โดยนำผลลัพธ์จากหลากหลายเทคนิคมาวิเคราะห์ร่วมกัน อาจส่งผลให้การ

คาดการณ์มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ศึกษาในระดับท้องถิ่นขนาดเล็กที่มีความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่หรือในเขตพื้นที่พิเศษที่ต้องการข้อมูลเพื่อกำหนดนโยบายในระยะเร่งด่วนเพื่อจัดทำแผนป้องกันภัยแล้งในอนาคตระยะสั้น

2) ปัญหาภัยแล้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำซากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นประจำแทบทุกปี ส่งผลกระทบให้เกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีข้อจำกัดด้านเรื่องปริมาณน้ำต้นทุนเพื่อการเกษตร ส่งผลให้มีผลผลิตทางการเกษตรค่อนข้างต่ำ แต่โดยข้อเท็จจริงแล้ว ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณน้ำตามธรรมชาติ ในแต่ละปีมีปริมาณมากเพียงพอ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยประมาณ 49,000 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่มีแหล่งเก็บกักน้ำจำนวนน้อย สามารถเก็บกักได้เพียงประมาณ 11,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หากปีไหนมีฝนตกน้อยในพื้นที่นั้น ยิ่งเป็นปัจจัยซ้ำเติมปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ให้มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ขณะความต้องการใช้น้ำอยู่ที่ระดับประมาณ 13,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีแนวโน้มความต้องการใช้เพิ่มสูงขึ้นทุกปี จึงถือเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาแก้ปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างยั่งยืน โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องด้านการบริหารจัดการน้ำจำเป็นต้องทบทวนจัดลำดับความสำคัญและเร่งรัดโครงการพัฒนาแหล่งน้ำและเพิ่มพื้นที่ชลประทานตามศักยภาพที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพให้แก่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง โดยเฉพาะเขตจังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ที่อาจจะได้รับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดภัยแล้งสูงและรุนแรง

นอกเหนือจากความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบนผิวดินภายใต้แผนงานเพิ่มพื้นที่ชลประทานของกรมชลประทานข้างต้นแล้ว การบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยไม่ใช้มาตรการสิ่งก่อสร้าง อาจจะมีส่วนช่วยลดผลกระทบภัยแล้ง ได้แก่ การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) ของอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ใหม่ด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยและอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งสูง รวมทั้งการสนับสนุนให้ใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีศักยภาพ จากข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาลรายงานว่า ปริมาณน้ำใต้ดินมีมากกว่าปริมาณน้ำบนดินถึงประมาณ 24 เท่า ปัจจุบันนำมาใช้เพียงประมาณร้อยละ 11 เท่านั้น และพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีศักยภาพในการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สามารถใช้ประโยชน์ได้ถึงประมาณ 12 ล้านไร่ ดังนั้น การประยุกต์ศาสตร์เร่งดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำและเพิ่มพื้นที่ชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากเดิมอีก 22 ล้านไร่ ตามแผนงานเพิ่มพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศ 60 ล้านไร่ ของกรมชลประทาน ผนวกกับการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล เพื่อนำน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีศักยภาพจำนวน 12 ล้านไร่ ตามรายงานกรมทรัพยากรน้ำบาดาล รวมทั้งร่วมใช้มาตรการอื่น ๆ เช่น การผันน้ำจากแม่น้ำโขง การพัฒนาแก้มลิงเพื่อรองรับน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากในเขตพื้นที่ตอนกลางและตอนล่างของกลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำชีซึ่งเป็นพื้นที่รับลุ่ม ซึ่งมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจากฝนทิ้งช่วงในฤดูแล้ง แต่ประสบปัญหาอุทกภัยในฤดูฝน ตลอดจนการขุดลอกแม่น้ำ คูคลอง หนอง บึง และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่ดินเขินเพื่อกักเก็บน้ำและการขุดสระน้ำเพื่อการเกษตรขนาดเล็กในไร่นา เช่น รูปแบบโคกหนองนาโมเดล รวมทั้งการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชแบบประหยัดน้ำ จะส่งผลให้ลดผลกระทบภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมาก

3) พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กรวมกันเพียงประมาณร้อยละ 11 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดที่อยู่ใน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝนต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ทั้งนี้ การติดตามและประเมินผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนและการพยากรณ์ภัยแล้งเป็นกระบวนการเริ่มต้นสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ หากพบว่า ผลการคาดการณ์มีแม่นยำในเชิงพื้นที่และเวลาตามผลการศึกษาเป็นที่พอใจในระดับหนึ่ง สามารถพิจารณาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการแจ้งเตือนสถานการณ์ระดับความรุนแรงที่จะเกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ได้ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการประชาสัมพันธ์สร้างการรับรู้เพื่อป้องกันและลดผลกระทบจากภัยแล้งแก่เกษตรกร การสร้างการรับรู้และความตระหนักแก่เกษตรกรเพื่อการปรับรูปแบบการผลิต อาทิ การปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูกพืชหรือการร่นระยะเวลาเพาะปลูก การเพาะปลูกพืชอายุสั้น การส่งเสริมการใช้น้ำชลประทานแบบประหยัดน้ำ จะมีส่วนในการช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งการสื่อสารการรับรู้สถานการณ์น้ำ แนวโน้มภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงจากภัยแล้งจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้เหมาะสมกับแผนการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เน้นให้ความสำคัญกับการจัดการในระยะยาว ตามผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ในขณะที่ข้อมูลจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระยะยาวยังไม่แน่นอนและขาดรายละเอียดบางประการที่จะใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนขับเคลื่อนเป็นรูปธรรมในทางปฏิบัติ ซึ่งอาจจะนำไปสู่มาตรการในการปรับตัวที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนหรือเกษตรกรได้ ดังนั้น การปรับตัวด้านการจัดการอาจจะต้องใช้กระบวนการจัดการแบบมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐและประชาชนในการร่วมกันจัดการเพื่อให้สามารถปรับตัวและลดความเสียหายจากภัยแล้งได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล

4) จากการศึกษาและการวิเคราะห์พื้นที่ พบว่า พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน ปกติพื้นที่การเกษตรถือเป็นพื้นที่เปราะบางที่มีความอ่อนไหวต่อความเสียหายจากเหตุการณ์ภัยแล้งมากกว่าพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรม นอกจากการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำและพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในระดับไร่นาเพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรองในฤดูแล้ง โดยเร่งส่งเสริมและพัฒนาในพื้นที่ที่มีแนวโน้มการเกิดภัยแล้งซ้ำซากแล้วนั้น การให้ข้อมูลเพื่อสร้างการรับรู้แก่เกษตรกรในพื้นที่ที่มีแนวโน้มภัยแล้งตามผลคาดการณ์เกี่ยวกับแนวทางการใช้น้ำในแต่ละปีของช่วงปีที่มีความเสี่ยงต่อภัยแล้งในอนาคตจะเป็นแนวทางสำคัญเพื่อเพิ่มศักยภาพหรือขีดความสามารถในการปรับตัวและลดผลกระทบต่อเหตุการณ์ภัยแล้ง เพื่อประโยชน์ต่อการวางแผนการเพาะปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม ได้แก่ การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่จะเพาะปลูกในบางฤดูกาลจากพืชที่มีความต้องการใช้น้ำมากตลอดฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่มีความเสี่ยงภัยแล้งสูง เปลี่ยนเป็นการปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยแทน เช่น ปลูกพืชตระกูลถั่ว หรือ พืชสวนผักแทนการทำนา เพื่อสามารถทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้อย่างเต็มที่และได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่ต้องการโดยไม่เกิดความเสียหาย เป็นต้น การจัดประชาสัมพันธ์เพื่อรณรงค์ปรับใช้แนวทางการประหยัดน้ำในกิจกรรมทางการเกษตร อาทิเช่น ขอความร่วมมือในการทำนาแบบประหยัดน้ำ โดยการนำเทคนิคการทำนาแบบเปียกสลับแห้งหรือการใช้น้ำน้อยแบบส่งน้ำท่วมขังในแปลงนาระดับต้น และการใช้มาตรการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยทดแทนในระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้น้ำ แนวทางการประหยัดน้ำจากกิจกรรมการเกษตรและนวัตกรรมการผลิตในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำน้อย ถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่สำคัญเพื่อช่วยลดการใช้น้ำและบรรเทาความเสียหายจากความรุนแรงของภัยแล้งได้อย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

กรมชลประทาน (2561) คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) การตรวจสอบข้อมูลด้านอุตุ-อุทกวิทยา. สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรุงเทพฯ

กรมอุตุนิยมวิทยา (2546) หนังสืออุตุนิยมวิทยา ภัยธรรมชาติ ภัยแล้ง. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ

กรมอุตุนิยมวิทยา (2555) ธรรมชาติความแห้งแล้งสำหรับประเทศไทย 2555. สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ

กรมอุตุนิยมวิทยา (2559) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝนจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ

เกษม จันทร์แก้ว. (2549). การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำนง แก้วชะงู. (2541). ความผันแปรและแนวโน้มของฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย. กลุ่มวิชาการภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

จิราภรณ์ พูนประสิทธิ์. (2549). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง โดยวิเคราะห์การถดถอย จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, สถิพรรณ จันทร์รัตน์. (2550). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำสารสนเทศพื้นที่อ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 8 ฉบับที่ 2, พฤษภาคม-สิงหาคม 2550. หน้า 28-35.

ชลาลัย แจ่มผล. (2547). ความรุนแรงของความแห้งแล้งในประเทศไทย. กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา.

ดุขฎี ศุขวัฒน์. (มปป). การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข, การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์. ค้นวันที่ วันที่ 19 เมษายน 2564 แหล่งข้อมูล <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=2>

เทวินทร์ โจมทา (2549). การศึกษาแบบจำลองดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ประสบภัยแล้งบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา.

ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล (2562). การกำหนดค่าน้ำหนักหลักเกณฑ์เพื่อการตัดสินใจ. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2562

ปรีชาติ เวชยนต์ และ วสันต์ สุกุลกิจกาญจน์ (2563). การศึกษาความเหมาะสมของระยะห่างในการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, 15-17 กรกฎาคม 2563, ชลบุรี, ประเทศไทย

แผนพัฒนาภาค พ.ศ.2560-2565 (ฉบับทบทวน) แผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๕ ฉบับทบทวน ธันวาคม 2562 สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ

พัฒนา วิจิตรพงษ์สกุล (2562). การวิเคราะห์ระดับความแห้งแล้งในพื้นที่เกษตรน้ำฝนด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐานในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยเกาะแก้วลุ่มน้ำป่าสัก. การประชุมวิชาการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 12, 31 กรกฎาคม 2562, นนทบุรี, ประเทศไทย

พัฒนา วิจิตรพงษ์สกุล, จรูญ สารินทร์, พันธุ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก และสมบัติ ชื่นชุกกลิ่น. (2559). การวิเคราะห์ระดับความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังด้วยดัชนีน้ำฝนมาตรฐานและดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24 (3), 123-135

ภูริภัทร์ ธูปกระโทก และรัศมี สุวรรณวีระกำจร. (2556). การตรวจสอบความใช้ได้ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากดาวเทียม TRMM ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. 14(3), กันยายน-ธันวาคม 2556.

มาฆวัฒน์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา. (2547). ภัยแล้งในประเทศไทย. ใน วารสารอุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา. หน้า 41-44.

รพีพัฒน์ อิงคสิทธิ์ (2563). นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร? แหล่งที่มา <http://www.salforest.com/blog/climate-model-rcp-ssp> ค้นวันที่ 3 สิงหาคม 2564

รอยล จิตรดอน (2560). สถานการณ์ฝนและน้ำประเทศไทย. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2560

รัชเวช หาญชูวงศ์, ธนัท นกเอี้ยงทอง และ วลัยรัตน์บุญไทย (2563). การศึกษาความเหมาะสมของระยะห่างในการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, 15-17 กรกฎาคม 2563, ชลบุรี, ประเทศไทย

วรลักษณ์ ไก่งาม และ ชาคริต โชติอมรศักดิ์ (2563) การวิเคราะห์ภัยแล้งบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้ดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน Analysis of Drought in Northern Thailand Using Standardized Precipitation Index วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Vol. 39 Issue 3, p313-322, 10p

วลัยรัตน์ บุญไทย, รัชเวช หาญชูวงศ์, ธนัท นกเอี้ยงทอง และศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น (2564) การศึกษาวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีโทรมาตรอัตโนมัติ การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 26 วันที่ 23-25 มิถุนายน 2564, การประชุมรูปแบบออนไลน์

วิไลลักษณ์ นิยมมณีรัตน์, อิชมิกา ศิวยไพราหมณ์, ปกฉัตร ชูติวิศุทธิ์, ชาลิตา อ่อนไสว, พิชชา กันต์ธนะเดชา, ธรรมนัญญา ศักดิ์เจริญ. (2564). แนวทางการศึกษาผลกระทบของภัยแล้งต่อระบบนิเวศทางน้ำ. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 25 (ฉบับที่ 2).

ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2543). โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) บันทึกเหตุการณ์ภัยแล้ง ปี 2563 คำนวณที่ 1 สิงหาคม 2564 แหล่งข้อมูล <https://tiwrm.hii.or.th/current/2020/drought2019/SPI.html>

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2559), รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 พ.ศ.2559. สำนักงานกองทุนสนับสนุน การวิจัย: กรุงเทพมหานคร (อำนาจ ชิดไธสง, ปรีเวท วรณโกวิท, มัทนพรรณ จิวเจียม, อัศมน ลิ่มสกุล, ศุภกร ชินวรรณ และชโลทร แก่นสันติสุขมงคล (บรรณาธิการ)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2554). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 1: องค์ความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2554). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 2: องค์ความรู้ด้าน ผลกระทบ ความล่อแหลม และการปรับตัว.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2554). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1, คณะทำงานกลุ่มที่ 3: องค์ความรู้ ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561). แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิแห่งชาติ เห็นชอบเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2561 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2663). แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ). สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (2546). ภัยธรรมชาติ ภัยแล้ง. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กองสื่อสารสารสนเทศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ (2560) โครงการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตความล่อแหลม เปราะบางและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และคณะ. (2558) การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดในระดับลุ่มน้ำของประเทศไทยและจีน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ

อัศมน ลีเมสกุล, บุญลือ คะเชนทร์ชาติ, ปัทมา สิงห์รักษ์, สุริยพันธ์ สาระมูล, ผศ.ดร. จิรสรณ์ สันตีสิริสมบูรณ์ และ สมเกียรติ อภินิพนวิศ (2560). ข้อค้นพบสำคัญของรายงานการสังเคราะห์และประมวลสภาพ องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ฉบับที่ 2 ในส่วนที่เกี่ยวกับ องค์ความรู้และข้อมูลข่าวสารปัจจุบันด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย (Key findings of Thailand's Second Assessment Report on Climate Change in the part regarding updated climate change knowledge and information of Thailand), วารสาร Green Research กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปีที่ 14 ฉบับที่ 36 พฤษภาคม 2560

อำนาจ ชิดโรสง และคณะ, 2553. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยเล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

อำนาจ ชิดโรสง. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ และสภาพภูมิอากาศในอนาคต.-- กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2553. 176 หน้า

อุรุยา วิสกุล และสุรพันธ์ สันตียานนท์ (2549). การวิเคราะห์และเตือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 (พ.ค.- ส.ค. 2549) หน้า 22-31.

เอกรัฐ สีขาว และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2557). การใช้ดัชนีพืชพรรณมาตรฐานเพื่อประเมินพื้นที่ความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. Using Standardized Vegetation Index to Assess Drought Areas in Northeast Thailand. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (พ.ค.-ส.ค.2557)

David Eckstein, Vera Kunzel, Laura Schafer, Maik Winges, "Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2018 and 1999 to 2018," Global Climate Risk Index 2020, https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020_14.pdf (accessed July14, 2020)

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937–1958, <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>, 2016.

Fowler H. J, Blenkinsop S, Tebaldi C. (2007). Linking climate change modelling to impact studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. *International Journal of Climatology* 27, 1547A1578.

Hisdal, H. and Tallaksen, L.M. 2000. Drought event definition. Oslo: Department of Geophysics, University of Oslo

Huntingford, C., Williamson, M.S. & Nijse, F.J.M.M. (2020). CMIP6 climate models imply high committed warming. *Climatic Change* 162, 1515–1520 <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02849-5>

I.N. Sokolik (2008), Radiation Balance and Solar Radiation Spectrum, *Encyclopedia of Ecology*, 2008, Pages 2951-2955. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00607-8>.

IPCC Climate Change (2014) Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Camb Univ Press

IPCC Fourth Assessment Report (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis :Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York.

John Mejia (2011). Climate Modeling Research Interest. Retrieved April 23, 2021, from <http://climatemodeling.blogspot.com/2011/04/integrated-system-model-framework-and.html>

Kemp, David D. (1994). *Global environmental issue: A climatological approach*. 2 nd ed. London: Routledge.

Keywan Riahi, Detlef P. van Vuuren, Elmar Kriegler, Jae Edmonds, Brian C. O'Neill, Shinichiro Fujimori, Nico Bauer, Katherine Calvin, Rob Dellink, Oliver Fricko, Wolfgang Lutz, Alexander Popp, Jesus Crespo Cuaresma, Samir KC, Marian Leimbach, Leiwen Jiang, Tom Kram, Shilpa Rao, Johannes Emmerling, Kristie Ebi, Tomoko Hasegawa, Petr Havlik, Florian Humpenöder, Lara Aleluia Da Silva, Steve Smith, Elke Stehfest, Valentina Bosetti, Jiyong Eom, David Gernaat, Toshihiko Masui, Joeri Rogelj, Jessica Strefler, Laurent Drouet, Volker Krey, Gunnar Luderer, Mathijs Harmsen, Kiyoshi Takahashi, Lavinia Baumstark, Jonathan C. Doelman, Mikiko Kainuma, Zbigniew Klimont, Giacomo Marangoni, Hermann Lotze-Campen, Michael Obersteiner, Andrzej Tabeau, Massimo Tavoni, (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview, *Global Environmental Change*, 2017, Volume 42, Pages 153-168.

Kirono, D. G.C., Hennessy, K., Mpelasoka, F., Kent, D. (2011). Approaches for generating climate change scenarios for use in drought projections - a review. CAWCR Technical Report No. 034, 30

Mcsweeney, C.F., Jones, R.G. and Lee, R.W. (2015) Selecting CMIP5 GCMs for Downscaling over Multiple Regions. *Climate Dynamics*, 44, 3237-3260.

Moazzam, M.F.U., Lee, B.G., Rahman, G. and Waqas, T. (2020) Spatial Rainfall Variability and an Increasing Threat of Drought, According to Climate Change in Uttaradit Province, Thailand. *Atmospheric and Climate Sciences*, 10, 357-371. <https://doi.org/10.4236/acs.2020.103020>

O'Neill et al. (2016). The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, *Geosci. Model Dev.*, 9, 3461–3482, 2016, doi:10.5194/gmd-9-3461-2016

Ravanshad Reza, N.E Maruthi and H T Basavarajappa (2019). MONITORING AND ESTIMATION ON DROUGHT PRONE AREAS OF TUMKUR DISTRICT BY USING GIS AND STANDARDIZE PRECIPITATION INDEX (SPI) FOR TUMKUR DISTRICT, KARNATAKA, *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, Volume 6, Issue 1, 2019 volume 6 p1529-1543

The IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.

Vinod Thomas, Jose Ramon G. Albert, and Rosa T. Perez, “Climate -Related Disasters in Asia and the Pacific,” *ADB Economic Working Paper Series*, <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30323/ewp-358.pdf> (accessed July 4, 2020)

Watanabe, S., Hirabayashi, Y., Kotsuki, S., Hanasaki, N., Tanaka, K., Mateo, C.M.R., Kiguchi, M., Ikoma, E., Kanae, S. and Oki, T. (2014). Application of performance metrics to climate models for projecting future river discharge in the Chao Phraya River Basin. *Hydrological Research Letters*, 8(1), 33 - 38. doi: 10.3178/hrl.8.33.

Wilby R. L., Hay L. E., Gutowski W. J., Arritt R. W., Takle E. S., Pan Z. T., Leavesley G. H., Clark M. P. (2000). Hydrological responses to dynamically and statistically downscaled climate model output. *Geophysical Research Letters*, 27: 1199–1202.

Wilby R. L., Wigley T. M. L., Conway D., Jones .P. D., Hewitson B. C., Main J., Wilks D. S. (1998). Statistical downscaling of general circulation model output: A comparison of methods. *Water Resources Research*, 34: 2995–3008.

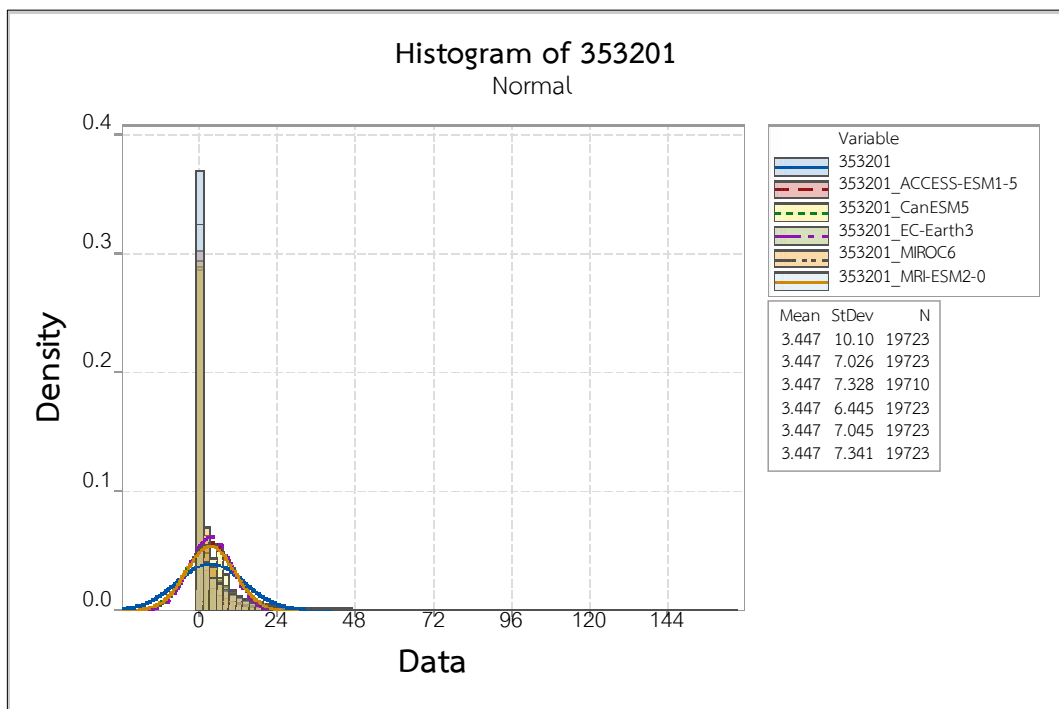
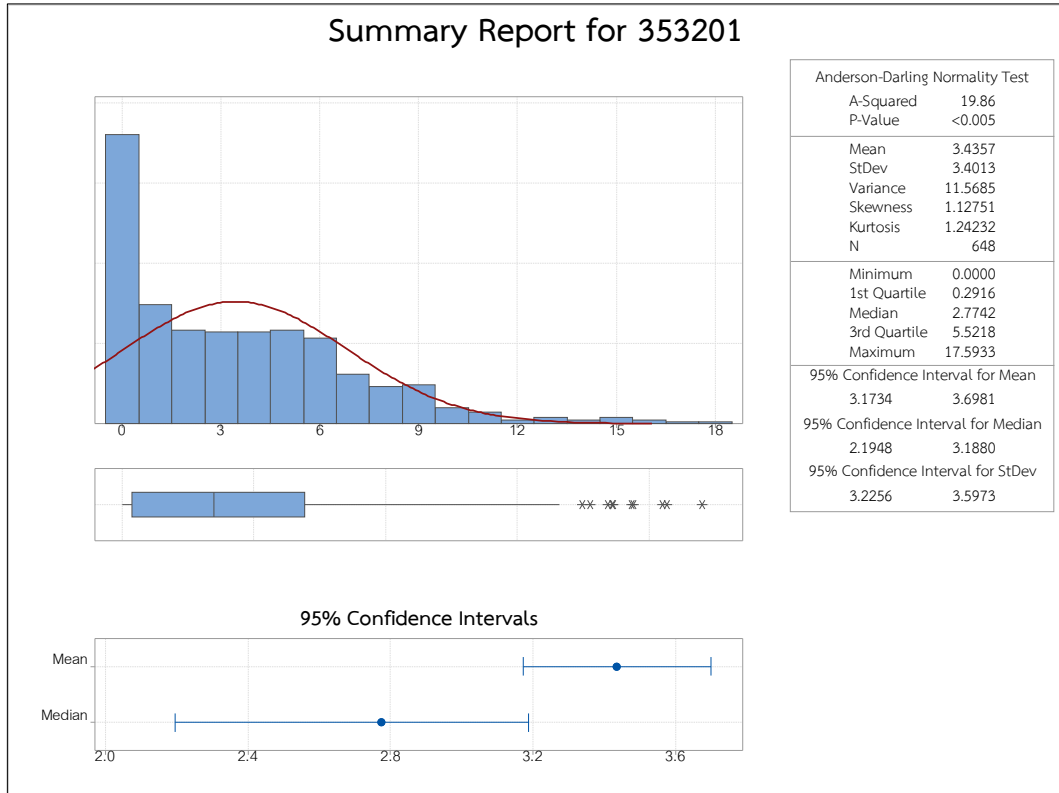
Wilby, R.L., and Dawson C.W. (2007). SDSM 4.2-A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environmental Modelling and Software*.

Wilby, R.L., Conway, D., Jones, P.D., (2002b.) Prospects for downscaling seasonal precipitation variability using conditioned weather generator parameters. Hydrological Processes 16: 1215-1234.

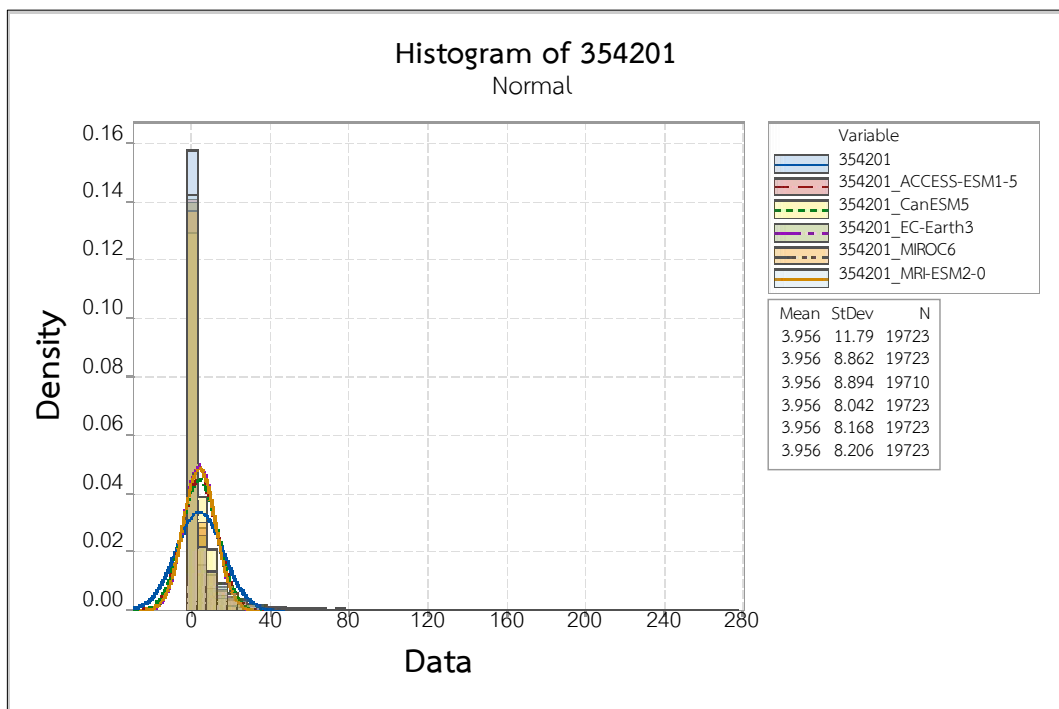
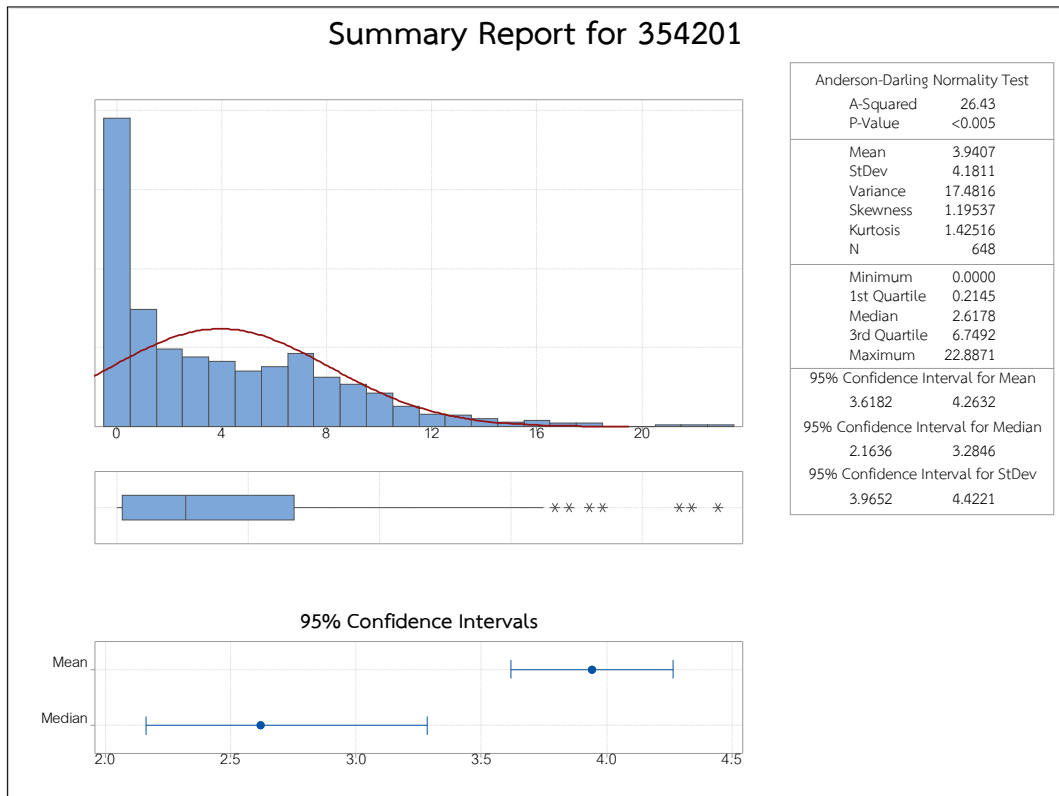
Wilby, R.L., Dawson, C.W., and Barrow, E.M. (2002a.) SDSM___A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. Environmental Modelling and Software. 17: 147-159.

ภาคผนวก ก

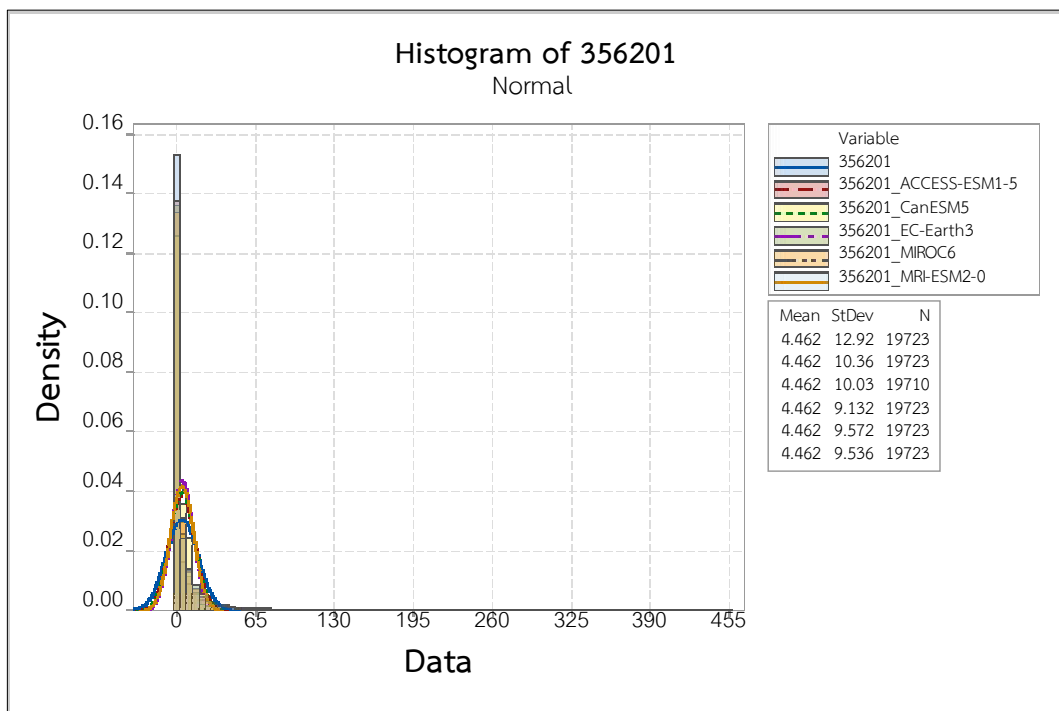
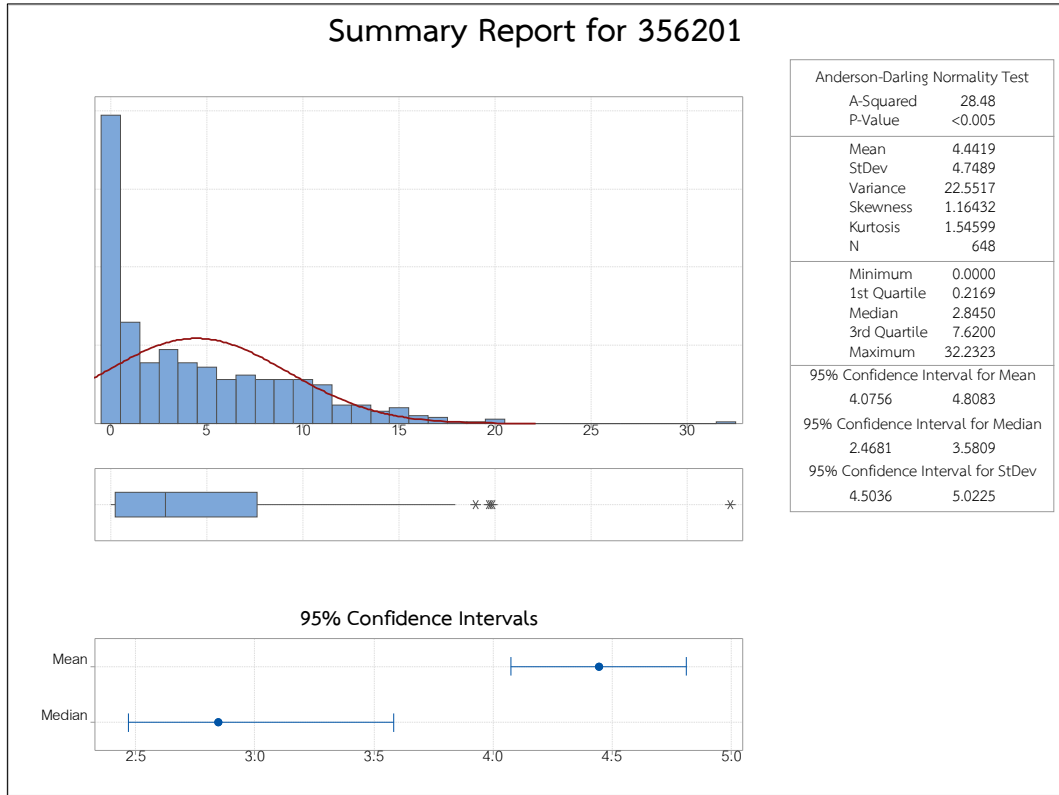
ค่าสถิติข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014



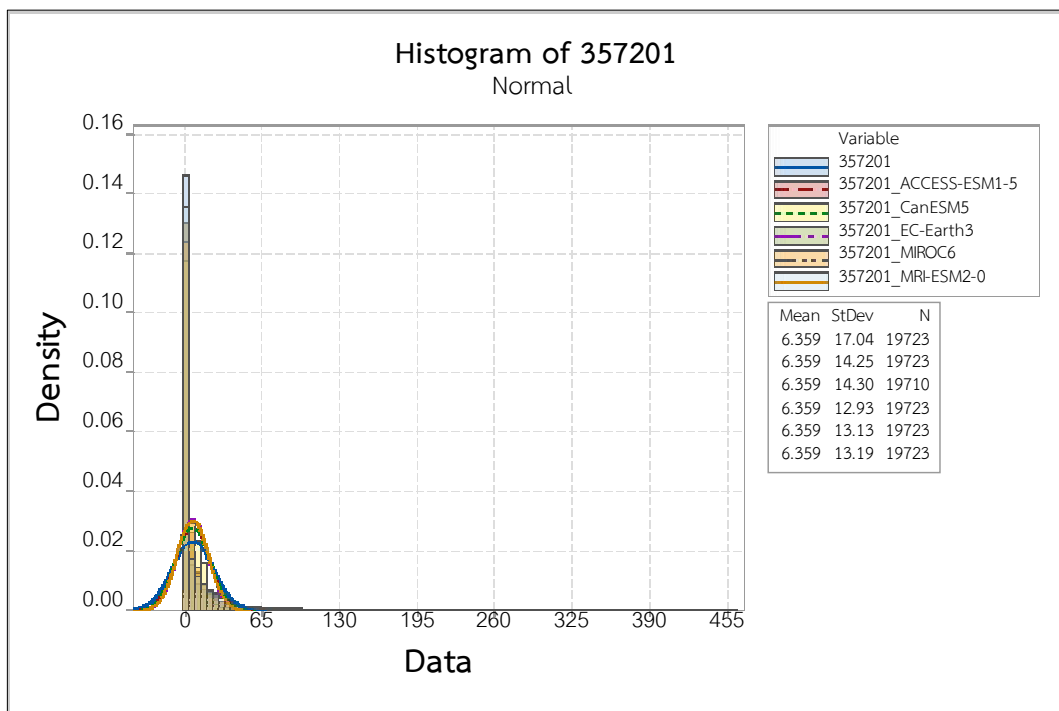
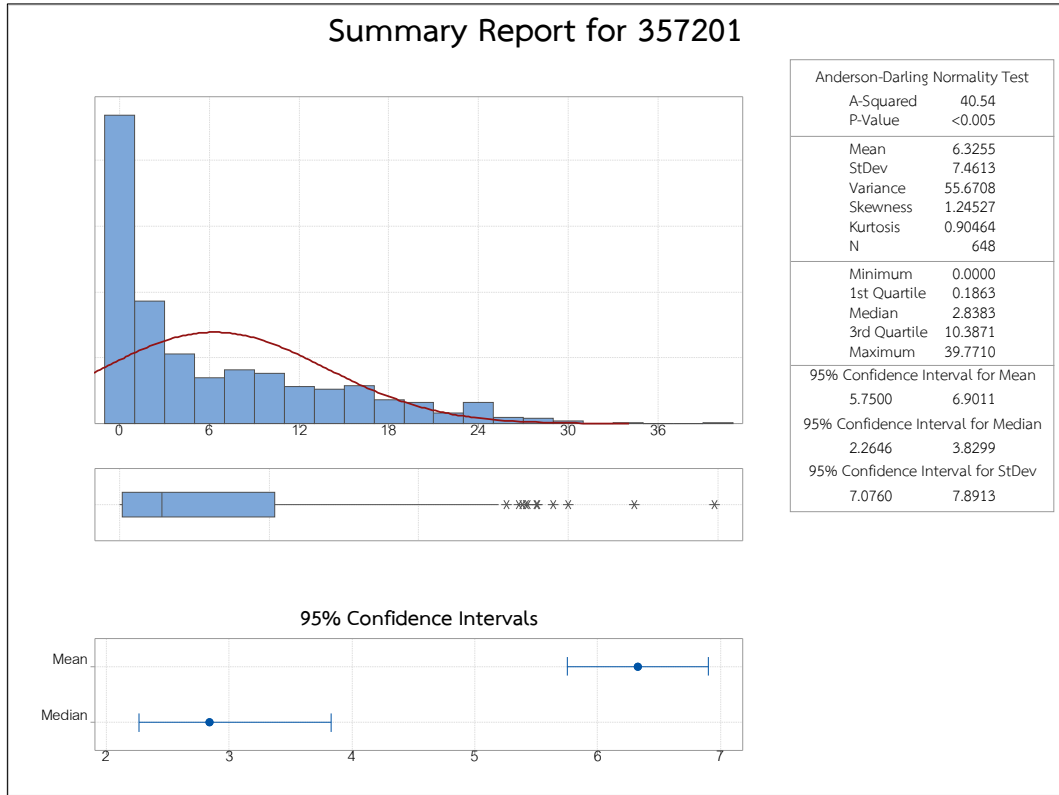
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีเลย (353201)



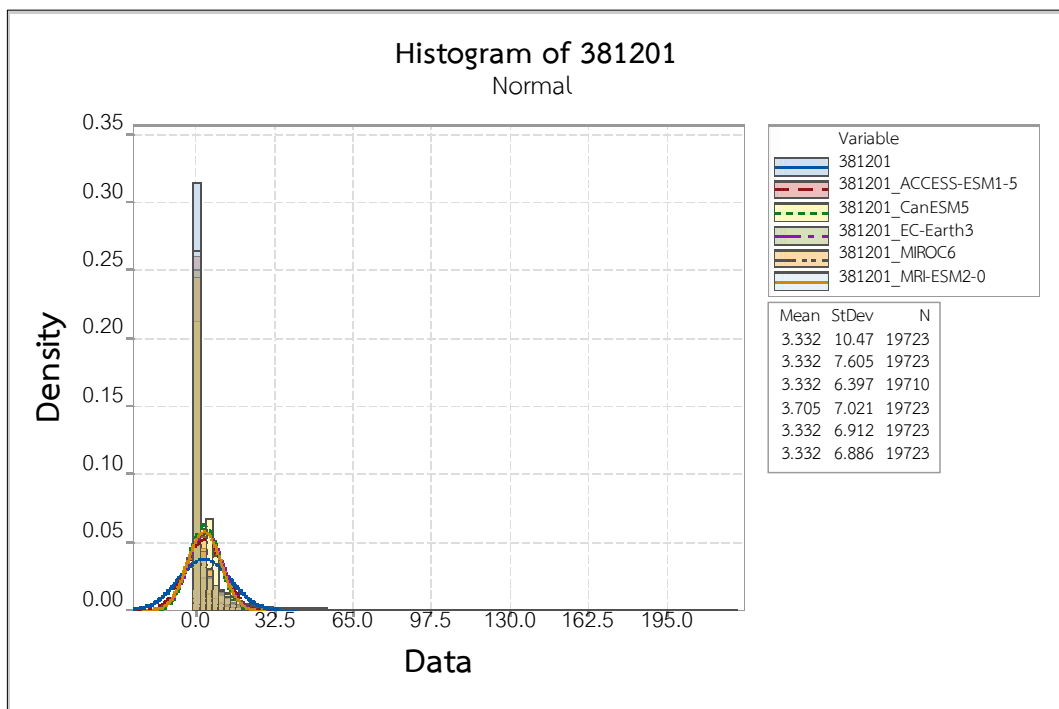
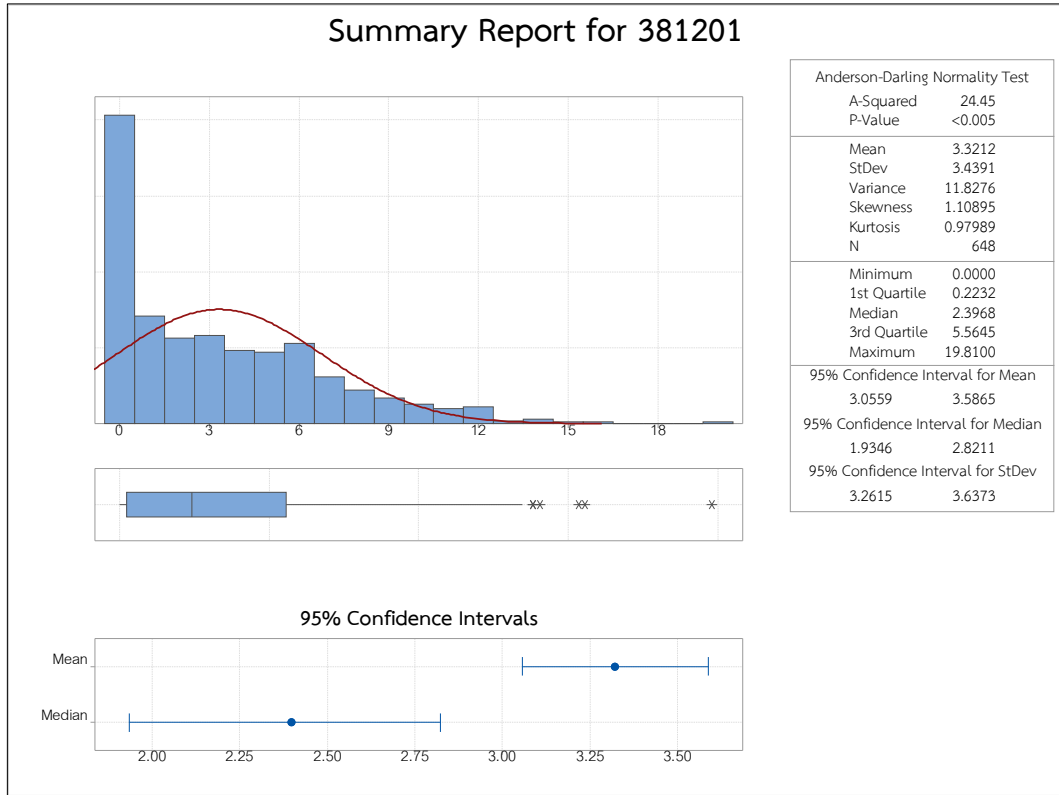
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีอุตรธานี (354201)



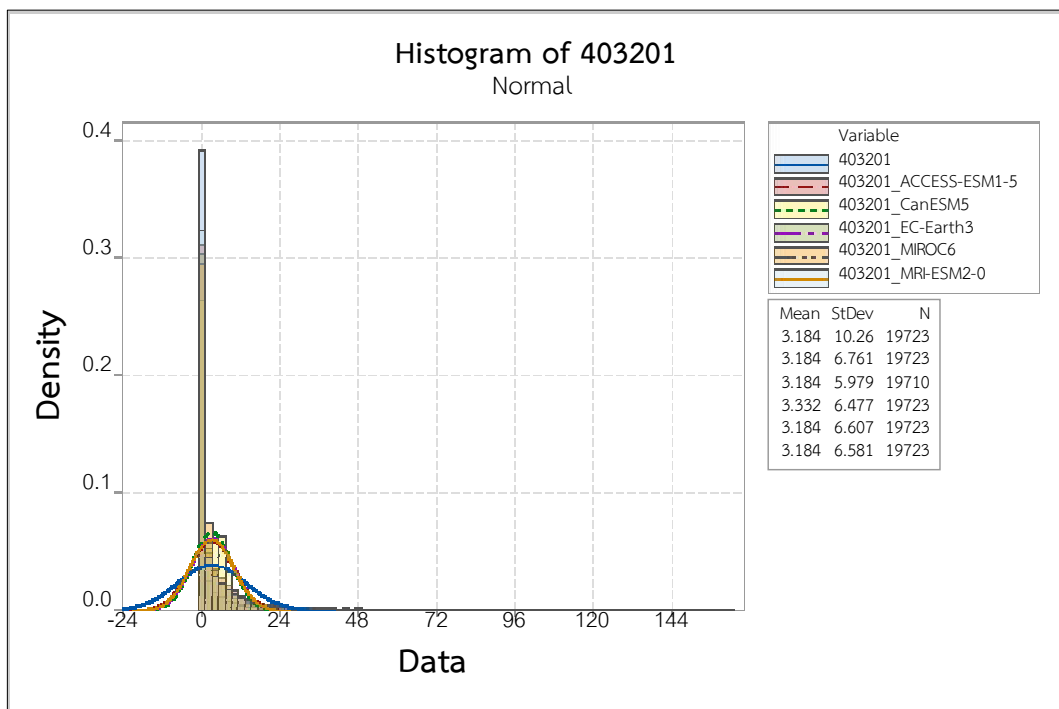
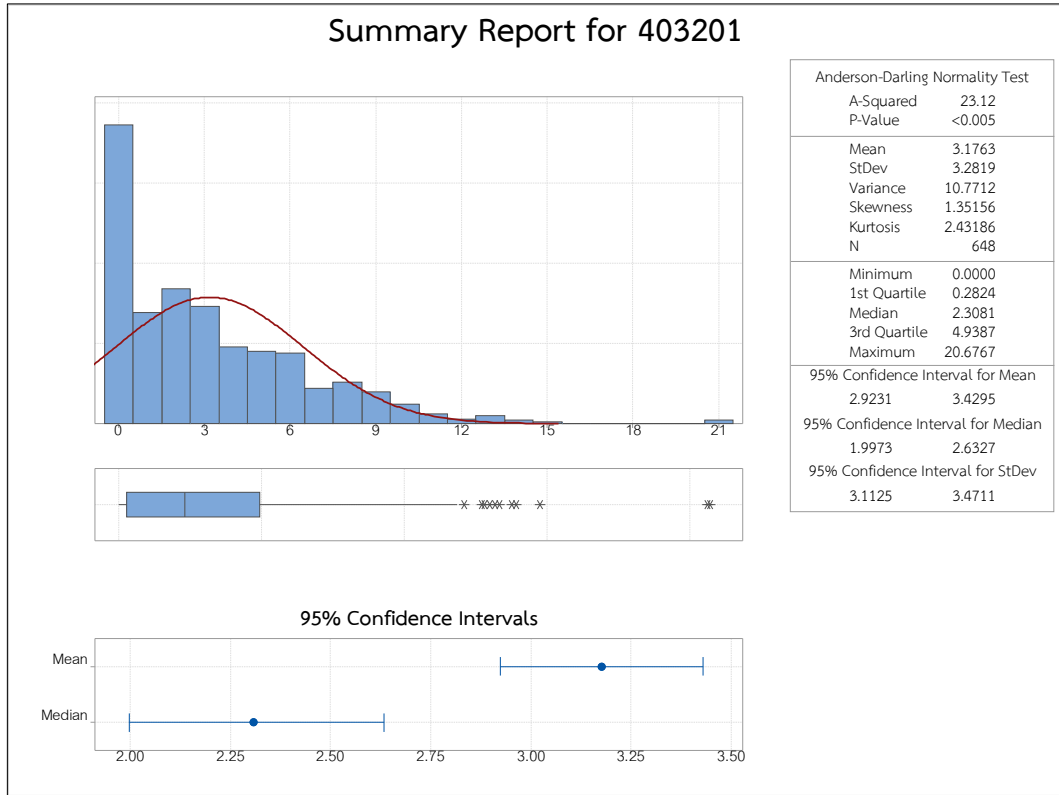
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีสกลนคร (356201)



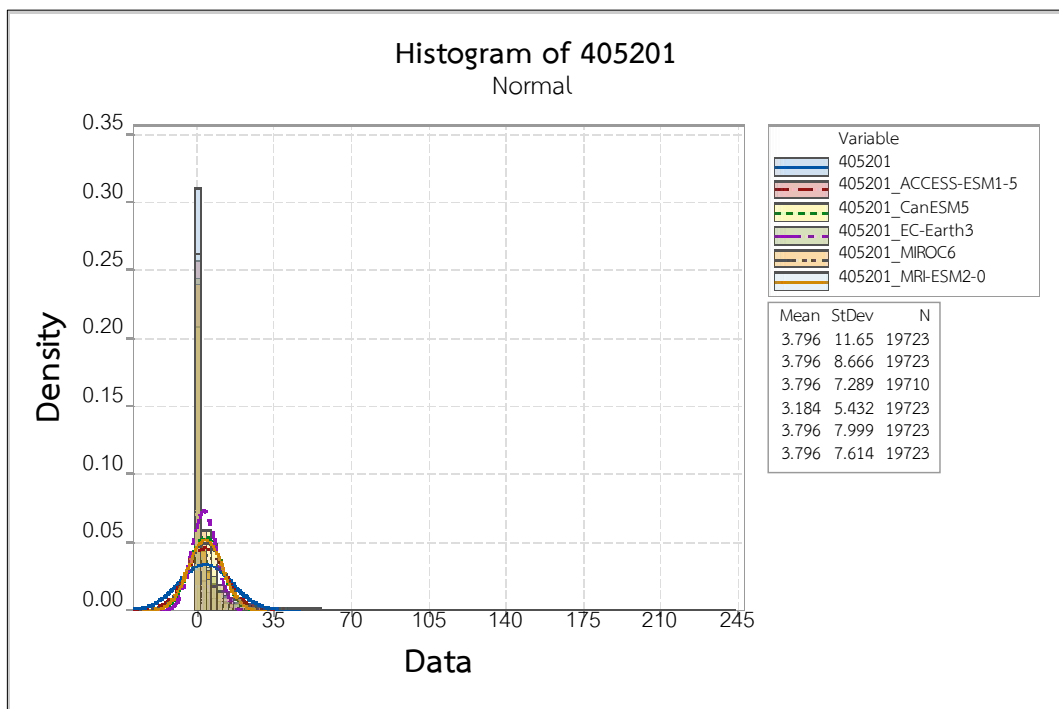
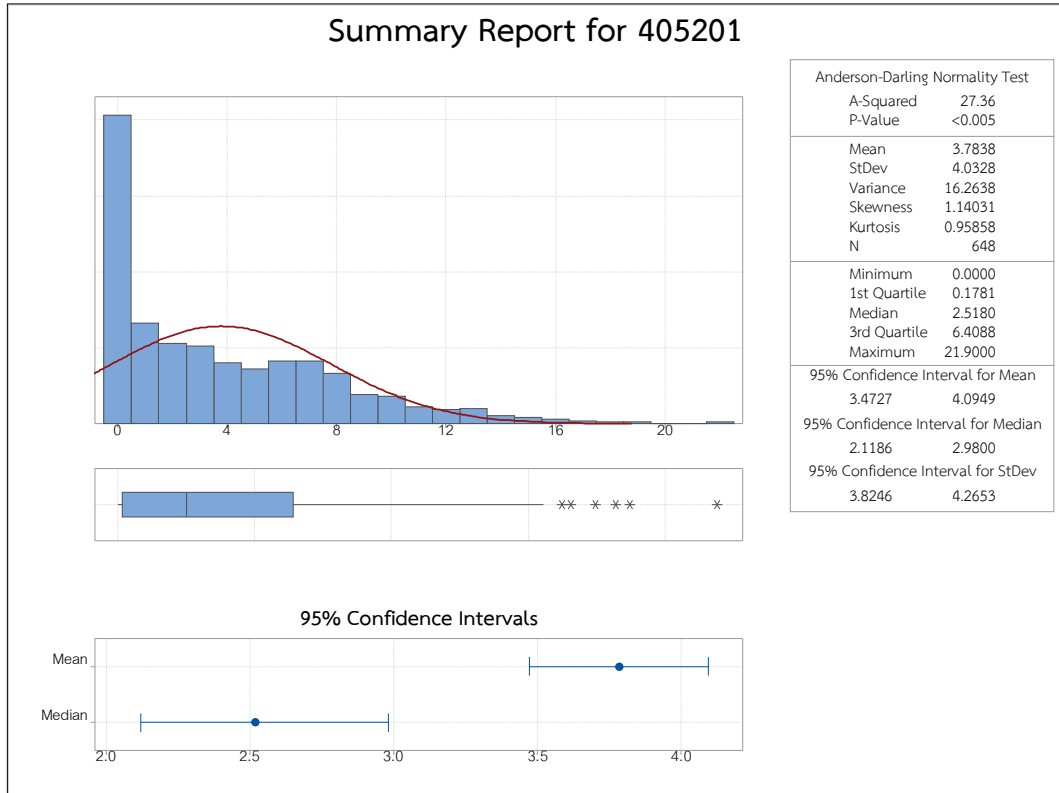
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีนครพนม (357201)



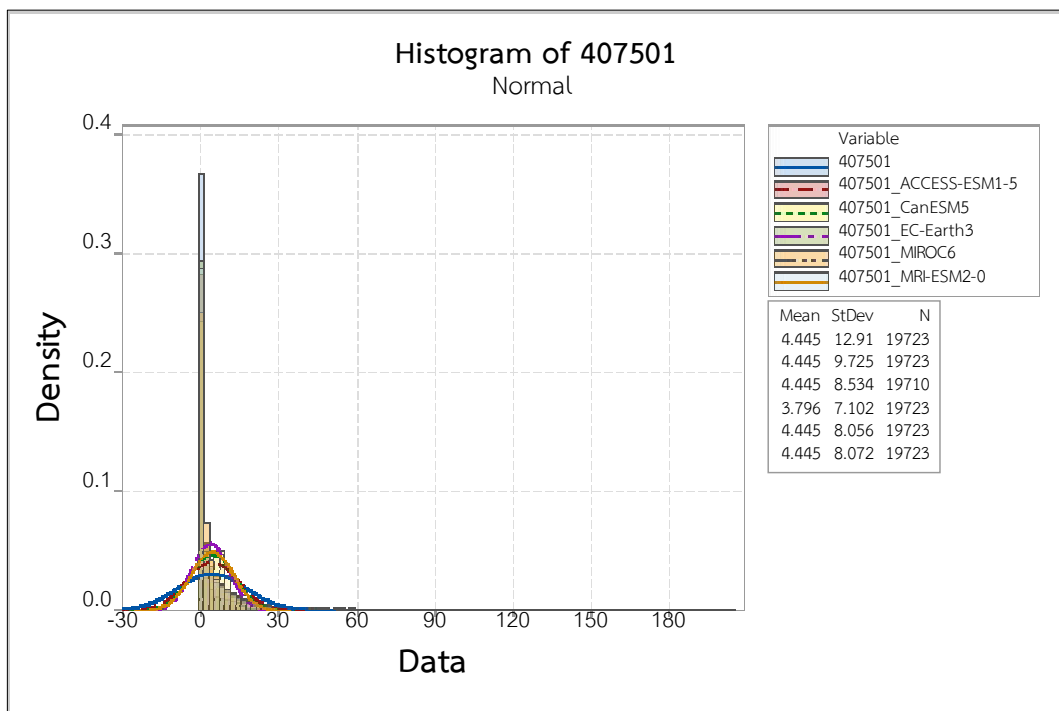
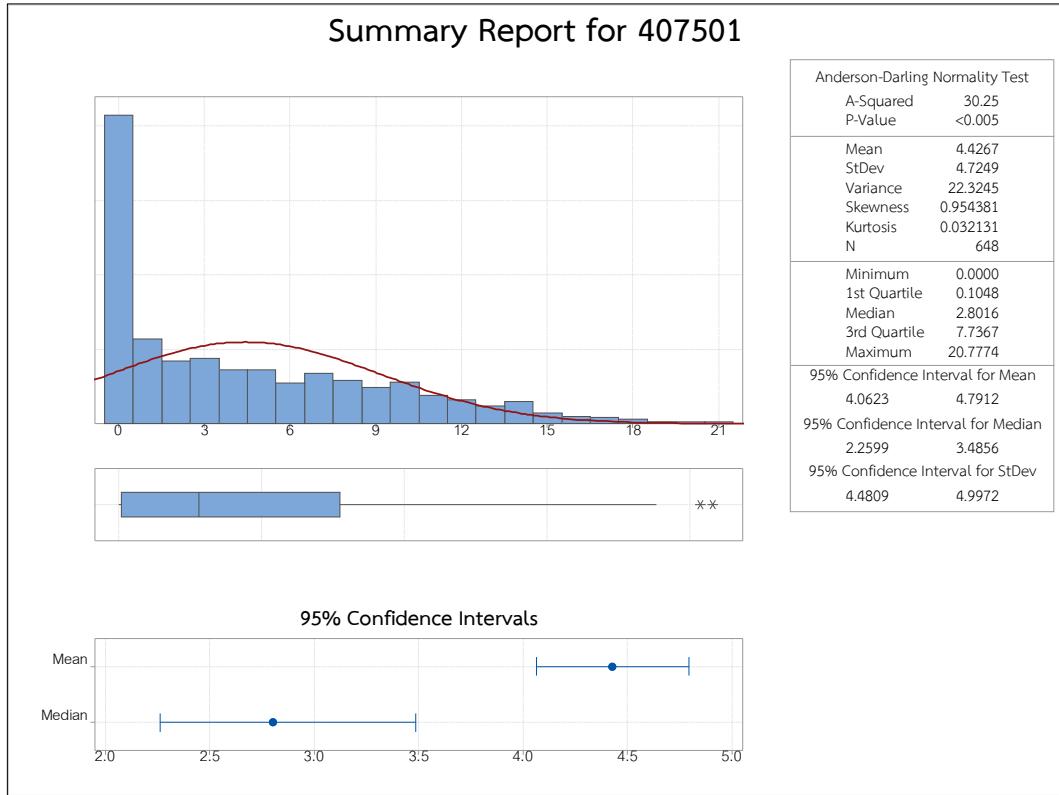
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีขอนแก่น (381201)



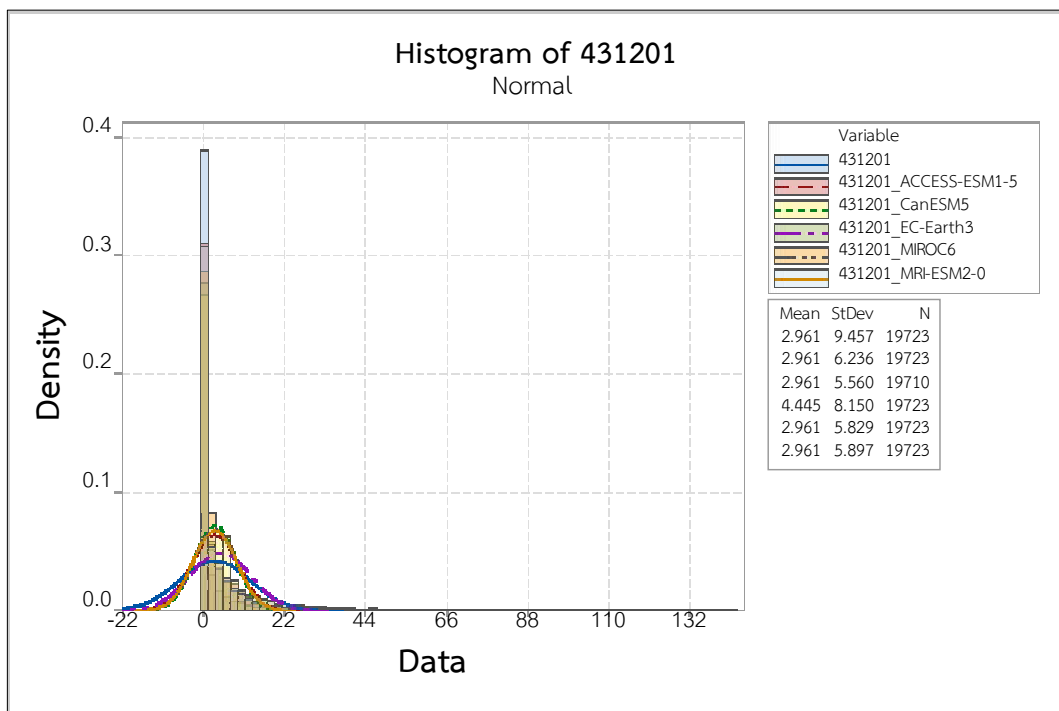
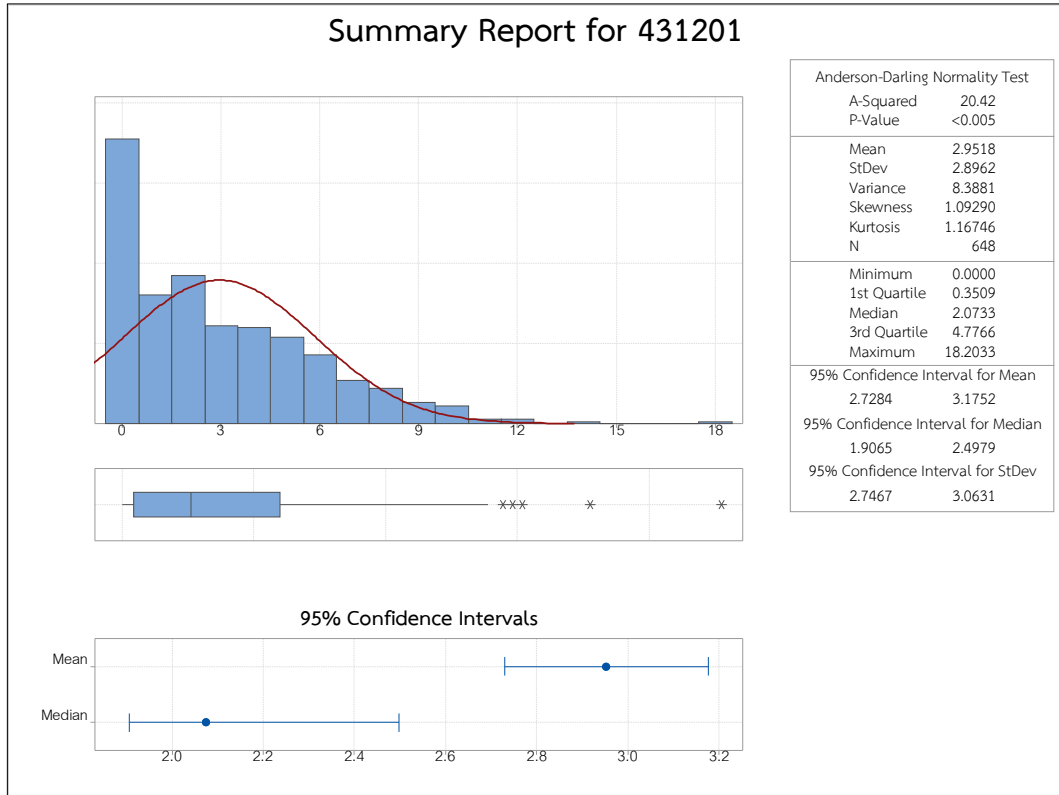
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีชัยภูมิ (403201)



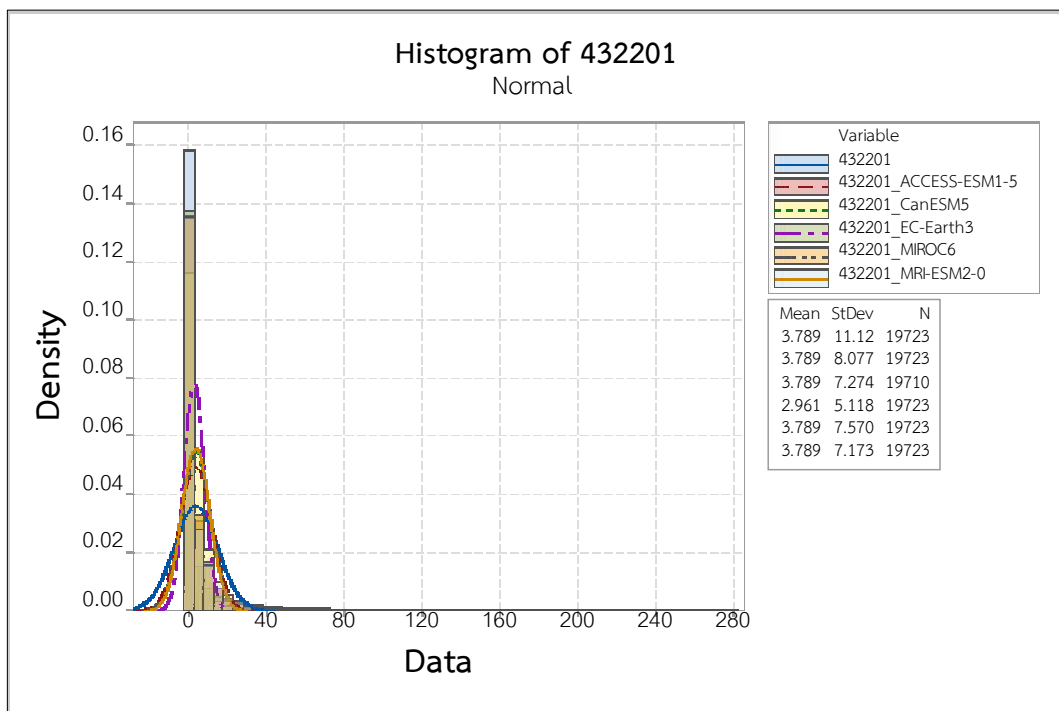
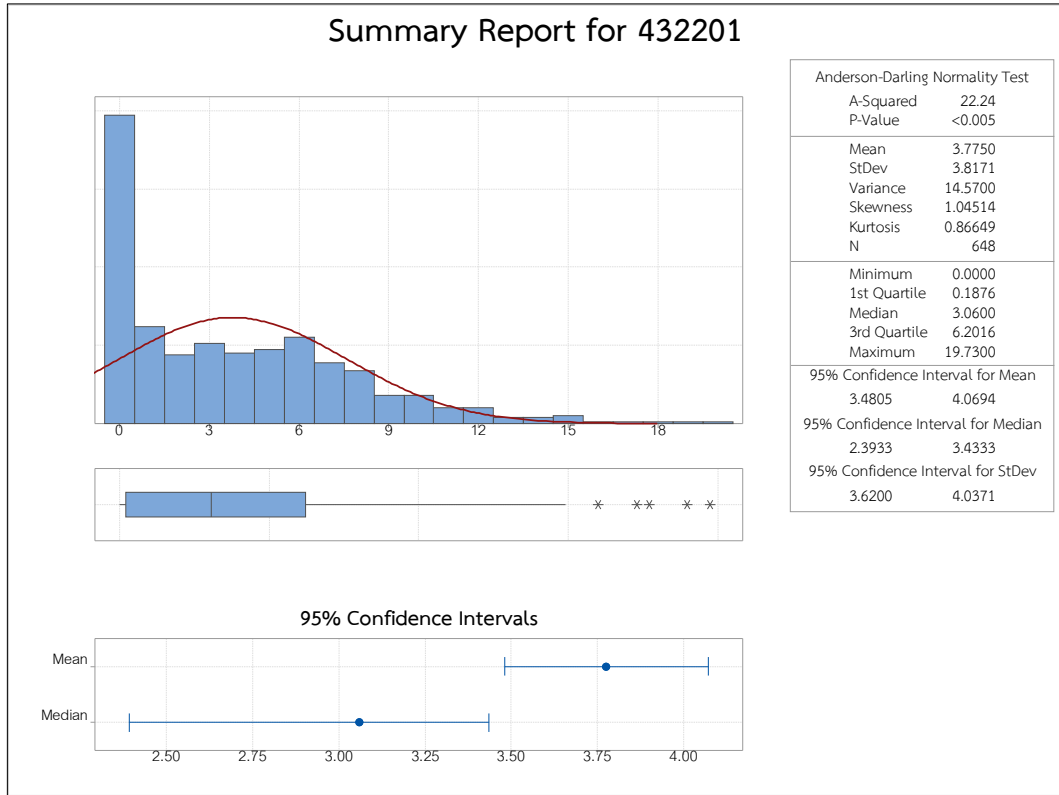
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีร้อยเอ็ด (405201)



ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีอุบลราชธานี (407501)



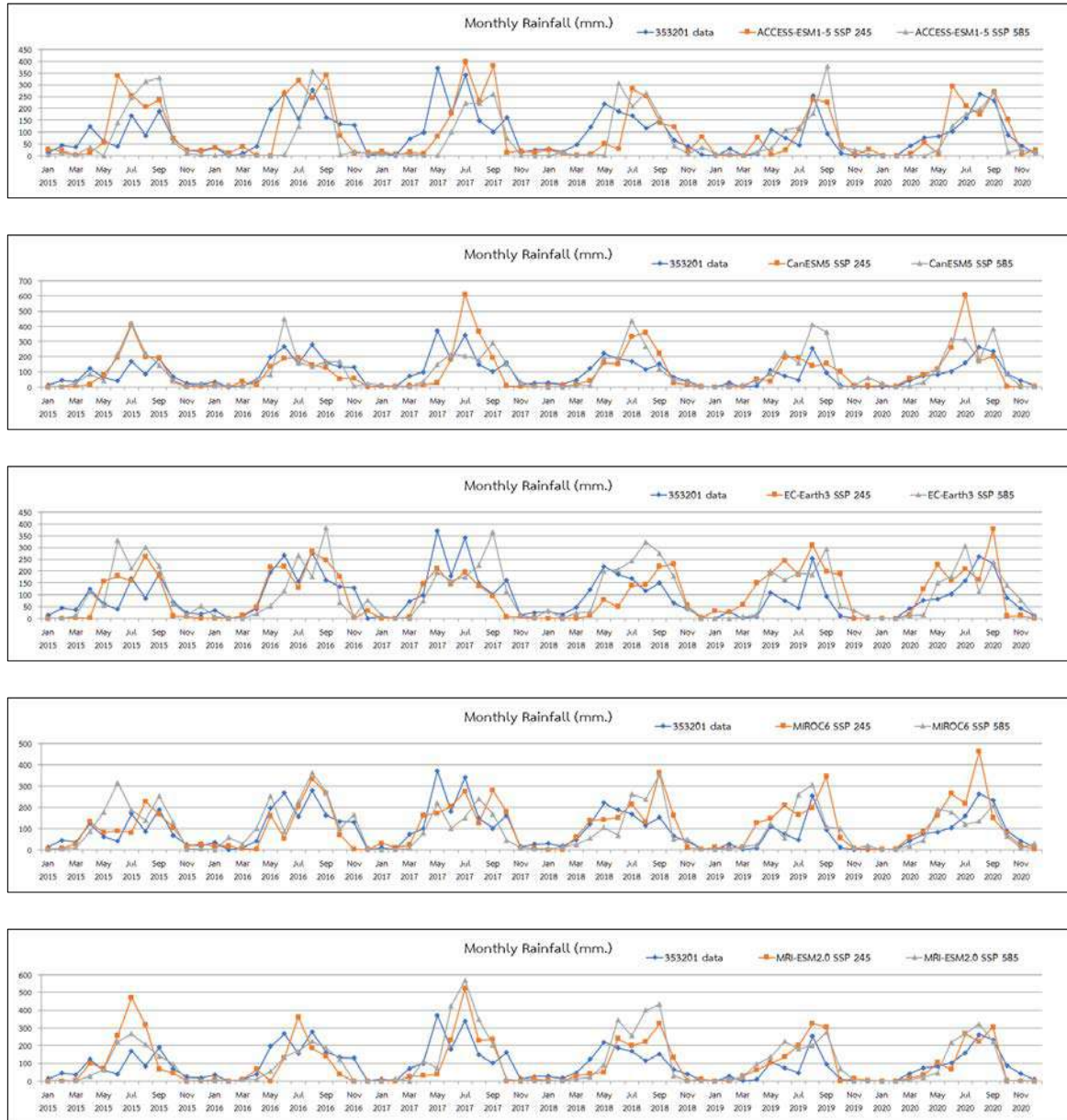
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีนครราชสีมา (431201)



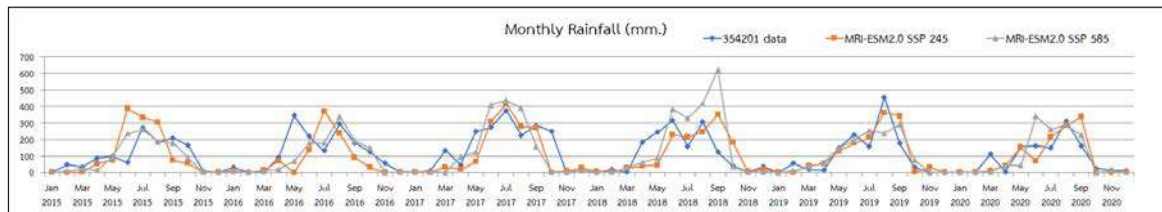
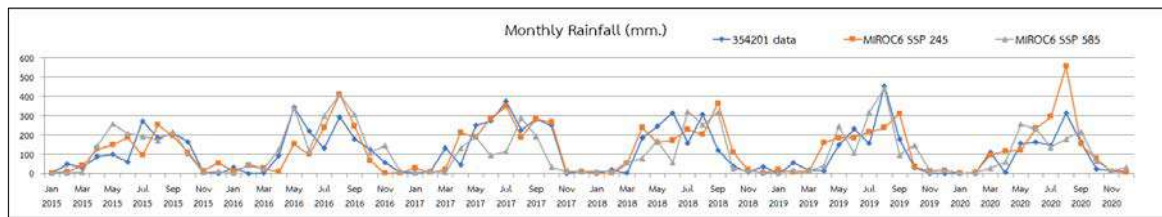
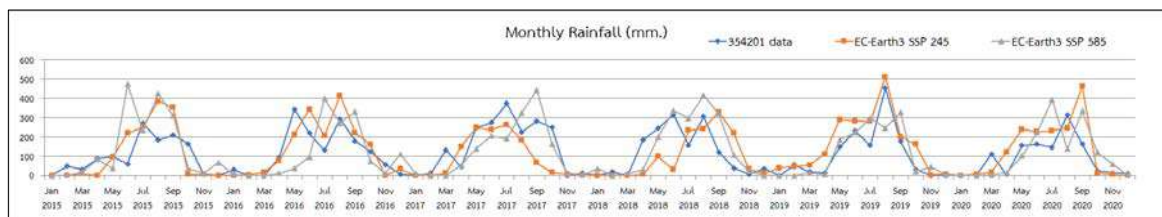
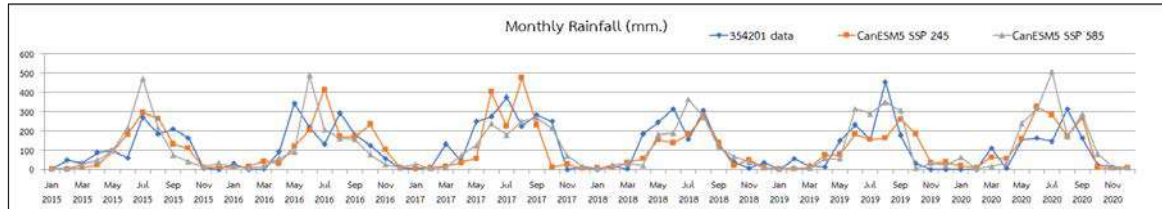
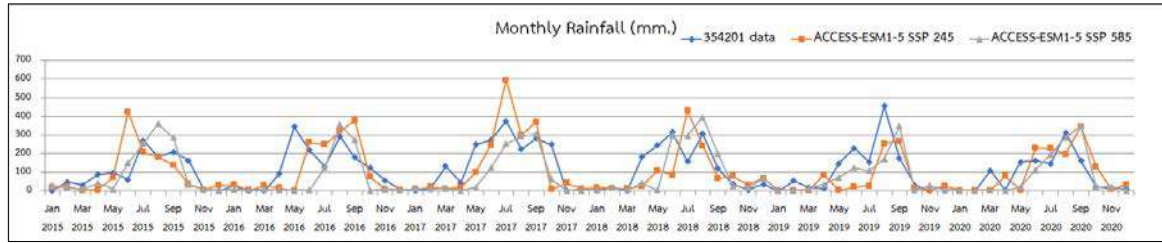
ค่าสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนและกราฟ Histogram ข้อมูลฝนรายวันของสถานีสุรินทร์ (432201)

ภาคผนวก ข

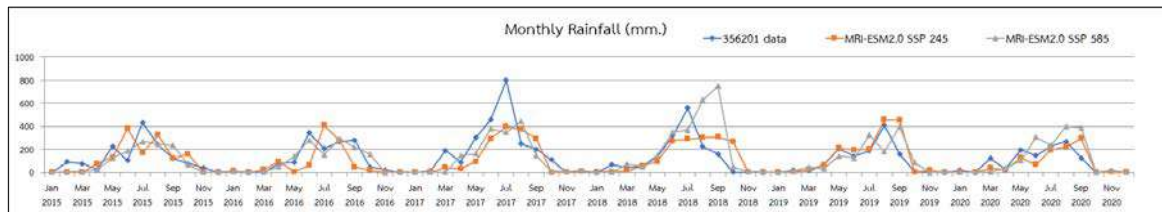
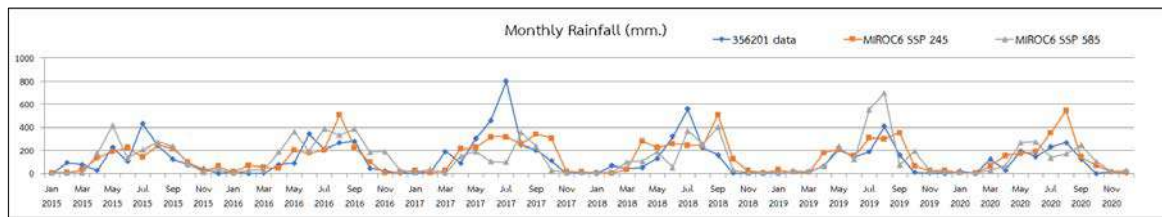
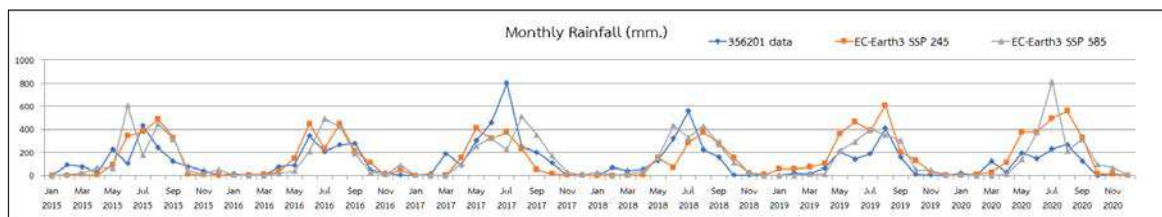
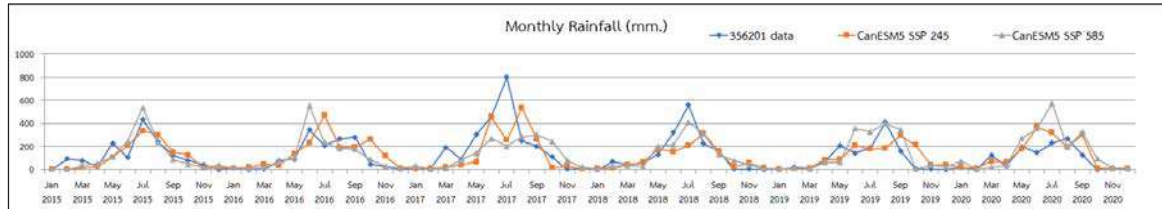
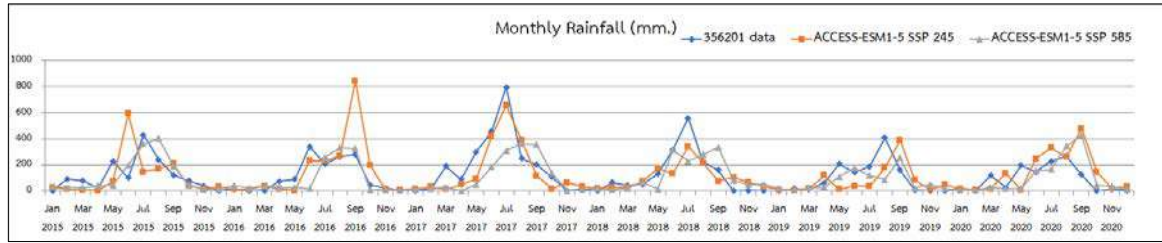
การเปรียบเทียบกราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ช่วงปี ค.ศ. 2015-2020



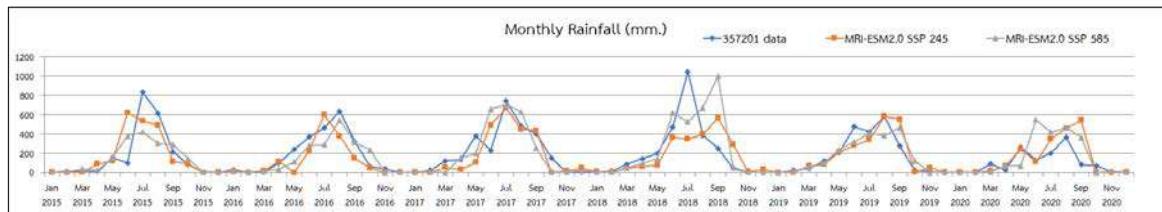
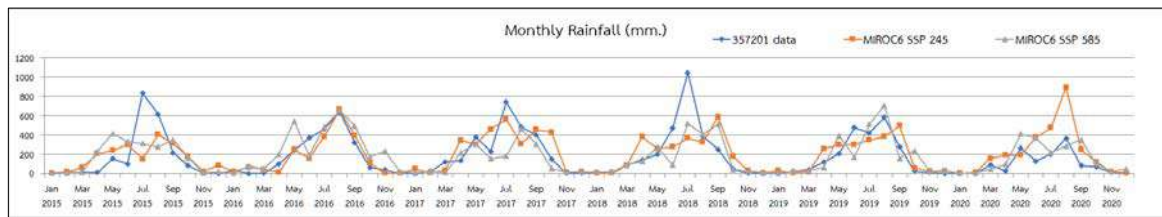
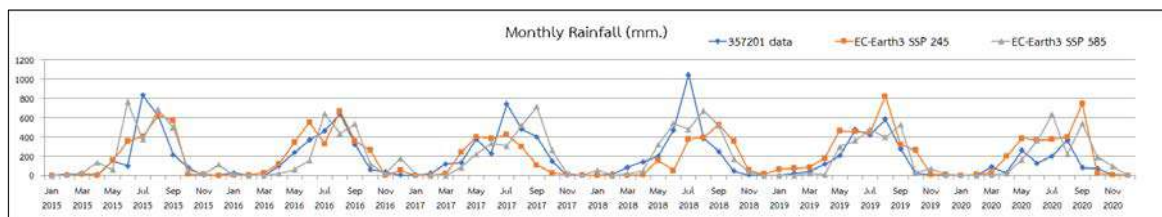
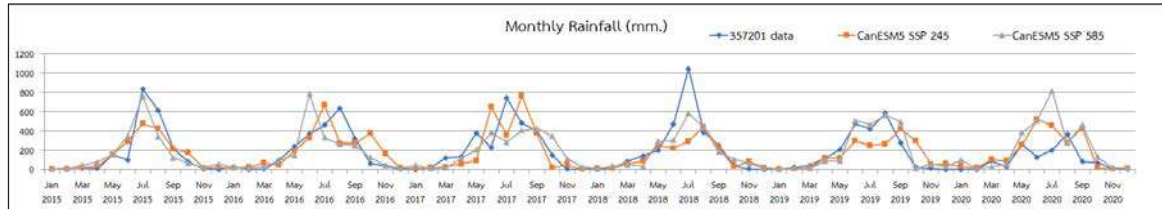
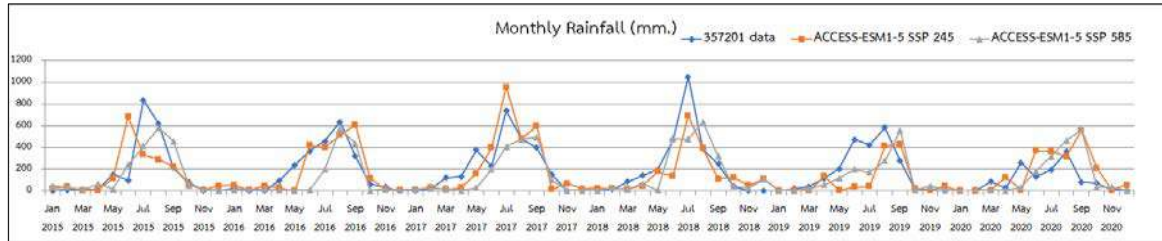
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015-2020 ของสถานีเลย (353201)



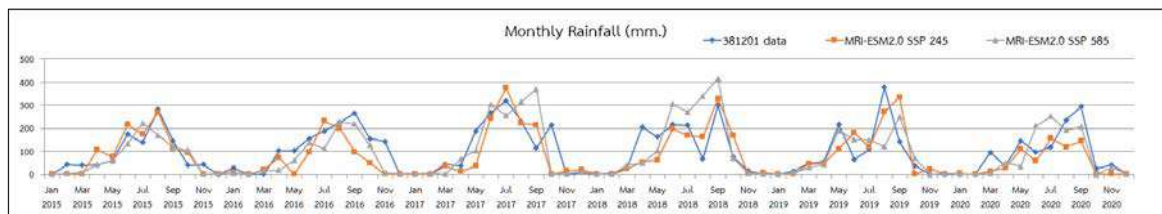
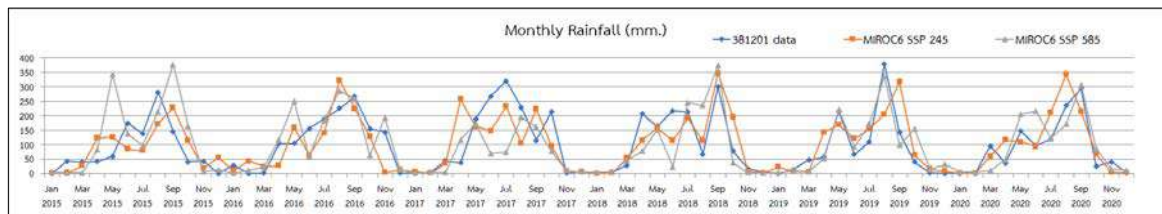
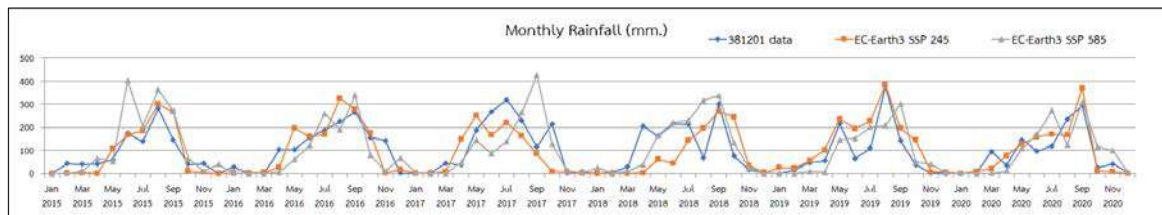
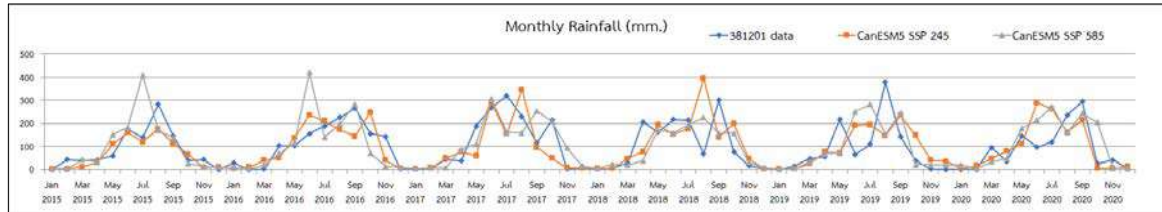
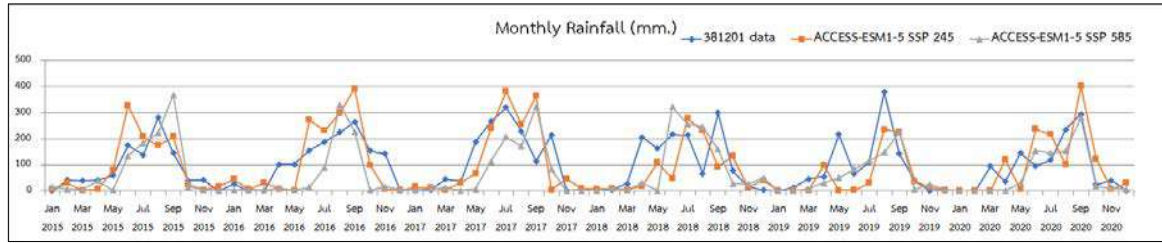
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีอุตรธานี (354201)



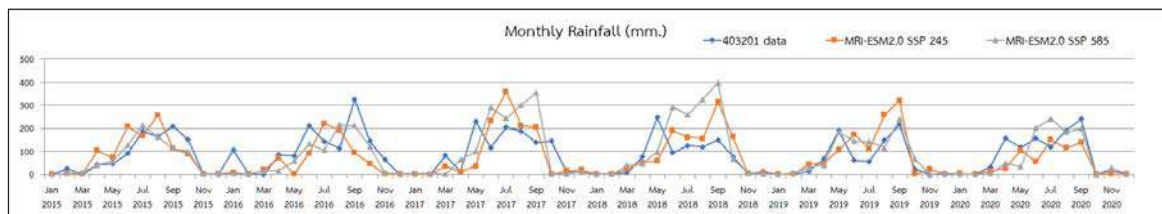
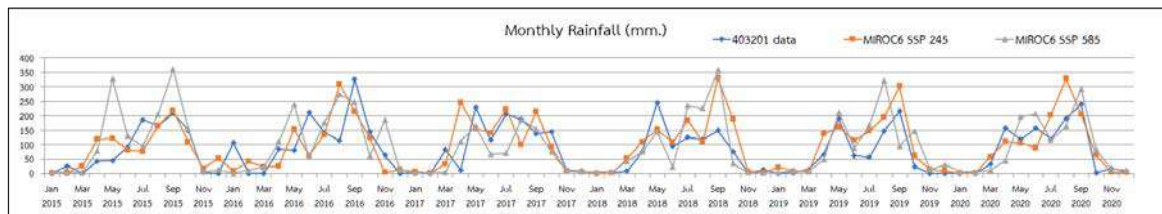
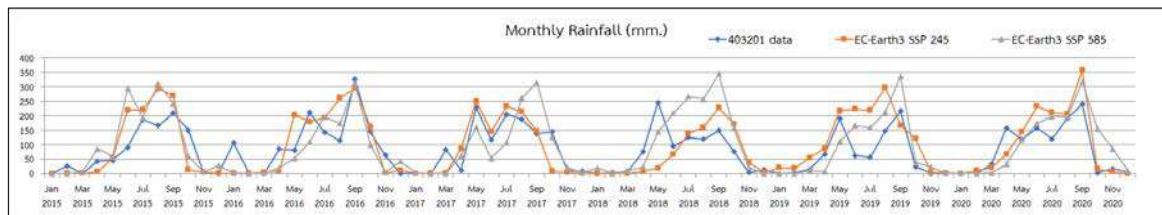
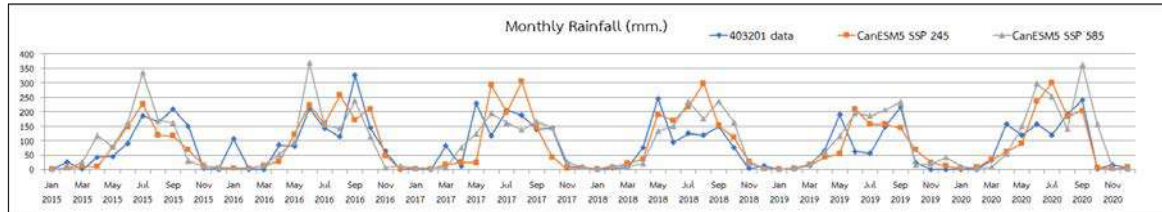
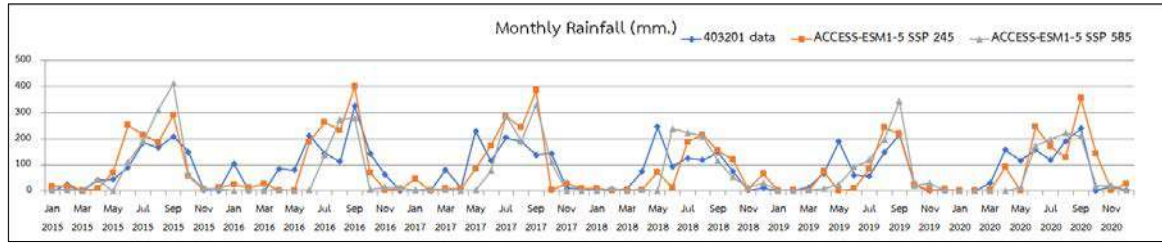
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีสกลนคร (356201)



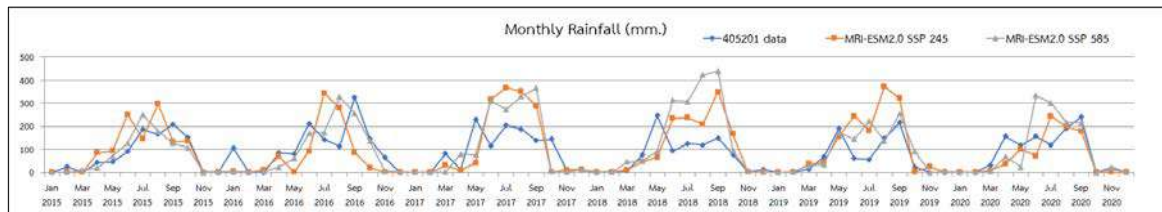
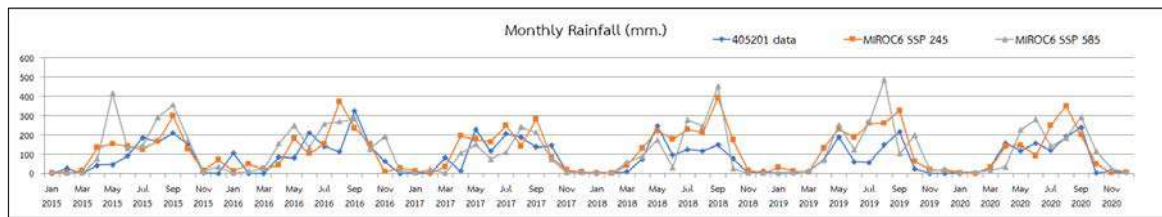
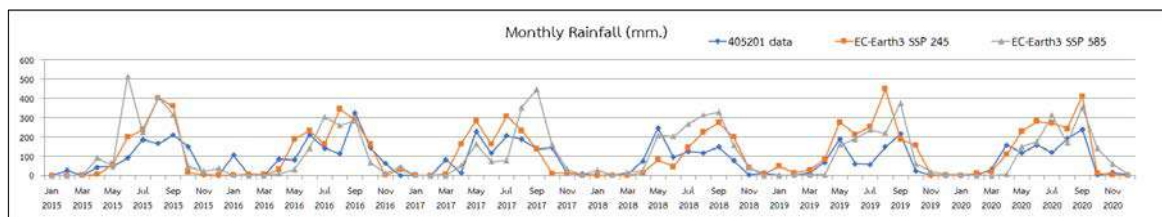
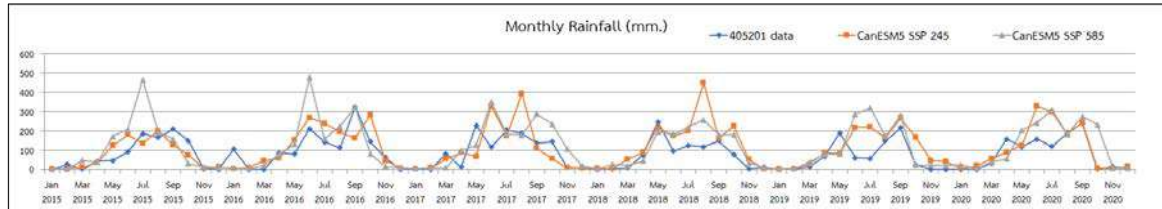
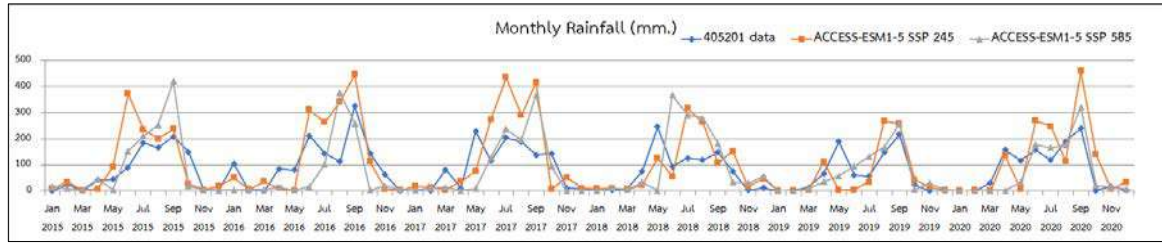
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีนครพนม (357201)



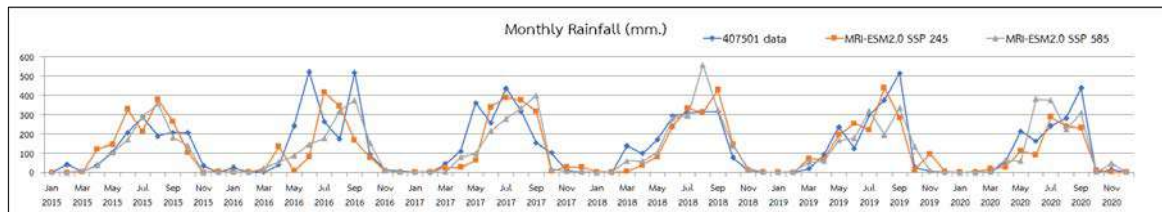
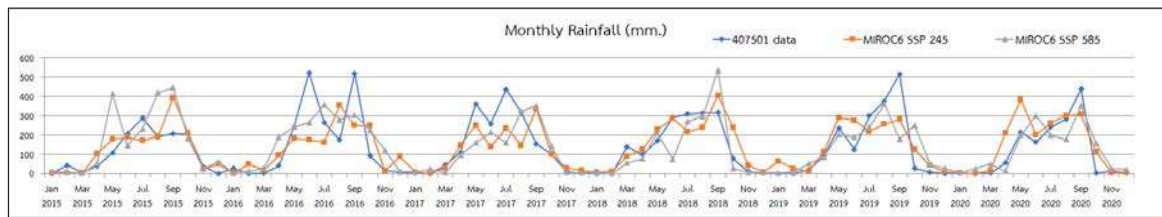
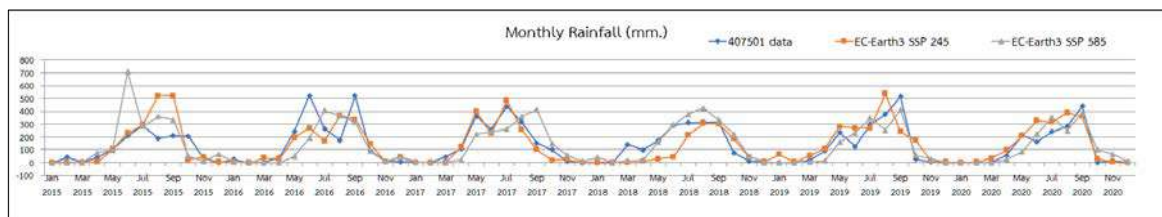
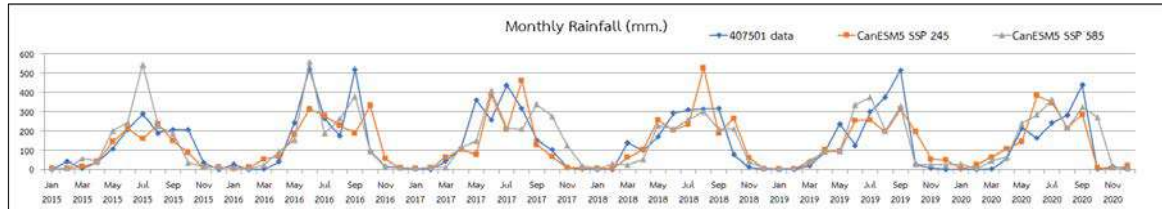
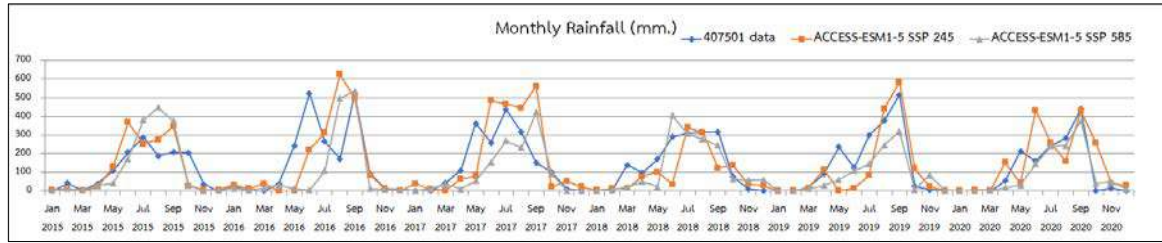
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีขอนแก่น (381201)



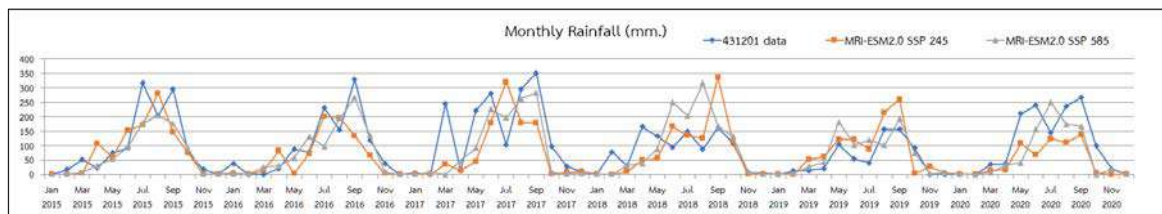
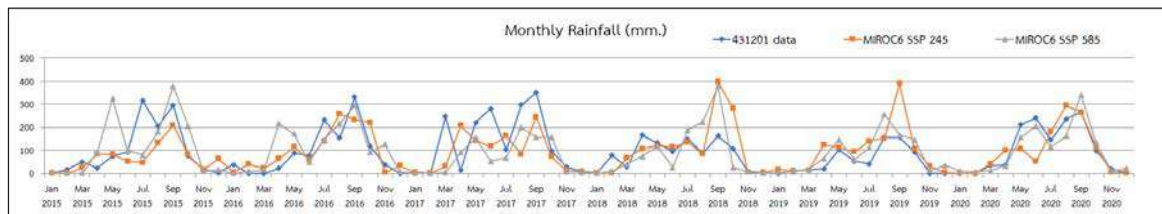
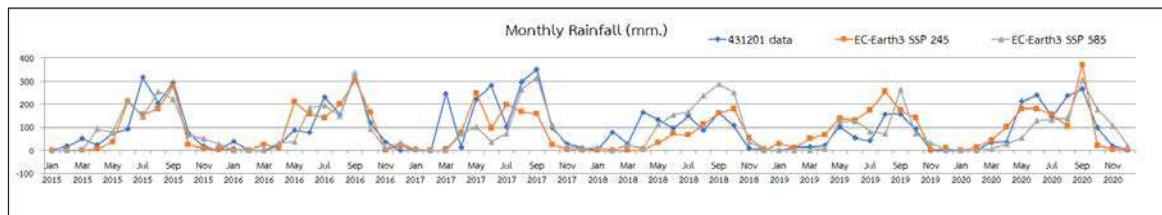
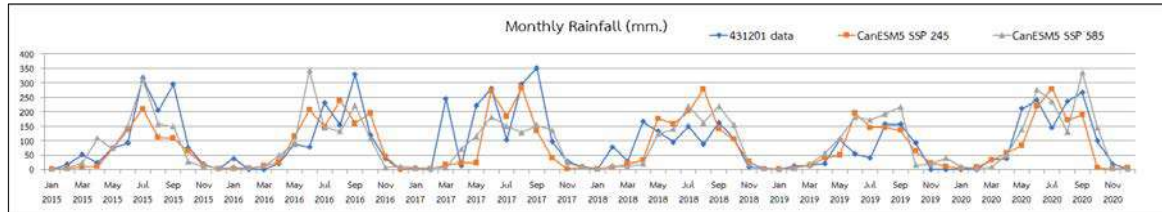
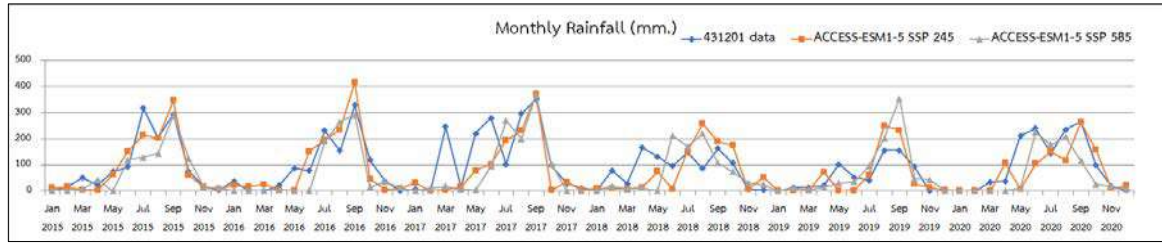
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีชัยภูมิ (403201)



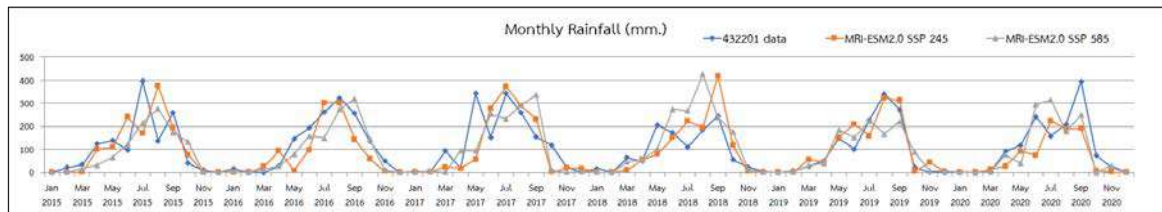
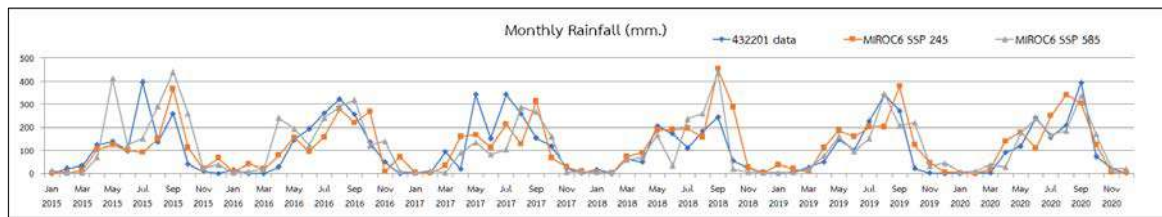
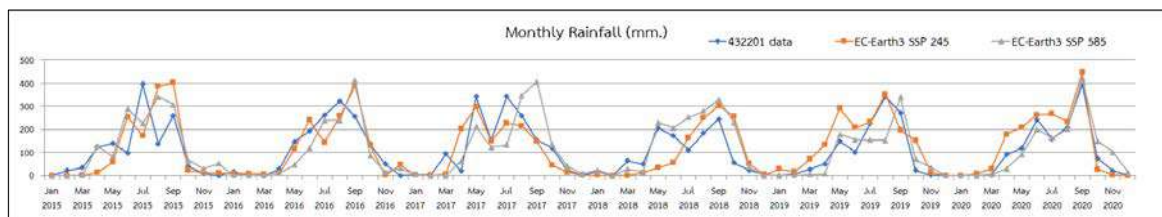
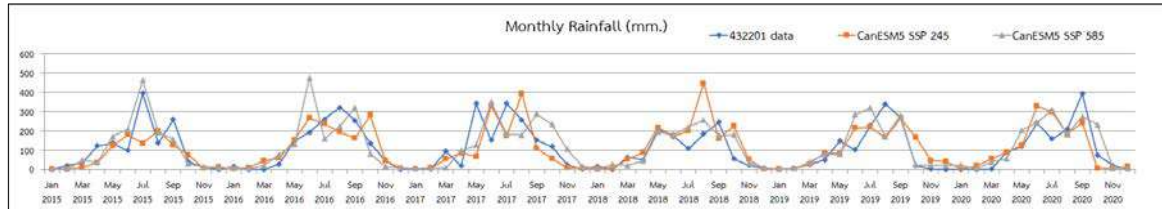
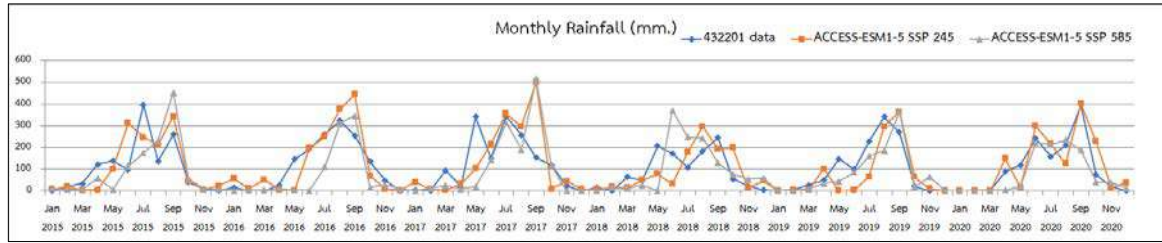
กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)



กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)



กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีนครราชสีมา (431201)



กราฟผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2015 - 2020 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

ภาคผนวก ค

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง ACCESS-ESM1.5

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	6.09	9.45	22.64	0.96	23.64	198.49	245.17	212.64	368.02	50.52	20.48	4.19	1162.30
2022	0.67	6.87	8.93	21.67	39.64	245.90	262.38	299.00	317.35	134.79	9.94	17.19	1364.33
2023	1.39	24.91	3.50	4.86	61.80	192.31	303.58	300.54	327.91	155.36	37.16	27.05	1440.36
2024	0.68	3.86	19.65	42.64	20.66	185.75	230.03	221.19	408.27	78.93	39.92	1.29	1252.87
2025	3.26	27.60	27.31	55.39	44.12	192.48	364.23	346.42	453.36	163.69	76.70	6.73	1761.29
2026	40.48	1.29	68.45	0.12	0.18	154.19	239.95	307.80	143.44	119.66	50.80	5.38	1131.76
2027	6.46	10.38	6.12	0.26	2.29	120.61	268.84	272.37	341.93	256.73	34.11	31.75	1351.85
2028	6.45	4.16	9.27	13.31	192.70	199.21	232.75	164.77	416.36	39.37	2.34	1.86	1282.56
2029	14.97	10.25	0.64	38.60	29.96	142.76	313.46	184.56	598.12	89.42	32.29	14.75	1469.75
2030	5.86	16.91	27.93	16.81	43.88	196.68	287.32	311.83	365.22	96.92	0.33	3.13	1372.83
2031	0.64	18.81	7.20	10.39	1.15	183.85	112.09	297.97	287.45	33.39	5.87	4.22	963.02
2032	10.07	14.54	8.56	31.87	4.36	158.47	312.67	218.94	520.26	29.19	30.63	24.35	1363.90
2033	4.89	5.03	14.44	2.27	23.78	185.60	219.57	154.14	329.61	198.89	55.38	1.96	1195.56
2034	35.22	9.14	28.48	40.82	29.78	51.14	116.70	296.80	447.32	61.35	11.64	3.26	1131.65
2035	7.66	14.99	7.04	12.15	43.03	42.99	245.81	311.36	153.96	123.48	22.00	6.03	990.48
2036	10.41	3.58	0.77	10.42	0.00	115.62	381.12	199.86	384.66	266.20	14.04	36.85	1423.53
2037	6.43	1.87	17.47	16.94	66.43	141.87	152.85	223.66	211.90	417.53	5.30	1.05	1263.31
2038	30.73	7.03	17.88	0.13	0.00	13.63	131.61	130.00	289.26	30.39	52.47	3.66	706.78
2039	27.99	1.87	4.23	0.64	0.01	24.24	169.21	388.98	280.24	45.57	34.24	10.41	987.65
2040	0.93	12.06	11.42	0.13	289.40	124.60	301.53	232.77	428.37	46.33	8.96	1.84	1458.32

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.77	30.44	20.54	0.69	156.46	180.06	168.37	222.60	200.65	32.45	2.47	2.75	1018.24
2022	0.28	0.20	2.72	9.05	1.02	89.46	40.19	357.75	346.21	214.93	1.79	68.35	1131.96
2023	11.54	8.26	33.72	9.54	231.36	61.55	417.01	246.15	377.19	107.15	5.96	6.89	1516.32
2024	9.98	11.72	23.41	18.64	163.78	174.96	222.15	199.58	451.65	41.94	5.72	1.90	1325.42
2025	2.48	11.91	4.28	54.15	132.66	30.92	281.33	223.37	272.65	131.09	23.21	4.03	1172.09
2026	1.27	9.03	0.12	0.01	9.68	14.05	193.94	216.41	204.90	40.59	14.57	34.54	739.11
2027	6.49	2.15	63.52	7.22	110.62	235.19	227.52	290.22	494.31	44.41	2.36	0.83	1484.86
2028	11.06	5.19	37.04	34.46	10.17	82.95	134.34	277.82	417.63	193.87	4.61	24.04	1233.18
2029	12.91	4.03	9.83	19.18	25.49	92.12	319.58	265.43	404.90	149.93	55.21	6.29	1364.89
2030	1.82	5.25	24.70	1.63	66.11	91.01	233.29	158.79	364.02	162.38	8.79	2.74	1120.52
2031	0.95	17.28	0.84	17.17	15.10	235.76	333.73	169.88	442.97	4.97	3.40	14.28	1256.34
2032	21.93	4.30	1.10	7.30	65.19	68.15	246.40	316.02	289.00	186.62	12.07	31.27	1249.34
2033	1.19	7.59	63.82	14.13	0.56	3.11	216.05	143.11	304.67	20.90	71.08	3.22	849.42
2034	2.79	18.52	17.01	10.29	84.68	154.92	451.10	209.59	276.32	14.82	14.16	15.27	1269.46
2035	6.71	19.32	8.58	5.33	14.66	99.86	316.34	177.67	244.50	5.12	1.55	2.06	901.68
2036	3.50	9.24	6.90	0.00	47.67	184.37	255.44	343.73	273.29	155.04	27.75	5.47	1312.39
2037	1.70	2.58	18.59	40.85	0.00	149.77	200.83	397.07	220.99	4.00	15.33	0.18	1051.90
2038	31.30	13.31	15.11	37.19	0.67	88.22	253.39	195.53	294.08	17.68	5.31	5.09	956.88
2039	0.77	0.19	9.76	0.00	0.00	28.63	82.19	411.53	351.51	11.26	16.38	4.51	916.73
2040	0.97	22.12	18.65	89.79	120.01	35.65	311.95	282.82	234.79	134.11	1.25	0.48	1252.59

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	12.08	12.98	21.57	0.41	54.49	189.69	413.82	274.04	260.01	25.25	30.07	6.10	1300.51
2022	2.42	11.59	23.13	33.26	49.33	231.22	364.72	337.38	386.22	86.31	3.51	5.93	1535.02
2023	2.82	53.43	6.41	10.15	116.96	200.35	299.72	310.90	494.57	109.90	38.01	38.46	1681.67
2024	1.26	7.56	24.83	70.09	19.86	320.10	220.15	257.80	488.43	92.97	40.45	3.18	1546.67
2025	5.47	35.00	86.46	56.25	40.64	303.02	385.92	449.55	653.80	124.30	55.78	1.97	2198.16
2026	45.99	2.95	57.54	3.14	0.73	153.95	356.50	263.90	128.60	91.04	59.56	1.68	1165.57
2027	13.60	18.22	19.44	3.54	6.40	189.01	390.60	257.34	481.00	223.96	28.67	46.56	1678.36
2028	8.12	7.42	56.71	15.13	214.59	257.09	210.53	255.65	540.26	35.22	3.48	9.90	1614.11
2029	14.45	13.52	0.90	95.29	59.76	116.71	336.43	174.24	586.55	91.78	25.56	37.49	1552.69
2030	17.63	36.04	33.15	21.21	66.55	197.76	401.01	465.60	399.91	58.19	0.95	6.87	1704.86
2031	3.59	9.92	28.74	24.70	7.30	203.72	123.40	364.93	362.86	1.74	3.54	31.52	1165.95
2032	18.79	33.81	17.64	67.14	26.96	240.23	346.23	216.11	633.18	9.06	24.91	44.69	1678.78
2033	5.56	4.18	25.29	10.67	36.48	145.89	195.35	140.38	341.68	129.27	79.09	3.16	1116.99
2034	38.04	19.53	39.22	52.00	58.18	166.13	95.40	360.59	666.20	59.85	7.37	5.00	1567.52
2035	8.49	15.80	9.18	7.37	103.80	49.19	285.17	452.52	213.54	166.90	7.57	6.87	1326.40
2036	4.32	31.74	5.98	10.51	0.00	96.09	330.36	173.97	432.16	167.81	29.58	12.59	1295.12
2037	18.23	6.34	55.31	53.22	88.69	149.44	228.17	257.01	202.37	276.29	5.34	3.12	1343.54
2038	31.13	6.49	15.84	2.84	0.60	26.74	151.64	212.25	289.76	30.63	51.03	2.76	821.71
2039	21.78	4.86	19.93	1.54	0.01	75.11	189.18	365.95	359.90	93.01	32.84	14.03	1178.15
2040	10.04	15.92	9.87	1.95	200.40	171.11	278.08	251.55	516.25	38.86	84.79	8.52	1587.34

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.95	18.65	12.28	8.17	224.86	204.98	319.15	266.85	309.77	18.16	2.37	4.09	1391.28
2022	2.99	6.87	6.93	12.31	16.58	116.35	42.28	356.50	383.98	95.92	3.63	85.17	1129.51
2023	14.67	11.47	41.84	36.66	264.31	103.24	501.21	236.04	378.41	163.76	15.19	12.07	1778.87
2024	6.27	31.44	32.45	26.29	188.11	212.43	227.54	202.86	531.68	14.93	7.01	9.33	1490.35
2025	4.53	58.69	6.40	34.81	127.88	53.98	331.74	304.33	368.31	152.44	16.13	4.10	1463.34
2026	3.62	4.01	3.98	5.74	14.27	13.41	209.78	268.77	208.08	29.35	16.03	34.86	811.91
2027	21.33	13.83	90.63	2.48	105.37	266.94	245.51	350.39	566.14	54.42	6.09	2.67	1725.79
2028	17.23	10.87	31.10	41.52	10.94	98.22	217.86	254.57	527.13	210.36	6.58	44.17	1470.56
2029	4.21	4.18	22.14	17.83	24.55	119.99	347.74	272.11	523.57	94.53	58.06	18.08	1507.00
2030	2.93	18.44	22.75	2.13	91.11	115.22	223.57	126.96	471.56	69.72	18.19	1.93	1164.51
2031	10.60	37.28	0.03	23.37	25.72	204.55	356.12	181.26	651.22	11.36	2.96	8.75	1513.24
2032	27.17	12.18	0.30	37.69	68.09	195.33	344.80	301.07	280.60	106.96	4.28	6.79	1385.26
2033	2.41	11.77	44.02	9.77	10.70	15.90	380.95	121.41	357.04	10.58	79.16	6.30	1050.00
2034	7.56	10.37	15.12	15.73	148.82	198.74	548.36	276.07	286.00	30.41	7.77	7.37	1552.33
2035	18.46	26.38	14.26	18.37	45.06	102.14	295.64	175.66	299.40	5.27	3.84	5.22	1009.69
2036	6.06	17.57	10.78	14.81	83.92	143.10	305.48	283.47	345.47	135.42	17.19	4.91	1368.17
2037	7.09	16.26	25.13	39.98	0.26	215.60	208.80	417.86	195.66	1.22	8.38	1.35	1137.60
2038	40.24	45.47	39.28	57.79	1.72	89.89	233.54	198.10	176.78	7.22	3.13	12.58	905.74
2039	2.88	3.28	22.72	0.20	0.00	52.56	96.60	539.44	393.22	1.01	8.88	4.04	1124.84
2040	2.35	34.50	12.46	114.89	128.46	87.10	278.84	294.11	180.66	151.90	1.81	0.83	1287.90

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	15.18	23.87	40.86	22.82	84.74	190.21	461.03	426.49	317.12	53.17	44.73	16.98	1697.21
2022	13.12	20.68	25.97	55.90	63.48	309.65	297.19	325.73	533.36	212.85	27.40	9.97	1895.31
2023	10.38	64.90	16.53	27.20	389.58	176.68	198.21	262.95	535.59	97.80	40.46	41.83	1862.10
2024	6.09	17.47	29.83	70.18	27.94	443.05	351.37	235.18	428.07	93.74	66.71	17.45	1787.08
2025	9.27	30.06	70.08	92.28	77.62	453.80	363.09	496.80	512.68	248.27	73.69	14.04	2441.68
2026	47.56	7.82	15.94	10.03	16.23	204.13	407.23	223.24	192.95	69.55	58.66	8.53	1261.87
2027	31.73	20.34	22.83	21.86	30.47	298.25	527.10	150.04	661.62	232.09	16.57	48.86	2061.77
2028	15.94	21.04	80.91	25.56	289.63	285.86	187.66	300.56	683.50	274.94	15.10	20.90	2201.60
2029	29.76	14.20	12.55	135.63	111.67	120.17	371.55	179.77	757.10	148.05	43.81	85.82	2010.08
2030	41.38	43.98	40.55	64.75	98.81	327.32	401.87	370.38	504.06	40.00	7.95	17.11	1958.15
2031	17.13	25.00	41.16	45.96	63.96	246.19	148.37	473.25	394.05	6.23	19.38	43.54	1524.22
2032	39.29	44.82	34.76	48.46	54.92	415.31	374.25	315.62	592.96	6.58	24.31	44.68	1995.94
2033	20.00	9.00	30.56	31.10	62.80	152.09	426.23	120.34	350.47	141.54	67.33	11.02	1422.49
2034	65.31	17.37	37.47	75.46	108.81	354.98	87.86	292.46	695.48	46.12	31.69	22.53	1835.54
2035	18.62	31.17	63.92	10.07	119.12	149.17	223.88	604.20	199.25	325.36	42.96	28.29	1816.00
2036	17.90	26.60	26.83	5.07	5.13	41.65	208.19	258.94	502.51	352.80	58.45	21.55	1525.62
2037	24.93	20.30	103.76	93.23	95.21	122.15	275.82	166.01	217.28	285.68	19.29	9.74	1433.40
2038	35.77	14.02	13.46	10.83	9.66	37.99	279.54	321.79	299.16	50.27	33.64	13.96	1120.11
2039	22.66	45.87	33.19	11.20	0.01	158.50	303.84	370.46	604.77	124.01	29.47	38.53	1742.51
2040	83.57	24.28	16.36	7.89	208.32	246.02	319.98	356.55	644.21	59.64	68.84	14.10	2049.76

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	7.56	20.72	26.96	14.22	341.87	205.19	379.29	238.82	404.43	44.73	7.59	13.26	1704.63
2022	11.32	28.91	12.03	10.95	25.12	108.33	80.15	473.23	378.78	97.17	6.00	66.79	1298.78
2023	24.38	50.26	42.08	71.70	384.62	133.21	460.41	319.76	569.40	290.85	28.59	37.32	2412.56
2024	13.86	45.15	37.38	41.64	130.32	362.35	184.71	181.99	434.99	13.13	15.55	30.09	1491.16
2025	27.03	158.27	17.57	8.93	177.85	147.92	270.44	253.58	281.79	227.43	19.12	13.01	1602.93
2026	11.42	13.23	22.73	16.84	37.65	42.15	325.42	317.48	185.69	2.34	23.34	25.75	1024.04
2027	35.83	32.35	73.72	20.83	149.52	279.04	278.94	384.56	753.41	151.28	20.18	17.11	2196.77
2028	45.30	21.23	26.36	23.97	46.95	90.57	193.44	276.36	851.35	390.70	121.78	26.84	2114.85
2029	9.00	21.16	61.07	24.91	56.41	152.74	337.79	288.09	526.32	67.49	65.43	23.57	1633.97
2030	22.12	24.08	35.63	1.76	119.45	126.80	229.93	83.62	414.87	25.56	42.88	6.16	1132.86
2031	26.74	40.21	4.96	41.45	55.43	175.26	333.61	95.10	805.72	72.53	24.13	14.37	1689.52
2032	64.42	39.41	4.44	60.40	134.62	223.68	421.34	237.43	338.60	212.26	8.83	15.05	1760.48
2033	6.64	16.88	49.64	14.03	37.64	53.83	457.41	98.62	307.83	21.52	25.70	14.71	1104.45
2034	33.36	8.38	34.07	5.78	210.34	194.82	574.45	172.35	159.16	175.80	23.31	12.71	1604.53
2035	38.06	21.45	12.55	37.70	79.70	61.91	207.67	158.30	284.21	15.81	10.28	24.22	951.88
2036	19.31	15.81	32.92	23.83	147.83	177.90	163.66	325.02	447.94	166.96	72.41	13.63	1607.22
2037	21.49	32.24	28.50	34.32	0.94	328.91	111.10	344.26	238.07	4.13	16.92	9.28	1170.15
2038	42.80	46.33	69.08	47.74	16.28	104.19	216.54	164.46	103.22	11.62	10.05	31.26	863.58
2039	10.75	8.64	11.27	0.91	13.52	70.95	124.49	461.54	412.16	8.13	16.61	10.12	1149.10
2040	12.94	25.78	25.16	116.45	187.33	296.49	235.08	342.22	267.03	240.17	7.59	4.87	1761.10

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	19.42	20.86	34.67	0.66	87.60	304.93	665.22	440.53	417.96	40.60	48.34	9.81	2090.59
2022	3.89	18.63	37.17	53.47	79.29	371.69	586.29	542.34	620.86	138.74	5.65	9.54	2467.57
2023	4.53	85.88	10.31	16.32	188.02	322.06	481.80	499.77	795.03	176.66	61.11	61.83	2703.31
2024	2.02	12.15	39.91	112.66	31.92	514.57	353.90	414.42	785.16	149.45	65.03	5.12	2486.30
2025	8.80	56.26	138.99	90.42	65.33	487.11	620.38	722.66	1050.99	199.81	89.67	3.17	3533.58
2026	73.93	4.74	92.50	5.05	1.17	247.47	573.09	424.22	206.72	146.34	95.74	2.70	1873.68
2027	21.87	29.29	31.26	5.69	10.28	303.83	627.89	413.68	773.22	360.02	46.09	74.85	2697.99
2028	13.05	11.92	91.16	24.33	344.96	413.28	338.44	410.97	868.48	56.62	5.60	15.91	2594.71
2029	23.23	21.73	1.44	153.19	96.07	187.61	540.82	280.10	942.89	147.54	41.08	60.27	2495.98
2030	28.34	57.93	53.29	34.09	106.98	317.90	644.62	748.46	642.85	93.54	1.53	11.05	2740.58
2031	5.78	15.95	46.20	39.71	11.73	327.48	198.36	586.62	583.31	2.80	5.69	50.67	1874.29
2032	30.21	54.35	28.36	107.94	43.34	386.18	556.57	347.40	1017.85	14.56	40.04	71.85	2698.66
2033	8.93	6.72	40.65	17.16	58.64	234.52	314.02	225.66	549.25	207.80	127.14	5.09	1795.58
2034	61.15	31.39	63.05	83.59	93.53	267.06	153.36	579.66	1070.93	96.21	11.85	8.03	2519.81
2035	13.64	25.40	14.76	11.85	166.86	79.07	458.41	727.44	343.27	268.30	12.17	11.05	2132.22
2036	6.94	51.03	9.62	16.90	0.00	154.46	531.06	279.66	694.71	269.76	47.55	20.24	2081.93
2037	29.31	10.20	88.91	85.55	142.57	240.22	366.80	413.16	325.32	444.15	8.58	5.02	2159.76
2038	50.04	10.44	25.46	4.56	0.96	42.98	243.76	341.20	465.79	49.25	82.04	4.44	1320.91
2039	35.01	7.82	32.03	2.48	0.01	120.75	304.11	588.28	578.55	149.51	52.80	22.56	1893.90
2040	16.15	25.60	15.87	3.14	322.14	275.06	447.02	404.36	829.88	62.46	136.30	13.70	2551.68

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.14	29.98	19.74	13.14	361.46	329.50	513.03	428.96	497.96	29.20	3.81	6.57	2236.50
2022	4.81	11.04	11.14	19.79	26.65	187.03	67.97	573.08	617.25	154.19	5.84	136.91	1815.70
2023	23.58	18.43	67.26	58.93	424.89	165.97	805.70	379.43	608.31	263.24	24.42	19.40	2859.56
2024	10.08	50.55	52.17	42.26	302.40	341.49	365.77	326.09	854.69	24.00	11.27	14.99	2395.76
2025	7.28	94.35	10.29	55.95	205.57	86.77	533.28	489.21	592.07	245.04	25.93	6.59	2352.34
2026	5.82	6.45	6.40	9.23	22.94	21.56	337.22	432.06	334.49	47.17	25.78	56.04	1305.16
2027	34.28	22.23	145.70	3.99	169.38	429.11	394.66	563.26	910.08	87.48	9.79	4.30	2774.24
2028	27.69	17.47	50.00	66.75	17.59	157.89	350.22	409.23	847.36	338.16	10.57	71.01	2363.95
2029	6.78	6.72	35.58	28.67	39.46	192.89	559.01	437.43	841.64	151.95	93.33	29.07	2422.52
2030	4.72	29.65	36.56	3.43	146.46	185.22	359.40	204.09	758.04	112.07	29.23	3.10	1871.97
2031	17.04	59.93	0.05	37.57	41.34	328.82	572.48	291.38	1046.85	18.26	4.76	14.07	2432.55
2032	43.67	19.58	0.49	60.59	109.46	314.00	554.27	483.98	451.06	171.95	6.87	10.91	2226.84
2033	3.87	18.93	70.76	15.71	17.21	25.56	612.38	195.17	573.94	17.01	127.24	10.12	1687.89
2034	12.15	16.67	24.31	25.29	239.23	319.47	881.51	443.79	459.75	48.89	12.49	11.84	2495.39
2035	29.68	42.40	22.92	29.52	72.43	164.19	475.24	282.38	481.29	8.48	6.18	8.39	1623.09
2036	9.74	28.24	17.33	23.80	134.91	230.03	491.06	455.68	555.35	217.69	27.64	7.89	2199.35
2037	11.39	26.14	40.40	64.27	0.42	346.59	335.64	671.72	314.52	1.97	13.47	2.17	1828.71
2038	64.68	73.09	63.14	92.90	2.77	144.49	375.42	318.44	284.17	11.61	5.03	20.22	1456.00
2039	4.63	5.27	36.53	0.32	0.00	84.48	155.28	867.17	632.12	1.63	14.27	6.49	1808.19
2040	3.77	55.46	20.03	184.69	206.49	140.01	448.24	472.78	290.42	244.18	2.91	1.33	2070.32

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.14	6.78	12.26	0.43	33.02	141.61	332.99	149.18	373.80	29.10	18.53	2.95	1105.80
2022	0.71	5.59	32.96	24.24	36.45	226.14	243.70	252.71	246.81	90.23	8.50	1.94	1169.99
2023	0.69	29.38	4.84	12.34	108.16	135.82	222.09	157.89	308.91	119.50	32.30	25.88	1157.81
2024	1.56	2.94	20.62	49.11	11.17	214.21	156.11	219.16	411.82	63.45	45.06	1.32	1196.50
2025	1.09	8.98	55.62	60.46	39.16	184.88	317.18	286.50	466.36	121.86	108.47	1.18	1651.76
2026	34.96	2.48	44.45	1.58	0.79	139.81	158.99	216.72	135.97	57.45	49.60	0.65	843.46
2027	15.15	15.68	13.71	1.42	6.03	173.99	328.28	163.82	396.29	220.68	18.83	54.57	1408.45
2028	1.40	3.99	43.74	17.08	219.54	249.45	172.53	211.76	351.73	28.02	2.79	3.60	1305.61
2029	9.72	6.50	4.68	73.82	49.73	70.61	226.50	163.00	584.77	79.66	17.96	16.73	1303.69
2030	6.85	15.86	26.14	17.67	63.48	170.28	325.23	323.82	296.43	66.96	0.58	3.01	1316.32
2031	1.48	12.76	17.84	19.86	4.97	155.76	85.04	286.29	239.37	5.64	3.57	20.96	853.55
2032	15.46	18.28	11.28	38.27	17.89	231.08	308.17	184.15	513.26	21.06	18.73	52.97	1430.61
2033	2.32	3.54	18.58	8.28	34.52	158.41	198.77	80.75	368.76	163.97	72.48	0.76	1111.13
2034	36.61	9.02	43.77	36.79	34.08	90.70	97.46	313.32	370.48	64.81	4.13	2.32	1103.49
2035	6.04	5.78	6.18	6.20	48.67	47.16	224.45	231.45	146.88	146.45	15.01	2.73	886.98
2036	8.00	11.29	5.41	7.70	0.00	100.04	290.25	173.48	275.68	324.32	37.84	5.74	1239.75
2037	6.17	3.00	58.25	33.47	64.03	134.59	149.40	170.19	175.71	287.38	1.88	1.04	1085.13
2038	14.32	2.60	1.10	0.10	1.52	14.59	113.48	117.35	249.12	31.51	16.01	1.30	562.99
2039	13.41	1.01	14.38	0.23	0.00	30.45	197.46	321.80	185.77	87.51	35.86	8.81	896.69
2040	7.12	6.04	7.11	1.05	212.13	98.29	293.71	193.66	465.59	27.19	77.94	5.22	1395.04

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.10	11.46	14.22	6.54	129.98	107.25	104.52	121.06	194.99	22.17	1.53	0.81	715.62
2022	0.83	1.53	4.78	12.81	14.50	70.70	21.33	372.86	523.08	162.65	0.87	32.95	1218.92
2023	4.49	8.32	28.77	29.90	336.71	29.93	468.20	228.38	396.19	117.21	5.47	8.39	1661.95
2024	2.04	19.41	25.28	26.87	203.95	114.73	276.40	171.97	370.50	7.33	2.08	5.62	1226.20
2025	1.91	75.75	2.83	30.41	123.60	32.87	232.70	194.03	406.71	94.58	10.83	1.74	1207.96
2026	0.68	1.38	1.08	5.51	15.31	4.88	148.65	245.76	178.80	15.98	8.96	9.90	636.90
2027	15.08	3.36	62.33	4.98	122.36	208.13	281.45	348.26	426.87	44.50	2.97	1.17	1521.46
2028	9.83	7.79	18.39	44.01	12.50	78.90	142.93	253.84	357.56	189.41	9.11	47.42	1171.69
2029	2.39	1.48	13.46	15.17	20.55	72.98	285.64	274.12	365.01	219.35	46.69	6.49	1323.33
2030	1.55	6.01	12.37	3.06	62.28	102.78	218.88	118.16	273.65	81.51	13.24	0.37	893.87
2031	10.20	21.45	0.01	32.19	26.00	159.92	299.76	151.92	474.15	16.43	5.13	3.35	1200.52
2032	16.12	4.80	0.68	26.75	67.60	88.83	206.03	337.97	332.49	149.23	4.31	6.53	1241.33
2033	1.28	7.78	34.56	10.03	2.74	14.86	203.85	115.43	215.77	13.57	55.67	1.87	677.42
2034	2.86	10.62	16.87	14.62	125.22	159.80	494.88	229.66	225.39	56.65	3.00	2.81	1342.38
2035	12.73	12.53	13.16	13.06	27.49	108.52	241.08	132.01	247.04	4.07	10.09	4.61	826.37
2036	4.21	10.10	9.74	4.97	76.49	141.21	147.72	260.74	340.16	152.90	13.70	4.61	1166.55
2037	2.70	10.19	14.47	37.42	0.10	285.49	144.35	274.11	360.90	0.28	7.03	0.85	1137.88
2038	31.54	25.31	35.49	37.90	1.62	62.02	219.87	174.28	224.29	6.07	3.27	6.55	828.23
2039	1.22	8.42	6.90	0.00	0.45	39.91	101.49	279.16	294.25	0.44	23.06	1.94	757.24
2040	0.96	10.39	30.35	96.35	102.75	43.56	271.25	237.29	227.47	128.38	1.16	0.27	1150.16

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	6.72	3.36	18.64	1.24	27.74	142.28	249.58	156.90	440.40	36.13	30.47	1.93	1115.38
2022	0.33	6.10	14.04	22.17	32.18	264.08	218.09	191.23	245.35	142.85	4.54	11.61	1152.57
2023	1.40	23.17	1.37	4.84	46.30	145.33	249.43	250.39	300.42	187.25	31.64	12.34	1253.88
2024	0.26	2.51	15.97	29.23	17.72	180.11	210.23	200.04	414.85	76.21	62.14	1.07	1210.33
2025	0.47	28.88	19.10	60.77	30.97	108.83	337.49	268.42	345.42	241.20	101.84	2.34	1545.73
2026	32.55	0.50	57.55	0.07	0.28	108.18	115.08	236.84	173.38	131.05	20.98	0.40	876.87
2027	5.91	4.09	1.41	0.00	2.03	141.58	241.92	204.31	397.55	276.94	25.34	38.11	1339.20
2028	2.34	2.84	12.82	12.64	251.50	156.46	206.16	142.34	257.36	35.29	1.02	1.34	1082.12
2029	11.70	8.70	1.89	50.13	26.76	88.17	233.12	230.81	451.30	139.44	48.04	9.87	1299.91
2030	3.32	15.07	28.97	27.91	59.10	190.89	271.04	269.37	363.56	76.97	1.80	2.56	1310.56
2031	0.41	12.71	8.53	20.34	0.52	168.04	100.75	231.75	209.75	48.43	6.91	4.70	812.85
2032	7.42	10.21	8.13	32.64	3.24	147.53	262.30	238.02	334.85	31.61	25.96	67.01	1168.92
2033	1.21	1.59	20.63	3.34	21.72	169.88	203.93	133.57	334.43	197.74	49.23	0.88	1138.16
2034	23.39	6.27	27.67	27.98	19.71	38.92	94.55	265.05	236.36	57.86	6.09	1.71	805.55
2035	8.35	6.42	7.65	6.13	43.02	49.57	194.94	252.42	163.16	155.60	27.73	3.84	918.83
2036	12.56	3.02	0.17	8.64	0.00	108.96	342.27	170.76	311.62	455.45	4.72	14.43	1432.60
2037	2.91	2.82	13.98	23.77	73.28	141.68	130.79	200.04	153.83	269.14	1.49	0.51	1014.25
2038	8.88	3.27	8.74	0.11	0.00	24.62	107.36	130.34	281.00	15.48	42.68	1.78	624.26
2039	12.75	0.63	5.60	0.23	0.01	31.63	110.31	326.44	231.05	52.24	36.01	7.02	813.90
2040	0.69	8.47	6.59	0.00	286.24	73.80	276.91	201.51	359.93	38.57	10.64	3.29	1266.63

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.38	13.91	11.38	0.38	146.41	75.40	106.10	169.46	154.22	33.57	1.16	1.11	713.46
2022	0.21	0.04	1.83	7.91	0.48	52.17	12.74	362.14	482.16	249.73	0.47	53.44	1223.32
2023	5.12	8.31	19.06	18.80	214.86	21.88	288.75	197.64	457.94	142.88	4.39	7.99	1387.63
2024	6.52	7.76	23.86	15.72	144.96	116.49	200.74	192.82	350.93	25.01	4.12	1.09	1090.03
2025	1.54	28.23	3.04	42.00	216.09	29.10	235.54	226.70	225.37	151.10	14.96	2.74	1176.40
2026	0.35	5.25	0.03	0.01	4.26	3.33	164.04	275.59	216.96	31.40	13.05	49.80	764.06
2027	10.73	1.05	75.66	11.51	89.57	209.79	204.86	233.78	489.79	47.60	1.39	0.22	1375.97
2028	9.40	5.49	29.71	42.40	9.72	73.01	113.77	253.98	328.53	217.77	4.92	30.25	1118.94
2029	3.85	4.99	8.65	20.75	18.27	89.33	250.32	235.40	304.09	235.52	36.00	3.71	1210.88
2030	0.41	6.81	20.64	3.62	54.38	115.64	249.12	164.51	274.95	150.75	12.51	0.26	1053.60
2031	2.57	19.13	0.32	15.18	12.88	222.32	286.84	172.68	391.04	6.71	3.02	15.78	1148.46
2032	5.92	1.25	0.74	8.08	62.51	37.17	190.84	232.04	314.82	210.01	2.86	19.59	1085.82
2033	0.88	5.05	51.92	11.02	0.14	3.69	142.06	162.50	252.00	16.32	69.16	0.71	715.46
2034	3.56	16.34	7.18	8.42	89.78	124.86	362.24	184.36	276.23	19.07	5.49	3.89	1101.43
2035	1.88	15.46	6.89	4.88	8.46	135.65	258.10	176.56	176.66	3.49	9.78	2.19	799.99
2036	3.49	10.33	11.68	0.05	31.91	192.88	183.62	258.42	382.94	234.31	21.68	3.53	1334.84
2037	1.31	1.97	13.96	36.90	0.18	270.06	155.30	298.64	315.52	0.40	10.77	0.20	1105.22
2038	26.43	13.28	15.97	37.10	0.46	52.68	248.63	178.59	335.23	16.83	3.68	3.32	932.21
2039	0.40	2.91	12.99	0.00	0.14	19.61	98.42	321.81	268.36	0.82	27.14	2.57	755.16
2040	0.48	11.83	19.66	84.09	98.36	13.95	299.84	293.80	214.71	141.68	0.96	0.10	1179.46

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.85	7.73	13.97	0.49	37.62	161.36	379.43	169.99	425.93	33.16	21.12	3.36	1260.01
2022	0.81	6.37	37.56	27.62	41.53	257.68	277.69	287.95	281.24	102.81	9.69	2.21	1333.16
2023	0.79	33.47	5.52	14.06	123.25	154.77	253.06	179.91	352.00	136.17	36.80	29.49	1319.28
2024	1.78	3.35	23.49	55.95	12.72	244.08	177.88	249.72	469.25	72.29	51.34	1.51	1363.37
2025	1.24	10.23	63.38	68.89	44.62	210.66	361.42	326.46	531.41	138.86	123.60	1.35	1882.11
2026	39.84	2.83	50.65	1.80	0.90	159.31	181.16	246.95	154.94	65.46	56.52	0.74	961.09
2027	17.26	17.87	15.63	1.62	6.87	198.25	374.06	186.67	451.56	251.46	21.46	62.18	1604.88
2028	1.60	4.55	49.84	19.47	250.15	284.24	196.59	241.29	400.78	31.92	3.17	4.10	1487.70
2029	11.08	7.40	5.34	84.12	56.67	80.46	258.09	185.74	666.32	90.77	20.47	19.07	1485.50
2030	7.81	18.07	29.79	20.14	72.33	194.03	370.59	368.98	337.77	76.29	0.66	3.43	1499.90
2031	1.68	14.55	20.33	22.62	5.67	177.49	96.90	326.22	272.75	6.43	4.06	23.89	972.59
2032	17.62	20.83	12.85	43.61	20.39	263.31	351.14	209.83	584.84	24.00	21.34	60.36	1630.12
2033	2.64	4.03	21.17	9.43	39.34	180.51	226.49	92.01	420.18	186.84	82.59	0.87	1266.09
2034	41.72	10.28	49.87	41.92	38.83	103.35	111.05	357.02	422.15	73.85	4.70	2.64	1257.38
2035	6.88	6.58	7.04	7.06	55.46	53.73	255.76	263.73	167.37	166.87	17.10	3.11	1010.69
2036	9.11	12.87	6.16	8.77	0.00	114.00	330.73	197.67	314.13	369.55	43.11	6.54	1412.65
2037	7.04	3.42	66.37	38.14	72.96	153.36	170.24	193.93	200.22	327.45	2.14	1.19	1236.47
2038	16.32	2.97	1.25	0.12	1.73	16.62	129.30	133.71	283.86	35.90	18.24	1.49	641.51
2039	15.28	1.15	16.38	0.27	0.00	34.69	225.00	366.68	211.68	99.71	40.86	10.04	1021.74
2040	8.11	6.88	8.11	1.19	241.71	112.00	334.67	220.67	530.52	30.98	88.81	5.94	1589.60

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.25	13.06	16.21	7.45	148.11	122.20	119.10	137.94	222.18	25.26	1.75	0.92	815.43
2022	0.95	1.75	5.45	14.60	16.52	80.56	24.31	424.86	596.03	185.34	0.99	37.55	1388.91
2023	5.11	9.48	32.79	34.07	383.67	34.11	533.50	260.23	451.45	133.55	6.24	9.55	1893.73
2024	2.33	22.12	28.81	30.62	232.40	130.73	314.95	195.96	422.18	8.35	2.37	6.40	1397.21
2025	2.17	86.31	3.22	34.66	140.84	37.45	265.15	221.09	463.43	107.78	12.34	1.98	1376.42
2026	0.78	1.58	1.23	6.28	17.45	5.56	169.39	280.04	203.74	18.20	10.21	11.28	725.72
2027	17.18	3.82	71.02	5.68	139.42	237.15	320.70	396.82	486.40	50.70	3.39	1.33	1733.64
2028	11.20	8.88	20.96	50.15	14.25	89.90	162.86	289.24	407.42	215.83	10.38	54.03	1335.10
2029	2.73	1.69	15.34	17.28	23.41	83.15	325.47	312.35	415.92	249.94	53.20	7.39	1507.89
2030	1.76	6.85	14.09	3.49	70.97	117.11	249.41	134.64	311.81	92.87	15.09	0.42	1018.53
2031	11.62	24.45	0.01	36.68	29.63	182.22	341.57	173.10	540.27	18.73	5.85	3.82	1367.95
2032	18.37	5.46	0.78	30.48	77.03	101.21	234.77	385.10	378.86	170.04	4.91	7.44	1414.44
2033	1.46	8.87	39.38	11.43	3.12	16.93	232.28	131.53	245.86	15.46	63.44	2.13	771.89
2034	3.26	12.10	19.22	16.66	142.69	182.08	563.90	261.69	256.82	64.54	3.42	3.20	1529.59
2035	14.50	14.28	14.99	14.88	31.32	123.65	274.70	150.42	281.49	4.63	11.50	5.25	941.62
2036	4.80	11.51	11.10	5.66	87.16	160.90	168.32	297.10	387.60	174.23	15.61	5.25	1329.24
2037	3.08	11.61	16.48	42.64	0.12	325.30	164.48	312.34	411.23	0.32	8.01	0.97	1296.57
2038	35.94	28.84	40.44	43.18	1.85	70.67	250.54	198.59	255.57	6.92	3.73	7.47	943.74
2039	1.40	9.60	7.86	0.00	0.51	45.47	115.64	318.09	335.29	0.50	26.28	2.21	862.85
2040	1.10	11.84	34.58	109.78	117.08	49.63	309.07	270.38	259.19	146.28	1.32	0.30	1310.56

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.41	3.35	24.60	13.87	68.80	225.96	521.97	232.09	449.94	106.77	79.55	7.40	1739.70
2022	0.74	4.41	21.69	17.16	62.78	300.52	307.05	292.92	292.02	130.24	19.05	3.44	1452.03
2023	1.17	38.13	11.29	45.61	301.12	156.35	229.95	132.05	257.83	89.34	40.58	11.91	1315.31
2024	0.77	4.00	22.12	50.37	32.77	206.17	185.11	254.88	666.58	74.82	96.49	1.66	1595.73
2025	0.87	4.40	38.73	92.20	64.62	233.99	384.48	293.29	520.92	153.90	108.39	2.32	1898.11
2026	38.82	7.98	23.21	4.61	22.93	255.02	361.72	277.24	282.48	71.08	33.64	2.08	1380.81
2027	23.29	11.69	23.19	9.21	21.17	348.03	349.39	285.74	434.16	281.95	18.98	45.11	1851.91
2028	0.49	5.56	53.94	21.55	223.76	193.03	227.57	279.87	406.78	124.82	2.98	6.79	1547.15
2029	2.69	0.98	7.28	91.41	93.83	48.88	309.35	352.94	548.72	106.72	28.31	23.14	1614.26
2030	5.12	26.42	25.29	80.68	101.78	204.79	336.38	415.65	316.82	58.43	2.05	10.72	1584.15
2031	1.72	20.56	20.75	62.90	41.45	161.46	170.82	465.08	484.18	16.16	25.00	5.55	1475.62
2032	5.77	18.05	11.84	64.17	24.47	384.29	499.94	294.85	435.67	29.93	14.45	47.31	1830.75
2033	1.60	1.07	17.88	24.80	71.18	174.82	284.55	226.14	402.14	117.62	60.62	0.90	1383.32
2034	19.84	5.27	68.61	53.35	97.74	144.54	88.76	499.22	418.15	62.81	6.60	4.32	1469.21
2035	12.70	2.26	44.67	10.96	58.30	68.12	293.88	303.44	308.29	148.84	15.16	8.85	1275.46
2036	4.61	4.45	10.64	16.13	7.20	117.76	231.34	418.16	400.38	306.08	37.49	11.55	1565.78
2037	7.97	8.33	82.38	79.03	76.88	259.21	233.12	317.54	189.17	325.75	1.89	0.93	1582.20
2038	10.37	5.43	5.01	35.01	19.35	34.51	302.24	264.09	512.54	47.19	8.48	0.44	1244.67
2039	13.71	0.88	2.01	8.22	0.00	32.82	525.03	391.26	395.00	189.36	22.33	23.26	1603.89
2040	46.04	12.84	2.10	13.23	183.46	105.90	438.20	375.12	543.21	39.31	115.73	3.08	1878.20

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.89	10.09	26.19	28.20	254.65	93.67	193.17	267.73	262.83	13.63	5.62	0.40	1157.06
2022	0.76	1.17	10.55	17.11	28.47	68.63	54.14	616.29	690.43	144.96	0.43	27.79	1660.74
2023	4.89	16.12	31.13	83.26	323.00	48.70	527.49	393.60	492.12	123.88	27.17	10.25	2081.62
2024	1.47	33.60	27.58	30.79	176.22	188.79	246.10	206.44	528.49	18.50	1.60	2.34	1461.91
2025	1.49	55.85	9.94	19.58	219.99	63.99	306.41	284.49	571.22	162.15	16.50	2.42	1714.03
2026	0.54	2.31	15.31	21.18	37.18	8.79	277.31	384.11	264.51	11.74	7.84	8.89	1039.71
2027	30.89	13.64	88.87	38.66	252.95	151.22	496.29	481.28	544.90	98.78	4.14	3.87	2205.51
2028	4.47	16.07	11.03	79.42	41.02	102.40	203.35	227.21	372.78	223.15	59.63	47.46	1387.99
2029	2.40	12.07	21.02	19.85	53.83	66.93	477.01	414.52	578.13	302.50	55.10	15.39	2018.75
2030	2.50	1.26	16.80	1.77	84.85	188.51	368.66	201.85	597.67	99.42	9.40	0.44	1573.12
2031	10.85	14.50	0.05	40.67	51.86	152.36	415.67	253.35	587.94	89.07	24.49	9.97	1650.78
2032	15.48	9.07	2.76	43.61	169.21	171.72	359.22	671.85	344.76	184.64	3.46	3.41	1979.19
2033	0.93	3.26	15.82	48.05	26.45	35.71	310.63	147.42	430.55	41.52	33.29	2.19	1095.82
2034	6.17	13.48	16.57	19.43	112.02	233.64	579.04	337.38	283.54	176.37	14.99	1.49	1794.12
2035	4.19	8.34	15.28	35.30	60.32	128.81	282.74	143.43	457.33	2.42	38.49	4.80	1181.44
2036	17.66	17.47	35.50	24.01	106.88	179.04	186.88	312.17	429.81	139.18	30.21	3.17	1481.97
2037	1.53	15.47	15.35	42.46	1.32	489.93	156.79	526.46	538.58	2.62	7.95	13.11	1811.57
2038	30.41	30.49	41.02	67.92	30.16	122.43	261.61	249.99	284.36	11.00	12.72	6.42	1148.54
2039	1.73	4.75	2.85	8.11	39.95	49.04	139.19	355.77	443.36	4.00	19.42	0.44	1068.62
2040	2.82	12.75	36.01	144.01	134.73	77.95	337.58	261.53	310.89	95.97	3.00	0.43	1417.67

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.68	2.68	7.61	1.38	15.37	105.01	172.04	157.25	333.13	21.67	68.32	3.09	891.24
2022	0.10	5.09	13.81	17.32	25.02	280.90	195.88	225.23	229.96	52.12	4.23	8.00	1057.67
2023	0.25	20.44	1.46	9.76	31.64	103.95	210.72	135.17	231.13	223.05	31.10	10.20	1008.87
2024	0.18	1.06	15.95	37.89	19.81	169.11	205.80	182.37	359.39	112.76	63.93	0.15	1168.41
2025	0.62	14.61	23.85	74.67	23.36	78.84	277.33	222.90	222.68	243.18	130.26	1.22	1313.53
2026	27.88	0.88	48.99	1.16	2.19	96.38	84.49	203.60	172.13	185.58	43.63	0.48	867.38
2027	10.55	4.71	0.54	0.00	2.26	103.86	231.31	203.03	324.90	294.97	31.29	15.99	1223.42
2028	0.58	5.82	20.56	8.96	276.66	92.10	189.21	136.19	199.96	51.88	1.54	0.91	984.37
2029	43.41	8.64	4.66	68.35	39.17	72.63	197.83	222.50	257.11	126.81	46.18	7.04	1094.33
2030	2.47	6.00	25.57	42.60	57.27	220.18	208.92	273.99	272.37	66.36	2.08	2.75	1180.57
2031	0.17	12.81	8.64	13.33	0.55	109.87	96.29	263.55	188.97	26.68	19.59	5.12	745.56
2032	4.27	4.57	9.74	35.64	1.30	99.29	232.82	185.98	219.30	79.71	37.36	71.91	981.90
2033	2.12	1.69	26.84	6.95	24.27	163.23	179.20	133.39	220.14	150.84	60.39	0.91	969.96
2034	19.54	6.73	56.16	22.57	24.85	39.20	99.08	311.17	143.70	64.37	1.69	1.18	790.22
2035	7.85	3.75	5.53	17.62	30.23	23.06	179.67	221.37	155.55	156.19	43.02	2.60	846.45
2036	7.53	2.05	0.08	2.09	0.00	116.54	279.15	196.36	181.66	429.92	21.96	11.85	1249.19
2037	1.03	2.22	12.79	21.37	72.34	111.66	77.02	207.93	151.97	212.14	1.54	0.21	872.20
2038	8.12	1.83	3.79	0.27	0.00	27.82	114.98	170.51	278.83	27.77	41.77	0.74	676.43
2039	11.94	0.19	3.11	0.00	0.00	14.57	120.62	292.24	180.82	74.29	32.42	3.55	733.75
2040	0.69	9.78	8.14	0.00	266.43	63.19	257.58	231.81	234.52	30.48	10.92	0.49	1114.04

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.28	4.92	6.01	1.88	102.12	43.28	88.92	243.32	151.54	32.38	4.45	0.07	679.17
2022	0.03	0.12	0.84	8.74	0.06	42.32	10.82	227.40	504.07	125.55	0.86	39.32	960.13
2023	2.22	5.06	19.97	29.26	186.32	11.56	144.84	194.42	317.13	63.66	3.18	8.73	986.35
2024	3.63	9.52	36.99	14.44	145.59	97.72	188.67	149.41	433.24	39.80	0.79	0.44	1120.22
2025	1.22	49.94	7.28	50.95	237.14	12.29	170.32	251.93	188.24	325.59	19.53	3.92	1318.35
2026	0.17	4.66	0.08	1.03	0.14	1.28	124.10	295.99	203.33	36.59	15.05	27.23	709.65
2027	10.46	3.21	78.35	15.67	95.22	116.62	178.39	243.15	234.66	69.31	1.01	0.47	1046.53
2028	4.53	7.28	28.22	43.75	14.62	59.75	122.38	233.85	249.65	223.78	8.96	23.60	1020.35
2029	2.71	3.48	7.72	19.66	20.74	91.86	167.82	175.34	203.14	235.67	60.94	1.29	990.39
2030	0.15	2.31	25.24	3.94	52.82	138.63	249.84	200.84	241.05	118.09	16.61	0.12	1049.63
2031	4.16	13.76	0.31	27.60	10.80	210.63	274.58	149.94	310.27	8.33	2.94	21.58	1034.90
2032	9.12	2.28	2.89	9.45	57.50	8.51	191.73	238.74	233.38	253.56	1.58	15.19	1023.93
2033	1.54	5.72	53.08	6.67	0.30	6.13	102.35	197.99	228.83	19.32	57.15	0.87	679.95
2034	2.15	16.35	10.16	7.11	59.80	74.65	234.32	176.43	305.97	50.22	6.98	12.25	956.37
2035	0.64	14.52	3.96	11.55	12.19	131.87	216.66	155.37	148.12	2.39	16.16	1.79	715.23
2036	2.96	25.72	9.99	0.05	41.10	152.05	165.99	268.57	321.45	173.61	48.95	3.92	1214.35
2037	0.63	1.66	10.61	37.14	1.39	303.25	120.64	287.02	409.21	2.26	11.67	0.82	1186.30
2038	22.41	18.99	15.81	35.90	0.46	65.96	233.49	177.80	276.45	34.72	3.62	12.18	897.78
2039	0.49	0.75	11.69	0.01	0.15	10.07	100.27	205.73	154.60	1.66	40.34	7.74	533.50
2040	4.08	5.49	26.11	77.50	121.42	18.28	290.70	220.41	180.91	89.33	1.51	0.06	1035.80

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	6.05	5.93	8.63	5.64	39.36	160.99	249.37	163.12	568.72	50.73	87.11	6.29	1351.95
2022	0.82	4.21	45.56	31.03	42.40	295.05	246.16	243.03	315.55	104.05	12.00	3.61	1343.47
2023	0.09	30.46	21.48	24.14	72.09	110.45	223.89	123.86	277.48	186.43	44.53	35.00	1149.91
2024	0.45	2.48	33.09	58.97	19.56	262.37	167.62	268.97	531.91	92.75	115.00	0.33	1553.50
2025	0.72	14.88	47.54	96.47	35.69	161.99	333.29	272.28	374.70	193.30	171.92	1.29	1704.08
2026	65.13	1.01	82.05	1.81	3.29	176.42	147.56	284.94	233.58	101.09	42.00	0.25	1139.13
2027	15.64	23.53	11.07	0.40	8.72	204.07	361.08	253.76	439.75	302.84	19.81	68.10	1708.78
2028	0.43	6.10	45.72	23.44	279.91	186.04	242.56	184.11	345.71	69.45	4.23	0.72	1388.40
2029	14.77	5.43	11.39	90.65	73.16	59.19	274.18	241.71	433.29	125.68	49.24	22.39	1401.09
2030	4.10	7.96	29.23	31.94	70.90	237.94	266.91	363.23	289.00	63.39	1.42	5.58	1371.59
2031	2.46	18.35	18.49	28.58	13.16	184.09	137.85	301.02	304.91	10.19	15.72	11.43	1046.25
2032	11.80	16.48	16.85	63.24	11.25	196.87	297.78	238.23	372.95	57.07	28.55	42.52	1353.61
2033	1.37	1.11	33.79	8.50	42.85	204.90	237.19	178.70	316.48	175.02	72.65	1.02	1273.59
2034	32.00	16.23	54.26	38.40	51.62	72.85	131.47	369.98	304.47	74.72	3.72	2.07	1151.80
2035	7.63	3.80	13.17	13.66	41.58	50.98	258.54	284.72	207.98	218.97	31.07	5.06	1137.17
2036	4.33	15.00	4.22	12.29	0.00	129.98	301.87	269.53	238.43	455.45	32.31	10.35	1473.76
2037	4.86	6.03	56.44	49.33	80.86	120.58	137.75	265.62	153.66	272.11	1.42	0.52	1149.18
2038	8.45	4.29	2.57	1.12	6.71	39.63	169.78	156.48	439.59	36.09	22.49	0.55	887.74
2039	15.85	0.34	5.46	0.14	0.00	38.72	254.98	343.16	226.05	118.35	29.21	5.01	1037.28
2040	3.91	10.22	6.25	2.96	216.02	91.18	404.84	287.84	258.46	17.71	99.54	2.97	1401.89

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.41	5.65	29.86	11.51	170.22	67.24	145.97	230.30	183.37	19.92	13.05	0.16	877.67
2022	0.26	0.17	5.52	16.64	6.77	61.78	27.75	304.46	673.69	142.13	0.82	24.94	1264.93
2023	1.74	9.12	27.47	37.47	209.75	18.98	333.02	237.18	512.90	107.96	6.15	12.31	1514.04
2024	1.10	21.85	41.69	41.44	204.62	139.30	227.39	166.98	522.17	16.21	2.80	3.65	1389.19
2025	0.73	59.62	4.77	43.14	180.35	32.77	214.42	283.30	456.21	371.33	25.20	2.78	1674.63
2026	0.17	2.59	1.19	15.95	9.78	1.40	171.77	292.10	243.71	27.26	13.01	20.31	799.26
2027	24.24	11.03	100.41	15.25	178.11	139.27	286.09	255.69	531.97	76.63	1.69	0.57	1620.96
2028	6.05	15.39	26.44	61.61	44.24	92.44	174.95	269.68	291.80	293.14	18.00	47.65	1341.39
2029	1.91	6.27	22.37	19.33	27.16	70.95	207.73	295.36	320.10	281.28	62.71	2.84	1318.00
2030	0.76	0.84	19.02	4.91	75.19	188.29	304.79	167.13	360.84	113.53	15.59	0.15	1251.06
2031	8.82	55.01	0.08	51.24	25.00	214.42	342.50	207.66	648.37	22.51	9.15	8.40	1593.17
2032	12.80	6.11	2.41	24.93	122.88	32.18	263.32	361.32	327.97	226.91	4.02	11.32	1396.17
2033	0.38	5.35	70.00	27.93	7.33	8.58	274.33	173.62	239.93	24.82	44.07	6.16	882.50
2034	4.58	28.09	36.72	23.53	80.64	177.29	489.48	215.92	303.25	126.94	19.96	7.28	1513.68
2035	4.26	11.33	7.03	27.29	34.06	157.36	254.80	138.26	272.20	2.30	26.34	3.04	938.27
2036	23.25	18.05	15.88	6.36	89.29	199.42	203.77	300.27	425.56	146.49	25.99	3.94	1458.26
2037	0.72	16.91	16.23	65.93	0.25	670.04	120.48	346.03	579.13	2.38	18.68	9.11	1845.88
2038	42.69	25.05	48.38	68.56	1.68	62.70	270.44	200.53	371.99	21.95	10.84	4.53	1129.33
2039	0.88	2.13	9.02	0.73	4.05	38.71	135.97	248.86	341.75	1.90	24.56	0.93	809.49
2040	2.17	7.26	34.66	112.12	105.01	34.62	356.50	235.67	235.44	100.00	2.68	0.07	1226.20

ภาคผนวก ง

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง CanESM5

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.01	0.82	5.06	4.05	82.75	390.59	352.50	166.07	68.74	73.13	44.99	35.22	1225.92
2022	1.71	4.04	18.50	39.24	79.38	226.59	186.39	161.05	73.30	85.75	72.32	4.31	952.59
2023	2.57	0.67	16.48	13.87	259.81	322.93	128.90	118.21	262.34	53.85	6.51	18.96	1205.09
2024	2.93	1.30	5.68	51.52	82.31	363.19	246.28	267.50	119.70	61.58	2.64	2.26	1206.91
2025	4.20	3.89	11.21	75.57	129.99	159.82	267.61	197.81	219.40	31.19	15.84	1.24	1117.78
2026	9.49	2.00	6.72	95.39	40.36	499.85	290.63	256.63	145.43	25.92	5.69	3.93	1382.05
2027	1.27	2.89	14.57	46.26	111.22	377.99	162.45	253.44	321.74	25.36	16.08	0.68	1333.94
2028	8.10	0.79	3.18	43.76	102.34	417.43	218.37	158.99	71.97	36.21	36.43	72.85	1170.43
2029	4.57	1.26	10.38	54.34	139.90	161.34	254.01	367.19	160.73	46.69	43.44	2.66	1246.48
2030	2.37	3.80	1.93	25.55	61.56	474.16	329.46	460.21	147.16	100.43	66.82	3.46	1676.91
2031	7.90	2.08	9.77	38.32	172.19	190.42	113.06	404.63	266.74	12.44	4.59	19.50	1241.64
2032	2.03	3.90	14.71	27.22	106.82	299.49	488.99	367.18	344.69	7.50	12.58	1.59	1676.70
2033	1.87	8.40	22.01	14.36	147.23	270.33	360.88	145.25	354.83	65.99	1.06	5.03	1397.23
2034	4.17	1.09	27.60	20.91	291.87	232.84	320.02	239.00	196.71	23.38	27.65	3.11	1388.36
2035	0.41	1.03	6.76	9.49	84.25	158.41	325.41	289.82	390.67	99.57	4.81	4.49	1375.11
2036	2.49	9.63	19.67	34.45	77.88	256.71	166.10	230.31	107.38	42.50	17.24	28.99	993.36
2037	2.40	31.51	7.75	36.22	157.85	157.90	324.31	296.09	169.97	92.43	93.56	12.93	1382.90
2038	6.72	13.99	8.72	68.32	141.45	200.58	279.73	150.75	197.71	108.06	22.71	3.26	1202.00
2039	9.70	1.06	7.55	47.35	104.44	168.37	399.61	342.73	192.98	228.55	13.31	7.07	1522.71
2040	12.66	2.12	4.43	53.94	143.23	307.12	431.49	155.58	195.27	18.26	13.48	2.45	1340.04

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.00	2.93	7.16	25.00	209.43	328.10	259.04	284.32	321.69	83.30	5.18	20.39	1547.54
2022	4.19	0.73	13.50	52.52	109.41	307.56	285.16	225.63	197.77	142.21	9.47	2.06	1350.23
2023	3.06	4.42	23.70	40.05	279.71	284.08	184.61	228.14	268.28	7.25	18.39	3.43	1345.11
2024	3.56	2.77	18.21	33.12	91.91	125.53	355.94	332.57	221.46	30.00	16.93	1.65	1233.66
2025	3.87	8.52	7.14	34.84	44.19	205.30	266.99	216.89	206.47	133.88	1.17	14.89	1144.14
2026	16.98	2.36	7.31	47.09	167.61	227.67	149.36	275.38	151.62	105.61	48.23	10.35	1209.56
2027	1.46	0.62	18.84	23.37	151.54	433.83	241.35	175.62	303.02	184.12	52.54	1.96	1588.28
2028	18.94	6.75	10.90	66.31	250.84	376.81	251.61	171.41	179.45	66.37	9.32	5.31	1414.02
2029	0.69	1.41	11.24	9.13	81.62	384.89	279.53	329.96	121.43	62.05	5.16	6.13	1293.26
2030	0.68	4.09	7.21	22.94	105.43	158.66	290.56	170.88	187.85	15.32	7.40	22.18	993.20
2031	0.32	2.82	0.84	17.91	169.46	406.45	205.71	155.46	105.83	76.59	7.06	10.96	1159.42
2032	15.35	1.75	43.68	22.56	193.05	166.05	356.05	141.04	237.32	145.52	4.17	7.74	1334.29
2033	1.66	5.07	9.37	9.84	62.96	317.21	319.62	297.83	195.17	55.82	20.94	2.70	1298.17
2034	0.81	0.62	10.81	30.09	354.64	451.00	248.66	180.35	299.74	218.88	13.94	6.47	1816.01
2035	1.60	9.75	16.18	41.20	240.19	189.70	190.21	412.98	124.49	5.33	42.55	2.88	1277.05
2036	1.95	2.00	4.31	33.91	158.87	211.79	326.33	292.19	499.77	118.32	102.88	2.25	1754.58
2037	23.89	6.93	7.49	13.65	72.60	156.81	307.06	241.31	144.90	18.88	3.64	2.52	999.67
2038	1.94	3.98	14.59	31.70	154.70	203.05	254.70	213.73	175.78	24.19	21.44	1.79	1101.58
2039	0.46	2.63	14.75	29.11	68.80	371.72	290.04	298.21	155.77	4.77	24.08	2.20	1262.54
2040	0.90	2.22	7.65	20.56	23.90	273.87	235.89	270.87	110.76	80.54	5.72	1.47	1034.36

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.18	3.09	22.74	11.93	70.95	410.78	161.81	190.05	57.63	172.77	37.28	67.16	1209.37
2022	5.99	5.61	8.48	34.88	102.52	213.95	118.45	204.88	44.70	141.37	43.81	15.78	940.43
2023	9.70	1.28	42.23	46.21	342.03	226.09	88.23	139.37	206.38	103.26	17.71	22.91	1245.40
2024	10.92	6.21	6.99	81.87	109.69	491.06	229.24	257.98	126.08	87.63	25.81	13.79	1447.27
2025	6.94	11.26	17.30	142.93	195.79	116.92	463.96	302.53	267.89	61.05	38.71	12.98	1638.24
2026	46.39	4.37	16.67	104.42	59.81	267.03	248.86	180.40	228.39	28.74	20.70	10.76	1216.54
2027	0.85	3.26	10.53	47.24	294.55	432.77	128.92	184.54	308.55	60.86	45.99	4.34	1522.40
2028	8.31	3.06	9.36	88.15	149.75	535.73	150.34	118.72	138.47	52.47	78.77	24.70	1357.83
2029	6.32	1.96	5.09	71.27	156.36	171.62	217.23	519.49	253.22	44.29	30.05	12.55	1489.45
2030	4.41	3.41	9.54	53.77	119.65	373.66	192.57	372.77	147.09	103.39	91.61	11.94	1483.82
2031	10.84	8.43	15.37	58.31	183.49	260.78	136.07	292.45	267.38	6.84	18.84	44.24	1303.07
2032	10.44	4.28	33.08	35.98	105.09	232.26	596.08	179.86	501.07	51.13	31.17	7.14	1787.57
2033	3.92	12.05	18.99	39.59	240.48	361.93	424.79	162.32	309.33	163.80	3.01	15.10	1755.30
2034	17.84	2.76	59.14	37.54	299.37	159.16	232.62	199.27	374.39	38.14	40.48	6.42	1467.13
2035	2.93	1.55	7.24	48.57	101.91	159.41	292.34	233.73	389.76	99.77	18.41	11.14	1366.75
2036	7.55	15.10	37.58	46.95	93.05	214.07	186.30	232.84	96.92	36.54	72.41	19.40	1058.71
2037	4.51	27.62	64.37	50.09	145.99	190.82	372.13	289.24	233.41	246.91	166.39	19.96	1811.44
2038	12.20	9.80	36.22	21.05	230.05	185.56	223.07	182.85	227.70	300.19	22.00	17.09	1467.76
2039	11.27	1.88	7.65	54.92	228.72	164.38	460.62	403.78	136.36	298.43	59.97	26.43	1854.39
2040	21.31	7.09	22.07	72.92	186.90	410.30	452.48	151.25	134.31	128.63	24.09	8.40	1619.74

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.76	8.28	19.14	42.95	147.12	239.63	206.15	202.17	344.23	367.17	22.90	15.34	1620.84
2022	14.63	5.18	24.56	69.45	129.63	151.60	227.25	159.44	280.34	144.94	17.08	6.23	1230.33
2023	7.10	3.96	44.62	95.33	179.33	295.65	179.80	142.87	204.37	87.12	34.53	12.79	1287.47
2024	5.33	7.03	25.71	52.22	95.22	137.18	538.12	295.32	347.58	15.71	12.78	7.82	1540.02
2025	7.06	9.00	5.58	77.85	67.70	112.76	201.12	259.51	249.20	112.42	4.85	111.65	1218.71
2026	21.21	7.18	23.53	76.49	191.66	359.92	164.33	214.14	165.36	143.08	73.93	7.18	1448.01
2027	3.89	1.41	33.89	49.22	158.58	471.48	215.02	208.23	398.82	331.29	33.85	7.02	1912.71
2028	34.45	11.89	24.87	84.27	147.50	277.14	328.29	225.72	130.28	149.98	16.00	12.32	1442.70
2029	1.91	4.39	11.95	26.23	89.97	444.08	381.96	323.34	164.12	112.42	18.63	11.46	1590.47
2030	3.01	4.36	1.67	42.76	169.46	110.90	263.92	181.80	231.90	63.71	28.52	41.46	1143.49
2031	2.18	7.14	3.32	27.02	305.51	381.11	120.02	125.16	132.41	199.26	28.54	32.64	1364.31
2032	36.97	6.15	44.30	55.63	116.40	176.80	260.18	229.43	308.37	184.92	16.76	8.10	1444.00
2033	9.73	8.08	17.93	29.12	114.35	410.39	281.46	381.03	354.90	172.52	91.99	2.61	1874.11
2034	3.55	1.85	58.54	28.89	188.85	131.77	134.73	81.20	264.56	454.90	39.88	12.34	1401.05
2035	6.12	18.47	21.55	38.14	227.22	229.68	171.72	158.90	154.65	20.05	60.05	8.23	1114.79
2036	2.92	3.67	2.74	10.61	126.53	190.16	205.63	260.99	294.94	112.67	220.06	5.60	1436.51
2037	20.26	10.34	16.81	54.51	172.59	395.99	237.64	307.60	115.36	28.21	24.67	14.16	1398.14
2038	5.22	10.39	19.99	24.16	139.03	189.06	133.89	223.61	214.62	52.06	50.28	6.18	1068.50
2039	1.87	6.67	17.27	75.15	241.35	275.36	220.45	230.13	154.79	11.03	27.36	8.46	1269.88
2040	2.67	7.23	9.02	54.08	53.92	276.06	301.29	221.09	129.98	61.28	9.12	5.13	1130.86

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.59	3.48	25.65	13.46	80.03	463.32	182.50	214.36	65.01	194.87	42.05	75.75	1364.07
2022	6.75	6.33	9.56	39.34	115.64	241.32	133.60	231.09	50.42	159.46	49.42	17.80	1060.72
2023	10.94	1.44	47.63	52.12	385.78	255.01	99.52	157.20	232.78	116.47	19.98	25.84	1404.70
2024	12.32	7.01	7.88	92.34	123.72	553.87	258.56	290.98	142.21	98.83	29.11	15.55	1632.39
2025	7.83	12.70	19.51	161.21	220.83	131.87	523.31	341.23	302.15	68.86	43.66	14.64	1847.79
2026	52.33	4.93	18.81	117.78	67.46	301.19	280.69	203.47	257.60	32.41	23.35	12.13	1372.15
2027	0.96	3.68	11.88	53.28	332.23	488.12	145.41	208.14	348.02	68.64	51.88	4.89	1717.13
2028	9.38	3.45	10.56	99.42	168.91	604.26	169.57	133.91	156.18	59.18	88.84	27.86	1531.52
2029	7.13	2.21	5.74	80.39	176.36	193.57	245.02	585.94	285.61	49.95	33.89	14.15	1679.97
2030	4.98	3.85	10.76	60.64	134.95	421.46	217.20	420.46	165.90	116.62	103.33	13.47	1673.62
2031	12.23	9.51	17.34	65.77	206.96	294.14	153.48	329.86	301.58	7.71	21.25	49.90	1469.75
2032	11.78	4.83	37.31	40.59	118.53	261.97	672.32	202.86	565.17	57.67	35.16	8.05	2016.22
2033	4.42	13.59	21.42	44.66	271.24	408.22	479.13	183.08	348.89	184.75	3.39	17.03	1979.83
2034	20.12	3.11	66.70	42.34	337.66	179.52	262.38	224.76	422.28	43.02	45.66	7.24	1654.79
2035	3.30	1.74	8.17	54.78	114.95	179.80	329.73	263.62	439.62	112.53	20.76	12.56	1541.58
2036	8.51	17.03	42.38	52.95	104.96	241.45	210.13	262.63	109.32	41.21	81.67	21.88	1194.14
2037	5.08	31.15	72.61	56.50	164.66	215.22	419.73	326.24	263.27	278.49	187.68	22.52	2043.15
2038	13.76	11.05	40.85	23.74	259.48	209.30	251.60	206.24	256.83	338.58	24.81	19.28	1655.51
2039	12.71	2.12	8.63	61.95	257.97	185.40	519.54	455.43	153.80	336.60	67.64	29.81	2091.60
2040	24.04	8.00	24.90	82.25	210.80	462.78	510.36	170.59	151.49	145.08	27.17	9.48	1826.93

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	6.49	9.33	21.59	48.44	165.94	270.29	232.52	228.02	388.26	414.14	25.83	17.31	1828.17
2022	16.50	5.85	27.70	78.33	146.21	170.99	256.32	179.83	316.20	163.47	19.26	7.03	1387.70
2023	8.01	4.47	50.33	107.53	202.27	333.47	202.80	161.15	230.51	98.26	38.94	14.43	1452.16
2024	6.01	7.93	29.00	58.90	107.40	154.73	606.96	333.10	392.04	17.72	14.41	8.82	1737.01
2025	7.97	10.15	6.30	87.81	76.36	127.18	226.85	292.70	281.08	126.80	5.47	125.93	1374.61
2026	23.93	8.10	26.54	86.28	216.17	405.95	185.35	241.53	186.51	161.38	83.39	8.09	1633.23
2027	4.39	1.60	38.23	55.52	178.86	531.79	242.52	234.87	449.84	373.67	38.18	7.92	2157.37
2028	38.86	13.41	28.05	95.05	166.36	312.59	370.28	254.60	146.95	169.16	18.05	13.89	1627.25
2029	2.15	4.95	13.48	29.58	101.48	500.89	430.82	364.70	185.11	126.80	21.02	12.92	1793.91
2030	3.40	4.92	1.89	48.23	191.14	125.09	297.68	205.05	261.57	71.86	32.17	46.76	1289.76
2031	2.46	8.05	3.75	30.48	344.59	429.85	135.37	141.18	149.35	224.75	32.20	36.81	1538.82
2032	41.69	6.94	49.96	62.74	131.29	199.42	293.46	258.78	347.81	208.58	18.90	9.14	1628.71
2033	10.98	9.11	20.22	32.85	128.98	462.89	317.46	429.77	400.30	194.59	103.76	2.94	2113.84
2034	4.00	2.09	66.03	32.58	213.01	148.62	151.96	91.59	298.40	513.09	44.98	13.92	1580.27
2035	6.91	20.84	24.30	43.02	256.29	259.06	193.69	179.23	174.43	22.62	67.73	9.28	1257.39
2036	3.29	4.14	3.09	11.96	142.71	214.49	231.93	294.38	332.67	127.08	248.21	6.32	1620.26
2037	22.85	11.66	18.96	61.48	194.67	446.64	268.04	346.95	130.12	31.82	27.83	15.97	1576.98
2038	5.89	11.72	22.55	27.25	156.82	213.24	151.02	252.22	242.07	58.72	56.71	6.97	1205.18
2039	2.11	7.52	19.48	84.77	272.22	310.58	248.65	259.56	174.59	12.44	30.86	9.54	1432.31
2040	3.01	8.15	10.18	60.99	60.82	311.38	339.83	249.37	146.61	69.12	10.28	5.78	1275.51

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.12	4.97	36.56	19.18	114.06	660.33	260.11	305.51	92.65	277.73	59.92	107.95	1944.09
2022	9.62	9.03	13.63	56.07	164.81	343.93	190.41	329.35	71.86	227.26	70.43	25.36	1511.76
2023	15.59	2.05	67.88	74.28	549.82	363.45	141.83	224.04	331.76	165.99	28.47	36.83	2002.00
2024	17.56	9.99	11.24	131.61	176.33	789.38	368.50	414.71	202.67	140.86	41.49	22.16	2326.50
2025	11.15	18.10	27.80	229.76	314.73	187.95	745.82	486.32	430.63	98.14	62.22	20.86	2633.50
2026	74.58	7.03	26.80	167.86	96.14	429.25	400.05	289.99	367.14	46.19	33.28	17.29	1955.61
2027	1.36	5.24	16.92	75.94	473.50	695.68	207.24	296.65	496.00	97.83	73.94	6.97	2447.28
2028	13.36	4.92	15.05	141.70	240.73	861.20	241.67	190.85	222.59	84.34	126.62	39.71	2182.74
2029	10.16	3.16	8.18	114.58	251.35	275.88	349.20	835.09	407.05	71.19	48.30	20.17	2394.32
2030	7.10	5.48	15.34	86.43	192.33	600.67	309.56	599.24	236.44	166.20	147.27	19.19	2385.26
2031	17.43	13.55	24.71	93.74	294.97	419.21	218.74	470.12	429.82	10.99	30.28	71.12	2094.70
2032	16.79	6.88	53.18	57.85	168.93	373.36	958.20	289.12	805.48	82.19	50.11	11.47	2873.55
2033	6.30	19.37	30.53	63.64	386.57	581.81	682.86	260.93	497.25	263.31	4.84	24.27	2821.67
2034	28.68	4.43	95.07	60.34	481.24	255.85	373.95	320.33	601.83	61.32	65.08	10.31	2358.43
2035	4.71	2.48	11.65	78.07	163.83	256.25	469.94	375.72	626.55	160.39	29.59	17.90	2197.08
2036	12.14	24.27	60.41	75.47	149.59	344.12	299.49	374.30	155.81	58.73	116.40	31.18	1701.90
2037	7.25	44.40	103.48	80.52	234.68	306.74	598.21	464.96	375.21	396.91	267.48	32.09	2911.92
2038	19.61	15.75	58.23	33.84	369.81	298.29	358.58	293.93	366.03	482.55	35.36	27.47	2359.45
2039	18.12	3.02	12.31	88.29	367.67	264.24	740.45	649.08	219.19	479.73	96.40	42.48	2980.97
2040	34.26	11.40	35.48	117.22	300.44	659.56	727.37	243.13	215.90	206.78	38.72	13.51	2603.76

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	9.25	13.30	30.77	69.04	236.50	385.21	331.40	324.98	553.35	590.24	36.82	24.66	2605.53
2022	23.51	8.33	39.48	111.64	208.38	243.70	365.31	256.30	450.66	232.99	27.45	10.01	1977.77
2023	11.41	6.37	71.73	153.25	288.28	475.26	289.04	229.67	328.52	140.04	55.50	20.56	2069.64
2024	8.57	11.30	41.33	83.94	153.07	220.52	865.04	474.73	558.74	25.25	20.54	12.57	2475.61
2025	11.36	14.47	8.97	125.15	108.84	181.26	323.31	417.16	400.59	180.72	7.80	179.48	1959.10
2026	34.10	11.55	37.82	122.97	308.09	578.57	264.16	344.24	265.82	230.01	118.84	11.54	2327.70
2027	6.25	2.27	54.48	79.12	254.92	757.92	345.64	334.74	641.12	532.56	54.42	11.28	3074.72
2028	55.38	19.11	39.98	135.46	237.11	445.51	527.73	362.85	209.43	241.09	25.72	19.80	2319.17
2029	3.07	7.06	19.22	42.16	144.64	713.87	614.01	519.78	263.82	180.71	29.95	18.42	2556.70
2030	4.85	7.01	2.69	68.73	272.41	178.27	424.26	292.25	372.79	102.42	45.85	66.65	1838.18
2031	3.51	11.48	5.34	43.44	491.11	612.63	192.94	201.20	212.85	320.31	45.89	52.46	2193.15
2032	59.42	9.89	71.21	89.42	187.12	284.22	418.24	368.81	495.71	297.27	26.94	13.02	2321.26
2033	15.64	12.98	28.82	46.81	183.82	659.72	452.44	612.52	570.51	277.33	147.88	4.19	3012.67
2034	5.70	2.97	94.11	46.44	303.59	211.82	216.58	130.54	425.28	731.26	64.10	19.84	2252.22
2035	9.85	29.70	34.64	61.31	365.26	369.22	276.05	255.44	248.60	32.23	96.54	13.23	1792.05
2036	4.69	5.90	4.40	17.05	203.40	305.69	330.55	419.55	474.12	181.11	353.75	9.01	2309.22
2037	32.57	16.62	27.02	87.63	277.45	636.56	382.01	494.48	185.44	45.35	39.66	22.76	2247.54
2038	8.40	16.70	32.14	38.83	223.50	303.91	215.23	359.46	345.00	83.69	80.83	9.94	1717.63
2039	3.01	10.72	27.76	120.81	387.98	442.64	354.37	369.93	248.83	17.73	43.98	13.59	2041.35
2040	4.28	11.62	14.51	86.93	86.68	443.78	484.32	355.40	208.95	98.51	14.65	8.24	1817.87

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.91	3.50	5.04	30.40	97.26	308.93	154.43	282.45	122.37	51.38	57.25	23.25	1138.17
2022	4.73	8.75	6.79	48.94	164.45	247.27	96.69	206.10	57.79	164.94	104.92	8.24	1119.62
2023	3.29	0.49	22.61	76.32	280.43	343.21	137.90	161.09	209.23	129.92	16.45	37.81	1418.73
2024	8.77	4.85	20.78	76.02	165.36	222.59	195.94	191.87	138.74	109.86	83.29	13.37	1231.45
2025	5.63	24.91	46.52	76.67	171.42	158.64	166.32	287.55	196.10	146.35	27.42	11.07	1318.60
2026	12.22	2.34	36.10	77.69	47.10	340.37	241.64	186.31	80.22	25.47	40.10	10.01	1099.57
2027	1.12	5.64	17.29	62.22	181.02	300.90	132.05	175.65	185.67	101.38	21.77	3.57	1188.29
2028	4.81	11.88	5.18	91.10	168.33	302.40	163.74	118.85	123.20	52.76	54.97	7.50	1104.72
2029	3.58	1.51	15.78	61.35	205.16	154.20	117.60	146.98	149.37	82.37	18.38	7.79	964.06
2030	5.21	5.00	3.36	54.73	108.11	602.16	209.57	164.25	198.73	84.30	78.75	5.42	1519.58
2031	2.07	14.96	6.75	76.84	112.54	225.94	143.25	224.98	211.63	5.24	48.57	25.88	1098.65
2032	4.34	0.79	11.74	47.38	121.41	177.97	192.12	192.19	222.68	76.13	9.39	3.66	1059.78
2033	3.31	18.63	10.14	77.28	231.87	277.81	150.42	159.11	228.55	118.10	2.87	8.11	1286.20
2034	8.18	2.14	56.02	42.87	477.13	161.86	189.03	191.03	476.92	56.69	72.11	6.23	1740.21
2035	2.25	1.11	5.94	50.51	38.62	162.07	190.54	131.46	233.56	124.37	51.72	4.31	996.43
2036	8.93	7.05	13.34	85.81	93.55	135.30	224.23	160.93	229.44	30.82	74.30	9.90	1073.60
2037	6.41	14.74	69.60	94.26	113.16	175.88	407.28	220.96	131.83	133.70	45.41	10.49	1423.73
2038	5.14	21.72	21.76	35.61	204.30	244.25	189.34	156.30	227.93	109.83	42.78	13.06	1272.00
2039	8.20	3.27	17.04	72.70	225.38	269.09	171.06	159.11	109.22	202.17	62.81	10.77	1310.83
2040	24.91	3.00	37.35	102.55	293.33	301.84	247.23	160.74	114.08	125.39	39.87	4.69	1454.98

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	6.49	6.03	18.40	67.07	121.09	163.02	183.18	166.42	283.21	275.94	15.77	16.43	1323.07
2022	8.84	3.59	40.05	64.37	124.01	174.07	205.90	186.18	294.14	151.81	25.70	4.23	1282.88
2023	5.96	0.88	49.71	102.12	232.15	148.82	294.17	132.29	209.11	48.68	42.41	7.77	1274.08
2024	6.79	5.96	11.89	43.62	64.58	122.18	264.03	202.46	358.50	43.17	32.70	5.49	1161.36
2025	3.82	8.10	6.74	97.39	125.34	132.17	165.73	154.82	405.58	129.51	2.47	65.45	1297.11
2026	6.09	11.90	33.64	90.19	171.51	177.83	193.00	130.16	82.71	125.58	39.01	4.32	1065.96
2027	1.80	1.59	40.18	69.35	205.65	313.62	157.52	139.77	169.13	106.06	39.11	5.98	1249.77
2028	10.99	7.51	21.94	80.09	268.15	237.66	301.97	218.26	156.51	188.82	14.33	3.48	1509.71
2029	1.10	7.28	10.79	58.05	98.14	162.68	170.18	176.08	137.78	63.61	6.33	3.06	895.09
2030	1.62	1.88	2.15	36.72	125.94	213.82	173.78	150.04	164.11	68.38	11.26	52.32	1002.01
2031	2.13	2.90	6.03	35.73	378.69	228.01	176.33	135.90	203.00	79.96	13.91	38.60	1301.19
2032	10.86	2.63	39.80	121.22	164.91	197.30	215.72	164.47	236.68	140.27	12.95	5.70	1312.52
2033	3.66	5.62	15.06	43.10	126.81	222.38	212.42	202.36	289.49	397.53	71.16	5.90	1595.50
2034	2.40	1.56	27.60	42.75	184.32	199.53	495.96	173.17	301.04	376.71	35.30	5.67	1846.01
2035	3.19	7.70	15.57	62.75	202.48	220.74	192.72	171.41	133.48	28.66	107.34	4.38	1150.44
2036	5.09	10.02	5.96	28.10	124.04	208.16	212.16	177.38	216.03	128.76	89.78	4.93	1210.40
2037	12.51	9.64	19.54	71.87	153.48	175.15	222.66	218.06	317.54	112.68	14.94	6.10	1334.16
2038	2.32	15.03	21.07	143.48	147.97	167.49	134.43	201.17	192.01	56.80	37.46	16.69	1135.92
2039	2.01	4.37	10.30	101.08	190.70	289.79	136.44	239.56	319.22	7.20	28.07	3.46	1332.19
2040	2.29	3.22	5.53	51.78	70.10	263.09	296.44	198.55	123.62	81.04	6.38	2.62	1104.66

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.22	1.36	3.19	8.19	58.41	215.45	200.37	374.72	220.67	43.85	74.52	13.20	1215.14
2022	2.02	2.54	36.60	57.32	131.97	273.31	94.61	135.76	54.83	90.00	70.36	2.46	951.79
2023	1.42	0.42	25.32	22.58	225.43	284.79	127.96	195.04	169.55	90.59	7.21	20.50	1170.81
2024	3.52	0.57	19.47	76.50	157.43	259.84	176.05	205.13	225.63	84.08	33.51	3.68	1245.44
2025	1.31	3.82	56.27	79.27	127.35	178.21	136.99	195.18	183.91	70.44	16.43	1.29	1050.47
2026	6.76	1.01	13.87	95.02	31.26	221.46	303.04	188.64	84.27	15.49	25.00	27.83	1013.65
2027	0.73	3.33	14.07	42.18	150.38	165.44	136.27	204.54	273.79	55.11	7.42	1.17	1054.42
2028	2.56	2.61	5.26	103.00	126.33	271.19	120.39	99.03	188.35	58.34	19.94	37.23	1034.23
2029	3.23	0.71	13.04	124.29	228.23	198.10	142.24	125.97	95.46	36.89	33.73	2.37	1004.26
2030	2.44	3.53	4.72	29.10	107.59	560.68	284.88	205.84	181.46	101.62	71.14	3.09	1556.10
2031	4.10	3.04	15.28	67.44	124.56	199.28	165.31	227.64	310.61	9.98	9.21	6.58	1143.03
2032	2.18	0.63	35.30	49.61	123.60	179.25	189.08	203.23	178.61	6.04	7.86	3.68	979.05
2033	1.23	37.07	55.32	34.55	196.27	161.55	146.80	139.71	183.52	90.62	2.03	10.57	1059.24
2034	3.52	1.69	38.50	35.20	400.00	296.36	149.48	202.56	215.97	41.38	43.26	2.10	1430.01
2035	0.69	0.52	4.70	9.77	143.16	182.26	244.48	157.47	293.81	95.22	29.56	3.00	1164.64
2036	3.79	7.92	6.59	40.93	153.54	116.36	227.26	198.71	142.54	36.80	14.28	17.26	965.96
2037	2.59	13.32	35.61	65.49	103.98	187.16	280.81	265.12	128.09	92.29	30.01	20.99	1225.48
2038	2.53	13.90	23.91	60.56	172.11	285.78	181.14	142.46	163.94	48.14	27.50	3.32	1125.31
2039	2.45	2.51	6.34	122.17	175.78	198.44	274.18	145.38	99.64	173.00	24.64	2.81	1227.33
2040	14.76	1.53	8.65	80.48	254.94	333.64	235.06	167.78	128.06	44.28	7.42	1.73	1278.33

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.87	2.80	13.12	55.65	234.09	203.76	173.83	155.70	316.33	86.38	6.76	15.88	1266.17
2022	2.23	0.72	40.54	72.66	148.61	166.99	177.12	216.17	198.76	133.77	8.57	1.19	1167.31
2023	2.47	1.38	69.75	42.28	306.32	185.66	239.76	108.59	334.42	6.28	17.55	2.96	1317.43
2024	5.22	2.13	14.14	61.78	64.41	155.87	257.04	224.83	221.81	66.74	34.49	1.37	1109.82
2025	2.31	5.54	5.86	73.23	71.98	192.24	160.84	188.96	267.69	162.55	1.15	15.98	1148.34
2026	4.92	5.08	29.80	86.18	274.47	199.14	224.39	136.99	109.38	150.72	15.55	3.95	1240.58
2027	0.51	0.56	35.43	26.62	214.58	314.02	132.57	148.29	144.01	147.98	17.16	1.64	1183.37
2028	2.45	10.06	15.57	72.43	239.57	236.67	212.72	145.56	136.89	55.49	11.33	2.31	1141.05
2029	0.42	1.75	6.39	18.46	124.44	316.54	140.40	200.16	174.60	110.70	3.80	4.75	1102.42
2030	0.57	1.35	5.64	35.99	122.45	205.74	219.97	169.74	155.05	11.89	4.59	75.51	1008.49
2031	0.44	2.45	2.17	48.56	385.44	256.33	206.63	128.32	172.03	107.22	5.60	5.45	1320.64
2032	13.49	2.05	53.65	73.34	316.65	174.85	157.94	139.10	208.77	71.59	8.85	2.01	1222.29
2033	1.50	3.34	17.58	21.38	56.96	222.76	141.05	165.67	119.66	183.91	78.76	2.84	1015.41
2034	0.58	0.84	5.98	35.34	430.23	203.62	323.06	143.34	260.67	308.71	10.36	3.87	1726.60
2035	1.65	6.53	30.52	59.06	241.01	177.60	179.10	151.23	134.03	17.72	62.29	2.73	1063.47
2036	2.78	4.01	5.99	33.92	94.14	281.04	221.40	202.23	177.97	71.51	49.53	2.12	1146.64
2037	6.62	5.32	30.78	37.63	145.13	189.37	227.50	174.25	181.07	63.36	5.94	7.93	1074.91
2038	1.44	8.54	7.17	60.46	168.24	190.96	154.25	157.20	138.20	22.36	23.08	3.16	935.06
2039	0.40	9.91	10.00	60.70	79.47	211.96	121.92	147.10	417.05	2.42	38.92	2.31	1102.15
2040	3.22	3.17	3.63	43.17	33.44	188.58	309.97	250.58	117.70	80.48	5.35	0.58	1039.87

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.18	3.99	5.74	34.64	110.82	352.01	175.96	321.84	139.43	58.54	65.24	26.50	1296.90
2022	5.39	9.97	7.74	55.76	187.38	281.76	110.18	234.85	65.85	187.94	119.55	9.39	1275.76
2023	3.75	0.56	25.77	86.96	319.54	391.07	157.13	183.55	238.41	148.04	18.74	43.08	1616.59
2024	9.99	5.52	23.68	86.62	188.42	253.63	223.26	218.63	158.09	125.18	94.91	15.23	1403.19
2025	6.42	28.38	53.01	87.36	195.33	180.76	189.52	327.66	223.45	166.76	31.25	12.61	1502.50
2026	13.92	2.67	41.13	88.52	53.67	387.84	275.34	212.30	91.41	29.02	45.70	11.40	1252.92
2027	1.28	6.43	19.70	70.90	206.26	342.87	150.47	200.15	211.56	115.52	24.81	4.07	1354.01
2028	5.49	13.53	5.90	103.81	191.81	344.57	186.58	135.43	140.38	60.11	62.64	8.55	1258.79
2029	4.08	1.72	17.98	69.90	233.78	175.71	134.00	167.48	170.20	93.86	20.94	8.87	1098.51
2030	5.93	5.69	3.83	62.36	123.18	686.14	238.80	187.16	226.45	96.06	89.73	6.17	1731.51
2031	2.36	17.04	7.69	87.56	128.23	257.45	163.23	256.36	241.14	5.97	55.34	29.48	1251.87
2032	4.94	0.90	13.38	53.99	138.34	202.79	218.91	218.99	253.73	86.74	10.70	4.17	1207.58
2033	3.77	21.23	11.56	88.06	264.21	316.55	171.40	181.30	260.42	134.57	3.26	9.24	1465.58
2034	9.32	2.44	63.83	48.85	543.67	184.43	215.40	217.67	543.43	64.59	82.17	7.10	1982.90
2035	2.56	1.26	6.77	57.55	44.01	184.67	217.11	149.79	266.13	141.71	58.93	4.91	1135.40
2036	10.17	8.03	15.20	97.78	106.60	154.17	255.50	183.37	261.44	35.12	84.67	11.28	1223.33
2037	7.30	16.80	79.31	107.41	128.94	200.41	464.08	251.78	150.21	152.35	51.75	11.95	1622.29
2038	5.85	24.74	24.79	40.58	232.79	278.31	215.75	178.10	259.72	125.14	48.74	14.88	1449.40
2039	9.34	3.72	19.42	82.84	256.81	306.61	194.92	181.31	124.46	230.37	71.57	12.27	1493.64
2040	28.38	3.42	42.56	116.85	334.24	343.93	281.71	183.16	129.99	142.88	45.43	5.35	1657.90

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	7.40	6.87	20.97	76.43	137.98	185.76	208.73	189.63	322.71	314.42	17.97	18.73	1507.59
2022	10.08	4.09	45.63	73.35	141.30	198.34	234.61	212.14	335.16	172.99	29.28	4.82	1461.80
2023	6.80	1.00	56.64	116.36	264.53	169.57	335.20	150.74	238.27	55.47	48.33	8.85	1451.76
2024	7.74	6.79	13.55	49.70	73.59	139.21	300.85	230.69	408.49	49.19	37.25	6.26	1323.33
2025	4.35	9.23	7.68	110.98	142.82	150.60	188.84	176.41	462.14	147.57	2.82	74.58	1478.01
2026	6.94	13.56	38.33	102.77	195.43	202.64	219.92	148.32	94.24	143.09	44.45	4.93	1214.62
2027	2.05	1.81	45.78	79.03	234.33	357.35	179.49	159.26	192.72	120.86	44.57	6.82	1424.06
2028	12.53	8.55	25.00	91.25	305.54	270.80	344.08	248.70	178.34	215.15	16.33	3.96	1720.25
2029	1.25	8.30	12.29	66.15	111.82	185.37	193.92	200.63	157.00	72.48	7.22	3.48	1019.92
2030	1.85	2.14	2.45	41.84	143.51	243.64	198.01	170.97	187.00	77.91	12.83	59.62	1141.76
2031	2.43	3.30	6.87	40.72	431.50	259.81	200.92	154.86	231.32	91.11	15.85	43.99	1482.66
2032	12.38	3.00	45.35	138.12	187.91	224.82	245.81	187.41	269.68	159.83	14.76	6.50	1495.57
2033	4.17	6.40	17.16	49.12	144.49	253.40	242.05	230.58	329.87	452.97	81.08	6.73	1818.01
2034	2.73	1.78	31.45	48.71	210.02	227.36	565.13	197.32	343.02	429.24	40.22	6.46	2103.46
2035	3.63	8.77	17.74	71.50	230.72	251.53	219.60	195.32	152.10	32.66	122.31	4.99	1310.88
2036	5.80	11.42	6.79	32.02	141.34	237.19	241.75	202.11	246.16	146.72	102.30	5.61	1379.20
2037	14.26	10.99	22.27	81.89	174.88	199.58	253.71	248.47	361.83	128.40	17.02	6.95	1520.23
2038	2.64	17.13	24.01	163.49	168.61	190.85	153.18	229.22	218.78	64.72	42.69	19.02	1294.34
2039	2.29	4.97	11.74	115.18	217.29	330.21	155.46	272.97	363.74	8.20	31.98	3.95	1517.99
2040	2.61	3.66	6.30	59.00	79.88	299.78	337.79	226.24	140.86	92.35	7.27	2.99	1258.71

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.55	4.68	6.72	40.56	129.76	412.15	206.03	376.83	163.25	68.54	76.38	31.02	1518.48
2022	6.31	11.68	9.06	65.29	219.40	329.90	129.00	274.97	77.10	220.05	139.98	11.00	1493.73
2023	4.39	0.66	30.17	101.82	374.13	457.89	183.98	214.91	279.14	173.33	21.94	50.44	1892.79
2024	11.70	6.46	27.73	101.42	220.62	296.97	261.41	255.99	185.10	146.57	111.13	17.83	1642.93
2025	7.51	33.23	62.06	102.29	228.70	211.64	221.90	383.64	261.63	195.25	36.59	14.77	1759.21
2026	16.30	3.12	48.16	103.65	62.84	454.11	322.38	248.57	107.03	33.98	53.51	13.35	1466.99
2027	1.50	7.53	23.07	83.01	241.50	401.45	176.18	234.34	247.70	135.25	29.04	4.76	1585.34
2028	6.42	15.84	6.91	121.55	224.58	403.44	218.46	158.56	164.36	70.39	73.34	10.01	1473.86
2029	4.78	2.01	21.05	81.85	273.72	205.73	156.89	196.09	199.28	109.90	24.52	10.39	1286.20
2030	6.95	6.67	4.48	73.02	144.23	803.37	279.59	219.14	265.14	112.47	105.06	7.23	2027.34
2031	2.77	19.95	9.01	102.52	150.14	301.44	191.12	300.16	282.34	6.99	64.80	34.52	1465.76
2032	5.79	1.05	15.66	63.21	161.98	237.43	256.31	256.41	297.09	101.56	12.53	4.89	1413.90
2033	4.41	24.86	13.53	103.11	309.35	370.63	200.69	212.28	304.92	157.56	3.82	10.82	1715.98
2034	10.91	2.86	74.74	57.19	636.55	215.95	252.20	254.86	636.28	75.63	96.21	8.31	2321.69
2035	3.00	1.48	7.93	67.38	51.52	216.22	254.20	175.38	311.60	165.93	69.00	5.75	1329.39
2036	11.91	9.40	17.80	114.48	124.81	180.51	299.15	214.70	306.10	41.12	99.13	13.21	1432.34
2037	8.55	19.67	92.86	125.76	150.97	234.65	543.37	294.79	175.87	178.38	60.59	13.99	1899.46
2038	6.85	28.97	29.03	47.51	272.56	325.86	252.61	208.52	304.09	146.53	57.07	17.42	1697.03
2039	10.94	4.36	22.74	97.00	300.69	359.00	228.22	212.28	145.72	269.73	83.80	14.36	1748.84
2040	33.23	4.00	49.83	136.81	391.35	402.70	329.84	214.46	152.20	167.29	53.19	6.26	1941.15

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	8.66	8.04	24.55	89.48	161.55	217.50	244.39	222.03	377.84	368.15	21.04	21.93	1765.16
2022	11.80	4.78	53.43	85.88	165.45	232.23	274.70	248.39	392.43	202.54	34.28	5.65	1711.55
2023	7.96	1.18	66.32	136.24	309.72	198.55	392.47	176.49	278.98	64.95	56.59	10.37	1699.80
2024	9.06	7.95	15.87	58.19	86.16	163.00	352.26	270.11	478.29	57.60	43.62	7.33	1549.43
2025	5.09	10.80	9.00	129.94	167.22	176.33	221.11	206.55	541.10	172.78	3.30	87.32	1730.53
2026	8.13	15.87	44.88	120.33	228.82	237.26	257.50	173.66	110.34	167.54	52.05	5.77	1422.14
2027	2.40	2.12	53.61	92.53	274.37	418.41	210.15	186.47	225.64	141.51	52.18	7.98	1667.37
2028	14.67	10.01	29.28	106.85	357.75	317.07	402.87	291.19	208.81	251.91	19.12	4.64	2014.17
2029	1.47	9.72	14.39	77.45	130.93	217.04	227.05	234.91	183.82	84.87	8.45	4.08	1194.17
2030	2.16	2.51	2.87	48.99	168.03	285.26	231.84	200.18	218.95	91.22	15.02	69.80	1336.83
2031	2.85	3.86	8.04	47.67	505.22	304.20	235.25	181.32	270.84	106.68	18.55	51.50	1735.98
2032	14.50	3.51	53.10	161.72	220.02	263.23	287.81	219.43	315.76	187.13	17.28	7.61	1751.09
2033	4.88	7.49	20.10	57.51	169.18	296.69	283.40	269.97	386.22	530.37	94.94	7.87	2128.62
2034	3.20	2.08	36.83	57.03	245.90	266.21	661.69	231.04	401.63	502.58	47.09	7.56	2462.84
2035	4.25	10.27	20.77	83.72	270.13	294.50	257.12	228.69	178.09	38.24	143.21	5.85	1534.85
2036	6.79	13.37	7.95	37.49	165.49	277.72	283.05	236.64	288.21	171.78	119.78	6.57	1614.84
2037	16.69	12.86	26.07	95.89	204.76	233.68	297.06	290.92	423.64	150.33	19.93	8.13	1779.97
2038	3.09	20.05	28.12	191.42	197.42	223.45	179.35	268.38	256.16	75.78	49.98	22.27	1515.49
2039	2.68	5.82	13.75	134.86	254.42	386.63	182.03	319.61	425.88	9.60	37.45	4.62	1777.34
2040	3.05	4.29	7.38	69.08	93.53	351.00	395.50	264.89	164.93	108.12	8.51	3.50	1473.77

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา
(431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.13	1.26	2.96	7.62	54.32	200.35	186.32	348.46	205.21	40.77	69.30	12.27	1129.98
2022	1.88	2.36	34.04	53.30	122.72	254.15	87.98	126.25	50.99	83.70	65.43	2.29	885.09
2023	1.32	0.39	23.55	21.00	209.63	264.83	118.99	181.37	157.67	84.24	6.71	19.07	1088.76
2024	3.28	0.53	18.11	71.14	146.40	241.63	163.71	190.76	209.82	78.19	31.16	3.42	1158.15
2025	1.21	3.55	52.32	73.71	118.42	165.72	127.39	181.50	171.03	65.50	15.28	1.20	976.85
2026	6.29	0.94	12.90	88.36	29.07	205.94	281.80	175.42	78.37	14.41	23.24	25.88	942.61
2027	0.67	3.10	13.08	39.22	139.84	153.84	126.72	190.20	254.60	51.25	6.90	1.09	980.52
2028	2.38	2.43	4.89	95.79	117.47	252.19	111.95	92.09	175.15	54.25	18.54	34.62	961.75
2029	3.01	0.66	12.12	115.58	212.24	184.21	132.27	117.14	88.77	34.30	31.37	2.20	933.88
2030	2.27	3.29	4.39	27.06	100.05	521.39	264.92	191.42	168.74	94.50	66.16	2.87	1447.05
2031	3.81	2.83	14.21	62.72	115.83	185.31	153.73	211.69	288.84	9.28	8.57	6.12	1062.92
2032	2.02	0.58	32.83	46.13	114.94	166.69	175.83	188.98	166.10	5.62	7.31	3.42	910.43
2033	1.14	34.47	51.44	32.12	182.51	150.23	136.51	129.92	170.66	84.27	1.89	9.83	985.00
2034	3.27	1.57	35.80	32.73	371.97	275.59	139.00	188.37	200.83	38.48	40.23	1.95	1329.80
2035	0.64	0.48	4.37	9.09	133.13	169.48	227.35	146.44	273.22	88.55	27.49	2.79	1083.02
2036	3.53	7.36	6.13	38.06	142.78	108.21	211.33	184.78	132.55	34.22	13.28	16.05	898.27
2037	2.41	12.39	33.12	60.90	96.69	174.05	261.13	246.54	119.12	85.82	27.90	19.52	1139.59
2038	2.35	12.93	22.24	56.32	160.05	265.75	168.45	132.48	152.45	44.76	25.58	3.09	1046.45
2039	2.28	2.33	5.90	113.61	163.46	184.53	254.96	135.19	92.66	160.88	22.91	2.61	1141.32
2040	13.72	1.42	8.05	74.84	237.07	310.25	218.59	156.02	119.08	41.18	6.90	1.60	1188.74

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา
(431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.74	2.60	12.20	51.75	217.69	189.48	161.65	144.79	294.16	80.32	6.29	14.77	1177.43
2022	2.07	0.67	37.69	67.57	138.20	155.29	164.70	201.02	184.83	124.40	7.97	1.10	1085.51
2023	2.29	1.29	64.87	39.32	284.85	172.65	222.96	100.98	310.98	5.84	16.32	2.76	1225.10
2024	4.85	1.98	13.15	57.45	59.90	144.94	239.03	209.07	206.26	62.06	32.07	1.27	1032.04
2025	2.15	5.15	5.45	68.10	66.94	178.77	149.57	175.71	248.93	151.16	1.07	14.86	1067.87
2026	4.57	4.72	27.71	80.14	255.24	185.19	208.67	127.39	101.72	140.15	14.46	3.67	1153.64
2027	0.47	0.52	32.95	24.75	199.54	292.02	123.28	137.90	133.92	137.61	15.96	1.53	1100.44
2028	2.28	9.35	14.48	67.35	222.78	220.08	197.81	135.36	127.29	51.60	10.54	2.15	1061.08
2029	0.39	1.63	5.94	17.17	115.72	294.35	130.56	186.13	162.37	102.95	3.53	4.42	1025.16
2030	0.53	1.26	5.25	33.47	113.86	191.32	204.55	157.85	144.18	11.06	4.27	70.22	937.82
2031	0.40	2.28	2.01	45.16	358.43	238.37	192.15	119.33	159.98	99.70	5.20	5.07	1228.09
2032	12.54	1.91	49.89	68.20	294.46	162.60	146.87	129.35	194.14	66.57	8.23	1.87	1136.63
2033	1.40	3.11	16.35	19.88	52.97	207.15	131.17	154.06	111.27	171.02	73.24	2.64	944.25
2034	0.54	0.78	5.56	32.86	400.07	189.35	300.42	133.29	242.40	287.08	9.63	3.60	1605.59
2035	1.53	6.07	28.38	54.92	224.12	165.16	166.55	140.63	124.64	16.48	57.93	2.54	988.94
2036	2.59	3.73	5.57	31.54	87.54	261.34	205.88	188.06	165.49	66.50	46.06	1.97	1066.29
2037	6.16	4.95	28.63	35.00	134.96	176.10	211.56	162.04	168.38	58.92	5.52	7.37	999.58
2038	1.34	7.94	6.66	56.23	156.45	177.58	143.44	146.19	128.51	20.79	21.46	2.93	869.53
2039	0.37	9.21	9.30	56.44	73.90	197.10	113.37	136.79	387.82	2.25	36.19	2.15	1024.91
2040	2.99	2.95	3.38	40.14	31.10	175.37	288.25	233.02	109.45	74.84	4.97	0.54	967.00

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.18	3.99	5.73	34.57	110.59	351.28	175.60	321.18	139.14	58.42	65.10	26.44	1294.22
2022	5.38	9.95	7.72	55.65	186.99	281.17	109.95	234.36	65.72	187.55	119.30	9.37	1273.13
2023	3.74	0.56	25.71	86.78	318.88	390.26	156.80	183.17	237.92	147.74	18.70	42.99	1613.25
2024	9.97	5.51	23.63	86.45	188.03	253.11	222.80	218.18	157.76	124.93	94.71	15.20	1400.29
2025	6.40	28.32	52.90	87.18	194.92	180.39	189.13	326.98	222.99	166.42	31.18	12.59	1499.39
2026	13.89	2.66	41.05	88.34	53.56	387.04	274.77	211.86	91.22	28.96	45.60	11.38	1250.33
2027	1.28	6.42	19.66	70.75	205.84	342.16	150.16	199.73	211.12	115.28	24.75	4.06	1351.21
2028	5.47	13.50	5.89	103.60	191.42	343.86	186.19	135.15	140.09	59.99	62.51	8.53	1256.19
2029	4.07	1.71	17.94	69.76	233.29	175.34	133.72	167.13	169.85	93.67	20.90	8.85	1096.24
2030	5.92	5.68	3.82	62.23	122.93	684.72	238.30	186.77	225.98	95.86	89.55	6.16	1727.93
2031	2.36	17.01	7.68	87.38	127.97	256.92	162.89	255.83	240.65	5.96	55.23	29.42	1249.28
2032	4.93	0.90	13.35	53.87	138.06	202.37	218.46	218.54	253.21	86.56	10.68	4.16	1205.09
2033	3.76	21.19	11.53	87.88	263.67	315.90	171.05	180.93	259.89	134.29	3.26	9.22	1462.55
2034	9.30	2.44	63.70	48.75	542.54	184.05	214.95	217.22	542.31	64.46	82.00	7.08	1978.81
2035	2.55	1.26	6.76	57.43	43.91	184.29	216.66	149.48	265.58	141.42	58.81	4.90	1133.05
2036	10.15	8.01	15.17	97.58	106.38	153.85	254.97	182.99	260.90	35.05	84.49	11.26	1220.80
2037	7.29	16.77	79.15	107.19	128.67	200.00	463.12	251.26	149.90	152.04	51.64	11.93	1618.94
2038	5.84	24.69	24.74	40.49	232.31	277.74	215.31	177.73	259.18	124.89	48.64	14.85	1446.40
2039	9.32	3.71	19.38	82.67	256.28	305.98	194.51	180.93	124.20	229.89	71.43	12.24	1490.56
2040	28.32	3.41	42.47	116.61	333.55	343.22	281.13	182.78	129.72	142.59	45.34	5.34	1654.47

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	7.38	6.85	20.93	76.27	137.69	185.37	208.30	189.24	322.04	313.77	17.93	18.69	1504.47
2022	10.06	4.08	45.54	73.20	141.01	197.93	234.13	211.70	334.47	172.63	29.22	4.81	1458.78
2023	6.78	1.00	56.53	116.12	263.98	169.22	334.51	150.42	237.78	55.36	48.23	8.84	1448.77
2024	7.72	6.77	13.52	49.60	73.43	138.93	300.23	230.22	407.65	49.09	37.18	6.24	1320.60
2025	4.34	9.21	7.67	110.75	142.52	150.29	188.45	176.05	461.19	147.26	2.81	74.42	1474.96
2026	6.93	13.53	38.25	102.56	195.03	202.22	219.47	148.01	94.05	142.80	44.36	4.92	1212.11
2027	2.05	1.80	45.69	78.86	233.85	356.61	179.12	158.93	192.32	120.61	44.48	6.81	1421.12
2028	12.50	8.53	24.95	91.07	304.91	270.25	343.37	248.19	177.97	214.71	16.30	3.96	1716.70
2029	1.25	8.28	12.26	66.01	111.59	184.99	193.51	200.22	156.67	72.33	7.20	3.48	1017.81
2030	1.84	2.14	2.44	41.76	143.21	243.13	197.60	170.61	186.61	77.75	12.80	59.49	1139.40
2031	2.43	3.29	6.85	40.63	430.61	259.27	200.51	154.54	230.84	90.92	15.81	43.89	1479.60
2032	12.35	2.99	45.26	137.84	187.52	224.36	245.30	187.02	269.13	159.50	14.73	6.48	1492.48
2033	4.16	6.39	17.13	49.01	144.19	252.88	241.55	230.10	329.18	452.04	80.92	6.71	1814.25
2034	2.73	1.78	31.39	48.61	209.59	226.89	563.97	196.91	342.31	428.36	40.14	6.45	2099.11
2035	3.63	8.75	17.70	71.36	230.24	251.01	219.14	194.92	151.78	32.59	122.06	4.98	1308.17
2036	5.79	11.40	6.77	31.95	141.05	236.70	241.25	201.70	245.65	146.41	102.09	5.60	1376.35
2037	14.23	10.96	22.22	81.72	174.52	199.17	253.19	247.95	361.08	128.13	16.98	6.93	1517.09
2038	2.63	17.09	23.96	163.15	168.26	190.45	152.87	228.75	218.33	64.59	42.60	18.98	1291.67
2039	2.28	4.96	11.72	114.94	216.84	329.53	155.14	272.41	362.99	8.18	31.92	3.94	1514.85
2040	2.60	3.66	6.29	58.88	79.72	299.16	337.09	225.77	140.57	92.16	7.25	2.98	1256.11

ภาคผนวก จ

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง EC Earth3

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.26	0.07	0.40	33.22	190.66	189.13	199.91	222.31	359.16	7.01	3.46	4.11	1209.71
2022	0.19	0.71	2.67	12.35	72.31	209.53	168.46	206.28	243.16	35.04	5.47	32.53	988.70
2023	5.04	31.38	1.61	0.63	50.09	288.23	123.01	279.85	371.67	90.63	33.29	0.33	1275.75
2024	1.01	0.12	12.02	23.50	91.67	231.75	149.07	167.39	205.10	52.28	112.50	5.13	1051.54
2025	25.59	2.35	17.28	78.33	159.68	179.84	224.75	230.30	229.94	24.48	10.82	0.93	1184.29
2026	8.77	1.05	23.29	51.39	165.34	162.40	135.01	201.65	403.18	5.14	4.88	17.49	1179.61
2027	0.66	0.11	0.46	52.29	155.57	245.46	96.04	259.46	301.66	125.78	6.57	4.89	1248.96
2028	0.68	8.04	10.26	21.27	65.48	211.41	207.93	197.14	241.08	193.16	24.86	0.02	1181.35
2029	0.97	0.10	32.31	167.18	270.46	242.92	135.15	323.18	330.76	192.51	16.12	0.54	1712.20
2030	1.73	5.72	12.24	112.69	255.82	216.98	243.33	147.39	317.83	196.26	47.62	3.40	1561.03
2031	0.11	0.15	0.37	56.72	99.47	262.28	155.08	246.97	199.66	113.68	19.89	2.67	1157.05
2032	1.03	0.02	10.38	6.65	49.40	130.56	155.97	164.57	148.06	98.37	7.08	11.34	783.42
2033	10.26	1.04	20.40	123.67	275.00	230.64	153.78	216.41	387.86	48.20	24.30	8.32	1499.86
2034	0.67	16.67	75.27	97.47	173.94	254.07	154.43	262.95	442.00	23.37	1.58	3.05	1505.46
2035	0.22	0.39	4.25	51.41	91.46	281.99	161.22	129.69	248.39	31.61	6.81	10.60	1018.05
2036	4.72	0.00	4.46	32.59	21.02	124.02	94.50	266.69	295.89	8.14	4.00	6.57	862.61
2037	1.90	0.10	0.36	65.32	4.65	113.18	201.93	305.18	347.50	42.89	11.27	2.74	1097.02
2038	29.15	0.29	6.36	106.22	121.63	345.79	135.96	146.76	255.49	32.52	0.04	4.03	1184.25
2039	0.25	3.95	1.99	86.86	168.29	164.09	135.53	250.93	255.44	1.76	0.33	25.98	1095.41
2040	0.17	0.01	9.78	132.71	245.96	165.56	140.17	218.04	231.12	60.41	200.08	6.01	1410.02

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.47	0.76	0.03	35.06	54.11	169.55	233.74	154.37	330.29	111.33	59.92	3.49	1153.10
2022	11.10	16.44	17.75	81.01	180.27	261.55	157.64	302.17	273.09	306.05	4.24	25.64	1636.95
2023	11.32	4.32	10.32	99.96	253.95	182.83	95.89	277.36	284.35	43.52	0.06	1.06	1264.94
2024	0.09	3.07	0.08	18.79	236.85	257.37	186.31	167.94	67.06	36.01	2.12	2.76	978.46
2025	12.05	5.90	0.43	7.02	7.67	110.23	58.41	123.42	213.94	22.41	4.18	0.22	565.89
2026	3.86	0.45	1.67	71.46	265.66	211.27	230.87	206.07	342.84	203.36	6.89	11.50	1555.91
2027	28.50	0.03	34.01	83.07	127.92	158.03	65.70	137.72	158.04	25.93	1.56	1.54	822.06
2028	9.17	0.06	2.28	35.13	68.05	275.19	131.64	303.29	126.58	61.59	29.86	6.01	1048.85
2029	4.01	7.42	11.65	30.96	86.96	81.87	224.78	151.39	366.22	76.92	5.75	0.79	1048.71
2030	0.06	4.28	3.74	81.46	254.73	191.49	147.38	209.17	120.23	198.57	2.04	0.50	1213.65
2031	0.19	1.11	0.02	22.59	132.52	174.41	209.73	278.33	286.04	164.71	80.60	0.06	1350.31
2032	5.10	1.10	67.94	0.25	144.44	222.59	175.14	271.68	165.88	81.91	66.05	25.09	1227.15
2033	2.03	4.21	26.39	15.85	53.06	159.54	140.80	191.34	236.94	47.38	6.88	6.18	890.61
2034	44.32	0.06	4.06	0.03	133.62	166.33	215.45	189.85	254.79	50.22	39.23	32.53	1130.49
2035	31.18	9.23	0.24	96.64	165.07	162.31	152.46	264.85	248.56	138.25	8.02	0.49	1277.30
2036	0.10	0.43	5.64	75.81	108.39	249.94	121.87	173.48	296.89	62.12	56.99	0.23	1151.89
2037	7.26	18.19	3.66	9.24	90.97	99.52	265.15	268.33	309.79	23.17	10.01	0.43	1105.73
2038	1.47	7.95	5.96	10.80	88.59	142.49	247.96	240.86	145.66	14.27	6.36	1.39	913.77
2039	5.91	20.90	39.06	127.83	216.48	157.71	125.80	239.34	322.11	64.58	53.84	7.06	1380.62
2040	0.14	0.06	42.71	88.51	166.43	191.05	196.35	218.45	167.58	16.13	2.05	1.37	1090.84

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.07	0.20	1.56	3.38	128.51	226.45	219.00	206.38	479.67	2.37	5.31	9.36	1282.25
2022	0.05	0.92	0.04	3.76	62.50	316.91	169.98	313.40	372.46	31.05	3.32	19.25	1293.64
2023	1.74	42.27	0.24	0.46	29.74	384.08	202.48	414.10	411.87	62.83	36.07	0.04	1585.93
2024	0.77	0.04	8.63	27.12	85.73	249.95	240.82	227.35	319.36	54.77	60.36	15.04	1289.94
2025	26.98	6.45	19.07	65.29	114.85	198.62	296.89	390.15	277.75	39.96	6.62	2.46	1445.09
2026	11.44	0.09	41.21	47.55	198.41	236.53	189.27	310.41	446.27	5.83	1.72	6.16	1494.89
2027	0.38	0.04	0.68	35.95	173.69	377.47	119.15	339.23	531.03	97.47	3.04	4.42	1682.55
2028	0.02	9.00	11.84	2.35	72.89	274.28	280.10	246.64	307.36	126.18	13.08	0.32	1344.06
2029	2.27	0.10	45.18	164.57	326.02	309.99	134.38	434.48	426.41	154.92	13.13	0.21	2011.66
2030	1.77	12.20	10.49	101.28	170.80	246.34	297.03	242.44	455.76	99.79	24.00	0.80	1662.69
2031	0.04	0.15	0.10	63.34	74.44	332.01	182.42	366.50	247.97	92.23	9.13	1.54	1369.87
2032	0.62	0.00	1.78	6.81	13.80	149.18	254.70	293.53	152.60	107.23	4.69	11.11	996.06
2033	15.21	1.01	32.00	68.79	232.67	288.73	200.29	256.68	388.05	44.49	45.92	2.72	1576.55
2034	0.42	17.97	37.98	140.76	189.52	390.77	185.68	334.41	513.90	45.79	2.35	2.13	1861.68
2035	1.13	0.13	8.02	37.64	65.62	395.08	186.19	204.58	370.80	36.42	2.21	8.15	1315.98
2036	3.61	0.01	5.46	11.63	10.25	131.83	90.37	476.36	385.31	3.28	5.80	8.59	1132.50
2037	5.75	0.13	0.09	37.98	0.70	143.15	187.70	406.13	475.08	43.28	15.27	3.07	1318.33
2038	34.22	0.49	2.02	143.44	78.77	381.64	188.45	167.33	358.32	18.52	0.00	2.31	1375.50
2039	0.12	2.64	4.42	66.33	219.38	205.50	136.68	522.85	415.24	1.64	0.06	24.05	1598.92
2040	0.06	0.01	5.17	66.20	261.42	266.84	208.13	267.22	343.26	37.98	241.43	2.36	1700.08

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.02	0.21	0.02	43.58	27.74	167.85	242.65	235.82	401.35	72.79	38.76	7.39	1238.18
2022	9.53	19.22	13.35	61.98	216.24	338.33	232.22	350.11	373.48	196.96	1.69	36.10	1849.20
2023	12.49	3.15	9.96	72.02	288.89	195.64	79.15	355.34	273.75	16.15	0.48	3.11	1310.14
2024	0.02	5.95	0.05	54.15	142.06	260.26	262.75	254.25	59.08	28.67	1.90	0.09	1069.23
2025	27.20	18.62	1.06	0.86	0.01	155.98	102.07	232.99	241.57	21.84	13.25	0.01	815.48
2026	2.15	0.08	4.32	90.79	355.67	274.37	395.41	275.82	368.68	204.30	4.42	5.16	1981.16
2027	15.27	0.01	16.98	35.14	135.39	206.22	83.79	211.73	204.13	17.44	0.12	0.76	926.98
2028	17.29	0.01	1.47	11.82	51.95	311.39	128.36	399.23	185.10	28.45	12.72	2.14	1149.95
2029	2.19	3.79	13.22	18.67	46.18	129.08	269.56	233.97	482.27	72.01	1.31	0.21	1272.45
2030	0.04	7.86	0.67	70.21	298.32	296.48	172.82	363.99	147.33	168.64	0.63	0.12	1527.12
2031	0.08	1.49	0.02	9.01	100.78	215.79	312.28	365.89	447.32	150.63	48.32	0.02	1651.63
2032	1.66	0.41	35.71	7.47	111.13	303.13	253.50	443.70	199.73	71.84	85.79	30.38	1544.45
2033	0.73	1.09	15.76	13.54	39.17	204.58	246.86	320.92	359.65	60.60	4.25	1.76	1268.93
2034	84.05	0.01	5.21	0.00	88.06	134.18	235.64	240.73	289.73	24.90	32.56	49.27	1184.34
2035	34.72	7.23	0.62	83.17	155.22	225.13	169.44	461.87	356.86	125.01	0.70	0.17	1620.12
2036	0.02	0.70	8.46	56.37	148.11	305.62	220.95	215.89	293.64	45.74	49.11	0.36	1344.97
2037	12.99	34.11	1.98	10.27	123.79	107.90	370.05	459.73	354.22	19.19	3.06	0.20	1497.49
2038	0.76	7.37	0.45	1.14	61.18	152.07	333.70	337.44	141.42	14.13	5.76	0.59	1056.00
2039	16.31	23.32	46.15	50.14	298.30	287.94	169.61	395.95	449.17	58.34	37.85	7.52	1840.60
2040	0.01	0.03	49.44	22.68	180.73	296.60	268.63	252.29	221.25	6.35	0.55	0.21	1298.78

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.16	0.59	0.98	7.58	180.16	275.96	326.33	437.74	338.54	8.20	4.81	32.43	1613.48
2022	0.07	0.10	1.21	25.96	70.69	230.16	218.88	527.27	265.95	31.14	1.85	7.86	1381.13
2023	10.94	41.24	0.02	0.22	34.55	504.88	399.14	487.71	369.45	53.66	9.45	0.10	1911.36
2024	0.70	0.01	1.47	15.15	129.47	539.56	192.99	405.51	166.36	32.38	21.49	17.62	1522.71
2025	19.30	3.62	56.15	80.07	87.13	368.99	345.49	420.59	280.89	30.12	16.17	0.71	1709.22
2026	14.71	0.03	27.11	132.05	252.33	419.71	285.31	272.47	329.55	20.84	9.01	9.92	1773.03
2027	2.39	0.03	1.37	49.99	162.32	746.08	303.26	469.48	483.71	44.03	7.22	3.83	2273.70
2028	0.17	20.05	10.97	2.84	61.22	425.00	400.87	480.90	221.27	125.07	16.67	0.02	1765.06
2029	2.17	1.72	55.73	201.53	342.71	400.19	273.49	526.80	428.00	107.28	29.59	1.38	2370.59
2030	2.41	29.80	13.30	179.05	307.68	319.03	369.58	481.19	443.54	59.17	36.60	5.39	2246.74
2031	0.04	0.10	0.13	68.24	144.59	414.39	172.54	451.81	192.60	103.46	10.02	4.47	1562.38
2032	0.23	0.02	4.57	0.71	49.07	340.90	182.47	369.74	150.44	103.90	2.84	7.36	1212.25
2033	13.00	0.08	55.17	73.30	248.79	385.05	313.16	355.05	399.46	41.17	63.03	10.05	1957.31
2034	0.87	23.94	35.38	128.47	191.84	493.93	280.62	375.23	306.01	64.99	3.33	1.06	1905.69
2035	3.83	0.22	14.36	24.72	55.39	710.55	238.97	385.14	276.31	23.12	1.59	2.79	1736.99
2036	4.54	0.01	1.58	21.70	22.47	248.72	172.16	603.28	286.29	9.74	12.05	11.93	1394.46
2037	0.59	3.84	1.02	39.33	0.95	181.13	211.33	686.49	455.05	42.13	35.86	4.88	1662.60
2038	43.11	3.33	4.45	93.75	155.21	427.50	291.62	238.83	216.96	31.23	4.45	0.79	1511.22
2039	0.16	1.66	24.73	47.59	250.94	288.62	253.11	324.38	246.01	5.74	1.99	40.16	1485.08
2040	0.11	0.06	3.65	23.99	239.34	386.20	442.33	372.45	398.84	20.16	112.80	0.54	2000.49

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.05	0.09	0.03	48.97	85.89	338.06	455.92	291.22	344.90	58.82	40.42	30.30	1694.67
2022	3.13	12.91	30.87	40.78	236.20	555.89	200.01	456.44	434.85	157.24	2.62	30.50	2161.44
2023	11.06	5.55	43.76	114.05	262.94	321.43	195.22	498.00	231.81	7.17	0.72	6.69	1698.39
2024	0.06	8.19	0.06	75.73	158.85	299.75	312.74	382.66	72.23	17.67	1.09	0.62	1329.64
2025	6.38	15.90	9.45	19.87	1.31	285.76	201.71	281.99	212.69	61.06	23.38	0.25	1119.75
2026	1.01	0.01	3.48	82.12	436.28	364.47	569.76	421.68	300.68	135.28	24.94	6.90	2346.61
2027	18.06	0.01	26.76	55.65	215.49	419.70	173.91	381.71	195.80	40.51	1.08	1.30	1529.98
2028	16.47	0.35	1.51	7.19	102.83	519.32	187.21	496.50	243.19	15.30	17.92	1.46	1609.25
2029	5.98	6.14	13.32	73.99	69.44	214.93	476.82	460.29	455.58	81.78	6.28	0.44	1864.98
2030	0.10	10.51	0.41	48.85	281.44	267.71	301.17	337.58	136.05	99.55	1.95	0.92	1486.25
2031	0.26	1.06	0.15	13.05	120.37	260.80	540.96	497.87	301.58	67.93	40.09	0.08	1844.19
2032	0.28	0.08	52.76	9.01	309.50	389.01	469.83	449.60	201.23	67.77	65.07	37.81	2051.95
2033	1.34	3.79	22.92	64.94	38.54	276.41	256.61	404.54	363.32	56.81	6.83	9.55	1505.60
2034	54.38	0.13	34.46	0.01	137.93	211.96	341.71	191.00	152.24	27.14	45.02	76.93	1272.91
2035	11.24	2.86	1.24	129.44	261.14	428.38	313.68	462.95	155.76	88.69	5.46	0.27	1861.11
2036	0.03	0.62	11.97	92.25	150.64	424.33	294.41	261.31	201.49	18.94	28.00	0.58	1484.58
2037	19.42	27.20	10.48	8.05	116.72	288.33	399.87	527.44	375.25	15.50	5.12	0.24	1793.62
2038	3.01	0.29	2.64	4.11	88.72	235.77	414.65	559.50	134.69	9.88	10.56	9.71	1473.54
2039	14.72	37.67	56.34	88.45	294.65	428.32	213.14	349.79	298.74	47.93	34.62	40.92	1905.30
2040	0.34	0.05	7.79	28.14	248.51	538.50	416.40	295.78	125.49	28.29	0.71	0.17	1690.16

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.11	0.33	2.51	5.43	206.58	364.02	352.05	331.75	771.08	3.80	8.53	15.04	2061.23
2022	0.08	1.48	0.07	6.05	100.48	509.43	273.25	503.79	598.74	49.91	5.34	30.94	2079.55
2023	2.79	67.95	0.38	0.74	47.81	617.41	325.50	665.68	662.09	101.00	57.98	0.06	2549.40
2024	1.24	0.07	13.88	43.59	137.81	401.80	387.12	365.47	513.38	88.05	97.03	24.18	2073.61
2025	43.36	10.36	30.66	104.95	184.62	319.29	477.26	627.18	446.49	64.24	10.64	3.96	2323.01
2026	18.40	0.14	66.24	76.44	318.94	380.23	304.26	499.00	717.38	9.37	2.76	9.90	2403.06
2027	0.61	0.07	1.09	57.79	279.22	606.78	191.53	545.32	853.64	156.68	4.89	7.11	2704.73
2028	0.03	14.46	19.03	3.78	117.17	440.91	450.26	396.48	494.09	202.84	21.03	0.52	2160.60
2029	3.66	0.16	72.62	264.55	524.08	498.32	216.02	698.43	685.46	249.03	21.11	0.34	3233.78
2030	2.84	19.60	16.87	162.81	274.57	395.99	477.47	389.72	732.64	160.42	38.57	1.28	2672.80
2031	0.06	0.23	0.16	101.81	119.67	533.71	293.24	589.16	398.62	148.26	14.67	2.48	2202.09
2032	1.00	0.00	2.86	10.94	22.18	239.81	409.44	471.86	245.31	172.38	7.54	17.86	1601.18
2033	24.44	1.63	51.44	110.59	374.02	464.13	321.97	412.61	623.80	71.52	73.81	4.37	2534.33
2034	0.68	28.89	61.05	226.27	304.66	628.17	298.48	537.56	826.11	73.61	3.78	3.43	2992.68
2035	1.81	0.21	12.89	60.51	105.49	635.10	299.31	328.86	596.07	58.55	3.56	13.10	2115.46
2036	5.80	0.01	8.78	18.70	16.47	211.92	145.28	765.75	619.40	5.27	9.32	13.81	1820.52
2037	9.24	0.21	0.14	61.06	1.12	230.12	301.73	652.86	763.70	69.58	24.55	4.93	2119.24
2038	55.00	0.78	3.25	230.59	126.63	613.49	302.94	268.99	576.00	29.77	0.00	3.71	2211.14
2039	0.20	4.24	7.11	106.63	352.66	330.35	219.72	840.49	667.51	2.63	0.10	38.67	2570.29
2040	0.10	0.02	8.30	106.41	420.24	428.95	334.58	429.56	551.80	61.06	388.10	3.79	2732.91

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.03	0.34	0.03	70.05	44.60	269.83	390.06	379.08	645.18	117.01	62.30	11.88	1990.39
2022	15.32	30.89	21.45	99.63	347.61	543.87	373.29	562.81	600.37	316.62	2.72	58.03	2972.63
2023	20.08	5.06	16.02	115.78	464.39	314.49	127.24	571.22	440.06	25.96	0.77	5.01	2106.07
2024	0.03	9.56	0.08	87.04	228.36	418.37	422.37	408.72	94.97	46.09	3.06	0.15	1718.81
2025	43.72	29.93	1.71	1.38	0.02	250.75	164.08	374.54	388.33	35.10	21.31	0.02	1310.90
2026	3.46	0.12	6.95	145.95	571.74	441.05	635.62	443.39	592.66	328.41	7.10	8.29	3184.75
2027	24.55	0.01	27.30	56.50	217.63	331.51	134.70	340.37	328.14	28.03	0.19	1.22	1490.14
2028	27.80	0.02	2.37	19.01	83.51	500.56	206.35	641.77	297.55	45.73	20.45	3.43	1848.56
2029	3.51	6.10	21.26	30.00	74.24	207.49	433.33	376.11	775.26	115.76	2.10	0.33	2045.49
2030	0.06	12.63	1.08	112.86	479.56	476.60	277.81	585.12	236.84	271.10	1.01	0.20	2454.87
2031	0.13	2.39	0.03	14.49	162.01	346.89	501.99	588.18	719.07	242.14	77.68	0.03	2655.03
2032	2.66	0.66	57.40	12.01	178.65	487.29	407.50	713.25	321.07	115.48	137.91	48.84	2482.73
2033	1.18	1.75	25.34	21.77	62.97	328.87	396.84	515.89	578.14	97.42	6.83	2.82	2039.82
2034	135.10	0.02	8.38	0.00	141.55	215.69	378.79	386.97	465.75	40.03	52.34	79.21	1903.84
2035	55.81	11.62	0.99	133.69	249.51	361.91	272.37	742.46	573.65	200.95	1.13	0.27	2604.36
2036	0.02	1.12	13.60	90.62	238.09	491.29	355.18	347.05	472.04	73.53	78.94	0.57	2162.06
2037	20.88	54.84	3.18	16.51	198.99	173.44	594.86	739.03	569.41	30.84	4.92	0.32	2407.24
2038	1.22	11.85	0.72	1.84	98.35	244.45	536.42	542.45	227.33	22.71	9.26	0.94	1697.54
2039	26.22	37.49	74.19	80.61	479.53	462.87	272.65	636.49	722.04	93.78	60.85	12.08	2958.79
2040	0.02	0.05	79.47	36.46	290.52	476.79	431.83	405.56	355.67	10.21	0.88	0.33	2087.81

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.16	0.48	0.83	1.95	120.54	192.30	149.42	201.54	465.71	8.50	9.95	15.53	1166.92
2022	0.12	0.38	0.80	7.24	48.62	266.79	103.37	184.27	360.06	36.08	3.09	14.37	1025.19
2023	1.98	17.80	0.02	0.22	27.82	252.21	82.63	337.93	358.86	80.25	19.27	0.07	1179.05
2024	0.60	0.03	11.22	13.95	77.97	196.85	252.48	223.52	265.79	44.75	83.17	8.47	1178.80
2025	12.33	2.76	37.03	72.78	116.12	165.26	190.37	270.02	288.80	35.23	10.99	9.33	1211.02
2026	15.19	0.27	29.91	35.05	164.07	97.43	75.95	232.74	412.32	7.35	3.12	2.18	1075.58
2027	0.57	0.03	0.18	26.38	170.57	260.35	84.33	308.56	376.15	94.83	7.68	0.95	1330.58
2028	0.10	10.61	9.76	3.89	56.88	215.57	169.89	227.33	285.43	186.45	14.12	0.22	1180.24
2029	3.28	0.12	44.13	164.93	250.82	257.13	159.14	318.68	350.32	186.42	28.12	0.44	1763.54
2030	3.86	17.12	21.09	117.13	232.70	190.79	182.22	196.10	433.15	195.86	39.37	2.67	1632.07
2031	0.49	0.18	0.62	44.23	63.52	148.06	89.07	292.67	228.60	91.78	4.78	1.06	965.05
2032	1.17	0.00	2.37	1.07	1.83	89.46	183.01	216.03	175.75	101.61	6.71	5.58	784.60
2033	14.07	0.07	14.52	63.87	216.83	181.11	141.76	213.59	370.87	61.59	38.33	9.46	1326.05
2034	0.99	13.11	45.28	104.64	161.74	256.20	152.17	311.13	446.95	26.83	3.35	2.27	1524.67
2035	0.64	0.15	6.01	50.32	88.41	236.44	154.88	126.28	269.58	40.56	0.91	2.89	977.10
2036	2.18	0.00	2.12	0.16	20.97	94.11	66.90	322.24	307.35	7.69	6.86	5.51	836.11
2037	4.46	0.05	0.04	24.09	0.29	98.79	234.83	267.39	343.55	59.94	27.41	1.91	1062.74
2038	16.90	2.74	3.78	106.38	164.51	284.12	161.20	108.26	252.59	32.63	0.02	1.58	1134.71
2039	0.05	3.75	9.76	46.46	140.22	142.23	57.71	379.81	373.53	2.79	0.41	17.98	1174.70
2040	0.16	0.02	4.73	92.12	190.70	148.63	121.93	191.01	272.05	46.04	227.75	2.57	1297.72

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.03	0.12	0.01	34.95	35.16	118.38	168.74	192.63	313.25	99.72	47.64	16.21	1026.83
2022	4.28	6.10	17.42	34.72	187.05	239.42	174.35	245.08	385.25	240.11	7.67	33.31	1574.77
2023	14.79	2.01	15.20	35.05	206.49	298.24	85.73	297.84	301.65	22.01	2.82	0.91	1282.73
2024	0.02	1.96	0.04	71.98	164.65	250.71	179.28	219.28	85.42	27.67	1.19	0.23	1002.43
2025	10.78	11.73	1.85	6.16	3.73	116.20	54.70	166.54	258.05	44.15	10.40	0.32	684.60
2026	1.14	0.02	2.87	94.72	275.06	247.56	227.00	250.15	393.46	179.54	8.24	6.51	1686.27
2027	17.86	0.00	21.77	65.75	176.00	178.29	45.88	209.15	218.39	54.27	0.93	1.25	989.56
2028	10.56	0.02	0.17	10.74	29.84	206.15	124.05	289.57	192.85	51.71	21.44	1.37	938.46
2029	0.36	6.97	11.31	18.85	44.45	88.36	153.47	164.21	425.06	90.83	3.14	0.36	1007.38
2030	0.04	5.60	0.96	40.63	274.04	170.68	146.17	330.66	207.59	175.43	3.74	0.23	1355.75
2031	0.04	0.99	0.03	15.23	78.60	108.52	244.96	298.56	333.23	144.38	65.15	0.07	1289.76
2032	0.10	2.63	37.90	5.79	148.20	288.17	215.22	304.70	204.53	88.99	58.44	31.21	1385.87
2033	0.33	0.35	4.88	12.67	56.79	157.14	206.13	240.89	278.62	51.17	6.19	2.70	1017.84
2034	58.11	0.06	1.92	0.77	90.07	138.95	139.49	188.12	269.58	27.83	39.69	60.07	1014.65
2035	23.46	3.04	0.68	123.07	200.41	121.85	117.89	279.57	288.44	132.84	3.81	0.35	1295.41
2036	0.02	0.43	13.85	52.53	128.51	249.72	153.73	164.95	215.37	45.31	53.82	0.10	1078.35
2037	6.79	18.79	2.51	5.92	90.47	46.81	281.67	338.10	309.08	41.07	1.93	0.14	1143.30
2038	0.98	1.54	0.35	1.60	42.32	180.72	291.93	263.98	164.70	14.16	5.39	1.21	968.89
2039	17.34	15.05	19.95	89.86	193.08	151.96	168.35	233.79	392.22	73.27	41.55	12.97	1409.39
2040	0.07	0.03	46.79	54.44	149.04	208.49	212.67	240.66	206.86	24.56	1.16	0.05	1144.81

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.03	0.01	0.45	18.12	129.35	167.76	200.05	184.04	351.17	6.44	9.30	7.72	1074.44
2022	0.07	0.08	2.26	6.67	48.59	267.67	172.60	235.47	245.21	39.52	1.99	6.84	1026.98
2023	0.88	14.28	0.01	0.19	12.00	258.82	167.81	313.01	313.46	62.85	12.85	0.01	1156.19
2024	0.03	0.00	10.69	28.50	51.15	175.69	207.70	238.74	277.92	44.18	64.02	2.25	1100.88
2025	11.94	3.20	32.36	38.68	106.06	251.23	249.30	231.33	290.44	36.27	17.85	4.68	1273.33
2026	8.31	0.01	29.08	37.83	162.30	130.58	121.24	236.75	406.69	6.83	1.30	0.95	1141.87
2027	0.05	0.00	0.04	18.79	144.63	238.20	91.89	252.64	291.26	89.29	7.00	0.13	1133.94
2028	1.09	2.90	0.71	6.31	56.03	174.74	249.53	281.52	314.37	216.09	9.71	0.01	1313.02
2029	1.01	0.35	51.38	119.59	241.84	236.77	135.82	331.83	325.33	142.63	9.99	0.03	1596.56
2030	4.36	12.61	9.63	120.22	287.75	189.91	259.97	197.61	296.50	179.82	42.49	2.17	1603.03
2031	1.79	0.04	0.21	29.33	81.34	109.50	170.43	328.96	280.70	83.67	8.54	0.53	1095.03
2032	0.00	0.00	3.91	1.39	30.07	107.31	202.96	301.77	155.26	69.32	6.24	5.94	884.18
2033	2.52	0.02	12.02	45.70	164.29	215.28	189.91	292.72	323.55	92.06	17.75	1.46	1357.28
2034	1.27	7.70	35.12	93.44	160.60	260.68	185.51	317.84	438.25	17.66	1.30	1.94	1521.28
2035	0.54	0.03	0.19	6.45	75.35	249.83	203.38	168.36	270.07	45.19	3.28	3.76	1026.43
2036	0.22	0.00	0.52	3.41	14.89	87.05	71.03	305.26	276.78	8.65	0.50	2.01	770.31
2037	2.61	0.02	0.14	39.53	0.65	71.22	272.17	265.82	283.69	55.91	17.43	2.01	1011.21
2038	13.67	2.47	4.07	24.23	127.94	198.42	174.48	113.93	270.23	34.53	1.64	1.10	966.72
2039	0.02	3.08	7.52	67.22	121.55	164.82	196.69	267.30	343.14	2.39	0.26	17.79	1191.76
2040	0.03	0.01	4.79	74.87	155.44	230.38	239.18	240.77	220.94	77.49	114.62	0.16	1358.68

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.02	0.03	0.00	24.74	35.55	237.24	223.78	232.28	226.65	82.45	44.53	14.49	1121.75
2022	15.76	9.50	11.77	64.07	186.29	270.54	207.52	282.76	292.81	200.70	3.36	11.96	1557.04
2023	18.93	5.99	12.09	92.72	277.37	238.33	93.38	246.72	301.94	18.16	4.00	0.02	1309.64
2024	0.00	3.19	0.01	39.25	201.15	212.42	194.18	201.45	128.83	48.17	3.45	0.10	1032.21
2025	2.35	4.46	1.28	4.32	2.60	121.30	33.29	111.58	261.04	40.13	2.30	0.98	585.62
2026	0.43	0.08	0.43	87.04	242.84	271.62	204.51	219.70	344.88	130.84	2.14	11.47	1515.98
2027	17.46	0.00	8.52	46.26	143.86	204.64	204.53	345.04	268.08	44.15	0.36	0.92	1283.83
2028	7.31	0.02	0.30	5.50	45.77	272.53	129.63	257.53	197.92	66.04	17.34	1.44	1001.33
2029	0.17	4.66	6.35	26.03	40.62	80.83	231.96	265.48	310.31	80.13	5.29	0.59	1052.43
2030	0.00	6.36	1.91	46.11	172.25	178.81	186.67	290.53	204.51	149.77	1.50	0.10	1238.51
2031	0.03	0.73	0.00	19.38	77.77	101.25	340.61	285.49	330.35	129.83	36.63	0.01	1322.09
2032	1.96	0.94	26.17	4.93	94.78	248.71	184.64	242.20	171.55	96.91	37.22	20.76	1130.76
2033	0.12	0.42	9.23	3.50	46.94	181.52	223.26	220.11	287.87	35.78	1.14	0.82	1010.71
2034	28.12	0.05	3.27	0.00	107.35	213.92	215.83	235.10	329.17	39.17	35.63	27.85	1235.45
2035	15.02	4.10	0.01	80.84	182.48	162.82	188.49	278.53	284.16	146.64	4.46	0.09	1347.65
2036	0.00	0.09	9.85	55.97	137.07	269.53	204.88	238.53	279.73	48.11	44.52	0.01	1288.28
2037	5.48	12.73	0.90	3.47	69.07	25.73	256.25	298.07	354.88	35.12	3.02	0.02	1064.74
2038	2.12	0.61	5.06	1.29	30.48	178.34	230.32	265.44	160.76	18.94	6.44	0.40	900.20
2039	13.47	6.23	12.74	88.98	175.61	173.03	207.93	231.34	337.71	50.07	25.93	2.83	1325.88
2040	0.07	0.01	76.05	48.04	126.25	245.80	181.33	234.20	240.46	41.55	0.25	0.02	1194.03

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.05	0.21	2.30	25.19	178.13	243.63	203.53	262.23	497.43	12.37	1.89	15.58	1442.54
2022	0.12	0.07	2.76	16.03	72.98	366.30	177.89	300.53	445.62	53.88	2.45	13.39	1452.03
2023	1.52	14.55	0.01	0.01	28.66	241.08	205.28	440.25	410.43	71.80	3.70	0.06	1417.35
2024	0.25	0.00	2.02	30.48	115.82	259.52	270.85	280.99	298.99	59.66	68.53	14.23	1401.36
2025	17.04	0.51	49.19	72.19	97.71	206.68	239.82	286.19	305.07	71.34	14.98	5.21	1365.94
2026	6.87	0.05	24.46	75.07	181.24	136.57	88.03	357.97	370.26	15.75	11.15	2.65	1270.08
2027	0.84	0.01	1.70	22.46	168.40	281.63	143.86	436.22	470.23	78.77	5.09	0.19	1609.39
2028	0.46	9.76	8.20	0.01	55.08	244.91	264.92	339.66	403.44	184.89	12.72	0.43	1524.49
2029	0.32	0.13	37.67	144.50	323.74	295.47	191.46	326.55	369.98	166.83	49.09	1.31	1907.05
2030	10.88	23.42	9.44	173.89	306.44	299.45	289.02	253.27	505.79	185.98	38.44	2.75	2098.76
2031	1.80	0.04	0.32	58.79	132.70	272.17	112.38	390.81	329.01	105.33	9.57	0.13	1413.04
2032	0.69	0.00	6.27	0.76	24.40	176.69	236.26	299.44	191.21	96.83	7.28	14.63	1054.46
2033	8.88	1.62	19.55	42.18	253.25	179.19	133.75	235.88	436.63	86.90	31.24	9.75	1438.80
2034	2.07	25.97	50.90	112.41	190.54	327.49	269.16	351.56	519.80	72.05	3.79	3.26	1929.00
2035	0.90	0.20	0.88	34.63	58.64	269.04	279.58	216.42	369.40	51.49	1.61	8.87	1291.65
2036	2.06	0.00	0.03	3.72	18.43	113.70	72.77	344.71	298.20	9.44	2.64	3.07	868.77
2037	0.74	0.16	1.28	43.41	0.80	119.72	275.06	342.07	420.45	88.15	26.18	5.40	1323.40
2038	30.43	1.42	8.12	100.70	215.62	256.28	255.91	141.48	323.86	67.17	5.95	3.37	1410.32
2039	0.02	1.26	12.96	26.33	137.24	180.65	113.52	473.19	485.83	4.71	4.74	4.34	1444.79
2040	0.19	0.10	5.06	46.28	221.62	253.95	246.58	260.66	390.65	84.10	149.60	0.27	1659.06

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.02	0.33	0.01	16.25	64.57	144.51	201.37	236.33	305.55	94.59	47.60	22.19	1133.33
2022	3.00	6.24	39.07	52.72	287.37	255.94	258.59	305.25	423.77	198.97	4.19	53.38	1888.49
2023	30.15	4.20	14.10	82.75	264.67	380.85	100.37	309.64	339.64	18.41	9.79	0.58	1555.14
2024	0.00	2.97	0.01	106.88	227.94	320.57	203.31	292.92	78.53	36.70	1.35	1.96	1273.14
2025	1.56	5.99	6.16	7.05	0.17	100.02	62.63	154.95	332.77	60.82	30.41	2.91	765.44
2026	0.38	0.01	4.65	90.93	347.82	252.89	280.04	324.87	465.89	140.18	15.99	22.95	1946.59
2027	42.19	0.00	16.34	68.98	189.12	253.03	127.87	306.56	272.15	65.28	1.08	0.78	1343.37
2028	10.90	0.11	0.01	0.25	60.50	287.40	150.01	331.94	328.28	75.28	17.17	0.42	1262.27
2029	2.08	11.94	1.84	42.83	55.11	145.92	254.09	284.30	512.20	87.06	1.96	0.69	1400.02
2030	0.02	14.04	2.57	55.41	283.29	277.57	193.34	461.48	293.10	174.22	4.10	0.52	1759.67
2031	0.25	0.23	0.00	4.45	47.14	139.76	347.31	340.95	352.79	144.38	57.80	0.11	1435.17
2032	0.18	5.44	40.62	4.22	157.62	387.39	265.87	389.20	207.22	100.71	44.56	26.76	1629.80
2033	0.17	4.13	4.98	18.36	42.75	217.92	277.47	327.31	302.42	37.45	4.06	0.26	1237.27
2034	28.39	0.08	35.35	0.00	127.26	216.93	232.87	251.03	309.45	73.96	67.42	61.94	1404.67
2035	3.33	2.97	2.52	125.25	203.87	198.05	185.11	364.15	275.31	157.48	2.03	0.25	1520.32
2036	0.12	0.21	17.03	47.02	141.50	268.95	211.86	218.52	222.62	40.19	34.01	0.13	1202.17
2037	6.95	22.30	9.03	1.06	82.98	85.10	240.35	471.81	310.99	31.87	0.80	0.02	1263.26
2038	8.06	0.91	0.69	5.85	59.83	216.74	344.25	396.03	236.40	20.23	12.01	17.38	1318.39
2039	26.96	15.55	18.09	115.65	179.07	171.33	201.66	299.27	427.61	79.01	51.91	21.11	1607.23
2040	0.04	0.02	10.75	72.85	158.54	329.51	304.37	281.03	258.06	40.37	0.48	0.02	1456.02

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.22	0.69	2.89	21.12	110.70	287.84	224.18	335.52	549.39	36.91	6.70	18.67	1594.83
2022	0.29	6.10	0.02	5.69	34.95	351.07	161.72	407.91	449.42	56.75	2.77	3.24	1479.93
2023	8.51	16.22	0.06	16.26	51.83	274.47	390.13	575.14	384.73	50.95	10.24	0.44	1778.99
2024	0.57	0.04	4.49	21.50	107.32	294.88	279.14	383.15	389.79	63.18	38.60	29.24	1611.89
2025	8.71	1.93	59.12	105.71	154.68	262.44	240.07	273.51	304.67	157.57	23.08	16.75	1608.24
2026	3.65	0.08	22.59	76.64	195.19	235.01	303.85	291.61	354.33	60.40	5.90	3.42	1552.67
2027	16.55	0.00	2.98	36.05	252.20	472.62	336.31	711.84	760.84	131.68	9.62	0.31	2731.00
2028	0.07	0.04	0.45	0.13	36.17	300.50	323.26	398.80	415.58	142.90	25.86	4.73	1648.49
2029	14.90	4.73	70.96	165.01	353.65	304.58	226.98	367.45	356.16	169.50	66.79	5.01	2105.72
2030	19.02	29.04	6.48	229.03	270.06	370.42	289.74	357.47	584.65	132.22	46.77	13.90	2348.79
2031	0.11	0.11	9.83	31.05	173.20	402.64	180.93	438.84	279.44	111.24	17.76	9.65	1654.81
2032	0.27	0.00	15.21	0.46	21.59	411.40	341.75	427.24	331.34	98.34	21.26	46.41	1715.27
2033	5.34	10.66	45.41	59.89	322.04	324.21	341.72	249.82	494.21	162.46	54.60	22.95	2093.31
2034	3.99	36.12	27.85	183.32	291.87	429.70	268.38	392.77	478.98	117.67	14.98	9.56	2255.19
2035	3.69	0.02	5.65	23.66	46.73	328.44	436.82	244.07	373.77	42.38	3.35	5.92	1514.50
2036	2.62	0.00	0.00	0.96	25.04	186.92	99.15	607.39	372.48	45.63	0.65	5.73	1346.56
2037	0.15	0.91	3.42	54.18	6.97	168.91	344.91	304.99	367.42	137.89	44.67	27.91	1462.33
2038	6.91	0.12	13.00	92.35	403.98	292.18	317.32	177.83	350.62	77.60	31.25	4.77	1767.90
2039	1.06	3.39	30.16	35.97	197.27	316.66	199.15	565.10	467.83	5.02	17.85	19.66	1859.13
2040	0.15	0.03	10.91	42.01	166.49	309.58	318.28	365.80	480.80	82.92	138.30	0.03	1915.31

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.06	0.55	0.00	17.14	71.60	192.41	339.86	262.96	374.77	81.50	71.01	13.53	1425.39
2022	12.83	21.59	81.23	95.14	385.47	415.94	255.77	314.03	414.22	234.40	7.68	63.96	2302.25
2023	36.24	19.38	63.64	129.54	248.26	375.56	112.69	309.33	386.49	46.87	3.28	17.32	1748.59
2024	0.28	9.78	0.00	126.29	225.49	456.63	247.98	431.87	98.51	42.28	0.93	3.10	1643.13
2025	0.11	3.31	9.69	4.84	23.69	78.51	88.57	191.20	358.29	136.10	41.95	0.80	937.04
2026	2.48	0.00	4.99	84.91	450.66	379.00	240.16	383.68	361.83	133.54	42.65	25.08	2108.99
2027	49.04	0.02	8.16	93.40	256.19	204.66	97.79	408.34	324.55	93.96	3.80	0.06	1539.97
2028	35.01	0.02	0.00	0.02	50.45	313.15	172.41	281.34	410.02	54.07	21.29	0.43	1338.21
2029	2.90	8.99	4.04	61.37	74.26	176.70	367.81	351.98	630.59	79.75	5.45	3.91	1767.75
2030	0.01	14.44	10.82	64.03	306.89	315.74	190.87	503.29	252.83	127.41	2.24	3.03	1791.61
2031	21.00	0.16	0.09	2.94	93.09	236.98	447.64	408.75	392.06	127.35	50.76	0.14	1780.94
2032	0.57	1.91	37.33	14.35	194.51	581.69	272.18	389.51	210.75	73.52	64.81	16.16	1857.29
2033	5.00	7.17	6.61	4.44	38.91	218.22	390.54	452.14	336.90	80.35	4.49	9.59	1554.36
2034	4.10	1.19	22.83	2.31	128.12	264.21	251.66	284.72	284.94	93.69	110.66	38.04	1486.47
2035	3.00	1.68	8.22	84.88	268.21	385.93	249.47	524.22	301.43	167.76	1.45	0.46	1996.70
2036	0.61	0.18	16.03	62.42	133.43	410.78	317.84	270.63	267.00	52.71	15.56	0.29	1547.49
2037	3.51	7.23	5.72	2.79	155.96	178.11	341.89	487.24	342.00	52.05	0.53	0.03	1577.07
2038	14.84	1.16	2.06	1.87	65.07	270.89	453.97	428.59	253.49	54.84	22.06	38.88	1607.71
2039	18.83	28.44	54.06	159.58	288.21	307.52	289.82	352.15	412.67	100.43	102.37	18.18	2132.26
2040	0.03	0.08	15.12	92.39	174.52	410.33	354.01	281.89	248.12	43.17	0.71	0.16	1620.53

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.02	0.02	4.84	19.09	116.70	121.79	123.48	106.35	360.88	14.10	11.04	6.22	884.52
2022	0.05	0.06	3.35	26.35	21.34	164.62	163.45	179.78	206.96	39.55	2.19	35.46	843.15
2023	2.06	9.03	0.02	0.15	16.41	185.23	109.50	238.11	328.77	105.24	8.87	0.01	1003.42
2024	0.04	0.01	14.01	38.09	55.49	115.04	106.86	141.93	318.76	77.24	82.02	6.40	955.90
2025	10.43	0.08	48.25	105.15	118.54	210.51	112.98	153.35	311.26	100.19	44.46	7.72	1222.94
2026	4.10	0.07	15.66	59.80	148.53	75.29	62.99	195.00	354.20	12.02	8.90	3.63	940.19
2027	0.21	0.00	0.82	11.95	109.47	116.00	79.59	249.39	270.65	159.29	17.33	0.55	1015.24
2028	0.48	3.95	0.64	7.18	30.65	170.38	204.40	228.41	350.28	228.32	14.28	0.17	1239.13
2029	2.28	0.47	35.84	185.35	186.97	167.30	123.29	241.86	319.74	141.54	26.59	0.41	1431.64
2030	13.84	14.15	13.07	138.07	246.71	167.14	191.68	180.53	303.02	199.88	44.06	2.05	1514.20
2031	0.65	0.12	1.54	55.70	92.76	94.46	84.57	303.50	291.72	115.99	17.56	0.66	1059.24
2032	0.30	0.00	6.64	0.33	23.92	87.76	177.85	191.38	184.47	61.04	11.37	11.72	756.80
2033	4.17	0.02	16.90	47.33	180.73	171.24	106.81	196.52	314.68	111.79	20.02	0.89	1171.10
2034	3.91	16.30	39.79	149.91	246.44	164.01	142.15	241.35	431.31	29.01	1.30	5.63	1471.11
2035	1.25	0.04	5.11	21.79	48.10	213.60	185.38	141.66	244.70	53.09	6.59	2.22	923.51
2036	0.20	0.00	0.03	0.61	11.06	52.51	31.85	182.98	281.10	16.63	0.49	1.49	578.94
2037	0.13	0.01	0.47	51.78	2.66	121.54	191.52	188.35	251.19	118.66	18.35	2.62	947.27
2038	16.22	1.38	11.04	47.14	144.14	160.11	131.89	97.21	254.15	62.73	11.69	5.67	943.37
2039	0.05	5.34	3.85	90.06	128.65	129.94	34.26	185.02	310.35	3.95	3.90	13.76	909.15
2040	0.02	0.03	3.81	84.74	149.63	261.14	164.75	156.06	182.92	129.34	153.81	0.69	1286.95

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.21	0.03	0.00	22.49	54.49	149.81	196.26	188.03	228.81	122.82	63.85	29.31	1056.11
2022	11.07	7.71	22.47	77.48	180.50	165.73	147.42	207.11	299.06	281.95	3.13	11.21	1414.83
2023	22.53	5.62	9.83	171.69	290.36	229.06	108.24	161.45	320.89	38.44	4.58	0.12	1362.79
2024	0.00	4.39	0.01	53.47	191.31	149.10	127.20	117.39	144.72	70.47	1.90	0.21	860.18
2025	1.00	1.27	0.63	8.45	4.82	101.18	29.30	120.11	293.23	61.15	7.74	0.01	628.89
2026	0.41	0.00	1.02	75.34	176.27	200.24	169.06	171.41	286.12	146.88	4.54	30.76	1262.05
2027	26.75	0.00	9.65	94.87	173.58	158.25	54.94	187.49	289.13	75.67	1.05	1.45	1072.82
2028	2.95	0.01	0.47	13.18	44.86	170.61	104.36	164.11	224.85	76.88	18.49	0.93	821.72
2029	0.47	5.44	2.34	14.86	52.57	67.77	171.25	192.45	395.01	95.10	4.60	0.98	1002.85
2030	0.00	9.34	4.06	65.95	168.53	138.65	121.29	289.96	199.97	156.43	1.20	0.19	1155.56
2031	0.30	1.07	0.00	23.14	89.17	118.22	247.93	235.17	309.88	154.41	39.33	0.02	1218.65
2032	2.86	2.33	38.08	3.00	96.20	215.19	111.50	124.17	187.16	86.32	39.16	30.77	936.75
2033	0.14	3.66	14.80	14.51	48.76	86.18	174.27	211.63	231.89	29.22	7.60	1.05	823.72
2034	12.65	0.00	3.61	0.00	120.03	141.89	151.66	193.77	351.26	48.57	69.05	46.91	1139.42
2035	4.64	3.88	0.09	124.21	111.42	95.25	126.15	267.52	335.76	174.22	9.34	0.11	1252.60
2036	0.00	0.01	21.04	80.98	92.22	193.19	209.40	177.90	270.16	57.98	56.41	0.35	1159.64
2037	3.78	7.45	0.81	19.94	62.12	23.51	210.45	286.34	348.12	33.74	13.86	0.02	1010.15
2038	8.84	0.83	18.79	7.39	19.93	158.32	210.61	202.99	225.79	21.36	10.39	4.17	889.41
2039	16.74	8.60	18.80	116.56	231.73	150.67	164.85	229.09	408.63	70.32	29.58	3.64	1449.21
2040	0.08	0.01	69.08	77.85	148.16	194.30	116.27	184.51	294.28	78.60	1.30	0.00	1164.47

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.01	0.37	4.73	36.83	146.15	207.24	170.23	263.62	519.07	25.18	6.92	12.21	1392.55
2022	0.12	0.56	10.25	14.50	56.36	312.23	187.46	254.19	330.72	76.72	2.36	26.93	1272.38
2023	1.35	8.76	0.06	0.12	44.57	170.41	163.15	443.34	322.93	77.67	6.23	0.02	1238.60
2024	0.39	0.04	7.66	23.49	118.11	188.86	270.99	222.03	402.68	68.08	65.30	22.15	1389.78
2025	11.72	0.13	68.78	99.59	126.48	153.69	118.12	202.88	356.38	117.88	24.69	8.25	1288.58
2026	2.12	0.07	41.92	65.30	148.58	143.77	94.52	248.13	381.47	17.99	6.97	2.79	1153.65
2027	1.51	0.00	6.90	16.29	172.99	212.09	171.35	371.95	449.99	114.10	17.46	0.39	1535.01
2028	0.09	2.13	2.35	0.09	47.53	218.48	266.92	247.16	443.85	205.08	26.01	2.48	1462.18
2029	0.39	0.25	51.59	181.14	334.25	254.88	159.55	290.61	388.56	143.36	48.18	1.04	1853.80
2030	15.79	11.97	9.32	155.07	298.12	245.95	285.40	238.64	444.02	227.03	70.56	12.59	2014.46
2031	0.20	0.05	1.22	53.58	144.02	252.15	127.59	388.57	419.66	112.57	20.54	0.64	1520.81
2032	0.35	0.00	8.61	1.19	33.27	131.53	253.96	287.37	300.36	114.83	9.94	24.44	1165.84
2033	9.91	5.96	27.77	52.31	282.77	189.12	165.66	186.00	436.45	175.32	29.59	10.81	1571.68
2034	3.44	42.75	51.04	134.10	258.02	216.92	191.20	297.77	407.12	90.95	5.53	4.06	1702.91
2035	2.40	0.11	0.51	32.11	47.14	207.73	224.89	100.68	365.51	64.26	4.09	3.28	1052.71
2036	1.68	0.00	0.00	0.09	22.30	148.80	63.34	286.09	364.52	24.06	0.58	4.81	916.28
2037	0.99	0.11	1.38	54.51	7.04	129.51	230.26	258.31	392.39	127.67	20.89	7.05	1230.12
2038	15.19	0.09	36.02	83.03	206.97	253.21	242.31	151.45	340.70	86.05	14.37	5.26	1434.65
2039	0.01	5.41	21.57	76.15	124.43	211.43	121.40	392.47	499.46	9.58	7.32	16.88	1486.11
2040	0.39	0.30	10.34	66.41	203.72	231.82	199.11	216.52	334.57	106.64	162.57	0.69	1533.07

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.22	0.74	0.00	24.59	80.07	181.03	238.93	272.71	282.21	162.12	60.17	12.12	1314.91
2022	5.81	9.80	81.95	96.62	273.67	257.76	196.87	249.62	405.48	215.86	4.27	34.75	1832.48
2023	55.06	12.80	32.95	109.15	321.62	408.62	124.57	251.13	445.55	47.30	2.66	4.02	1815.43
2024	0.00	7.86	0.03	119.21	205.60	298.74	173.82	183.61	126.20	68.47	1.87	2.55	1187.95
2025	0.11	2.96	5.99	22.49	1.00	87.78	47.25	157.51	365.36	91.07	27.43	3.21	812.16
2026	1.87	0.00	8.67	51.11	320.14	301.56	174.75	228.81	370.22	155.99	13.22	29.60	1655.94
2027	39.69	0.04	18.98	122.73	175.98	148.37	54.11	296.54	368.24	103.74	2.15	0.34	1330.91
2028	18.32	0.07	0.17	5.00	59.07	258.69	136.01	246.98	351.53	76.54	23.41	1.50	1177.31
2029	1.88	4.19	0.15	54.52	63.49	136.91	198.87	240.28	504.75	84.21	1.93	0.68	1291.84
2030	0.01	6.03	4.62	51.09	212.61	234.28	171.82	390.72	338.86	187.77	10.33	0.55	1608.69
2031	0.55	0.15	0.01	14.98	96.83	117.72	329.98	306.43	364.67	173.04	45.43	0.17	1449.96
2032	9.77	4.67	47.12	2.38	164.21	435.09	225.37	321.25	200.04	78.42	49.84	12.85	1551.01
2033	0.21	5.04	10.14	7.46	29.84	186.30	187.75	265.63	259.90	36.34	7.60	1.31	997.53
2034	18.77	0.12	36.28	0.00	157.97	267.61	209.16	268.26	430.16	85.06	90.08	70.11	1633.58
2035	2.36	1.31	3.89	162.80	182.23	200.75	210.53	350.00	369.60	200.58	5.72	0.31	1690.09
2036	0.09	0.10	10.60	75.65	119.91	266.66	275.21	216.05	274.03	54.55	25.67	0.49	1319.02
2037	5.64	22.75	14.52	26.54	96.87	74.11	184.58	347.90	363.82	62.90	2.50	0.02	1202.14
2038	8.55	1.96	7.51	4.54	66.12	234.33	233.54	349.94	333.90	32.62	29.69	15.83	1318.54
2039	23.76	10.36	26.31	124.84	218.99	173.56	168.11	280.31	499.22	83.92	57.90	14.96	1682.25
2040	0.17	0.02	13.10	118.46	161.04	254.19	228.41	270.96	312.67	75.37	1.84	0.06	1436.30

ภาคผนวก ฉ

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง MIROC6

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	18.63	16.11	39.27	40.06	193.41	62.78	122.72	161.56	285.27	46.72	23.39	5.43	1015.36
2022	3.06	14.82	17.44	50.79	244.58	89.50	101.34	344.07	279.15	171.85	32.83	7.89	1357.30
2023	23.94	24.41	76.62	76.94	268.99	123.16	114.37	271.71	294.61	131.80	11.82	2.98	1421.37
2024	0.19	7.05	47.39	88.07	120.63	99.21	141.82	180.28	187.50	138.23	2.70	0.98	1014.07
2025	0.58	2.18	4.42	115.60	190.58	99.07	248.50	106.30	254.37	178.77	63.71	7.73	1271.79
2026	2.80	65.06	31.97	50.68	69.64	102.26	137.27	365.72	248.72	19.89	25.70	8.47	1128.18
2027	4.64	13.47	29.30	27.87	185.95	187.17	133.75	373.81	289.25	206.83	10.49	4.72	1467.26
2028	18.03	15.43	16.44	54.51	176.65	238.66	145.87	273.89	252.72	60.59	7.29	2.05	1262.13
2029	7.88	73.67	3.54	134.11	147.96	256.13	318.59	282.31	183.34	225.08	23.90	16.34	1672.87
2030	3.08	55.57	17.17	84.68	182.93	107.17	255.71	100.40	182.69	44.27	2.44	2.64	1038.75
2031	1.92	22.19	30.28	65.31	290.56	71.22	115.32	236.23	329.96	59.47	26.88	0.80	1250.12
2032	0.72	5.48	4.90	85.08	92.53	121.53	259.72	327.20	207.47	53.43	34.33	7.02	1199.39
2033	0.36	7.53	37.43	92.11	170.36	132.11	74.45	288.78	253.01	82.27	11.76	6.70	1156.88
2034	1.10	8.90	37.05	180.91	213.22	92.51	77.42	401.01	292.50	103.90	46.38	2.05	1456.95
2035	2.61	3.76	8.73	130.15	146.87	126.91	136.33	296.35	222.14	57.70	11.94	26.82	1170.29
2036	3.31	43.59	0.71	76.51	131.41	101.51	188.06	165.08	191.32	110.26	65.40	9.14	1086.29
2037	32.92	29.87	40.41	146.61	498.39	291.22	159.19	235.63	193.27	94.67	11.31	11.89	1745.39
2038	2.42	1.11	19.90	126.88	179.37	92.43	187.05	135.40	201.00	14.44	7.11	2.67	969.79
2039	6.51	15.08	82.18	45.16	97.42	75.70	304.23	122.59	282.13	101.89	10.27	8.55	1151.72
2040	2.28	5.39	19.01	59.51	101.66	231.52	222.24	348.98	236.23	312.82	3.42	11.82	1554.89

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.27	7.33	29.51	70.72	119.48	300.40	170.32	216.00	231.81	27.40	97.41	5.54	1276.19
2022	1.02	5.67	27.62	57.61	98.58	40.00	151.40	143.83	241.90	55.47	29.77	3.25	856.13
2023	2.45	5.51	38.89	127.92	86.69	100.35	246.88	222.61	359.90	183.23	7.35	1.39	1383.17
2024	4.80	3.90	5.64	91.75	190.45	303.97	234.39	252.22	350.83	57.60	39.29	2.85	1537.69
2025	6.88	5.54	17.37	29.15	128.97	153.33	114.92	221.50	168.68	58.50	34.39	36.81	976.05
2026	17.09	10.13	69.56	74.76	155.24	237.49	228.22	232.03	346.94	71.42	28.21	46.64	1517.72
2027	5.87	0.74	32.62	74.93	136.73	71.11	153.62	150.50	177.90	273.43	4.88	4.74	1087.07
2028	1.95	22.27	9.97	62.74	195.66	125.99	255.03	264.00	214.46	278.87	13.69	1.89	1446.53
2029	7.12	1.72	40.27	89.90	128.61	253.69	108.29	241.78	287.43	178.74	59.07	1.56	1398.17
2030	3.43	17.08	4.97	50.72	247.40	236.15	189.31	276.54	215.76	75.06	5.26	0.41	1322.11
2031	1.93	9.09	5.27	85.90	210.74	44.84	239.22	299.00	255.02	110.37	96.62	17.75	1375.75
2032	12.01	20.19	44.62	60.17	233.84	155.10	140.62	150.62	212.75	119.89	20.72	2.79	1173.32
2033	1.83	4.47	2.67	91.12	110.42	116.97	256.53	274.59	236.17	122.56	8.21	65.34	1290.87
2034	25.87	12.89	65.70	49.69	118.44	170.13	129.92	269.60	109.86	462.63	5.44	8.68	1428.84
2035	1.18	5.60	14.64	39.44	243.68	76.73	98.10	315.70	229.27	251.84	9.29	17.72	1303.19
2036	7.51	80.07	29.03	89.33	158.85	151.91	216.76	185.53	501.81	135.83	11.50	2.33	1570.49
2037	1.20	1.92	8.70	143.78	169.89	101.68	301.42	268.61	164.86	90.48	28.33	24.12	1304.98
2038	1.29	18.62	35.56	58.74	101.65	411.65	215.20	137.29	216.01	311.83	79.69	14.38	1601.91
2039	17.87	19.63	58.69	90.70	105.59	136.13	32.35	180.02	225.97	194.68	8.90	20.95	1091.48
2040	0.62	9.37	3.99	105.53	130.76	432.62	138.85	326.67	183.02	49.47	26.00	8.80	1415.70

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	20.92	8.53	69.51	74.11	216.54	83.25	153.33	179.80	391.62	28.35	28.64	7.67	1262.26
2022	2.46	21.36	28.25	80.30	195.74	112.35	137.02	438.36	298.33	139.46	36.85	7.85	1498.31
2023	25.92	25.79	99.23	124.54	348.71	166.72	133.37	272.59	276.01	115.69	7.44	3.08	1599.09
2024	0.44	19.33	46.80	148.19	183.55	138.57	186.03	226.07	176.50	147.55	6.50	1.37	1280.91
2025	2.64	1.65	22.37	114.81	239.42	103.54	281.61	143.42	287.11	139.89	80.08	5.80	1422.33
2026	1.33	43.26	58.00	92.58	86.08	143.65	152.47	478.29	298.64	14.58	12.57	9.40	1390.86
2027	4.55	35.93	45.83	49.27	235.80	119.57	130.00	486.55	293.48	123.50	15.58	14.15	1554.22
2028	16.92	10.85	10.89	58.65	254.19	295.22	168.74	311.49	264.35	53.94	8.61	2.11	1455.98
2029	12.34	53.73	21.77	164.20	200.08	265.26	345.97	293.11	137.35	207.65	41.35	17.51	1760.34
2030	4.81	46.31	27.72	135.86	159.40	108.22	354.24	142.76	339.17	40.37	3.64	6.67	1369.14
2031	4.15	25.46	77.45	100.66	296.89	105.74	126.62	190.82	372.09	53.37	16.75	0.94	1370.93
2032	1.46	10.27	10.47	120.31	152.31	174.31	364.82	332.12	194.05	40.54	26.32	14.37	1441.35
2033	0.53	11.63	14.49	98.71	212.49	209.30	68.43	413.27	298.32	71.56	8.50	8.69	1415.92
2034	0.50	20.88	32.13	262.10	252.82	155.86	94.03	408.28	257.25	115.03	50.32	3.35	1652.54
2035	8.25	4.72	9.04	149.47	169.63	177.29	157.70	317.68	269.32	43.19	8.92	32.88	1348.10
2036	6.51	35.18	4.03	119.43	181.95	126.34	184.85	143.18	222.49	73.40	62.86	13.99	1174.20
2037	28.55	34.19	41.60	95.87	436.87	335.73	173.34	381.94	129.05	79.52	16.17	13.60	1766.45
2038	3.84	0.67	16.40	228.47	230.56	141.69	222.09	158.16	198.70	11.91	9.95	4.70	1227.14
2039	14.41	9.95	113.11	101.23	146.78	72.39	274.56	121.74	395.52	80.23	17.04	9.35	1356.32
2040	4.91	10.44	26.83	66.03	170.23	210.32	265.30	328.66	296.06	271.85	3.46	13.07	1667.15

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.50	6.11	55.34	99.53	135.55	308.93	210.15	258.59	289.02	21.63	64.07	6.58	1456.00
2022	2.96	7.11	43.11	78.98	134.16	57.22	192.60	158.19	205.53	47.15	25.27	1.29	953.56
2023	3.33	2.85	54.59	108.93	105.82	118.30	240.01	252.00	328.61	106.87	8.23	2.64	1332.20
2024	3.55	3.84	7.74	125.37	260.25	284.71	218.17	363.75	278.15	40.44	44.97	4.73	1635.68
2025	6.75	6.86	40.70	63.64	200.70	142.32	212.59	283.18	216.52	41.87	26.68	75.70	1317.52
2026	8.50	22.57	111.17	93.92	225.99	257.74	183.71	364.18	364.29	82.99	20.11	23.00	1758.16
2027	6.99	2.01	46.70	84.59	215.75	69.17	248.06	207.51	139.27	305.30	7.60	5.55	1338.50
2028	3.44	36.62	23.37	89.19	265.16	159.44	318.17	344.31	211.48	267.25	16.29	2.04	1736.77
2029	8.96	4.60	24.77	120.33	182.11	307.17	110.54	297.55	332.65	157.66	41.50	1.82	1589.66
2030	3.88	15.15	8.42	99.83	225.18	246.26	213.06	250.64	264.28	83.65	5.48	0.60	1416.44
2031	3.74	12.11	4.91	146.37	262.28	80.83	237.28	428.16	314.19	108.21	59.83	17.61	1675.53
2032	8.67	23.51	50.46	81.69	291.66	160.21	185.38	189.06	262.81	99.67	12.09	4.57	1369.78
2033	3.57	4.33	4.55	96.90	119.06	114.18	316.55	292.69	209.17	108.80	8.59	46.55	1324.94
2034	22.65	26.84	147.34	65.51	158.41	182.27	122.97	267.89	131.03	457.66	6.20	7.88	1596.66
2035	3.01	7.62	17.02	55.30	260.14	62.53	140.17	310.06	264.92	238.67	9.49	27.87	1396.80
2036	7.96	87.05	67.61	104.45	220.80	159.97	280.10	225.52	440.11	89.69	16.87	2.64	1702.75
2037	0.72	1.70	7.70	172.32	169.74	93.52	333.80	264.66	132.32	60.91	24.80	23.91	1286.10
2038	3.01	18.51	89.97	64.30	193.41	473.58	365.05	238.92	227.12	315.62	29.67	13.73	2032.90
2039	13.17	27.62	64.21	120.15	159.06	117.33	51.88	188.80	242.78	168.10	5.32	20.27	1178.70
2040	1.42	5.61	10.45	138.54	127.49	660.26	140.22	347.82	199.13	38.35	32.51	5.55	1707.37

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	13.41	10.58	87.60	78.71	200.88	138.74	174.27	214.54	467.63	25.51	13.85	29.53	1455.24
2022	8.20	17.95	33.27	133.77	139.50	124.21	149.53	459.96	287.39	117.62	63.61	4.56	1539.57
2023	26.15	50.01	59.80	139.34	397.49	154.80	127.29	318.20	210.98	163.68	13.39	5.27	1666.41
2024	2.74	10.90	48.57	203.94	220.18	182.21	175.09	232.34	190.54	194.51	9.56	1.33	1471.92
2025	2.47	2.36	56.75	149.12	402.66	141.36	297.04	172.43	283.48	89.73	87.98	9.81	1695.19
2026	2.28	14.09	56.47	93.51	112.43	175.50	177.09	516.29	421.22	10.51	12.01	13.98	1605.39
2027	9.47	59.00	87.20	69.77	350.71	142.40	138.61	581.14	291.48	116.23	30.74	21.89	1898.62
2028	22.19	8.67	6.02	66.35	316.62	317.80	230.80	360.11	292.43	55.36	9.13	5.31	1690.80
2029	26.85	58.70	69.85	221.19	260.72	236.98	382.38	268.48	137.35	221.81	67.04	24.27	1975.61
2030	7.51	39.03	36.10	166.14	134.16	96.95	459.78	153.65	541.32	33.91	3.26	10.73	1682.56
2031	3.02	31.14	60.79	99.09	259.21	151.23	115.22	198.39	418.49	62.24	18.47	1.82	1419.10
2032	2.13	15.01	14.07	119.11	205.66	264.15	422.90	319.56	249.66	63.76	9.08	28.54	1713.63
2033	0.68	17.21	16.61	96.64	277.33	273.04	80.56	452.03	351.57	103.99	18.33	15.58	1703.56
2034	0.48	15.44	34.84	362.54	221.90	264.33	136.34	487.08	349.62	109.47	64.28	16.46	2062.77
2035	10.40	5.34	10.01	167.98	190.86	225.04	199.39	302.93	307.04	37.16	8.98	37.67	1502.81
2036	25.58	47.07	10.23	196.36	223.43	168.35	175.21	137.23	229.37	68.14	70.59	32.37	1383.93
2037	25.85	44.55	41.93	104.10	388.46	423.72	301.58	497.85	89.01	90.12	25.70	22.22	2055.10
2038	3.85	0.70	22.49	201.07	309.40	164.93	231.07	224.98	189.23	18.51	10.46	13.47	1390.14
2039	13.15	9.92	148.54	131.27	184.69	84.69	212.38	132.00	539.22	62.94	44.27	13.29	1576.38
2040	5.25	9.01	90.85	70.80	217.16	200.27	346.72	296.61	344.16	334.75	4.81	14.17	1934.56

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.92	3.82	62.01	125.65	221.20	390.39	261.18	283.18	339.40	15.68	37.57	17.56	1758.57
2022	2.60	5.96	30.70	103.29	177.07	80.98	238.57	176.54	206.75	63.81	26.07	0.79	1113.12
2023	3.57	4.47	70.55	175.82	99.52	206.11	232.54	222.11	303.02	110.88	11.75	9.08	1449.41
2024	3.41	4.09	5.98	123.47	313.17	272.97	181.63	381.26	316.05	42.52	56.94	4.39	1705.86
2025	9.62	13.56	49.60	123.54	250.29	218.66	321.44	336.39	440.13	23.65	9.28	58.23	1854.39
2026	4.66	35.12	163.49	133.74	214.38	304.86	158.14	471.10	363.69	108.31	11.91	18.80	1988.21
2027	9.35	1.59	60.12	134.46	235.66	118.29	258.10	221.69	170.20	373.62	7.76	5.77	1596.62
2028	4.52	23.92	51.64	123.98	307.57	206.73	422.66	358.87	177.85	321.35	17.02	5.33	2021.43
2029	14.48	3.14	17.69	113.60	190.93	358.24	128.15	373.84	362.04	189.28	30.96	3.61	1785.96
2030	7.17	8.22	5.17	94.13	190.05	245.90	290.75	234.25	264.65	74.01	6.19	1.00	1421.50
2031	4.33	16.35	4.52	155.19	299.69	97.02	287.33	475.30	296.23	97.38	43.05	14.62	1791.03
2032	5.41	28.82	76.57	98.78	314.87	155.74	284.71	241.36	268.42	91.88	29.43	7.51	1603.52
2033	2.66	6.12	10.02	124.72	139.56	125.93	316.84	277.98	221.24	58.90	10.33	30.04	1324.34
2034	41.24	46.46	183.88	105.46	178.71	229.49	123.41	241.43	140.22	495.83	9.07	5.23	1800.42
2035	10.04	19.30	15.25	57.48	206.60	87.30	171.00	370.10	275.54	270.50	16.41	24.59	1524.12
2036	9.87	77.59	86.09	88.93	286.98	240.27	380.84	213.19	436.65	93.26	22.78	3.60	1940.05
2037	0.94	4.60	3.25	126.40	357.65	114.39	332.92	296.62	132.76	79.31	30.19	25.60	1504.64
2038	7.55	33.65	87.39	74.79	317.08	388.21	398.31	263.88	238.40	400.15	16.31	20.83	2246.54
2039	5.16	41.96	96.44	122.92	134.18	162.97	105.68	168.76	252.33	194.91	11.73	16.94	1313.96
2040	3.46	6.76	17.83	131.03	129.35	921.91	121.74	351.96	175.09	20.22	37.37	5.03	1921.77

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	33.62	13.72	111.73	119.14	348.09	133.82	246.48	289.03	629.53	45.57	46.04	12.32	2029.10
2022	3.96	34.33	45.41	129.08	314.66	180.60	220.26	704.67	479.56	224.18	59.23	12.61	2408.56
2023	41.67	41.46	159.51	200.19	560.56	268.01	214.40	438.19	443.70	185.98	11.95	4.95	2570.57
2024	0.71	31.08	75.23	238.22	295.05	222.75	299.05	363.41	283.72	237.19	10.46	2.20	2059.08
2025	4.24	2.65	35.96	184.55	384.87	166.45	452.70	230.55	461.53	224.87	128.73	9.33	2286.42
2026	2.14	69.54	93.24	148.83	138.38	230.92	245.10	768.86	480.06	23.44	20.20	15.11	2235.83
2027	7.32	57.76	73.67	79.20	379.06	192.21	208.98	782.14	471.78	198.53	25.04	22.75	2498.44
2028	27.20	17.45	17.50	94.28	408.62	474.58	271.26	500.72	424.95	86.71	13.85	3.39	2340.51
2029	19.84	86.38	34.99	263.96	321.63	426.41	556.16	471.18	220.79	333.80	66.48	28.15	2829.78
2030	7.73	74.44	44.56	218.39	256.23	173.96	569.45	229.49	545.21	64.89	5.84	10.72	2200.92
2031	6.67	40.93	124.50	161.81	477.25	169.97	203.54	306.75	598.14	85.79	26.92	1.51	2203.79
2032	2.34	16.51	16.83	193.39	244.84	280.21	586.45	533.90	311.94	65.17	42.32	23.10	2317.00
2033	0.85	18.69	23.29	158.69	341.58	336.46	110.00	664.35	479.55	115.03	13.67	13.96	2276.12
2034	0.80	33.57	51.64	421.33	406.41	250.55	151.15	656.32	413.54	184.92	80.88	5.39	2656.48
2035	13.27	7.58	14.54	240.28	272.69	284.99	253.50	510.68	432.94	69.43	14.34	52.85	2167.09
2036	10.47	56.55	6.48	191.98	292.49	203.09	297.15	230.16	357.65	117.99	101.05	22.50	1887.55
2037	45.90	54.96	66.87	154.12	702.28	539.69	278.65	613.98	207.45	127.84	26.00	21.87	2839.59
2038	6.17	1.08	26.37	367.27	370.63	227.77	357.02	254.25	319.41	19.14	15.99	7.56	1972.64
2039	23.16	16.00	181.83	162.74	235.95	116.36	441.36	195.70	635.81	128.97	27.39	15.03	2180.31
2040	7.89	16.78	43.13	106.14	273.64	338.10	426.48	528.32	475.92	437.00	5.57	21.01	2679.98

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.80	9.82	88.95	160.00	217.90	496.61	337.83	415.69	464.60	34.77	102.99	10.58	2340.55
2022	4.75	11.42	69.29	126.96	215.67	91.99	309.61	254.29	330.40	75.79	40.62	2.08	1532.87
2023	5.36	4.59	87.75	175.11	170.12	190.18	385.82	405.09	528.25	171.80	13.23	4.24	2141.54
2024	5.70	6.17	12.44	201.53	418.36	457.68	350.72	584.73	447.13	65.01	72.30	7.61	2629.38
2025	10.85	11.03	65.43	102.31	322.62	228.78	341.75	455.21	348.07	67.31	42.89	121.69	2117.93
2026	13.67	36.28	178.71	150.97	363.28	414.32	295.31	585.43	585.60	133.41	32.33	36.97	2826.28
2027	11.24	3.23	75.07	135.98	346.82	111.19	398.76	333.58	223.89	490.78	12.21	8.92	2151.66
2028	5.53	58.87	37.58	143.37	426.24	256.31	511.47	553.49	339.96	429.60	26.18	3.28	2791.89
2029	14.41	7.39	39.82	193.43	292.75	493.79	177.69	478.32	534.74	253.44	66.71	2.92	2555.41
2030	6.24	24.35	13.54	160.48	361.99	395.87	342.49	402.91	424.84	134.47	8.81	0.96	2276.94
2031	6.01	19.47	7.90	235.30	421.62	129.93	381.43	688.28	505.07	173.95	96.18	28.31	2693.45
2032	13.94	37.79	81.12	131.32	468.85	257.54	298.00	303.92	422.48	160.21	19.43	7.34	2201.95
2033	5.74	6.96	7.31	155.78	191.39	183.54	508.86	470.50	336.25	174.91	13.80	74.83	2129.86
2034	36.42	43.15	236.86	105.31	254.64	293.01	197.67	430.63	210.64	735.70	9.97	12.67	2566.67
2035	4.85	12.25	27.36	88.90	418.18	100.51	225.33	498.42	425.86	383.66	15.26	44.80	2245.38
2036	12.80	139.93	108.68	167.90	354.93	257.16	450.26	362.52	707.48	144.18	27.12	4.25	2737.21
2037	1.15	2.73	12.38	277.01	272.85	150.33	536.59	425.44	212.71	97.92	39.87	38.44	2067.43
2038	4.85	29.76	144.63	103.37	310.91	761.29	586.83	384.06	365.10	507.37	47.70	22.07	3267.92
2039	21.17	44.40	103.21	193.15	255.70	188.61	83.40	303.50	390.28	270.22	8.55	32.58	1894.79
2040	2.29	9.02	16.81	222.71	204.94	1061.38	225.41	559.13	320.11	61.65	52.25	8.92	2744.62

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	8.37	5.66	37.51	55.33	172.49	86.32	108.76	173.21	305.39	35.25	5.40	9.09	1002.77
2022	2.22	6.78	19.50	110.70	214.24	64.40	122.94	326.62	241.45	123.08	38.43	2.32	1272.69
2023	23.59	9.17	61.15	87.43	337.21	118.15	84.43	239.42	275.50	150.37	6.40	1.84	1394.66
2024	4.16	6.35	34.22	193.02	141.76	100.77	193.21	127.78	201.38	225.48	3.34	1.08	1232.56
2025	0.38	1.08	16.04	90.44	233.79	92.15	245.41	108.54	269.41	164.73	90.15	1.27	1313.40
2026	1.90	18.79	34.84	91.68	61.47	107.84	102.21	370.01	188.51	19.66	5.83	9.40	1012.13
2027	5.83	29.02	43.59	64.65	182.54	42.66	98.03	335.91	341.44	85.10	22.10	9.60	1260.46
2028	6.03	7.83	6.49	64.58	178.34	148.70	147.32	278.73	161.57	74.12	7.26	9.03	1089.99
2029	8.64	19.72	60.24	84.25	165.56	121.99	167.57	256.54	224.93	255.88	41.19	13.89	1420.40
2030	5.55	21.42	25.20	101.35	106.97	81.95	253.19	130.10	215.44	26.08	0.64	3.45	971.36
2031	1.67	15.33	62.71	98.55	226.92	71.94	64.54	161.41	336.05	80.54	20.90	0.91	1141.46
2032	1.31	5.41	15.48	63.50	146.55	78.01	324.75	236.10	134.04	38.02	31.12	24.25	1098.54
2033	0.24	15.18	9.40	108.22	183.98	120.67	58.66	306.12	232.47	108.39	10.39	10.07	1163.79
2034	0.08	25.09	40.42	266.58	232.04	88.46	50.60	275.35	315.00	123.27	26.90	1.29	1445.07
2035	4.48	4.43	12.86	106.82	157.41	106.61	81.80	253.50	195.90	35.68	3.68	7.84	971.00
2036	7.45	33.13	14.85	67.76	150.72	71.76	171.15	174.58	209.16	86.65	73.03	11.47	1071.71
2037	14.93	32.70	19.43	105.86	380.00	211.45	159.15	301.22	198.20	152.75	15.09	13.62	1604.41
2038	2.70	0.39	16.41	191.83	219.03	68.53	175.52	172.69	222.29	31.97	3.38	4.06	1108.80
2039	7.11	3.59	78.32	116.66	155.61	62.12	189.41	94.31	326.16	63.13	18.81	3.60	1118.85
2040	3.32	11.06	29.92	60.30	169.62	123.87	205.57	266.38	200.83	364.84	4.52	13.97	1454.22

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.14	0.94	11.90	76.44	99.91	107.87	163.07	238.37	256.68	18.61	69.99	3.06	1046.97
2022	0.93	1.25	23.19	82.73	130.49	65.09	161.53	124.05	244.42	46.98	26.39	0.31	907.38
2023	1.49	0.60	80.77	107.49	76.90	69.82	170.00	163.17	355.69	196.08	8.48	1.25	1231.75
2024	1.65	0.75	4.87	122.21	257.08	122.88	241.57	359.87	358.31	40.25	25.68	1.97	1537.11
2025	5.17	6.42	54.63	66.97	197.97	132.17	98.44	236.50	240.90	23.46	18.61	24.81	1106.04
2026	2.89	18.07	74.81	118.68	235.94	254.29	174.90	218.56	332.07	85.10	4.58	22.21	1542.09
2027	6.19	0.67	46.25	119.15	196.34	50.82	167.58	153.95	172.60	293.12	2.22	5.92	1214.81
2028	1.74	19.72	28.59	170.77	221.93	110.41	265.76	294.07	197.19	363.36	16.50	1.99	1692.02
2029	4.28	1.65	8.22	110.78	170.07	240.48	115.74	228.38	406.44	125.23	46.02	1.12	1458.43
2030	5.20	9.15	5.84	82.67	162.43	133.30	140.71	218.63	262.53	76.31	4.48	0.90	1102.16
2031	1.03	26.15	2.32	118.15	278.74	82.98	215.13	356.19	258.15	109.64	45.40	4.93	1498.81
2032	4.06	6.32	92.54	85.55	260.93	237.44	148.71	114.01	234.24	118.82	24.66	3.11	1330.39
2033	4.11	2.08	8.41	64.89	138.56	106.50	229.78	234.37	233.44	120.53	7.38	52.25	1202.31
2034	18.41	16.61	100.46	78.91	106.41	78.34	89.78	260.22	137.08	357.63	12.71	3.76	1260.32
2035	2.54	3.37	8.18	55.14	209.42	46.55	126.21	234.58	229.63	212.22	7.57	16.07	1151.47
2036	3.60	20.77	40.42	91.23	174.45	147.90	221.33	152.87	570.43	131.00	19.94	1.71	1575.65
2037	0.37	0.61	6.28	100.86	134.70	54.38	266.78	211.73	151.65	55.76	24.35	17.42	1024.90
2038	2.25	8.97	53.42	42.92	178.68	226.89	223.74	189.19	259.18	305.48	42.95	11.35	1545.02
2039	3.11	29.11	39.97	61.04	147.73	67.60	47.94	184.73	179.57	217.98	5.22	10.92	994.93
2040	1.97	3.32	10.59	111.99	108.94	312.28	121.34	295.90	201.18	40.09	16.97	4.05	1228.62

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	8.00	5.41	35.85	52.88	164.86	82.50	103.95	165.55	291.88	33.69	5.16	8.69	958.42
2022	2.12	6.48	18.64	105.80	204.76	61.55	117.51	312.18	230.77	117.64	36.73	2.21	1216.40
2023	22.55	8.76	58.45	83.56	322.29	112.92	80.69	228.83	263.31	143.72	6.12	1.76	1332.97
2024	3.97	6.07	32.71	184.48	135.49	96.31	184.66	122.13	192.48	215.51	3.19	1.03	1178.05
2025	0.37	1.03	15.33	86.44	223.45	88.08	234.55	103.74	257.49	157.44	86.17	1.21	1255.30
2026	1.82	17.96	33.30	87.63	58.75	103.07	97.69	353.64	180.17	18.79	5.57	8.98	967.37
2027	5.57	27.73	41.66	61.79	174.47	40.77	93.70	321.05	326.34	81.33	21.12	9.17	1204.71
2028	5.77	7.48	6.21	61.72	170.45	142.12	140.80	266.40	154.42	70.84	6.93	8.63	1041.78
2029	8.25	18.85	57.58	80.52	158.23	116.59	160.16	245.19	214.98	244.56	39.37	13.28	1357.57
2030	5.30	20.47	24.09	96.86	102.24	78.33	241.99	124.34	205.91	24.93	0.61	3.30	928.40
2031	1.60	14.65	59.93	94.19	216.88	68.76	61.68	154.27	321.19	76.98	19.97	0.87	1090.97
2032	1.25	5.17	14.80	60.69	140.06	74.56	310.39	225.66	128.11	36.34	29.75	23.18	1049.95
2033	0.23	14.51	8.98	103.43	175.85	115.33	56.07	292.58	222.19	103.60	9.93	9.62	1112.32
2034	0.08	23.98	38.64	254.79	221.77	84.54	48.36	263.17	301.07	117.81	25.71	1.23	1381.16
2035	4.28	4.23	12.29	102.10	150.45	101.89	78.18	242.28	187.24	34.10	3.51	7.49	928.05
2036	7.12	31.67	14.20	64.76	144.06	68.58	163.58	166.86	199.91	82.81	69.80	10.96	1024.30
2037	14.27	31.26	18.57	101.18	363.19	202.10	152.11	287.89	189.44	145.99	14.42	13.02	1533.44
2038	2.58	0.37	15.69	183.34	209.35	65.50	167.75	165.05	212.46	30.55	3.23	3.88	1059.76
2039	6.80	3.43	74.86	111.50	148.72	59.38	181.03	90.14	311.74	60.34	17.98	3.44	1069.37
2040	3.17	10.58	28.60	57.64	162.12	118.39	196.47	254.60	191.95	348.71	4.32	13.36	1389.90

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.14	0.90	11.37	73.06	95.49	103.10	155.86	227.82	245.32	17.79	66.89	2.92	1000.67
2022	0.89	1.20	22.17	79.07	124.72	62.21	154.39	118.56	233.61	44.91	25.22	0.29	867.24
2023	1.42	0.58	77.19	102.74	73.50	66.73	162.48	155.95	339.96	187.41	8.10	1.20	1177.26
2024	1.58	0.71	4.66	116.81	245.71	117.45	230.89	343.96	342.46	38.47	24.55	1.89	1469.12
2025	4.94	6.13	52.21	64.01	189.21	126.33	94.09	226.04	230.24	22.42	17.78	23.71	1057.12
2026	2.76	17.27	71.50	113.43	225.51	243.04	167.16	208.89	317.38	81.33	4.38	21.23	1473.88
2027	5.92	0.64	44.20	113.88	187.66	48.57	160.17	147.14	164.97	280.15	2.12	5.65	1161.07
2028	1.67	18.84	27.33	163.22	212.11	105.53	254.01	281.06	188.47	347.29	15.77	1.91	1617.18
2029	4.09	1.57	7.86	105.88	162.55	229.84	110.62	218.28	388.47	119.70	43.99	1.07	1393.92
2030	4.97	8.74	5.58	79.01	155.24	127.40	134.49	208.96	250.92	72.93	4.28	0.86	1053.41
2031	0.99	25.00	2.22	112.92	266.41	79.31	205.61	340.44	246.73	104.79	43.39	4.71	1432.52
2032	3.88	6.04	88.44	81.77	249.39	226.94	142.14	108.97	223.88	113.56	23.57	2.97	1271.54
2033	3.93	1.98	8.04	62.02	132.43	101.79	219.62	224.00	223.11	115.20	7.06	49.94	1149.13
2034	17.60	15.88	96.02	75.42	101.70	74.88	85.81	248.71	131.01	341.81	12.15	3.59	1204.58
2035	2.43	3.22	7.81	52.70	200.16	44.50	120.62	224.20	219.47	202.83	7.23	15.36	1100.54
2036	3.44	19.85	38.63	87.20	166.73	141.36	211.54	146.11	545.20	125.21	19.05	1.64	1505.95
2037	0.36	0.58	6.01	96.40	128.74	51.98	254.98	202.36	144.94	53.30	23.27	16.65	979.57
2038	2.15	8.58	51.06	41.02	170.78	216.85	213.84	180.82	247.72	291.97	41.05	10.84	1476.68
2039	2.97	27.83	38.20	58.34	141.20	64.61	45.82	176.56	171.63	208.34	4.99	10.44	950.93
2040	1.88	3.17	10.12	107.04	104.12	298.47	115.97	282.81	192.28	38.32	16.22	3.87	1174.28

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.50	4.18	56.10	83.41	202.24	145.28	129.81	243.69	434.02	20.89	4.15	20.75	1348.03
2022	14.42	4.41	15.08	132.14	155.35	66.31	176.47	346.35	222.12	114.83	36.94	2.36	1286.77
2023	17.70	11.15	23.58	77.75	357.36	151.23	110.43	279.81	262.45	158.58	7.56	3.25	1460.85
2024	5.13	4.54	28.41	183.23	165.12	150.56	240.12	170.55	228.37	274.37	4.89	1.56	1456.86
2025	1.45	2.02	22.88	108.59	277.12	140.45	270.49	159.48	316.00	123.69	46.55	4.11	1472.83
2026	2.60	4.88	19.96	89.65	75.68	147.11	149.19	396.07	269.09	10.47	6.91	7.90	1179.52
2027	16.31	27.19	37.87	62.29	240.03	46.51	103.11	371.49	323.04	89.52	34.32	16.80	1368.48
2028	3.45	4.09	11.07	54.05	219.55	212.37	179.93	388.12	167.10	48.65	7.21	10.33	1305.92
2029	13.29	37.29	72.99	111.41	182.00	176.97	258.30	233.95	171.69	243.44	50.87	18.00	1570.21
2030	5.60	16.58	39.98	98.03	134.63	84.57	380.73	159.53	446.94	14.46	0.94	7.01	1389.01
2031	1.02	10.95	36.18	85.64	197.35	108.78	93.71	210.09	397.59	73.75	15.10	0.67	1230.84
2032	2.01	13.98	10.97	54.43	198.28	153.98	362.15	233.87	181.57	39.51	33.17	53.60	1337.52
2033	0.78	11.77	8.43	79.69	207.24	186.73	92.97	309.47	284.30	123.85	12.01	15.56	1332.81
2034	0.30	14.19	29.34	317.56	194.87	215.26	94.34	432.27	341.30	122.74	44.64	7.83	1814.65
2035	3.90	3.79	19.16	115.01	182.80	165.93	142.01	218.41	239.37	38.37	4.32	8.42	1141.48
2036	10.72	47.72	21.17	113.44	173.25	123.72	171.37	195.26	204.56	74.57	83.85	23.86	1243.50
2037	16.16	36.12	19.70	90.27	386.76	320.69	314.39	425.53	187.28	143.75	19.92	16.42	1976.99
2038	2.69	1.48	13.47	131.25	322.49	136.19	232.42	225.60	230.68	25.02	2.75	11.72	1335.75
2039	7.38	4.70	57.32	129.78	199.78	77.76	154.34	83.39	448.39	46.19	21.18	13.32	1243.54
2040	9.22	4.20	73.75	75.51	166.86	158.53	252.51	228.15	250.22	356.57	6.22	11.77	1593.51

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.58	0.80	30.82	74.10	170.18	175.47	250.23	260.62	304.01	21.62	40.99	5.83	1336.25
2022	1.56	1.39	13.62	84.52	146.29	77.37	290.05	160.37	229.61	47.48	25.23	1.00	1078.47
2023	3.05	0.82	70.56	181.34	64.57	109.82	191.40	183.24	287.86	131.19	15.36	5.28	1244.51
2024	1.01	0.89	3.69	101.70	253.80	157.67	200.36	378.92	380.60	39.05	33.08	3.38	1554.15
2025	3.90	8.79	56.79	78.32	209.42	190.81	160.11	270.93	422.72	26.17	7.69	15.69	1451.35
2026	1.99	18.61	83.66	134.34	217.20	320.39	126.47	316.81	333.48	72.02	5.50	10.53	1641.00
2027	7.78	0.27	71.11	149.34	225.31	110.16	189.28	175.73	171.71	277.49	2.46	6.69	1387.33
2028	5.14	15.37	34.45	173.88	261.28	131.72	321.02	308.67	182.25	399.30	18.85	4.73	1856.68
2029	7.82	2.53	7.76	80.15	168.31	281.02	155.56	262.67	376.25	125.89	42.79	4.84	1515.58
2030	7.02	5.62	8.48	73.75	121.02	163.70	269.13	242.58	258.72	84.06	4.62	1.66	1240.35
2031	2.15	21.40	1.55	145.80	291.07	87.07	281.70	382.15	249.86	110.94	22.27	5.79	1601.74
2032	3.64	6.88	102.23	113.88	259.75	233.93	294.38	176.45	246.44	79.77	54.72	3.53	1575.60
2033	4.85	1.57	4.80	69.30	183.67	132.02	250.82	226.38	223.77	72.41	11.49	29.95	1211.02
2034	23.60	17.31	104.78	111.45	102.05	160.25	113.46	248.29	139.26	334.55	12.64	1.78	1369.43
2035	6.45	2.21	5.53	51.83	148.71	64.96	155.20	325.10	235.59	205.28	7.50	21.68	1230.02
2036	7.96	15.11	48.28	65.98	231.73	223.86	319.22	174.88	523.66	148.39	20.46	2.15	1781.68
2037	1.59	0.53	4.78	73.02	244.04	126.12	314.50	265.79	147.52	78.46	19.19	14.05	1289.60
2038	4.89	17.30	47.74	38.89	234.49	240.60	308.81	220.08	255.57	304.57	14.77	13.63	1701.35
2039	2.61	34.94	76.52	86.54	172.86	104.63	133.36	153.27	215.21	242.86	9.25	21.06	1253.11
2040	3.41	2.24	9.62	93.77	116.43	631.38	129.84	349.09	196.22	24.03	20.58	6.71	1583.33

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.27	1.90	16.21	131.73	224.26	219.22	162.61	234.19	442.64	37.20	18.91	15.54	1509.68
2022	47.86	1.67	22.26	229.08	297.49	76.89	207.43	367.30	265.61	114.94	32.32	6.55	1669.40
2023	14.32	1.76	38.23	89.95	373.33	180.88	191.07	298.19	439.66	279.39	19.41	8.76	1934.95
2024	6.19	7.10	49.90	116.38	204.55	212.55	253.43	209.50	298.23	338.07	11.28	4.70	1711.89
2025	4.35	2.37	21.32	91.21	193.09	181.84	304.29	300.80	272.94	175.12	45.04	5.95	1598.32
2026	7.05	6.27	11.57	115.46	85.16	163.73	208.43	313.79	330.81	43.09	10.43	21.89	1317.65
2027	10.22	24.90	60.14	83.81	317.40	103.15	169.57	303.48	278.13	146.41	36.70	26.25	1560.17
2028	6.47	2.34	35.77	69.66	247.81	230.48	219.62	400.47	167.42	98.27	10.80	22.17	1511.27
2029	13.34	26.66	19.17	166.61	183.51	199.38	337.33	218.55	225.56	262.72	50.31	21.59	1724.73
2030	10.99	8.58	47.54	87.78	166.04	181.41	415.25	289.93	503.32	33.63	2.56	9.16	1756.18
2031	4.87	11.15	29.26	112.56	168.43	201.45	287.62	316.91	344.44	92.88	14.96	2.43	1586.95
2032	0.51	8.14	28.71	96.63	194.94	261.87	406.87	241.78	274.25	83.21	51.53	96.56	1744.99
2033	1.17	13.46	14.36	58.06	215.48	194.46	172.17	238.17	331.71	149.11	14.15	16.14	1418.42
2034	2.39	3.03	34.00	245.64	182.52	292.01	213.07	495.26	374.79	211.24	44.66	8.72	2107.34
2035	7.99	13.23	10.63	134.98	227.25	222.54	299.66	192.01	280.89	36.91	5.58	10.05	1441.71
2036	3.36	70.04	32.33	98.99	202.80	144.60	240.48	189.57	308.99	107.81	92.70	35.14	1526.81
2037	23.38	38.84	23.99	152.63	345.38	337.13	379.10	322.65	345.08	224.96	22.26	22.61	2238.02
2038	7.98	3.88	13.31	98.80	314.73	198.24	270.68	294.62	360.82	81.32	5.83	24.86	1675.06
2039	5.39	11.08	38.21	113.23	298.39	80.44	95.92	164.58	401.16	86.41	12.68	96.95	1404.44
2040	25.52	4.89	139.93	69.99	235.79	191.70	274.80	274.96	226.82	304.05	21.33	31.35	1801.13

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.84	1.62	18.30	84.93	173.97	195.83	340.69	373.72	341.41	38.15	52.68	12.43	1637.57
2022	5.59	2.34	13.46	130.89	179.42	140.71	313.02	200.69	208.81	55.11	10.38	3.47	1263.88
2023	4.26	3.40	83.66	185.50	70.71	280.69	241.01	169.40	299.02	118.52	57.74	7.93	1521.84
2024	2.78	1.95	65.44	54.07	335.90	211.76	233.61	361.89	434.62	53.76	70.71	4.47	1830.95
2025	5.62	4.09	38.30	116.91	196.17	208.55	167.50	286.33	458.28	44.48	5.53	14.52	1546.26
2026	5.79	32.78	68.15	144.63	228.83	477.85	187.75	305.02	367.08	64.44	5.97	7.99	1896.27
2027	14.96	1.44	132.92	151.06	247.95	218.60	284.94	210.82	222.46	290.39	4.05	14.58	1794.19
2028	6.87	36.69	19.42	175.03	201.25	250.88	345.19	279.99	233.87	374.24	44.49	13.54	1981.46
2029	4.83	8.43	4.59	94.41	133.18	315.30	277.42	369.01	392.76	217.67	56.07	4.79	1878.46
2030	24.50	29.44	15.61	76.34	145.70	236.25	377.55	359.69	316.14	121.05	23.11	3.93	1729.30
2031	3.70	4.93	1.52	132.83	248.83	222.36	238.21	257.37	227.84	102.75	9.82	7.57	1457.75
2032	3.99	2.99	70.75	143.93	220.85	257.88	352.19	187.44	290.79	124.68	105.53	7.62	1768.64
2033	5.32	0.41	8.13	29.51	284.22	189.24	237.75	275.48	267.32	109.31	14.38	17.22	1438.28
2034	9.40	5.51	95.37	113.38	124.78	245.07	212.41	323.32	154.17	579.32	23.92	5.41	1892.06
2035	4.96	1.99	9.02	48.78	171.79	113.18	168.84	310.55	179.84	261.63	17.70	19.22	1307.52
2036	7.20	10.41	24.17	61.65	271.42	288.15	342.00	223.92	586.10	252.29	27.20	4.14	2098.65
2037	2.65	0.33	9.41	88.55	222.27	184.62	322.24	359.33	199.61	99.79	37.63	7.02	1533.46
2038	6.88	8.95	60.76	58.44	266.97	91.01	291.67	266.86	329.44	251.03	26.65	10.17	1668.84
2039	10.40	21.21	74.66	127.68	160.90	131.05	260.13	196.24	318.23	274.03	21.54	31.46	1627.53
2040	7.05	2.96	1.74	82.01	165.03	513.85	159.65	369.40	173.95	38.60	65.33	13.36	1592.93

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	4.66	3.11	44.10	52.95	108.74	76.51	84.38	109.25	269.12	71.40	5.16	11.06	840.43
2022	2.57	4.52	21.76	125.95	233.02	50.80	135.27	253.84	218.69	120.14	56.79	1.08	1224.45
2023	19.21	5.38	67.61	69.44	292.19	90.87	84.49	192.42	222.94	247.78	6.10	2.08	1300.51
2024	13.52	4.89	32.08	165.35	112.33	58.23	193.27	108.49	235.35	222.21	1.98	2.12	1149.83
2025	0.28	0.63	12.26	77.04	153.02	96.66	217.42	104.84	203.05	196.93	75.42	0.68	1138.22
2026	1.81	13.75	29.44	87.79	47.87	73.64	79.84	218.36	203.13	54.15	8.65	13.02	831.45
2027	16.78	26.98	38.90	47.76	117.31	35.04	89.77	265.95	319.62	176.15	26.38	8.86	1169.50
2028	4.70	4.17	19.68	60.36	122.57	134.72	136.03	197.84	147.15	154.84	4.73	16.84	1003.64
2029	5.07	36.84	61.42	133.11	106.01	89.05	94.77	196.92	291.82	309.43	40.20	21.19	1385.82
2030	10.37	10.52	35.43	116.00	116.06	65.21	169.33	107.06	122.12	36.84	0.85	2.02	791.82
2031	1.30	22.76	45.27	55.36	130.08	68.99	63.40	157.52	206.54	119.02	29.25	1.63	901.11
2032	2.13	11.92	24.76	74.18	116.24	88.02	239.14	179.30	169.92	79.83	31.42	37.72	1054.57
2033	0.32	11.94	15.96	90.52	152.19	92.75	66.14	164.30	216.95	124.53	13.83	8.11	957.54
2034	0.08	12.53	48.53	190.35	170.29	60.22	45.50	122.32	293.33	191.99	30.59	2.66	1168.38
2035	6.23	5.68	21.00	71.02	101.50	86.65	54.53	245.08	229.41	32.10	5.27	10.22	868.71
2036	3.34	38.38	30.08	63.52	131.01	49.00	142.34	217.17	204.30	104.27	81.95	11.05	1076.41
2037	19.84	30.14	22.85	117.35	329.54	124.90	175.39	238.63	210.99	219.74	16.04	14.35	1519.76
2038	2.14	0.80	18.08	93.35	187.85	64.82	162.29	153.25	266.35	48.82	6.37	4.20	1008.33
2039	3.73	3.33	36.97	94.55	119.28	44.69	130.02	81.55	281.23	77.29	12.13	6.74	891.52
2040	2.62	12.73	58.41	63.94	111.84	98.88	187.61	185.19	169.61	352.30	7.36	22.02	1272.51

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา (431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.75	0.62	20.46	69.38	81.14	78.60	130.97	209.98	226.89	39.58	94.30	1.17	953.82
2022	1.36	0.54	26.09	62.87	104.58	62.26	155.10	85.20	287.03	64.09	52.28	1.64	903.05
2023	1.02	0.64	75.95	94.32	59.00	64.85	164.06	120.59	320.98	274.13	8.04	1.44	1185.03
2024	1.19	1.41	10.76	82.23	226.51	72.64	185.09	257.02	376.77	76.40	55.08	1.76	1346.86
2025	9.89	7.32	51.23	44.22	145.19	93.91	105.32	165.18	297.59	30.32	11.58	16.12	977.87
2026	2.16	13.62	73.82	127.46	163.06	274.07	192.85	119.25	263.63	91.37	6.65	29.38	1357.30
2027	7.64	0.41	51.54	111.97	149.05	65.39	143.30	118.28	248.11	235.19	1.46	5.63	1137.96
2028	1.95	15.66	23.43	219.38	166.88	109.31	198.07	245.32	195.39	349.04	32.40	2.57	1559.40
2029	2.56	1.71	16.90	115.61	145.32	190.21	147.19	231.50	331.31	220.66	53.96	1.50	1458.43
2030	4.13	4.27	9.38	79.61	122.74	88.68	150.34	255.88	277.99	92.87	13.93	1.29	1101.12
2031	0.39	47.60	1.25	103.58	195.68	56.89	182.11	247.93	198.23	132.52	58.33	5.12	1229.65
2032	4.89	4.32	115.98	111.67	189.06	142.90	155.89	105.33	230.26	220.73	61.35	2.23	1344.62
2033	2.02	0.12	15.63	58.40	136.68	120.55	178.45	237.27	229.29	193.34	6.96	53.30	1232.00
2034	19.18	9.51	102.17	76.84	89.26	80.76	79.32	148.16	151.53	326.00	24.30	3.75	1110.79
2035	1.59	3.30	6.45	42.35	169.83	39.60	127.83	197.51	197.70	218.10	26.61	9.12	1040.00
2036	7.05	14.28	28.61	82.15	153.76	99.35	179.92	117.23	517.79	236.32	20.66	2.87	1460.00
2037	0.32	0.20	12.48	74.50	89.04	88.26	206.15	208.15	201.64	93.58	30.46	14.94	1019.73
2038	0.73	15.08	54.52	22.21	111.51	74.13	186.43	138.29	221.36	260.36	66.90	11.01	1162.52
2039	2.84	23.31	60.14	69.24	96.63	69.21	58.31	170.31	176.31	320.00	15.30	16.46	1078.04
2040	1.97	2.18	7.81	94.25	77.38	132.01	120.36	211.40	187.47	86.20	57.84	8.91	987.76

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.28	1.81	38.41	71.91	147.09	143.45	138.10	155.61	407.01	72.69	3.98	19.28	1201.61
2022	22.82	1.42	22.19	275.69	257.62	51.90	175.73	337.65	254.09	130.28	55.46	3.34	1588.18
2023	8.33	1.18	28.87	60.06	337.83	138.17	131.80	259.31	336.93	293.04	6.61	6.80	1608.94
2024	7.52	7.67	50.71	171.47	146.53	110.17	255.49	155.08	273.29	319.60	6.13	3.74	1507.40
2025	2.24	1.23	6.67	72.91	196.31	129.57	275.77	229.19	255.17	194.58	56.88	1.65	1422.17
2026	3.72	8.10	8.84	82.97	52.78	131.64	136.28	301.04	288.40	72.69	9.65	18.72	1114.82
2027	20.49	15.48	24.63	48.57	177.62	31.96	105.03	319.92	316.48	180.43	34.14	18.42	1293.17
2028	3.46	0.96	30.05	47.98	162.54	196.65	169.19	337.03	169.42	156.56	7.43	17.53	1298.79
2029	9.50	31.42	83.76	144.23	144.04	166.18	214.81	219.81	274.72	296.12	52.47	24.52	1661.57
2030	9.59	5.51	52.35	100.54	145.77	80.31	364.69	174.89	233.62	46.58	1.13	4.96	1219.93
2031	0.96	11.98	48.23	67.62	131.26	99.18	146.37	224.07	325.73	106.13	20.51	1.57	1183.62
2032	1.85	12.11	20.40	89.75	165.79	141.84	322.69	211.20	259.13	80.02	50.63	74.46	1429.87
2033	1.04	9.37	12.84	57.23	168.70	137.99	118.78	231.51	295.06	158.39	12.08	10.62	1213.61
2034	0.22	5.96	42.14	256.43	162.41	120.89	94.34	312.64	325.10	234.57	44.02	8.77	1607.49
2035	3.74	10.34	19.00	106.40	150.13	159.66	152.73	230.61	290.93	42.08	5.14	11.37	1182.11
2036	4.33	68.93	24.52	77.74	168.45	96.14	186.82	275.03	290.15	130.14	114.48	23.33	1460.07
2037	22.19	37.90	27.28	120.54	371.37	208.16	293.94	325.36	292.18	281.14	15.35	17.61	2013.03
2038	3.70	1.36	8.22	104.48	263.00	118.18	247.26	219.89	366.70	46.75	6.05	17.33	1402.91
2039	7.51	3.52	38.33	117.90	209.10	55.86	121.87	87.89	385.75	101.83	14.14	28.27	1171.97
2040	10.73	5.46	83.90	69.50	141.06	101.71	264.83	198.71	245.34	394.52	17.78	29.62	1563.17

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.07	0.85	29.90	65.19	154.04	118.06	287.39	364.35	311.49	28.54	97.72	4.36	1463.95
2022	2.34	1.18	13.11	66.93	109.06	76.76	246.79	103.35	273.67	52.70	26.62	1.60	974.11
2023	2.16	1.68	80.51	162.19	54.13	107.09	207.29	142.41	352.78	237.37	28.90	4.30	1380.80
2024	1.18	1.03	31.89	63.23	279.76	114.89	208.50	340.06	452.21	70.16	65.91	3.58	1632.37
2025	4.65	5.45	40.84	69.43	153.89	118.12	142.91	208.78	386.76	34.63	9.51	18.23	1193.20
2026	3.91	32.16	89.22	115.59	170.90	406.24	163.61	191.89	362.80	49.26	6.80	7.20	1599.57
2027	12.62	0.18	137.34	109.65	185.21	113.28	213.99	153.58	245.94	305.47	2.69	7.81	1487.76
2028	3.00	22.31	26.35	245.80	187.65	160.83	273.05	248.90	233.91	409.52	49.02	6.49	1866.81
2029	3.94	2.31	13.44	94.19	142.98	215.58	216.68	311.62	384.61	251.70	53.42	5.18	1695.65
2030	6.63	11.98	13.36	77.98	113.00	177.13	288.40	336.70	353.24	114.91	18.20	2.06	1513.57
2031	1.38	18.77	1.15	128.65	249.53	96.89	194.16	293.74	200.11	120.54	26.88	4.25	1336.05
2032	3.68	3.01	81.82	145.74	200.90	170.85	316.18	177.36	264.50	218.13	96.58	3.90	1682.64
2033	3.71	0.65	7.87	54.85	198.44	149.29	192.51	250.26	269.29	180.57	7.90	40.33	1355.67
2034	14.72	7.70	89.88	94.97	84.03	142.59	133.59	229.81	173.28	453.82	34.52	4.23	1463.14
2035	4.35	0.69	7.14	44.91	141.93	56.59	153.24	300.15	219.82	252.59	23.99	19.12	1224.54
2036	7.51	8.17	23.94	63.01	165.24	190.67	273.01	165.26	656.61	274.72	20.62	2.34	1851.08
2037	1.22	0.10	14.12	73.08	149.52	149.12	287.39	295.28	209.73	101.24	33.67	9.46	1323.93
2038	2.01	15.61	49.33	35.42	162.92	73.49	283.13	216.42	282.01	327.20	48.36	10.54	1506.43
2039	5.51	25.91	80.01	91.25	136.29	101.72	134.92	179.44	245.92	364.74	18.39	31.96	1416.06
2040	3.07	1.56	2.37	84.26	108.86	339.58	158.77	358.06	218.03	69.25	63.90	16.07	1423.79

ภาคผนวก ช

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง MRI-ESM2.0

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.25	0.04	2.21	72.34	86.68	180.83	209.75	244.25	269.53	45.31	0.02	0.20	1111.39
2022	0.82	0.51	71.58	47.51	125.56	12.05	472.84	206.03	97.51	24.10	96.87	0.43	1155.81
2023	4.74	0.03	0.07	28.24	9.99	264.48	209.18	254.49	258.99	2.66	30.86	0.53	1064.26
2024	0.13	0.02	29.89	61.03	38.09	100.41	340.92	282.30	173.80	5.10	9.13	0.09	1040.90
2025	0.27	0.70	0.59	45.24	106.28	255.64	165.44	185.50	333.42	29.07	5.94	10.75	1138.85
2026	0.47	5.19	18.81	30.47	10.75	64.66	353.84	283.25	187.66	69.21	4.80	14.94	1044.05
2027	3.39	0.23	0.01	0.95	44.25	405.75	471.62	318.29	92.95	1.46	5.39	0.05	1344.35
2028	0.83	0.04	6.12	131.22	159.69	192.76	148.19	253.91	195.20	32.34	0.26	29.49	1150.05
2029	0.14	1.25	5.40	7.68	0.09	51.16	475.23	162.00	236.82	2.10	12.51	1.58	955.95
2030	0.59	0.17	20.45	86.59	136.95	112.03	323.95	247.62	210.80	62.05	10.06	0.34	1211.61
2031	0.30	0.64	2.19	59.01	76.49	84.30	302.04	183.32	89.03	5.70	2.38	4.85	810.25
2032	0.07	0.14	0.44	9.58	102.51	206.80	405.26	353.63	144.36	84.66	45.20	0.70	1353.34
2033	0.22	3.99	6.75	27.25	110.48	280.20	214.27	427.62	154.91	2.11	44.80	5.85	1278.45
2034	2.57	6.99	0.70	103.00	49.32	221.04	208.61	268.06	253.65	85.47	0.17	0.55	1200.14
2035	0.33	8.38	1.39	9.29	83.01	125.97	290.85	315.10	159.85	5.54	9.83	1.19	1010.73
2036	0.22	0.38	1.93	12.55	103.79	333.95	220.15	263.21	213.91	0.04	0.38	4.15	1154.66
2037	1.70	13.41	43.86	55.16	42.90	290.40	546.71	294.02	134.14	11.97	37.81	0.25	1472.32
2038	0.42	0.51	1.52	65.18	44.00	313.04	400.45	254.65	133.53	24.97	39.94	1.25	1279.47
2039	0.14	22.56	38.91	107.76	102.50	330.45	170.40	390.42	93.72	10.49	0.98	0.76	1269.07
2040	5.56	0.04	32.53	10.85	144.65	265.06	225.78	241.39	172.72	93.42	0.22	2.44	1194.67

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีเลย (353201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.92	0.01	38.25	49.78	77.19	260.03	196.03	286.18	236.28	4.00	0.34	0.59	1152.60
2022	0.39	0.66	0.01	29.71	197.37	478.07	265.81	218.04	157.32	0.47	0.30	0.56	1348.71
2023	0.11	1.31	4.05	4.71	58.23	217.45	296.68	215.91	226.11	144.75	3.44	0.14	1172.90
2024	0.30	0.15	0.54	38.06	19.86	236.72	404.31	470.53	153.28	21.30	0.15	7.10	1352.30
2025	0.55	3.31	2.90	24.89	29.56	196.80	322.54	166.81	248.24	39.87	47.58	0.17	1083.22
2026	0.91	0.14	24.91	21.35	91.46	190.38	182.41	260.89	336.56	0.06	71.59	0.05	1180.71
2027	0.33	0.93	1.08	98.75	101.68	197.11	237.95	346.19	659.18	7.23	54.50	1.61	1706.55
2028	0.43	1.46	3.73	52.80	78.96	424.38	379.68	322.02	220.89	3.33	0.59	1.49	1489.76
2029	0.39	0.24	56.32	154.97	89.94	438.98	506.84	289.39	285.33	118.29	0.06	0.44	1941.20
2030	1.39	3.53	15.25	33.54	8.58	109.30	319.02	304.18	289.52	96.58	0.01	0.13	1181.04
2031	1.71	5.39	3.10	15.96	11.41	294.42	400.51	437.75	301.40	9.22	0.91	1.81	1483.61
2032	0.34	22.36	35.09	6.67	61.75	254.66	578.40	185.73	147.77	1.34	0.37	7.03	1301.53
2033	2.94	0.01	0.03	6.62	21.66	194.57	167.14	465.89	360.97	0.67	1.50	0.06	1222.04
2034	0.18	0.02	1.18	93.58	102.25	285.24	260.64	201.94	361.61	10.03	1.93	14.21	1332.81
2035	0.05	7.04	2.84	85.59	73.68	190.83	490.96	363.00	187.19	0.33	2.18	2.09	1405.78
2036	2.64	0.34	15.57	24.16	101.56	256.91	278.37	329.03	237.87	145.76	0.00	0.62	1392.85
2037	2.07	0.02	30.91	9.96	16.86	66.46	378.11	132.38	160.76	48.85	8.83	9.02	864.22
2038	5.47	0.22	26.57	19.63	149.19	325.97	331.84	446.45	169.64	8.12	1.63	3.02	1487.74
2039	1.27	0.63	16.10	6.41	15.23	153.11	326.11	300.14	271.11	9.15	36.84	2.29	1138.37
2040	0.25	0.04	13.05	4.53	107.45	183.11	356.12	139.72	204.11	72.20	0.05	0.28	1080.91

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.56	0.32	1.73	75.78	80.38	324.33	133.75	243.90	314.74	29.79	0.04	0.56	1206.88
2022	1.30	1.07	83.64	41.41	139.66	20.35	319.65	213.40	78.80	20.92	89.17	1.48	1010.84
2023	1.70	0.18	0.28	31.82	22.72	307.26	272.88	309.00	317.43	10.66	37.10	1.56	1312.58
2024	0.24	0.27	23.35	74.47	40.83	103.21	403.53	330.76	146.15	1.79	21.07	0.28	1145.95
2025	1.45	1.25	8.22	61.45	122.24	247.20	197.61	224.96	498.27	37.26	7.84	14.14	1421.88
2026	1.56	10.04	26.63	55.58	21.20	80.61	385.50	286.88	168.62	79.02	2.57	36.49	1154.71
2027	2.76	1.26	0.00	31.52	54.94	358.12	599.09	360.87	95.10	4.42	3.95	0.11	1512.16
2028	1.46	0.24	7.42	134.41	169.72	199.62	131.85	221.79	186.12	35.00	0.45	53.49	1141.56
2029	0.45	0.48	12.10	49.12	0.62	66.47	517.49	181.98	339.35	3.98	22.48	1.03	1195.55
2030	3.60	0.28	23.14	81.39	144.02	100.09	292.50	299.36	342.67	82.83	39.53	1.06	1410.47
2031	0.87	1.47	2.68	65.21	58.17	137.18	285.22	315.01	118.79	3.81	6.66	0.43	995.49
2032	0.25	0.49	8.47	22.92	75.68	274.93	389.50	383.14	137.91	122.58	59.73	1.39	1476.98
2033	0.48	1.29	3.20	23.19	99.92	294.61	277.56	480.06	135.29	2.46	100.22	5.92	1424.20
2034	7.11	11.86	7.62	111.91	53.19	309.96	226.99	254.93	326.49	110.86	0.19	3.53	1424.64
2035	1.65	5.90	2.49	19.45	60.90	117.10	234.10	367.96	213.41	5.05	4.12	2.31	1034.43
2036	0.68	0.88	0.75	57.87	83.42	382.73	218.81	288.51	312.82	0.07	0.28	3.04	1349.84
2037	1.55	14.52	83.11	53.17	78.08	297.89	473.62	344.91	184.60	10.49	75.75	0.58	1618.28
2038	1.81	5.43	2.20	67.93	80.33	284.22	410.75	308.22	170.25	13.73	68.59	2.92	1416.38
2039	0.62	10.99	42.06	111.58	141.06	348.18	170.75	460.23	89.35	1.22	1.73	2.33	1380.11
2040	5.11	0.19	19.07	8.34	175.24	323.79	285.42	341.49	141.91	80.33	1.84	5.77	1388.51

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุตรธานี (354201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	5.73	0.13	23.21	63.07	96.48	359.73	231.93	346.44	213.57	4.41	0.17	2.35	1347.21
2022	1.34	0.67	0.12	34.66	212.40	427.26	245.28	213.26	268.88	0.39	0.41	0.74	1405.40
2023	0.44	1.18	1.17	14.31	72.27	221.29	333.80	231.71	305.10	153.40	9.21	0.34	1344.21
2024	1.38	0.63	2.44	26.50	33.99	282.72	308.72	383.27	150.42	9.42	0.22	10.71	1210.43
2025	1.42	6.56	3.15	53.34	32.86	256.75	406.92	236.98	324.06	50.30	64.49	1.39	1438.22
2026	4.85	0.48	31.03	5.97	116.88	189.90	275.72	305.48	326.06	0.04	69.17	0.25	1325.83
2027	1.20	1.71	0.48	88.00	127.59	267.88	327.37	306.74	653.26	5.53	72.87	1.66	1854.29
2028	2.55	1.26	43.26	40.92	102.87	422.79	376.76	406.74	305.61	2.24	0.54	4.18	1709.73
2029	2.05	1.94	49.12	126.21	75.32	442.52	387.27	305.88	290.32	144.48	0.10	1.18	1826.40
2030	3.47	1.05	4.36	33.22	19.36	153.23	362.94	281.11	324.55	124.08	0.07	0.67	1308.11
2031	2.18	7.01	6.21	29.27	17.39	352.08	500.79	374.90	262.44	7.12	1.43	1.81	1562.63
2032	0.51	19.30	32.14	6.57	104.52	334.15	436.77	233.12	199.67	0.38	0.09	5.04	1372.24
2033	7.62	0.06	0.01	10.57	26.52	254.00	213.55	477.69	362.23	0.07	1.11	0.26	1353.68
2034	0.68	0.10	0.38	112.69	122.00	293.47	290.19	244.35	330.54	5.08	5.04	22.56	1427.06
2035	0.11	14.29	2.35	99.11	67.57	195.95	546.14	371.64	221.99	0.03	3.11	3.42	1525.71
2036	1.74	1.58	2.57	33.93	99.04	296.37	413.51	379.50	221.36	154.52	0.01	0.77	1604.90
2037	2.73	0.07	18.94	9.57	30.10	70.98	320.15	183.88	170.12	56.26	12.38	11.22	886.41
2038	10.57	0.86	28.67	45.55	224.97	389.88	328.03	420.11	146.32	17.35	1.07	6.40	1619.79
2039	5.16	1.01	33.93	13.69	20.52	186.34	363.15	466.39	235.04	3.91	46.71	2.11	1377.98
2040	2.09	0.52	22.80	5.83	165.55	214.13	397.26	132.15	328.82	59.92	0.10	0.69	1329.86

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.21	2.61	11.73	87.35	104.26	330.17	143.31	246.10	324.64	13.29	0.83	1.40	1268.91
2022	4.13	3.23	68.25	48.85	149.60	37.30	295.84	361.30	16.21	16.21	30.18	3.13	1034.24
2023	3.78	2.13	9.08	31.53	41.82	414.64	195.43	283.31	332.68	16.68	13.08	1.92	1346.08
2024	0.96	2.41	33.16	107.88	78.58	99.20	286.45	315.55	147.75	8.28	23.30	4.86	1108.39
2025	4.38	2.96	46.23	88.97	172.69	218.02	168.86	192.89	508.01	87.87	3.59	9.27	1503.74
2026	4.03	14.60	24.47	109.05	88.63	152.05	397.24	215.36	88.18	32.96	3.70	11.92	1142.20
2027	6.69	3.84	14.94	85.45	75.84	304.37	365.49	416.75	48.50	14.37	2.41	1.44	1340.08
2028	2.19	1.94	4.57	136.81	190.30	246.13	356.91	365.03	149.56	80.59	4.90	26.86	1565.79
2029	2.45	3.61	26.12	121.37	10.01	118.80	561.69	143.03	388.37	7.17	19.80	2.34	1404.75
2030	38.50	1.83	27.91	102.86	145.54	216.42	223.67	339.22	284.56	72.64	49.11	1.88	1504.15
2031	3.57	3.93	3.24	82.36	96.21	166.19	204.49	306.41	115.79	10.38	16.04	1.34	1009.97
2032	1.58	1.73	22.80	41.15	123.64	188.23	345.24	476.69	146.38	84.81	26.98	2.40	1461.63
2033	1.84	2.59	2.56	40.34	104.24	230.99	293.73	416.61	88.22	19.81	144.76	6.90	1352.58
2034	6.73	7.57	0.72	96.78	95.92	376.76	193.09	407.32	258.98	135.29	2.82	4.95	1586.92
2035	4.19	5.22	22.19	75.70	112.27	140.38	290.04	258.44	337.94	20.21	3.74	2.65	1272.96
2036	3.81	7.41	3.37	104.90	132.26	548.14	200.42	267.17	298.10	1.05	2.77	4.61	1574.01
2037	3.13	11.91	111.95	105.29	85.59	288.47	467.91	330.12	275.46	10.95	27.30	1.75	1719.82
2038	2.80	3.60	3.45	104.91	192.40	208.37	361.81	259.00	118.60	26.88	108.00	5.10	1394.92
2039	2.15	9.50	60.06	106.36	167.78	491.80	139.14	360.61	87.05	4.14	2.87	3.83	1435.28
2040	7.76	2.72	5.14	52.80	205.38	270.52	277.70	280.28	160.63	69.90	32.62	4.46	1369.91

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสกลนคร (356201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.07	1.37	25.54	81.78	124.44	413.52	241.54	381.53	320.37	16.72	8.38	2.90	1621.15
2022	3.60	1.75	0.84	47.78	233.04	403.66	129.67	301.00	333.13	2.35	3.58	3.53	1463.93
2023	2.72	1.60	3.23	66.58	79.88	269.39	312.77	374.46	610.40	137.07	3.80	2.32	1864.22
2024	3.33	4.37	2.67	48.85	50.60	176.35	224.71	389.33	341.89	10.15	4.46	15.09	1271.81
2025	5.60	3.06	8.28	103.78	89.44	298.76	269.21	279.17	306.72	42.31	79.09	3.64	1489.06
2026	8.89	2.37	28.14	9.59	134.84	167.61	204.60	378.38	465.93	1.71	17.20	0.55	1419.81
2027	4.01	3.36	26.33	137.71	182.01	259.21	328.18	287.01	564.31	0.52	41.72	0.89	1835.26
2028	4.32	4.85	111.34	51.35	190.33	328.36	350.83	328.37	271.33	14.46	2.72	1.53	1659.78
2029	5.62	2.46	15.38	122.42	150.35	327.48	380.73	239.44	251.47	184.26	0.38	4.03	1684.00
2030	6.83	3.98	1.99	58.49	86.28	157.87	361.66	354.25	503.96	156.47	0.18	1.62	1693.58
2031	3.34	21.63	13.42	73.54	54.54	349.47	469.51	430.65	218.75	26.91	3.15	3.93	1668.84
2032	4.57	9.85	68.41	17.69	168.23	238.60	454.29	223.91	221.26	2.72	0.50	1.63	1411.66
2033	8.49	1.03	0.42	25.23	114.32	364.16	212.28	500.56	386.42	1.87	2.09	2.08	1618.93
2034	2.75	1.31	1.35	140.99	121.99	286.57	263.06	256.17	252.69	34.39	2.39	6.04	1369.69
2035	0.55	13.11	3.06	127.73	101.83	179.22	919.37	381.47	235.00	0.71	4.37	5.94	1972.36
2036	3.63	2.86	2.50	47.40	127.47	238.96	291.08	292.68	121.31	186.16	1.44	0.52	1316.02
2037	5.94	0.92	25.18	23.39	84.54	58.55	459.38	278.75	66.05	43.41	22.01	3.17	1071.29
2038	17.93	2.82	29.36	104.23	246.12	380.35	205.54	462.60	133.41	61.48	3.13	7.93	1654.89
2039	12.83	2.20	59.74	33.39	44.98	243.81	399.44	439.73	227.29	15.41	47.73	3.43	1529.99
2040	6.57	1.36	15.00	22.47	199.86	184.25	224.76	180.91	235.99	27.35	1.35	2.33	1102.21

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	2.51	0.51	2.79	121.82	129.22	521.37	215.00	392.08	505.94	47.89	0.07	0.90	1940.09
2022	2.09	1.71	134.45	66.56	224.50	32.72	513.84	343.04	126.67	33.64	143.34	2.38	1624.94
2023	2.74	0.29	0.45	51.14	36.53	493.92	438.66	496.72	510.27	17.13	59.64	2.51	2110.00
2024	0.39	0.43	37.54	119.71	65.63	165.91	648.68	531.70	234.95	2.87	33.86	0.45	1842.13
2025	2.33	2.00	13.22	98.78	196.50	397.38	317.66	361.63	800.98	59.89	12.60	22.72	2285.70
2026	2.51	16.14	42.81	89.35	34.08	129.58	619.70	461.17	271.06	127.03	4.13	58.65	1856.21
2027	4.44	2.03	0.00	50.66	88.32	575.69	963.05	580.11	152.88	7.11	6.35	0.17	2430.82
2028	2.34	0.38	11.93	216.06	272.83	320.89	211.95	356.53	299.19	56.26	0.72	85.99	1835.07
2029	0.72	0.77	19.46	78.97	1.00	106.85	831.87	292.53	545.51	6.40	36.14	1.66	1921.86
2030	5.79	0.44	37.20	130.83	231.51	160.90	470.20	481.22	550.85	133.15	63.55	1.70	2267.35
2031	1.39	2.36	4.31	104.82	93.51	220.51	458.50	506.38	190.96	6.12	10.71	0.69	1600.27
2032	0.40	0.79	13.62	36.85	121.65	441.95	626.13	615.91	221.68	197.04	96.01	2.24	2374.28
2033	0.78	2.07	5.14	37.27	160.63	473.59	446.17	771.71	217.48	3.95	161.11	9.52	2289.42
2034	11.43	19.07	12.26	179.89	85.50	498.26	364.90	409.81	524.83	178.22	0.30	5.67	2290.13
2035	2.65	9.48	4.00	31.27	97.89	188.23	376.31	591.50	343.06	8.12	6.62	3.71	1662.86
2036	1.09	1.41	1.20	93.02	134.10	615.24	351.74	463.78	502.86	0.11	0.45	4.88	2169.89
2037	2.49	23.34	133.61	85.47	125.52	478.86	761.36	554.45	296.75	16.86	121.76	0.94	2601.41
2038	2.91	8.73	3.54	109.20	129.14	456.89	660.28	495.47	273.68	22.07	110.26	4.69	2276.86
2039	1.00	17.66	67.62	179.37	226.76	559.71	274.48	739.83	143.63	1.96	2.78	3.75	2218.55
2040	8.21	0.31	30.66	13.41	281.71	520.50	458.82	548.95	228.13	129.13	2.95	9.27	2232.05

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีนครพนม (357201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	9.21	0.21	37.31	101.39	155.09	578.27	372.83	556.91	343.32	7.08	0.27	3.78	2165.66
2022	2.16	1.07	0.19	55.71	341.43	686.83	394.29	342.82	432.22	0.62	0.66	1.19	2259.20
2023	0.70	1.90	1.88	23.00	116.17	355.73	536.59	372.48	490.46	246.59	14.80	0.55	2160.84
2024	2.21	1.01	3.93	42.60	54.64	454.48	496.27	616.12	241.81	15.14	0.36	17.22	1945.78
2025	2.28	10.54	5.06	85.74	52.83	412.73	654.14	380.96	520.93	80.86	103.68	2.23	2311.96
2026	7.79	0.77	49.88	9.60	187.88	305.27	443.23	491.07	524.14	0.07	111.19	0.40	2131.29
2027	1.94	2.75	0.78	141.47	205.10	430.62	526.25	493.09	1050.13	8.89	117.13	2.67	2980.80
2028	4.10	2.03	69.55	65.78	165.37	679.64	605.65	653.84	491.27	3.60	0.87	6.72	2748.42
2029	3.30	3.13	78.96	202.88	121.08	711.36	622.54	491.71	466.69	232.25	0.16	1.90	2935.97
2030	5.57	1.69	7.01	53.41	31.11	246.32	583.44	451.89	521.72	199.47	0.11	1.08	2102.82
2031	3.51	11.26	9.98	47.06	27.96	565.97	805.03	602.65	421.88	11.45	2.31	2.90	2511.95
2032	0.82	31.02	51.66	10.56	168.02	537.16	702.11	374.75	320.97	0.61	0.14	8.10	2205.90
2033	12.25	0.09	0.01	16.99	42.63	408.31	343.28	767.89	582.29	0.12	1.79	0.42	2176.07
2034	1.10	0.15	0.61	181.14	196.12	471.75	466.48	392.80	531.34	8.17	8.09	36.26	2294.03
2035	0.18	22.97	3.78	159.33	108.62	315.00	877.94	597.42	356.85	0.05	5.00	5.50	2452.61
2036	2.79	2.54	4.14	54.55	159.22	476.43	664.72	610.05	355.83	248.39	0.02	1.23	2579.91
2037	4.39	0.11	30.45	15.39	48.38	114.10	514.65	295.60	273.47	90.44	19.91	18.04	1424.92
2038	16.99	1.39	46.08	73.23	361.65	626.74	527.31	675.33	235.21	27.89	1.72	10.29	2603.84
2039	8.29	1.62	54.55	22.01	32.99	299.54	583.77	749.74	377.84	6.29	75.09	3.40	2215.12
2040	3.37	0.84	36.66	9.37	266.12	344.22	638.60	212.43	528.58	96.32	0.16	1.11	2137.78

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.17	0.40	0.60	65.55	50.13	211.04	94.71	178.85	338.64	23.62	0.32	1.31	966.35
2022	2.33	0.95	72.61	36.79	122.41	18.43	305.98	169.76	46.59	33.24	115.27	1.62	925.98
2023	0.58	0.26	0.32	25.33	26.52	275.86	199.60	203.76	223.18	22.27	52.38	2.58	1032.65
2024	0.67	0.53	34.12	51.60	37.45	85.12	268.43	269.42	195.16	1.64	17.45	1.92	963.51
2025	2.18	0.87	6.32	56.84	126.79	204.84	155.16	171.99	283.85	9.19	11.86	13.04	1042.91
2026	2.01	15.07	22.66	36.74	27.38	88.26	336.00	210.19	238.57	87.78	9.59	26.66	1100.91
2027	2.45	1.53	0.00	14.80	34.13	264.33	387.70	233.80	159.83	12.11	4.37	0.26	1115.31
2028	1.35	0.69	4.87	76.88	162.65	156.69	111.35	255.41	257.08	17.47	1.02	29.23	1074.69
2029	0.75	0.41	10.91	25.38	2.66	42.89	425.07	131.43	225.06	9.09	18.65	2.44	894.74
2030	6.19	0.39	26.48	106.41	131.40	69.91	175.80	202.08	258.04	94.24	23.86	1.30	1096.12
2031	1.90	1.17	5.06	59.84	59.74	91.51	200.58	265.96	108.88	21.22	19.05	0.72	835.61
2032	0.50	0.52	8.90	14.45	89.66	173.10	290.36	367.72	253.82	131.44	30.60	1.61	1362.68
2033	1.51	3.81	4.31	14.64	94.25	257.02	256.61	375.05	173.54	10.25	81.91	5.26	1278.16
2034	5.28	8.39	11.12	105.83	45.20	292.50	162.72	239.43	293.47	67.70	0.65	2.10	1234.38
2035	1.56	5.07	3.14	13.19	62.94	94.72	197.58	315.86	169.14	15.73	1.11	3.17	883.21
2036	1.02	0.51	0.42	42.97	107.42	376.30	206.34	191.84	196.67	0.15	0.60	2.42	1126.68
2037	1.09	10.90	74.03	65.95	65.83	189.90	322.92	258.21	155.47	52.84	53.40	0.71	1251.26
2038	2.18	4.12	2.20	51.98	39.18	169.64	281.71	221.54	126.59	21.32	59.91	4.05	984.41
2039	1.00	11.44	55.79	78.53	153.48	330.37	189.56	330.85	126.45	4.00	11.44	3.02	1295.94
2040	3.38	0.34	27.72	5.77	135.29	204.93	213.16	179.54	180.07	115.69	6.50	4.37	1076.77

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีขอนแก่น (381201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.96	0.51	28.94	70.27	108.16	354.95	177.12	320.65	277.26	7.43	0.75	2.47	1352.47
2022	1.35	0.41	0.27	20.36	239.40	241.34	209.56	170.12	260.77	0.47	0.51	1.42	1145.97
2023	0.93	0.45	3.44	4.25	91.34	153.49	232.91	185.68	329.49	189.38	3.90	1.57	1196.84
2024	1.35	0.50	1.15	25.29	22.79	233.47	212.89	339.42	168.34	2.04	0.48	15.44	1023.15
2025	1.75	4.64	3.87	46.62	49.47	193.58	298.37	151.27	350.46	45.75	58.13	2.08	1205.99
2026	3.39	0.76	30.99	6.56	95.23	175.24	175.56	212.20	435.75	0.07	31.42	0.35	1167.52
2027	1.22	1.20	1.60	83.92	154.36	201.70	197.16	255.60	698.94	16.58	62.40	1.57	1676.26
2028	2.13	4.35	33.39	21.62	82.77	295.14	223.05	334.45	207.24	47.96	0.88	5.57	1258.56
2029	2.51	3.78	55.78	64.46	124.34	372.84	261.92	238.93	342.19	98.87	0.44	3.61	1569.66
2030	4.00	1.10	1.35	49.65	14.67	122.66	166.84	296.10	257.98	173.77	0.13	0.45	1088.72
2031	2.76	4.04	15.74	25.45	19.59	249.65	318.04	217.30	238.73	11.68	3.69	1.90	1108.56
2032	1.18	23.91	41.69	9.15	73.11	176.11	358.63	209.13	162.80	0.32	0.10	6.22	1062.34
2033	7.27	0.22	0.43	13.48	22.03	228.14	145.78	420.51	382.51	2.86	1.18	0.83	1225.25
2034	0.83	0.20	0.33	76.44	102.65	211.65	210.22	177.80	442.56	35.04	2.60	20.09	1280.42
2035	0.33	13.96	3.57	67.20	72.14	187.93	451.21	326.53	188.32	0.33	3.10	5.07	1319.70
2036	1.74	1.03	4.77	25.12	94.06	187.46	241.17	334.45	191.34	168.05	0.07	0.67	1249.93
2037	3.23	0.23	24.37	16.98	24.28	48.96	226.91	143.72	195.69	87.60	15.43	5.29	792.70
2038	6.70	0.75	36.83	36.72	117.11	266.84	162.58	320.63	136.04	126.49	1.64	6.49	1218.82
2039	5.35	3.51	47.79	20.99	19.33	163.41	186.60	265.63	345.81	16.94	66.75	2.59	1144.69
2040	6.40	0.54	22.18	6.34	162.19	127.49	411.09	111.85	199.00	107.01	0.46	1.57	1156.11

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	1.12	0.38	0.58	62.66	47.91	201.71	90.52	170.94	323.66	22.58	0.31	1.26	923.61
2022	2.22	0.91	69.40	35.16	116.99	17.62	292.45	162.25	44.53	31.77	110.17	1.54	885.02
2023	0.56	0.24	0.31	24.21	25.35	263.66	190.77	194.75	213.31	21.29	50.06	2.47	986.98
2024	0.64	0.50	32.61	49.32	35.80	81.36	256.56	257.50	186.53	1.56	16.68	1.84	920.90
2025	2.08	0.83	6.04	54.33	121.18	195.78	148.30	164.38	271.29	8.78	11.33	12.46	996.78
2026	1.93	14.41	21.66	35.11	26.17	84.36	321.14	200.90	228.01	83.90	9.17	25.48	1052.22
2027	2.34	1.46	0.00	14.15	32.62	252.64	370.55	223.46	152.76	11.57	4.18	0.25	1065.98
2028	1.29	0.66	4.65	73.48	155.46	149.76	106.42	244.12	245.71	16.70	0.97	27.94	1027.16
2029	0.71	0.40	10.42	24.26	2.54	40.99	406.27	125.62	215.10	8.69	17.82	2.34	855.16
2030	5.92	0.38	25.31	101.71	125.59	66.81	168.02	193.14	246.63	90.08	22.81	1.24	1047.64
2031	1.81	1.12	4.83	57.19	57.09	87.46	191.71	254.19	104.06	20.28	18.21	0.68	798.65
2032	0.48	0.49	8.51	13.81	85.69	165.44	277.52	351.45	242.59	125.63	29.25	1.54	1302.41
2033	1.44	3.64	4.12	13.99	90.08	245.65	245.26	358.46	165.86	9.80	78.29	5.03	1221.62
2034	5.04	8.02	10.63	101.15	43.20	279.56	155.53	228.84	280.49	64.70	0.62	2.01	1179.78
2035	1.49	4.84	3.00	12.61	60.16	90.53	188.84	301.89	161.65	15.04	1.06	3.03	844.14
2036	0.97	0.49	0.40	41.07	102.67	359.66	197.21	183.36	187.97	0.14	0.58	2.31	1076.84
2037	1.04	10.42	70.76	63.03	62.92	181.50	308.64	246.79	148.59	50.50	51.04	0.68	1195.91
2038	2.08	3.94	2.10	49.68	37.44	162.13	269.25	211.75	120.99	20.38	57.26	3.87	940.87
2039	0.96	10.93	53.32	75.06	146.69	315.75	181.18	316.22	120.86	3.83	10.94	2.88	1238.62
2040	3.23	0.32	26.50	5.51	129.31	195.87	203.73	171.60	172.11	110.58	6.21	4.18	1029.14

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีชัยภูมิ (403201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	3.79	0.49	27.66	67.16	103.38	339.25	169.29	306.47	264.99	7.10	0.71	2.36	1292.65
2022	1.29	0.39	0.25	19.46	228.81	230.67	200.29	162.60	249.24	0.45	0.49	1.36	1095.29
2023	0.89	0.43	3.28	4.06	87.30	146.71	222.61	177.47	314.92	181.01	3.73	1.50	1143.90
2024	1.29	0.48	1.10	24.17	21.78	223.14	203.47	324.41	160.89	1.95	0.45	14.76	977.89
2025	1.67	4.43	3.70	44.56	47.28	185.02	285.17	144.58	334.96	43.73	55.56	1.99	1152.65
2026	3.24	0.73	29.61	6.27	91.02	167.49	167.79	202.81	416.48	0.06	30.03	0.34	1115.88
2027	1.17	1.15	1.53	80.21	147.53	192.78	188.44	244.29	668.02	15.85	59.64	1.50	1602.12
2028	2.04	4.16	31.92	20.67	79.11	282.09	213.18	319.66	198.07	45.84	0.84	5.32	1202.89
2029	2.39	3.62	53.32	61.61	118.84	356.35	250.33	228.36	327.06	94.50	0.42	3.45	1500.24
2030	3.83	1.06	1.29	47.46	14.02	117.24	159.46	283.00	246.57	166.08	0.13	0.43	1040.57
2031	2.64	3.86	15.04	24.32	18.73	238.60	303.97	207.69	228.17	11.16	3.53	1.81	1059.53
2032	1.13	22.85	39.84	8.74	69.88	168.32	342.77	199.88	155.60	0.30	0.10	5.94	1015.35
2033	6.95	0.21	0.41	12.89	21.06	218.05	139.33	401.91	365.59	2.74	1.13	0.80	1171.05
2034	0.80	0.20	0.32	73.06	98.11	202.29	200.93	169.94	422.98	33.49	2.48	19.20	1223.79
2035	0.32	13.35	3.41	64.22	68.95	179.62	431.25	312.09	179.99	0.32	2.96	4.85	1261.33
2036	1.66	0.98	4.56	24.01	89.90	179.17	230.50	319.66	182.88	160.62	0.06	0.64	1194.64
2037	3.09	0.22	23.29	16.23	23.21	46.80	216.87	137.36	187.03	83.73	14.75	5.05	757.64
2038	6.41	0.72	35.20	35.10	111.93	255.03	155.39	306.45	130.02	120.89	1.57	6.20	1164.91
2039	5.11	3.36	45.68	20.06	18.47	156.18	178.34	253.88	330.51	16.19	63.80	2.48	1094.06
2040	6.12	0.52	21.20	6.06	155.02	121.85	392.90	106.90	190.20	102.28	0.44	1.50	1104.97

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.53	0.43	5.67	67.42	48.03	291.81	130.92	216.12	429.32	4.31	0.37	0.52	1195.45
2022	1.88	1.14	54.41	36.40	93.08	32.38	308.78	235.87	46.83	16.34	60.38	0.59	888.09
2023	0.54	0.37	0.76	31.45	36.44	335.59	274.01	264.64	271.32	40.16	39.27	1.41	1295.95
2024	0.58	0.70	26.62	45.76	24.36	99.47	323.21	316.05	210.60	9.67	15.57	5.31	1077.90
2025	1.04	0.97	26.77	60.17	128.53	168.22	231.61	181.37	426.34	14.07	12.86	5.51	1257.45
2026	1.43	8.04	17.88	40.19	31.88	134.12	389.94	269.50	176.79	110.29	4.80	10.89	1195.73
2027	1.39	1.37	0.64	36.15	30.14	257.01	349.40	346.56	196.73	9.91	0.94	0.13	1230.37
2028	0.39	0.77	7.37	70.24	161.19	135.99	178.51	338.03	274.09	8.05	1.00	11.05	1186.69
2029	0.58	0.32	16.29	43.20	3.86	77.81	453.94	198.44	278.32	12.43	25.31	1.83	1112.32
2030	13.75	0.49	17.71	114.42	153.05	79.38	265.25	265.51	282.17	109.81	31.70	0.91	1334.16
2031	0.92	1.33	4.77	61.12	60.53	170.54	207.23	411.23	95.46	29.88	16.63	0.50	1060.14
2032	0.36	0.31	12.91	18.15	76.84	195.36	297.06	438.72	258.43	123.89	26.59	0.93	1449.56
2033	0.71	1.79	2.33	29.09	93.16	284.12	321.14	378.94	133.59	20.62	106.97	1.20	1373.65
2034	5.27	2.01	0.32	69.21	44.05	358.56	214.67	275.24	329.96	61.41	0.46	1.45	1362.61
2035	0.83	2.20	13.98	18.56	46.90	104.07	247.61	314.62	218.07	14.65	0.27	0.93	982.68
2036	0.86	2.68	2.61	70.70	77.43	488.84	226.60	248.61	356.16	0.11	0.61	1.15	1476.36
2037	0.67	8.06	59.73	59.30	43.28	180.17	338.05	326.70	230.82	43.59	28.92	0.65	1319.94
2038	1.32	2.11	3.43	56.53	103.39	147.79	254.63	298.70	147.34	8.59	92.54	4.15	1120.51
2039	0.79	8.72	28.46	72.17	167.80	429.16	212.25	370.71	120.69	4.80	6.04	1.09	1422.66
2040	2.82	0.49	10.49	23.37	142.07	296.31	259.53	242.44	202.02	103.43	17.21	2.49	1302.67

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีร้อยเอ็ด (405201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.96	0.29	30.88	65.13	74.37	349.52	255.65	339.22	295.14	12.05	0.95	0.83	1424.98
2022	1.15	0.69	0.17	34.27	211.73	362.13	215.27	232.72	285.13	0.18	0.46	0.83	1344.74
2023	0.67	0.28	1.21	14.66	65.85	205.90	264.37	247.65	388.37	220.64	4.07	0.67	1414.35
2024	1.14	0.48	0.87	32.78	20.26	262.69	219.50	351.16	204.01	6.82	0.88	16.36	1116.93
2025	1.39	4.16	8.01	72.18	44.59	252.40	323.96	240.77	350.58	35.51	85.36	1.36	1420.26
2026	2.98	0.64	28.09	4.24	114.38	197.32	247.90	289.17	391.50	0.15	11.33	0.24	1287.93
2027	1.00	1.37	6.78	81.25	129.78	302.74	291.77	272.43	722.04	15.86	40.80	0.75	1866.56
2028	1.08	3.21	50.61	31.53	89.28	325.12	256.25	367.21	296.25	75.73	0.84	2.42	1499.52
2029	2.31	2.76	12.88	62.23	141.66	387.17	219.86	262.60	421.80	94.90	0.16	1.49	1609.82
2030	2.22	0.71	3.04	36.97	27.72	144.07	262.12	313.43	377.51	229.13	0.09	0.49	1397.49
2031	1.10	8.75	17.85	30.65	17.27	253.89	411.96	290.05	216.38	33.05	5.77	1.29	1288.03
2032	0.71	9.68	37.72	4.04	78.46	235.42	360.27	258.59	242.96	0.12	0.16	3.73	1231.85
2033	4.48	0.34	2.18	9.68	52.85	367.99	231.77	490.80	410.86	0.42	0.90	0.65	1572.91
2034	0.85	0.23	0.30	69.31	118.76	248.28	255.86	230.89	483.78	48.47	2.24	12.83	1471.79
2035	0.23	6.47	2.18	67.87	61.51	192.99	541.12	375.82	206.63	0.09	2.98	3.46	1461.33
2036	0.84	0.48	1.70	30.84	96.79	246.47	338.87	382.86	201.90	178.90	0.07	0.20	1479.94
2037	1.60	0.13	14.81	7.99	26.81	60.90	271.53	201.72	179.86	83.54	23.65	2.00	874.54
2038	3.67	0.73	28.91	38.88	144.11	291.24	179.12	357.07	139.56	196.98	1.23	2.60	1384.10
2039	6.65	0.60	36.07	21.38	28.51	196.78	258.66	410.45	321.41	27.16	71.06	3.72	1382.44
2040	6.14	0.46	19.22	5.35	142.44	147.90	319.50	153.48	236.97	88.50	0.33	0.77	1121.07

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.49	0.13	15.43	59.47	95.63	242.82	218.30	335.87	680.21	11.82	0.97	0.59	1661.73
2022	1.14	9.90	52.11	36.73	130.16	60.26	313.55	273.88	91.44	61.92	98.09	0.88	1130.06
2023	0.82	0.22	8.01	57.35	38.84	420.96	222.33	233.88	253.80	130.90	73.49	0.92	1441.51
2024	0.23	1.05	52.20	59.89	52.42	121.31	359.20	332.13	285.37	17.70	18.49	9.92	1309.89
2025	1.24	0.23	64.46	49.28	110.00	222.47	272.65	181.88	512.42	16.03	27.92	2.66	1461.23
2026	0.41	0.57	23.13	62.73	63.22	207.34	405.26	300.97	362.90	123.51	11.02	24.38	1585.43
2027	1.21	0.76	14.38	66.64	46.96	186.73	330.97	411.07	344.60	16.82	10.91	0.18	1431.23
2028	0.64	0.06	3.16	109.43	146.41	232.50	172.90	449.43	424.32	16.29	4.38	3.53	1563.05
2029	0.47	0.63	30.24	66.27	13.56	149.02	360.09	229.34	325.01	40.14	28.28	5.07	1248.13
2030	19.78	0.15	42.70	165.59	204.52	129.88	277.73	311.65	272.32	213.37	43.18	0.43	1681.32
2031	0.84	0.30	10.49	49.43	69.51	163.02	254.92	458.92	147.38	66.27	3.75	3.01	1227.82
2032	0.24	0.16	24.20	25.51	109.02	133.00	287.04	511.64	363.47	129.01	41.62	1.76	1626.66
2033	0.57	3.66	11.31	58.86	98.19	250.12	344.90	357.35	146.53	102.06	43.80	1.90	1419.24
2034	5.05	6.96	1.99	112.35	58.11	439.81	288.17	296.08	341.85	32.82	1.47	3.93	1588.58
2035	0.75	3.28	27.85	51.27	90.79	82.01	278.65	264.16	507.15	21.05	5.75	10.39	1343.10
2036	0.40	6.99	10.26	111.46	117.56	492.32	367.67	380.63	610.35	2.21	1.17	5.61	2106.64
2037	0.43	4.70	89.83	87.37	77.50	142.48	338.40	401.21	247.88	80.93	18.62	0.24	1489.60
2038	1.04	2.05	13.16	107.05	152.04	227.48	269.46	345.84	184.83	16.59	85.62	27.44	1432.59
2039	0.39	25.67	47.94	92.51	157.53	495.77	263.00	341.81	198.99	34.81	5.51	1.72	1665.66
2040	3.21	0.16	11.56	33.96	177.05	250.67	249.48	260.61	300.61	170.33	51.48	0.91	1510.02

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีอุบลราชธานี (407501)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.33	1.55	38.31	106.95	107.50	329.99	334.27	338.42	388.19	41.53	3.02	0.71	1690.78
2022	0.64	0.89	1.83	48.96	260.24	410.23	215.01	339.99	334.13	0.98	4.00	0.85	1617.76
2023	0.28	0.29	10.60	53.84	106.43	202.21	385.91	424.60	442.48	263.00	10.67	0.50	1900.83
2024	0.49	0.19	2.41	64.41	59.98	290.10	323.63	446.53	215.20	39.31	0.77	39.40	1482.42
2025	2.21	2.61	7.82	74.24	73.48	245.91	305.17	284.78	343.79	35.54	48.41	0.68	1424.64
2026	1.43	0.38	22.85	35.02	115.74	229.86	296.62	315.96	408.23	3.82	36.24	1.39	1467.56
2027	1.18	0.97	39.06	120.67	197.32	330.36	315.16	296.09	614.93	66.99	58.05	0.47	2041.23
2028	0.38	4.11	70.77	55.68	142.99	284.26	294.26	397.93	485.37	139.73	1.38	6.68	1883.55
2029	0.35	8.81	7.14	125.82	188.08	402.78	271.30	295.75	520.07	96.33	0.16	2.33	1918.92
2030	2.07	1.72	4.13	89.13	49.81	204.69	361.70	392.06	463.71	289.24	0.12	0.30	1858.69
2031	0.30	14.16	21.34	77.30	38.05	158.88	437.08	312.11	421.60	83.66	33.31	6.42	1604.21
2032	2.12	11.37	42.20	32.86	94.42	234.04	431.51	335.68	301.67	12.07	4.72	3.89	1506.55
2033	1.49	0.12	2.39	34.69	80.77	394.59	276.10	476.04	419.32	7.14	13.93	0.26	1706.85
2034	0.39	0.29	1.72	93.45	145.44	256.39	328.94	265.56	515.14	151.58	17.77	20.94	1797.63
2035	0.12	0.18	30.55	95.20	86.08	286.01	481.56	441.77	246.83	7.61	15.38	11.93	1703.20
2036	1.42	0.90	13.76	51.54	144.89	258.14	332.00	360.36	400.77	200.08	0.85	0.18	1764.90
2037	1.50	0.08	20.60	27.74	43.30	61.05	240.31	267.00	202.85	154.03	47.30	1.09	1066.85
2038	8.59	1.43	51.78	38.16	136.87	325.23	252.55	360.62	285.77	206.90	8.03	16.60	1692.53
2039	10.71	1.26	32.59	33.75	47.57	253.73	310.79	505.29	661.99	155.38	135.20	1.04	2149.31
2040	4.79	0.16	21.69	19.85	131.69	168.41	334.39	241.18	300.44	151.68	3.39	0.50	1378.17

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา
(431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.33	0.10	0.74	48.48	52.21	155.54	141.68	170.28	339.10	20.01	0.27	0.73	929.47
2022	1.27	3.58	66.05	28.18	91.03	27.47	290.99	137.88	53.46	41.46	130.64	0.82	872.82
2023	0.61	0.05	1.37	39.98	27.70	219.70	158.14	158.38	169.44	26.85	42.66	0.93	845.82
2024	0.30	0.82	21.88	45.12	23.47	55.26	234.04	194.09	189.05	15.01	13.33	3.92	796.29
2025	0.91	0.54	8.97	53.69	124.70	157.26	142.34	123.50	290.87	2.33	18.57	3.42	927.11
2026	0.66	4.44	11.46	29.38	20.38	102.66	225.42	201.73	350.99	44.80	11.08	23.80	1026.80
2027	1.31	0.73	1.10	8.75	40.09	162.87	210.80	219.20	322.98	7.59	6.15	0.11	981.68
2028	0.73	0.50	4.67	51.56	133.66	220.86	113.33	248.41	226.00	14.68	1.06	8.97	1024.45
2029	0.33	0.34	17.02	22.96	6.29	45.74	262.49	134.50	211.60	13.43	10.92	2.11	727.75
2030	3.80	0.11	23.66	136.18	166.69	69.80	140.46	155.79	162.51	102.32	10.34	0.52	972.19
2031	1.02	0.30	12.42	43.06	46.02	75.81	178.26	230.23	117.96	28.22	10.74	0.67	744.71
2032	0.18	0.16	6.23	11.25	72.61	105.77	238.55	365.81	250.86	123.16	22.18	1.28	1198.06
2033	0.98	3.37	4.59	18.06	81.63	231.20	224.30	224.56	248.86	25.92	35.29	2.30	1101.05
2034	2.92	7.26	9.94	96.52	40.31	253.27	158.31	195.19	248.30	20.90	0.22	0.95	1034.10
2035	0.38	2.82	1.44	14.54	50.91	53.67	193.86	285.61	251.05	20.62	1.97	1.05	877.93
2036	0.38	0.27	1.50	52.90	78.10	311.37	182.88	237.17	252.04	0.36	0.53	1.80	1119.29
2037	0.37	7.11	59.86	67.32	47.08	103.86	261.75	241.66	151.99	84.40	21.05	0.34	1046.80
2038	0.91	1.79	2.35	57.45	52.39	139.11	210.61	202.89	93.67	42.38	15.58	14.77	833.91
2039	0.41	16.33	62.91	65.84	144.33	275.04	151.67	228.68	143.68	20.93	3.35	1.42	1114.60
2040	2.47	0.12	37.53	19.79	126.01	161.76	152.06	141.88	196.16	141.43	10.54	1.45	991.18

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีบรรราชสีมา
(431201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.77	0.80	28.42	72.59	84.00	368.81	163.74	291.71	266.53	10.02	1.19	0.84	1289.41
2022	0.40	0.52	0.02	34.32	293.04	157.78	165.99	144.31	264.32	0.49	0.96	0.64	1062.78
2023	0.43	1.01	3.10	6.84	93.66	145.89	235.07	267.66	332.80	178.34	1.64	0.59	1267.02
2024	0.57	0.15	0.70	46.38	29.42	228.95	164.95	274.57	209.15	15.67	0.13	13.03	983.68
2025	1.23	2.13	19.21	62.43	52.29	127.06	197.18	132.09	247.61	34.70	46.85	1.16	923.94
2026	0.83	0.88	26.19	23.27	105.93	140.36	138.18	156.88	379.96	0.09	15.62	0.25	988.45
2027	0.41	0.76	3.26	87.04	149.22	206.92	171.31	196.13	558.76	19.18	51.86	0.75	1445.60
2028	0.53	5.19	23.43	10.44	86.78	211.76	210.56	276.48	249.98	75.35	0.39	4.15	1155.05
2029	0.75	5.23	56.38	86.16	117.78	244.23	182.82	191.49	363.58	63.65	0.16	4.12	1316.36
2030	1.43	0.51	2.30	50.27	23.36	97.51	115.33	240.18	292.66	187.15	0.06	0.55	1011.32
2031	0.79	4.37	10.16	23.52	25.18	163.63	226.63	202.25	202.36	33.66	4.97	1.41	898.91
2032	0.83	26.37	32.48	10.42	61.25	134.78	252.88	184.12	159.44	8.43	0.12	2.43	873.55
2033	4.62	0.05	0.96	25.18	42.11	187.52	119.82	331.80	326.67	8.77	2.30	0.32	1050.13
2034	0.19	0.08	0.18	56.24	114.31	175.34	167.22	165.33	329.79	71.47	4.29	16.65	1101.10
2035	0.18	6.36	11.98	64.83	74.40	203.91	356.01	283.11	148.22	1.64	2.89	2.79	1156.31
2036	1.93	0.19	7.73	27.21	93.46	188.55	202.99	257.14	253.24	188.01	0.11	0.22	1220.77
2037	1.87	0.07	17.00	22.31	21.14	37.53	179.76	103.84	134.34	89.41	11.20	1.72	620.18
2038	2.81	0.18	37.82	42.73	113.60	259.95	158.18	341.38	194.72	102.53	2.87	3.95	1260.72
2039	3.76	0.87	39.15	16.14	20.87	134.85	149.73	232.37	336.62	81.13	82.71	3.93	1102.13
2040	9.09	0.19	12.76	6.15	163.20	77.70	298.90	97.98	168.75	144.85	0.68	0.56	980.81

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 245 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.43	0.17	4.55	71.63	61.70	216.33	176.76	254.62	558.09	12.02	0.49	0.55	1357.35
2022	1.28	4.60	67.39	42.81	112.19	48.08	281.90	209.52	78.47	58.18	123.44	0.72	1028.60
2023	0.64	0.11	2.48	42.51	40.26	332.49	215.20	203.92	209.33	63.82	46.03	0.91	1157.71
2024	0.36	1.20	36.43	53.08	28.35	88.01	322.42	311.90	229.74	12.70	18.64	10.58	1113.41
2025	1.29	0.29	33.81	41.16	140.40	195.52	222.15	143.02	457.05	5.17	28.05	1.81	1269.73
2026	0.64	0.76	13.58	34.95	47.23	170.93	298.09	257.62	367.77	84.23	8.90	20.79	1305.50
2027	1.28	0.87	6.86	37.96	38.90	169.84	275.25	311.13	374.13	10.77	4.19	0.13	1231.31
2028	0.34	0.22	6.18	85.35	166.92	203.01	144.17	352.62	385.57	13.71	1.70	5.13	1364.91
2029	0.43	0.53	27.90	36.80	12.21	92.07	324.63	172.69	311.69	18.14	19.33	2.20	1018.63
2030	8.05	0.20	28.35	170.72	222.87	84.61	209.83	226.04	233.14	154.85	25.17	0.68	1364.52
2031	0.85	0.47	19.26	45.07	64.44	116.86	217.69	376.13	135.44	43.46	3.01	1.60	1024.27
2032	0.23	0.19	35.88	18.89	107.49	127.91	255.87	443.97	304.70	124.08	25.20	1.38	1445.78
2033	0.66	2.62	5.32	32.07	83.19	262.47	286.47	329.10	217.50	45.56	49.23	1.00	1315.22
2034	3.66	3.83	5.31	94.93	45.17	366.38	229.56	245.43	342.33	17.98	0.32	1.59	1356.49
2035	0.46	2.46	3.21	22.82	55.99	83.17	214.01	299.46	381.61	23.11	1.94	1.31	1089.56
2036	0.44	2.44	6.19	76.13	101.18	402.84	298.33	295.05	479.68	0.75	0.80	2.83	1666.65
2037	0.39	5.24	67.23	75.98	55.06	140.64	282.77	347.52	193.39	82.80	22.25	0.44	1273.71
2038	0.93	3.05	10.93	72.96	87.40	177.03	256.06	330.29	142.62	33.20	40.60	24.58	1179.66
2039	0.57	18.79	44.82	76.91	165.87	382.89	233.30	324.51	173.62	22.79	2.64	1.01	1447.71
2040	4.22	0.16	31.45	26.03	150.28	240.27	202.99	205.71	268.64	155.63	54.97	1.25	1341.58

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย SSP 585 ปี ค.ศ. 2021-2040 ของสถานีสุรินทร์ (432201)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2021	0.51	0.54	33.95	65.69	97.60	408.74	275.36	287.01	350.38	21.14	2.07	0.76	1543.74
2022	0.60	0.89	0.04	36.70	263.01	296.70	209.83	230.86	326.79	0.45	0.82	0.79	1367.47
2023	0.40	1.11	5.28	18.77	84.89	199.09	303.75	304.30	427.03	223.89	5.80	0.70	1575.02
2024	0.75	0.19	0.65	45.89	34.75	285.76	225.36	351.43	200.82	19.29	0.43	23.98	1189.29
2025	1.93	4.59	15.96	71.42	48.82	187.33	296.82	241.64	317.47	39.00	72.32	1.02	1298.33
2026	0.90	0.41	19.67	21.27	107.30	182.17	255.61	257.84	426.81	0.32	15.44	0.55	1288.30
2027	0.60	1.03	20.70	101.64	151.98	311.85	248.22	215.94	664.66	37.31	45.24	0.53	1799.71
2028	0.46	4.60	43.60	31.78	91.13	252.58	249.25	364.28	378.93	112.56	0.80	4.69	1534.67
2029	0.76	4.77	26.78	122.56	152.94	326.51	193.11	245.07	497.80	75.90	0.17	2.66	1649.04
2030	1.75	1.27	4.31	76.76	34.20	164.15	223.58	316.82	400.12	248.01	0.14	0.40	1471.50
2031	0.51	9.92	17.46	21.82	17.44	177.63	317.50	265.91	277.74	51.02	14.29	2.58	1173.85
2032	1.48	17.40	40.90	8.41	61.93	187.68	332.32	250.25	239.52	8.38	1.05	5.47	1154.78
2033	3.67	0.10	1.45	20.15	70.42	348.71	207.36	445.97	424.73	7.69	5.83	0.33	1536.42
2034	0.36	0.18	0.58	70.26	139.79	222.17	237.19	246.37	432.39	97.83	7.33	24.61	1479.05
2035	0.24	0.76	12.35	72.02	63.18	230.20	363.95	366.60	212.88	2.09	5.60	3.73	1333.60
2036	1.52	0.12	6.12	50.37	108.57	247.86	317.06	356.23	320.64	222.69	0.08	0.20	1631.46
2037	1.37	0.06	25.46	24.37	44.01	50.87	182.98	162.00	216.12	113.59	34.89	1.05	856.77
2038	3.38	0.37	40.14	49.32	113.40	331.88	173.90	336.22	224.27	147.65	3.94	5.51	1429.97
2039	7.96	0.46	42.44	30.23	34.65	212.97	217.77	356.43	514.96	124.09	104.96	5.11	1652.03
2040	8.61	0.27	19.54	5.91	166.54	125.52	281.37	173.46	231.50	148.49	1.12	0.55	1162.88

ภาคผนวก ซ
แบบรายงานสรุปผลการวิจัย

สรุปผลโครงการวิจัย 1 หน้ากระดาษ A4 (สำหรับประชาสัมพันธ์)

1. **ชื่อผลงาน/โครงการ** การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

Forecasting of drought in the northeast region of Thailand by using the statistical downscaling method

2. **ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย** ดร.สุรสิทธิ์ ปัญญาวรณศิริ

Dr.Surasit Punyawansiri

3. **ที่อยู่ติดต่อได้** สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน สามเสน 10300

เบอร์โทรศัพท์ 0991593999, 024210036 ต่อ 2772 E-mail Surasit.Pu@ku.th

4. **ชื่อหน่วยงาน** กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

5. **ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ** พ.ศ. 2564

6. **คำค้น keyword** แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก, ภัยแล้ง, การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ, ปริมาณฝน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, Global Climate Model, drought, statistical downscaling, precipitation, climate change

7. **อ้างอิง**

8. **รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว** (สามารถแยกไฟล์ หรือใส่รวมไว้ในเนื้อหาได้)

9. **คำอธิบาย 1 หน้ากระดาษ A4** (font Tahoma ขนาด 10 แบบ Regular)

(สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย/โครงการวิจัย มีความยาว 1 หน้ากระดาษ A4 เนื้อหาครอบคลุมถึงความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน และประโยชน์ของผลงานวิจัย)

สรุปรายละเอียดผลงานโครงการวิจัย 1 แผ่น

ปัจจุบันแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาถึงคุณลักษณะและคาดการณ์แนวโน้มของตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลก แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศทั่วโลก ด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ประมาณ 200-300 ตารางกิโลเมตร สำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับทุกประเทศบนโลก แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM ยังเป็นมาตราส่วนที่ไม่ละเอียดเพียงพอต่อการศึกษาผลกระทบในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือสถานีตรวจวัดอากาศ จากปัญหาดังกล่าว เทคนิคการลดมาตราส่วน (Downscaling Technique) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อลดมาตราส่วนผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง GCM ที่หยาบให้มีรายละเอียดเหมาะสมสำหรับการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยาในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือสถานีตรวจวัดอากาศ

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์แนวโน้มของค่าปริมาณฝนจากข้อมูลรายวันของสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 10 สถานี ที่กระจายครอบคลุมในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามวิธี Mann-Kendall พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014 (คาบเวลา 54 ปี) ทั้งหมดมีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่มีเพียงสถานีสุรินทร์ที่มีแนวโน้มค่าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง GCMs จากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ ACCESS-ESM1-5 ประเทศออสเตรเลีย, CanESM5 ประเทศแคนาดา, EC-Earth3 ประเทศสวีเดน (สหภาพยุโรป), MIROC6 และ MRI-ESM2-0 ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ทุกแบบจำลอง GCMs ที่เลือกใช้สามารถสังเคราะห์ข้อมูลฝนสะสมรายปีเฉลี่ยได้เทียบเท่ากับข้อมูลช่วงปีพื้นฐาน โดยผลลัพธ์ของแบบจำลอง MIROC6 มีรูปแบบการกระจายตัวของค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์มากที่สุด มีความแม่นยำรายสถานีเฉลี่ย 96% ซึ่งค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนที่สังเคราะห์ได้มีความแม่นยำดีมากในช่วงฤดูหนาว ตามด้วยฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

ผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Correction) ภายใต้ภาพจำลองการแผ่รังสีความร้อนทั้ง SSP 245 และ SSP 585 จากทั้ง 5 แบบจำลอง พบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021–2080 มีแนวโน้มของค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่และเวลาที่แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น รูปแบบการกระจายของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกจะแตกต่างกันขึ้นกับผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลอง GCM โดยแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 ช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021–2040 ทุกสถานีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ยกเว้น 3 สถานี คือ ขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ซึ่งแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ในช่วงเวลาอนาคตปานกลาง (Medium Future) และอนาคตอันไกล (Far Future) ทุกสถานีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น มีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 11.85 % และ 9.12 % ตามลำดับ รวมทั้งภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 ซึ่งทุกช่วงเวลาอนาคตในทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s พื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 4.51 %, 9.13 % และ 6.51 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีพื้นฐาน ซึ่งผลลัพธ์จากทุกแบบจำลอง GCM บ่งชี้ถึงแนวโน้มค่าปริมาณฝนเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝนและลดลงในช่วงฤดูร้อน

ผลจากการเลือกใช้เกณฑ์ค่าปริมาณฝนสะสมรายปีสำหรับการคำนวณค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) ผลการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปี ค.ศ. ที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้งภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 คือ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 ซึ่งโดยรวมของผลลัพธ์จากทุกแบบจำลอง GCM บ่งชี้ถึงแนวโน้มจะเกิดเหตุการณ์ความแห้งแล้งในอนาคตที่มีความถี่มากขึ้น โดยในแต่ละปีจะมีพื้นที่และระดับความรุนแรงเหตุการณ์สภาวะภัยแล้งแตกต่างกัน พื้นที่เฝ้าระวังภัยแล้งเป็นพิเศษ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา

สรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด
(สำหรับเผยแพร่ในระบบ EXPLORE ผ่านทางเว็บไซต์ www.thai-explore.net)

10. ชื่อผลงาน/โครงการ การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

Forecasting of drought in the northeast region of Thailand by using the statistical downscaling method

11. ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย ดร.สุรสิทธิ ปัญญาวรณศิริ

Dr.Surasit Punyawansiri

12. ที่อยู่ติดต่อได้ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน สามเสน 10300

เบอร์โทรศัพท์ 0991593999, 024210036 ต่อ 2772 E-mail Surasit.Pu@ku.th

13. ชื่อหน่วยงาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

14. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ พ.ศ. 2564

15. คำค้น keyword แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก, ภัยแล้ง, การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ, ปริมาณฝน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, , Global Climate Model, drought, statistical downscaling, precipitation, climate change

16. อ้างอิง

17. รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว (สามารถแยกไฟล์ หรือใส่รวมไว้ในเนื้อหาได้)

18. คำอธิบาย 1 หน้ากระดาษ A4 (font Tahoma ขนาด 10 แบบ Regular)

(สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย/โครงการวิจัย มีความยาว 1 หน้ากระดาษ A4 เนื้อหาครอบคลุมถึงความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน และประโยชน์ของผลงานวิจัย)

10. นำเข้าข้อมูลสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด ในระบบ EXPLORE ผ่านทางเว็บไซต์ www.thai-explore.net

การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติจากข้อมูลฝนรายวันในช่วงปีพื้นฐาน ค.ศ.1961-2014 และผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจากฐานข้อมูล CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง พบว่า ปริมาณฝนคาดการณ์ในอนาคต ปี ค.ศ.2021-2080 มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงพื้นที่และเวลาขึ้นกับผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลอง แต่ส่วนใหญ่มีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าดัชนี SPI12 จากผลลัพธ์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกบ่งชี้ถึงการเกิดเหตุการณ์ภาวะภัยแล้งในอนาคตมีความถี่มากขึ้น ความรุนแรงแตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่

สรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย บทสรุปผู้บริหาร

1. ชื่อผลงาน/โครงการ การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

Forecasting of drought in the northeast region of Thailand by using the statistical downscaling method

2. ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย ดร.สุรสิทธิ์ ปัญญาวรรณศิริ

Dr.Surasit Punyawansiri

3. ที่อยู่ติดต่อได้ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน สามเสน 10300

เบอร์โทรศัพท์ 0991593999, 024210036 ต่อ 2772 E-mail Surasit.Pu@ku.th

4. ชื่อหน่วยงาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

5. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ พ.ศ. 2564

6. คำค้น keyword แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก, ภัยแล้ง, การลดมาตราส่วนเชิงสถิติ, ปริมาณฝน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, , Global Climate Model, drought, statistical downscaling, precipitation, climate change

7. อ้างอิง

8. รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว (สามารถแยกไฟล์ หรือใส่รวมไว้ในเนื้อหาได้)

9. บทสรุปผู้บริหาร ความยาวของแบบสรุปผู้บริหารไม่ควรเกิน 5 หน้ากระดาษ

a. สารบัญตาราง (List of Tables) (ถ้ามี)

b. สารบัญภาพ (List of Illustration) (ถ้ามี)

c. คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations) (ถ้ามี)

รายงานบทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบัน “ภาวะโลกร้อน (Global Warming)” ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลต่อฤดูกาลต่างๆ ในหลายภูมิภาคทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง ซึ่งหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านเลยก็จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น ดังนั้น การเข้าใจกระบวนการและสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเตรียมความพร้อมในการรับมือและวางแผนเพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ปัจจุบันแบบจำลองการหมุนเวียนภูมิอากาศ (General Circulation Model, GCM) หรือแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model, GCM) ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาถึงคุณลักษณะและผลการคาดการณ์แนวโน้มของตัวแปรภูมิอากาศพื้นฐานในระดับโลก อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดี แบบจำลองนี้จะให้ผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศทั่วโลกด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ประมาณ 200-300 ตารางกิโลเมตร สำหรับประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับทุกประเทศบนโลก แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM ยังไม่ละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ศึกษาผลกระทบระดับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือในระดับสถานีตรวจวัดอากาศ จากปัญหาดังกล่าวนี้ วิธีการ “เทคนิคการลดมาตราส่วน (Downscaling Technique)” ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดมาตราส่วนผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM ซึ่งจำลองการหมุนเวียนสภาพภูมิอากาศมาตราส่วนระดับโลกย่อยส่วนให้ เป็นมาตราส่วนระดับลุ่มน้ำหรือสถานีให้เหมาะสมสำหรับการศึกษาผลกระทบทางด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยา และระบบนิเวศน์

การศึกษานี้มีแนวคิดเพื่อการพยากรณ์ภัยแล้งโดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยตัวแปรปริมาณน้ำฝน เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ (Statistical Downscaling Technique) สำหรับการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาอนาคต ปี ค.ศ. 2021 ถึง 2080 รวมทั้งการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ ปี ค.ศ. 2021 ถึง 2040 โดยการใช้ค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) และจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง (Hot spot) การศึกษาได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอดีต ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 ถึง 2014 (คาบเวลา 54 ปี) จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งครอบคลุมในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 10 สถานี กับค่าข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCMs จากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ ACCESS-ESM1.5 ประเทศออสเตรเลีย, CanESM5 ประเทศแคนาดา, EC-Earth3 ประเทศสวีเดน (สหภาพยุโรป) และ MIROC6 กับ MRI-ESM2.0 ประเทศญี่ปุ่น

จากการรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในระดับสถานี ทั้ง 10 สถานี ในช่วงปีพื้นฐาน ตั้งแต่ปี ค.ศ.1961-2014 โดยขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนวิธีโค้งทับทวิ (Double Mass Curve) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนของทุกสถานีที่ถูกตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของ

ปริมาณน้ำฝนสะสมทั้ง 10 สถานี มีความสัมพันธ์ที่ดีถึงดีมาก ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณฝนตามวิธี Mann-Kendall ผลปรากฏว่า ส่วนใหญ่จะมีค่าแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ยกเว้น สถานีอุดรธานี, ชัยภูมิ และร้อยเอ็ด ที่มีค่าแนวโน้มปริมาณน้ำฝนลดลง และพบว่ามีเพียงสถานีสุรินทร์ที่มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนคาบเวลา 54 ปี ในช่วงปี ค.ศ.1961-2014 ของสถานีอุตุนิยมิวิทยาทั้ง 10 สถานี พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,451.12 มิลลิเมตร/ปี, ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำสุด 947.37 มิลลิเมตร/ปี และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด 2,044.16 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ สถานีจังหวัดนครพนมมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยสูงที่สุด 2,322.43 มิลลิเมตร/ปี และสถานีจังหวัดนครราชสีมาปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยน้อยที่สุด 1,081.57 มิลลิเมตร/ปี โดยค่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลงมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เข้าสู่ภาคกลางของประเทศ และมีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนตามค่าละติจูดของที่ตั้งสถานี ยิ่งมีค่าพิกัดละติจูดมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยมากตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของแต่ละสถานีไม่ได้รับอิทธิพลจากระดับความสูงของที่ตั้งสถานี มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดช่วงฤดูฝนในเดือนสิงหาคม 274.23 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนกันยายน 261.31 มิลลิเมตร และจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตกน้อยที่สุดช่วงหนาวในเดือนธันวาคม 4.11 มิลลิเมตร ตามด้วยเดือนมกราคม 4.80 มิลลิเมตร

เนื่องจากวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical Downscale Method) เป็นวิธีที่ซับซ้อนต้องใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ (Predictor) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM และตัวถูกทำนาย (Predictand) คือค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน การพิจารณาวิธีการลดมาตราส่วนทางสถิติที่จะนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อการคาดการณ์ จะต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ของข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ต้องสอดคล้องกับลักษณะทางอุตุ-อุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษามากที่สุด เพื่อต้องการได้ผลลัพธ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและให้ผลการพยากรณ์แม่นยำที่สุด จากการศึกษาวิเคราะห์พบว่า วิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติแบบวิธีเดลต้า (Delta Method) มีผลความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Quantile Mapping (QM) และ Empirical Quantile Mapping (EQM) รวมทั้งการประเมินแบบจำลอง GCM ทั้ง 5 แบบจำลองในการศึกษานี้ด้วยเกณฑ์ค่าสถิติแบบต่าง ๆ พบว่า แบบจำลอง MIROC6 พัฒนาโดยสถาบัน National Institute for Environmental Studies, The University of Tokyo ร่วมกับ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ประเทศญี่ปุ่น มีรูปแบบคล้ายการกระจายตัวของน้ำฝนรายเดือนใกล้เคียงกับค่าปริมาณฝนสังเกตการณ์มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว, ฤดูร้อน และฤดูฝนตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลอง GCM มีข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำของผลลัพธ์ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่มีการกระจายตัวของฝนที่มีรูปแบบขึ้นอยู่กับรายละเอียดเชิงพื้นที่และการประมวลผลปรากฏการณ์บางอย่างที่มีขนาดเล็ก (Parameterization) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องอาศัยกระบวนการลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนดังกล่าว ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ โดยใช้หลักการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Correction) ซึ่งอาศัยข้อมูลสถิติของค่าปริมาณน้ำฝนในอดีต เพื่อให้ค่าสังเคราะห์ข้อมูลฝนมีความสัมพันธ์กับค่าข้อมูลฝนสังเกตการณ์ ส่งผลให้ค่าการกระจายตัวของชุดข้อมูลสังเคราะห์รายวัน รายเดือน และรายปีมีความสอดคล้องทางอุตุ-อุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษายิ่งขึ้นก่อนที่นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

การเลือกใช้แบบจำลอง GCM ที่ได้รับการพัฒนาล่าสุดจากฐานข้อมูล Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) ที่สร้างมูลฐานจากรายงานการประเมินครั้งที่ 6 Fifth Assessment Report (AR6) ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ภาพจำลองอนาคตของ AR6 นั้นเรียกว่า “Shared Socioeconomic Pathways” (SSPs) ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้รับการปรับแก้ค่าอคติของข้อมูลรายวันภายใต้ภาพจำลองการแผ่รังสีความร้อน SSP 245 และ SSP 585 จากทั้ง 5 แบบจำลอง เห็นได้ชัดว่า ค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคต ปี ค.ศ. 2021–2080 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงพื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยใน ปี ค.ศ. 1961–2014 โดยมีรูปแบบการกระจายของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกจะแตกต่างกันขึ้นกับผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลอง GCM โดยแบบจำลอง MIROC6 ภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 พบว่า ช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021–2040 ทุกสถานีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ยกเว้น 3 สถานี คือ ขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา ซึ่งลดลงเล็กน้อย และในช่วงเวลาอนาคตปานกลาง (Medium Future) กับช่วงเวลาอนาคตอันไกล (Far Future) ทุกสถานีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น มีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 11.85 % และ 9.12 % ตามลำดับ และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 ซึ่งทุกช่วงเวลาอนาคตในทศวรรษที่ 2020s, 2040s และ 2060s พื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 4.51 %, 9.13 % และ 6.51 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีพื้นฐาน ปี ค.ศ. 1961–2014

อย่างไรก็ตาม ผลสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคาดว่าจะเริ่มสังเกตการณ์เห็นได้ชัดในช่วงเวลาประมาณสองทศวรรษข้างหน้า ซึ่งเป็นที่คาดหวังไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาเช่นเดียวกัน

ผลการพยากรณ์และการคาดการณ์ระดับความรุนแรงของสภาวะภัยแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Index) ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนหรือกำหนดนโยบายการป้องกันบรรเทาผลกระทบจากสภาวะภัยแล้งได้ โดยเฉพาะการใช้เกณฑ์ค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardize Precipitation Index, SPI) ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อติดตามสภาวะความแห้งแล้งจากตัวแปรค่าปริมาณน้ำฝนโดยตรง สามารถสะท้อนถึงความแห้งแล้งจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนที่จะส่งผลให้เกิดภัยแล้งในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกันไปจากสถานการณ์ในอดีต โดยค่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในช่วงเวลาต่าง ๆ ของสถานีตรวจวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้ง 10 สถานี จะถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าการกระจายตัวของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function, PDF) ตามช่วงเวลาที่ต้องการหาค่าดัชนี SPI การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบการใช้ช่วงเวลาฝนสะสม 12, 18, 24 เดือน และฝนรายปี เพื่อประเมินสภาวะภัยแล้งในลักษณะภาพรวมพบว่า การใช้ข้อมูลฝนสะสม 12 เดือนและฝนรายปี สามารถให้รายละเอียดระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งจากการเปลี่ยนแปลงแบบภาพรวมของค่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาได้ดีเมื่อเทียบกับข้อมูลเหตุการณ์เท่าที่มีบันทึกไว้

ผลสรุปจากภาพจำลองอนาคตของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาแสดงให้เห็นมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวกับค่าปริมาณน้ำฝนสะท้อนสภาวะภัยแล้งในพื้นที่ศึกษา จากแบบจำลอง GCM ทั้ง 5 แบบจำลอง ภายใต้ SSP 225 และ SSP 585 ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอนาคตอันใกล้ (Near Future) ในปี ค.ศ. 2021 – 2040 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยการเปลี่ยนแปลงมีปริมาณ

ฝนที่เพิ่มขึ้น แต่สภาวะภัยแล้งในอนาคตมีความถี่มากขึ้น ผลจากการเลือกใช้เกณฑ์ค่าปริมาณฝนสะสม 12 เดือน สำหรับใช้ในการคำนวณค่าดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index, SPI) ผลการพยากรณ์ภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง MIROC6 ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนสังเกตการณ์ของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปี ค.ศ. ที่มีแนวโน้มเสี่ยงเกิดสภาวะภัยแล้งภายใต้ภาพจำลอง SSP 245 ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021, 2024, 2026, 2030, 2031, 2033, 2036, 2038, 2039 และภายใต้ภาพจำลอง SSP 585 คือ ปี ค.ศ. 2021, 2022, 2025, 2027, 2030, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2040 ซึ่งโดยรวมของผลลัพธ์จากทุกแบบจำลอง GCM บ่งชี้ถึงแนวโน้มเหตุการณ์ความแห้งแล้งในอนาคตช่วงปี ค.ศ. 2021–2080 จะมีความถี่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาในอดีต โดยในแต่ละพื้นที่จะมีระดับความรุนแรงเหตุการณ์สภาวะภัยแล้งแตกต่างกัน พื้นที่เฝ้าระวังภัยแล้งเป็นพิเศษ ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ และนครราชสีมา

จากผลการศึกษาบ่งชี้ค่อนข้างชัดเจนว่า “ภัยแล้ง” จะเป็นปรากฏการณ์ภัยพิบัติที่มีแนวโน้มความถี่มากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่ผ่านมา ผลของวิเคราะห์พบว่าภัยแล้งมีระดับความรุนแรงทั้งหนักและเบาสลับกันไป ยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายระยะยาวแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ในทางปฏิบัติสำหรับการนำผลศึกษาการพยากรณ์ภัยแล้งนี้ไปใช้ประโยชน์ อาจจะต้องมีการสำรวจและจัดหาข้อมูลภาคพื้นดินเพิ่มเติม เพื่อติดตามและประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบและปรับแก้ผลคาดการณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ระบบเรดาร์ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น

การพัฒนาแก้ปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอย่างยั่งยืน โดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำอาจจะจำเป็นต้องทบทวนและจัดเรียงลำดับความสำคัญแผนงานใหม่หรือเร่งรัดโครงการพัฒนาแหล่งน้ำพร้อมเพิ่มพื้นที่ชลประทานตามศักยภาพที่เหมาะสมอย่างเร่งด่วน ตลอดจนการขุดลอกแม่น้ำ คูคลอง หนอง บึง และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่ตื้นเขินเพื่อกักเก็บน้ำ และการขุดสระน้ำเพื่อการเกษตรขนาดเล็กในไร่นา เช่น รูปแบบโคกหนองนาโมเดล ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางอุทกวิทยาของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า มีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ ในแต่ละปีมีปริมาณมากเพียงพอ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยประมาณ 49,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่มีแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินจำนวนน้อย สามารถเก็บกักได้เพียงประมาณ 11,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หากพื้นที่ใดมีฝนตกน้อย ยิ่งเป็นปัจจัยซ้ำเติมปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ให้มีระดับความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ขณะความต้องการใช้น้ำมีประมาณ 13,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้นทุกปี นับว่าเป็นสาเหตุหลักของปัญหาภัยแล้ง นอกเหนือจากความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบนผิวดินภายใต้แผนงานเพิ่มแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินและเพิ่มพื้นที่ชลประทานข้างต้นแล้ว การบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยไม่ใช้มาตรการสิ่งก่อสร้าง จะมีส่วนช่วยลดผลกระทบภัยแล้งได้แก่ การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) ของอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ใหม่ด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยและอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งสูง รวมทั้งการจัดประชาสัมพันธ์เพื่อรณรงค์ปรับใช้แนวทางการประหยัดน้ำโดยเฉพาะกิจกรรมทางการเกษตร อาทิเช่น ขอความร่วมมือในการทำนาแบบประหยัดน้ำโดยการนำเทคนิคการทำนาแบบเปียกสลับแห้งหรือการใช้น้ำน้อยแบบส่งน้ำ

ท่วมซึ่งในแปลงนาระดับต้น ตลอดจนการประชาสัมพันธ์ข้อมูลสถานการณ์น้ำเพื่อสร้างความตระหนักรู้แก่เกษตรกรเพื่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตในบางฤดูกาล อาทิ การปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูกพืชหรือการร่นระยะเวลาเพาะปลูก การเพาะปลูกพืชอายุสั้นในปีที่มีแนวโน้มความเสี่ยงภัยแล้งสูง และการส่งเสริมการใช้น้ำมาตรการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยทดแทนในระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้น้ำ แนวทางการประหยัดน้ำจากกิจกรรมการเกษตรและนวัตกรรมการผลิตในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำน้อย ถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่สำคัญเพื่อช่วยลดการใช้น้ำและบรรเทาความเสียหายจากความรุนแรงของภัยแล้งได้อย่างมาก

นอกเหนือจากความเป็นไปได้ที่จะดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบนผิวดิน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาโครงการตามที่กล่าวไว้ข้างต้น การบรรเทาปัญหาภัยแล้งในระยะสั้นอาจจะดำเนินงานด้วยการสนับสนุนให้ใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีศักยภาพ โดยการเพิ่มการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรน้ำฝน จากข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาลรายงานว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ศักยภาพประมาณ 12 ล้านไร่ ในการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณน้ำใต้ดินมีมากกว่าปริมาณน้ำบนดินถึงประมาณ 24 เท่า ปัจจุบันนำมาใช้เพียงร้อยละ 11 เท่านั้น ถือได้ว่าเป็นแนวทางที่น่าศึกษาและส่งเสริมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

แต่อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้และข้อเสนอแนะที่กล่าวไว้เบื้องต้นเป็นเพียงข้อมูลสนับสนุนเพื่อการจัดการสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เน้นให้ความสำคัญกับการจัดการในระยะยาวตามผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก เนื่องจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศระยะยาวยังมีความไม่แน่นอนและขาดรายละเอียดบางประการที่จะใช้เป็นข้อมูลหลักเพื่อการขับเคลื่อนอย่างเป็นรูปธรรมในทางปฏิบัติ ดังนั้น การปรับตัวด้านการจัดการภัยแล้งอาจจะต้องใช้กระบวนการจัดการแบบมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐและประชาชนในการร่วมกันจัดการแบบบูรณาการ เพื่อให้สามารถปรับตัวและลดความเสียหายจากภัยแล้งได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพส่งผลให้ลดผลกระทบภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยได้อย่างแบบยั่งยืนต่อไป

สรุปงานวิจัยในรูปแบบ infographic (ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ)

1. ตราสัญลักษณ์ของ วช. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (กรมชลประทาน)



2. ชื่อผลงาน/โครงการ การพยากรณ์ภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการลดมาตราส่วนเชิงสถิติ

Forecasting of drought in the northeast region of Thailand by using the statistical downscaling method

3. ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย ดร.สุรสิทธิ์ ปัญญาวรรณศิริ

Dr.Surasit Punyawansiri

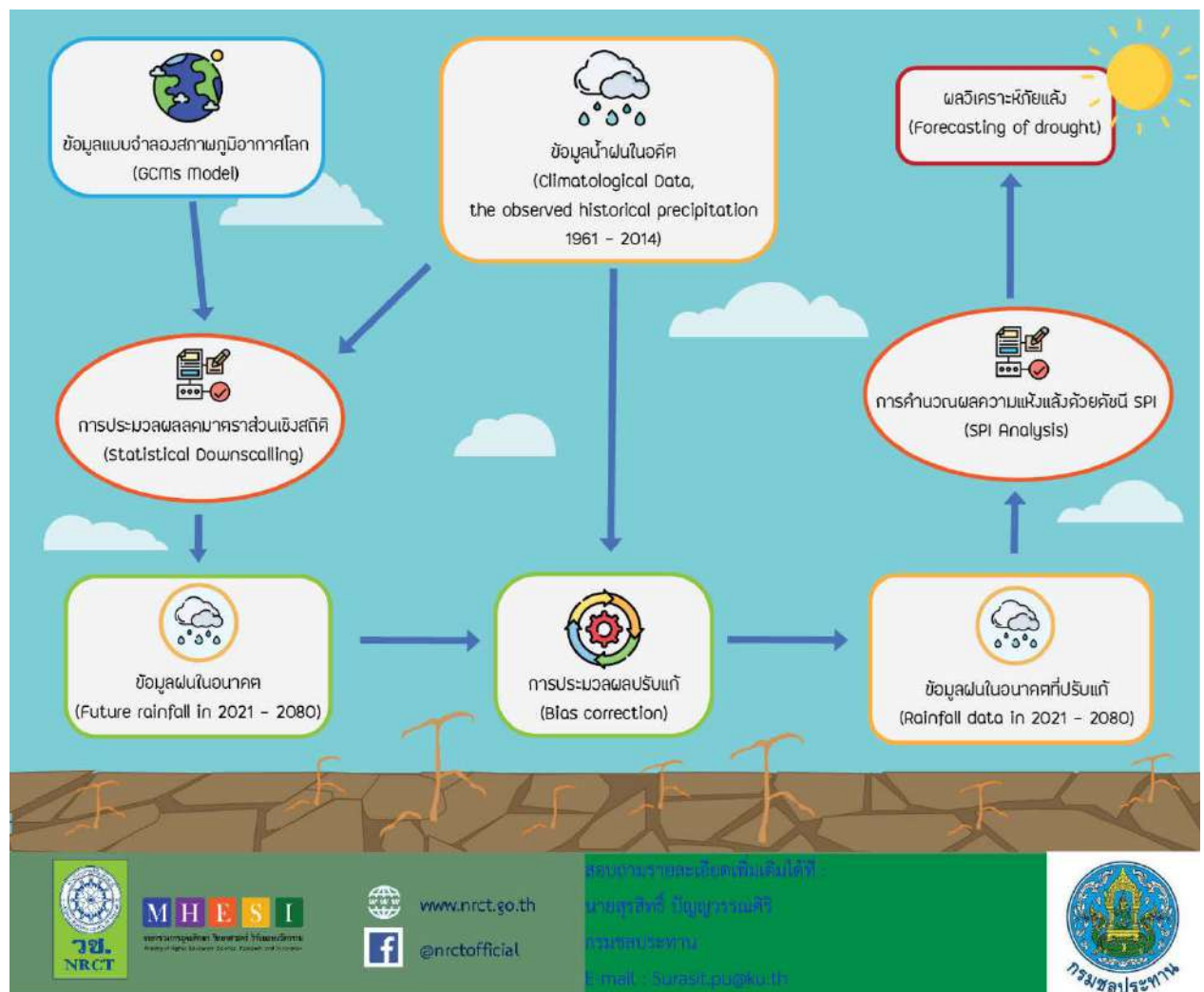
4. ที่อยู่ติดต่อได้ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน สามเสน 10300

เบอร์โทรศัพท์ 0991593999, 024210036 ต่อ 2772

E-mail Surasit.Pu@ku.th

5. ชื่อหน่วยงาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

6. ประมวลผลงานวิจัยสรุปเป็นภาพ infographic ในรูปแบบต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ



ภาคผนวก ฅ

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัยและที่ปรึกษาโครงการ

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัยและที่ปรึกษาโครงการ

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ ดร.สุรสิทธิ์ ปัญญาวรณศิริ

Dr.Surasit Punyawansiri

2. ตำแหน่งปัจจุบัน วิศวกรชลประทาน

3. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 022410026 ต่อ 2772 โทรศัพท์มือถือ 0991593999 E-mail Surasit.irri@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบัน	ประเทศ
ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วิศวกรรมชลประทาน		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
ตรี	บริหารธุรกิจบัณฑิต	การจัดการงานก่อสร้าง		มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช	ไทย
โท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	วิศวกรรมโยธา	วิศวกรรมแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ไทย
เอก	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	วิศวกรรมชลประทาน		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

1. ชื่อ รศ.ดร.บัญชา ขวัญยืน

Assoc. Prof. Dr.Bancha Kwanyuen

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

โทรศัพท์ 034-351897, โทรสาร 034-351404 E-mail Fengbak@ku.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบัน	ประเทศ
ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วิศวกรรมชลประทาน		มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
โท	M.Sc. (Irrigation Engineering)	วิศวกรรมชลประทาน		University of Southampton	อังกฤษ
เอก	Ph.D. (Civil Engineering)	วิศวกรรมโยธา		Colorado State University	สหรัฐ

