

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่าในอ่างเก็บน้ำ เอนกประสงค์

Impact of Climate Change on Inflow in Multi-Purpose Reservoir

พงศกร พวงชมพู¹ และหริส ประสารจำ¹

Received: June, 2014; Accepted: June, 2015

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในแหล่งน้ำระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำที่ใช้ประโยชน์เพื่อการส่งน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาและเกษตรกรรม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนต่อปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้แบบจำลอง PRECIS เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนกรณี B2 ของ IPCC SRES และวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตด้วยวิธีสหสัมพันธ์เพื่อสร้างสมการประเมินปริมาณน้ำท่าระหว่าง พ.ศ. 2557 - 2566 เทียบกับข้อมูลปีฐานระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าในช่วงคาดการณ์เมื่อเทียบกับปีฐานมีค่าเฉลี่ยลดลง 5.2 มิลลิเมตรต่อปี และ 0.04 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลงจนเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะภัยแล้งในอนาคต วิธีการและผลของการศึกษาในครั้งนี้จึงคาดว่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นข้อมูลการตัดสินใจสำหรับการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภคและการเกษตรกรรม โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ปริมาณฝนเฉลี่ย; แบบจำลองทางคณิตศาสตร์; PRECIS; ภัยแล้ง; อ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
E - mail : haris.pr@rmuti.ac.th

Abstract

The global climate change affects the inflow volumes in water resources in-between rainy season and dry season, especially, in the reservoirs, mainly designed for the purposes of water supply and agricultural. This study aims to examine the effects of the rainfall changes towards the inflows volumes at the Huay-Srithon Reservoir, situated in Kalasin province by using the PRECIS Model to predict the rainfall in case of B2-IPCC SRES, and to analyze the historical data by using the method of correlation that leads to an equation used for evaluating inflows volume of the reservoir during the years 2014 - 2023 comparing to the base line year from the years 2006 - 2013. The results reveal that inflows volumes and rainfall levels are both decreased comparing to base line year at 5.2 mm per year and 0.04 MCM per year, respectively. It indicates the inflows volumes are likely to decline and can be referred as a cause of drought situation in nearly future. In the long run, the research methodology and results of this study are expected to enhance the decision-making of the agencies that are responsible for water management in aspects of water consumption and agriculture usages.

Keywords: Average Rainfall; Mathematical Model; PRECIS; Drought; Huay-Srithon Reservoir

บทนำ

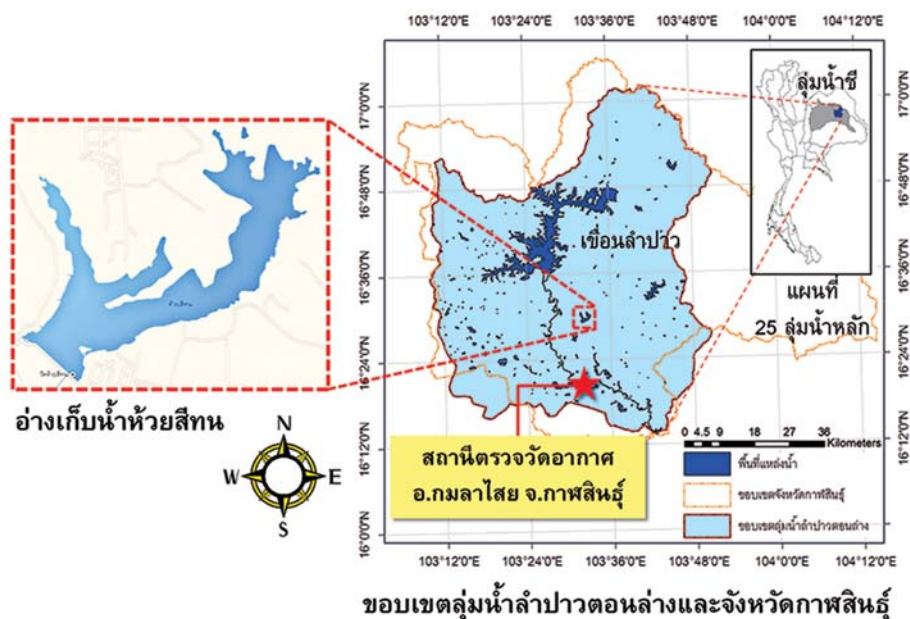
ปัญหาภัยพิบัติด้านทรัพยากรน้ำในประเทศไทยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นมูลค่ามหาศาลมากขึ้นตามลำดับ (Supharatid, S., 2014) ดันเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก เห็นได้จากข้อมูลอุณหภูมิจเฉลี่ยของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พายุมีความรุนแรงมากขึ้นหรือปริมาณฝนเฉลี่ยลดลง (McFalan, D. et al., 2012) ซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและอ่างเก็บน้ำที่ต้องเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตน้ำประปาหรือเกษตรกรรม อ่างเก็บน้ำห้วยสีทนเป็นอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ ขนาดกลางสำหรับส่งน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาและการชลประทานในพื้นที่อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ ในช่วงสิ้นสุดฤดูฝนระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 พบว่าภาวะภัยแล้งได้ส่งผลกระทบในพื้นที่เนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดกลางเข้าชั้นวิกฤต มีปริมาณน้ำเหลือไม่ถึงร้อยละ 30 ของความจุ และมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยต่ำสุด (Huay-Srithon Reservoir Project, 2014) เนื่องจากแหล่งน้ำที่มีปริมาณน้ำที่จำกัด มีผลกระทบต่อต้นทุนเพื่อการผลิตน้ำประปาและการเกษตรกรรมที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยคาดว่าปริมาณน้ำท่าจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในเวลาปัจจุบันและอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจต่อระบบอุทกวิทยาที่อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือแนวโน้มลักษณะของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยแบบจำลอง PRECIS เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนเนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเกิดการเปลี่ยนแปลง ร่วมกับการประยุกต์ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าในอดีตของอ่างเก็บน้ำ นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสหสัมพันธ์และนำไปสู่การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสีทนในอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2557 - 2566 ผลที่ได้จากการศึกษานี้คาดว่าจะแสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลที่ได้จากวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจหรือแนวทางแก้ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยสีทน ตั้งอยู่ที่บ้านโคกสำราญ ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวตอนล่าง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชี ดังแสดงในรูปที่ 1 พื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นลูกเนินต่อเนื่องกันซึ่งเป็นสภาพโดยทั่วไปของที่ราบสูงโคราช ความลาดเอียงของภูมิประเทศจะลาดเข้าหาลำน้ำธรรมชาติ เริ่มทำการก่อสร้างระบบส่งน้ำและอาคารประกอบเมื่อ พ.ศ. 2500 แล้วเสร็จ พ.ศ. 2502 มีพื้นที่ชลประทาน 6,707 ไร่ ปัจจุบันส่งน้ำให้แก่เกษตรกรเพาะปลูกได้ประมาณ 4,700 ไร่ วัตถุประสงค์ในการก่อสร้างเน้นเพื่อการชลประทานเป็นหลัก นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งน้ำดิบส่งน้ำให้กับการผลิตน้ำประปาสำหรับการอุปโภค - บริโภคในพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ โดยทำการส่งน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปาประมาณ 16,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (Provincial Waterworks Authority Region 6, 2014)



รูปที่ 1 ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำห้วยสีทน จังหวัดกาฬสินธุ์

สภาพทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงฤดูร้อนเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.9 องศาเซลเซียส ฤดูฝนเริ่มเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 16.2 องศาเซลเซียส ปริมาณการระเหยเฉลี่ยประมาณ 1,838.9 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีค่าสูงสุดเดือนเมษายน ประมาณ 202.9 มิลลิเมตร และข้อมูลทางอุทกวิทยารอบบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสีทนได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทางกายภาพอ่างเก็บน้ำห้วยสีทน

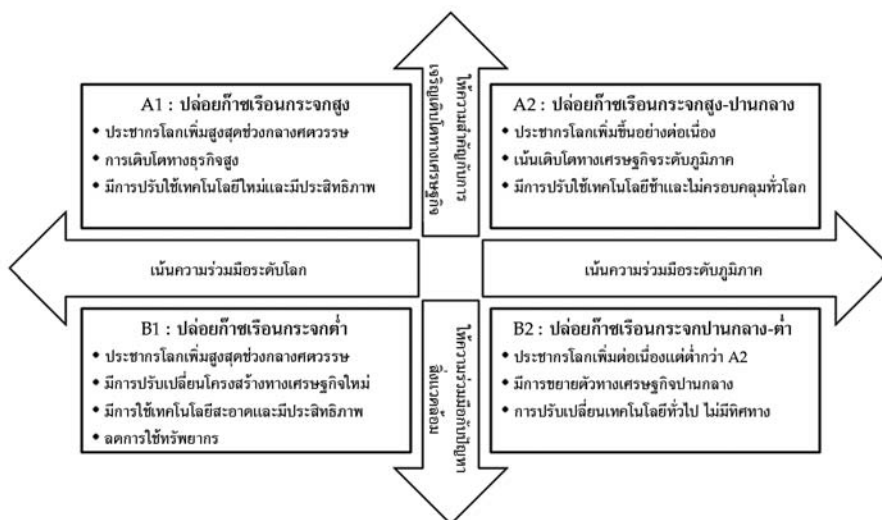
รายละเอียด	ปริมาณ	หน่วย
1. ปริมาณฝนเฉลี่ย (ในรอบ 15 ปี)	1,272	มม./ปี
2. พื้นที่รับน้ำฝนเหนืออ่างเก็บน้ำ	81.5	ตร.กม.
3. พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับสูงสุด	4.61	ตร.กม.
4. พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	3.16	ตร.กม.
5. พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับต่ำสุด	0.018	ตร.กม.
6. ความจุของอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	3.55	ล้าน ลบ.ม.
7. ความจุของอ่างฯ ที่ระดับน้ำสูงสุด	5.7	ล้าน ลบ.ม.
8. ความจุของอ่างฯ ที่ระดับธรรมชาติของน้ำ	0.009	ล้าน ลบ.ม.

(Huay-Srithon Reservoir Project, 2014)

2. การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ

2.1 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองภูมิอากาศ ซึ่งปริมาณอาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเป็น 4 รูปแบบหลักดังแสดงในรูปที่ 2 คือ



รูปที่ 2 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (Chidthaisong, A., 2010)

2.1.1 แบบ A เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยแบ่งย่อยเป็น

1) แบบ A1 คือ อนาคตการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ประชากรโลกสูงสุดในกึ่งศตวรรษ และลดลงเล็กน้อย หลังจากนั้นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการพัฒนาบุคลากร มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรม ความแตกต่างของรายได้ประชาชาติระหว่างภูมิภาคลดลง

2) แบบ A2 คือ การพัฒนาในอนาคตของโลกมีความหลากหลาย พึ่งตนเองมากขึ้น ภายในภูมิภาค มีการอนุรักษ์เอกลักษณ์ท้องถิ่น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่น และกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค

2.1.2 แบบ B เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการพัฒนาแบบ A โดยแบ่งย่อยเป็น

1) แบบ B1 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่ในอนาคต ประชากรเพิ่มสูงในตอนกึ่งกลางศตวรรษเช่นเดียวกับแบบ A1 และลดลงหลังจากนั้น แต่โครงสร้างเศรษฐกิจเปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปเป็นภาคบริการและสารสนเทศ ลดการใช้วัตถุ มีการใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เน้นที่การแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับนานาชาติมีความเสมอภาค แต่ไม่มีการนำประเด็นด้านภูมิอากาศเป็นแรงจูงใจ

2) แบบ B2 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่เน้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค ประชากรเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง แต่น้อยกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า B1 และ A1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อมและความเสมอภาคของสังคมที่เน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค

สำหรับข้อมูลปริมาณฝนพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2567 ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ทำการดาวน์โหลดจากศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (www.cckm.or.th) โดยเลือกใช้

การคาดการณ์ตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปานกลาง - ต่ำหรือแบบกรณี B2 ของ IPCC SRES (Southeast Asia START Regional Center, 2010) เป็นกรณีศึกษาเนื่องจากจังหวัดกาฬสินธุ์ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับปานกลาง มีรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมหลาย ๆ ด้าน เช่น การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมขนาดกลาง แต่ยังมีความต้องการในการแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น และมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจไม่สูงมากนัก

2.2 แบบจำลองเชิงตัวเลข PRECIS

แบบจำลอง PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) พัฒนาโดย The Met Office Hadley Centre for Climate Prediction and Research ประเทศอังกฤษ เป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCMs) ที่มีความละเอียดสูงในพื้นที่ขนาดจำกัดด้วยความละเอียดทางลาดเชิงพื้นที่ประมาณ 0.22 องศา หรือ 25 กิโลเมตร และสามารถ re-scale ได้ถึงประมาณ 20 x 20 ตารางกิโลเมตร (Chinvano, S. et al., 2009) มีความเหมาะสมกับการจำลองภูมิอากาศในภูมิภาคขนาดเล็กหรือในระดับลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ไม่มาก ซึ่งเป็นกระบวนการในการเพิ่มความละเอียดของการคำนวณหรือการ Downscale มาจากข้อมูลพื้นฐานของแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลก (Global Climate Models: GCMs) ที่มีความละเอียดของข้อมูลทางลาดเชิงพื้นที่ประมาณด้านละ 2 - 3 องศา หรือประมาณ 200 - 300 กิโลเมตร เพื่อคำนวณผลในภาพกว้างเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นและการคำนวณข้อมูลในบริเวณพื้นที่ขอบด้วยความละเอียดที่สูงขึ้นในพื้นที่เฉพาะ โดยแบบจำลอง PRECIS จะใช้ชุดข้อมูล Global Dataset ECHAM4 GCM เป็นพื้นฐานในการคำนวณ (Babel, M. S. et al., 2011) ซึ่งจะสามารถทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศมีความละเอียดมากกว่าแบบจำลอง GCMs (Jones, R. et al., 2004) ตัวอย่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์สภาพภูมิอากาศโลกโดยใช้แบบจำลอง PRECIS เกี่ยวกับผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ อ่างเก็บน้ำ ความต้องการใช้น้ำและการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำมีดังต่อไปนี้

Islam, M. N. et al. (Islam, M. N. et al., 2008) ทำการสอบเทียบและปรับเทียบผลการคาดการณ์อุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณฝนในอนาคตถึง ค.ศ. 2071 ของประเทศบังคลาเทศจากแบบจำลอง PRECIS RCMs ที่ความละเอียด 25 ตารางกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศระหว่าง ค.ศ. 1961 - 1990 เป็นปีฐานและใช้ในการปรับเทียบผลจากแบบจำลอง

Akhtar, M. et al. (Akhtar, M. et al., 2009) ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนและอุณหภูมิในพื้นที่ Hindukush-Karakorum-Himalaya (HKH) ครอบคลุมพื้นที่ 3 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำ Hunza Gilgit และ Astore โดยใช้แบบจำลอง PRECIS RCMs และนำผลที่วิเคราะห์เข้าสู่แบบจำลองทางอุทกวิทยา HBV ระหว่าง ค.ศ. 1981 - 1990 ผลการจำลองสภาพภูมิอากาศพบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าข้อมูลของสถานีตรวจวัด และอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าข้อมูลของสถานีตรวจวัด

Chinvano, S. et al. (Chinvano, S. et al., 2009) ศึกษาผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำชี - มูลโดยใช้แบบจำลอง PRECIS RCMs ในเงื่อนไขการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกประเภท A2 และใช้ข้อมูลตั้งต้นจากแบบจำลองระดับ GCMs ECHAM4 โดยมีจุดประสงค์เพื่อคาดการณ์สภาพภูมิอากาศล่วงหน้าตลอดศตวรรษที่ 21 โดยได้ปรับลดความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จาก PRECIS ด้วยวิธีการสร้างค่าสัมประสิทธิ์จากการ Rescale ของผลต่างระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจอากาศในพื้นที่และข้อมูลจากแบบจำลอง

Xiong, W. et al. (Xiong, W. et al., 2010) ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ได้สำหรับการเพาะปลูกพืชและการอุปโภค - บริโภคของประเทศจีนในอนาคตช่วงระหว่าง ค.ศ. 2020 - 2050 โดยใช้ข้อมูลอากาศในอดีต ค.ศ. 1961 - 1990 เป็นพื้นฐาน การคาดการณ์ใช้แบบจำลอง PRECIS RCMs ที่ความละเอียด 50 x 50 ตารางกิโลเมตร ภายใต้เงื่อนไข A2 และ B2 ร่วมกับแบบจำลอง CERES สำหรับจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทานและแบบจำลอง VIC (Variable Infiltration Capacity) สำหรับจำลองสภาพทางอุทกวิทยา

Thongthaeng, N. and Supratid, S. (Thongthaeng, N. and Supratid, S., 2014) ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกโดยใช้แบบจำลอง PRECIS RCMs ภายใต้เงื่อนไขกรณี A1B คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต 30 ปี ช่วงระหว่าง พ.ศ. 2553 - 2582 ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดจริงระหว่าง พ.ศ. 2523 - 2552 เป็นข้อมูลพื้นฐานและใช้สำหรับการปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่วิเคราะห์จากแบบจำลอง

3. การจัดทำข้อมูลปริมาณฝน

3.1 ข้อมูลปริมาณฝนปีฐาน

ข้อมูลปริมาณฝนปีฐานจะแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ มีตำแหน่งตั้งอยู่ที่พิกัด เส้นรุ้ง 16° 18' เหนือ เส้นแวง 103° 34' ตะวันออก มีระยะห่างจากอ่างเก็บน้ำห้วยสีทนประมาณ 17 กิโลเมตร ใช้ข้อมูลรายวันจำนวน 8 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น ส่วนที่ 2 คือข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลอง PRECIS ปีฐานได้จากการดาวน์โหลดข้อมูลปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลอง PRECIS กรณีคาดการณ์ B2 จาก www.cckm.or.th ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 ที่ตำแหน่งพิกัด เส้นรุ้ง 16° 24' เหนือ เส้นแวง 103° 36' ตะวันออก ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับสถานีตรวจอากาศและอ่างเก็บน้ำมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1

3.2 ข้อมูลปริมาณฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง PRECIS

ข้อมูลปริมาณฝนปีคาดการณ์จากแบบจำลอง PRECIS จะต้องดำเนินการดาวน์โหลดข้อมูลที่ตำแหน่งพิกัดเดียวกันกับปริมาณฝนปีฐาน แตกต่างเพียงการเลือกช่วงเวลาของข้อมูลเป็นปีคาดการณ์คือระหว่าง พ.ศ. 2557 - 2566

3.3 การเปรียบเทียบและสอบเทียบข้อมูลจากแบบจำลอง

เนื่องจากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศที่คำนวณจากแบบจำลองมีข้อจำกัดที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการทดสอบความถูกต้องของผลจากแบบจำลอง (Islam, M. N. et al., 2008) สำหรับในการศึกษานี้วิธีการที่ใช้ทดสอบความถูกต้องจากแบบจำลอง PRECIS อาศัยเทคนิคจากงานวิจัยของ Thongthaeng, N. and Supratid, S. (Thongthaeng, N. and Supratid, S., 2014) ซึ่งได้นำเสนอวิธีการสร้างค่าคงที่สำหรับปรับลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณฝนจากแบบจำลอง PRECIS และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดจริง และในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์วิธีการปรับลดความคลาดเคลื่อนจากเทคนิคดังกล่าวให้มีความเหมาะสมกับปริมาณข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนช่วงปีฐาน พ.ศ. 2549 - 2556 ระหว่างแบบจำลองและสถานีตรวจวัดเพื่อตรวจสอบค่าความแตกต่างและความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากแบบจำลอง

2) เมื่อพบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกัน จำเป็นจะต้องทำการปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนข้อมูลที่คำนวณจากแบบจำลองเพื่อให้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริงโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเพิ่มหรือลดผลการคำนวณจากแบบจำลองด้วยการใช้ค่าคงที่ C_{PC} ซึ่งค่าคงที่ C_{PC} เป็นผลจากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายเดือนจากสถานีตรวจวัดกับค่าเฉลี่ยปริมาณฝนจากแบบจำลองในปีฐานระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 ดังแสดงในสมการ (1)

$$C_{PC} = \frac{PC_{OBS}}{PC_{SIM-BASE}} \quad (1)$$

เมื่อ	C_{PC}	คือ	ค่าคงที่ปรับลดความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนจากแบบจำลอง
	PC_{OBS}	คือ	ปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดเฉลี่ยรายเดือนปีฐาน (มิลลิเมตร)
	$PC_{SIM-BASE}$	คือ	ปริมาณฝนจากแบบจำลองเฉลี่ยรายเดือนปีฐาน (มิลลิเมตร)

3) ปรับเทียบข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัด โดยนำค่าคงที่ C_{PC} ที่ได้จากสมการ (1) ไปปรับแก้อีกครั้งด้วยการเพิ่มหรือลดค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองในปีฐาน ($PC_{SIM-BASE-REV}$) ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2554 (6 ปี) เพื่อให้ได้ผลต่างระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้อยที่สุด ค่า C_{PC} ที่ผ่านการปรับแก้แล้ว ซึ่งจะถูกเรียกว่าค่า C_{PC-REV} ดังแสดงในสมการ (2)

$$C_{PC-REV} = \frac{PC_{OBS}}{PC_{SIM-BASE-REV}} \quad (2)$$

เมื่อ	C_{PC-REV}	คือ	ค่าคงที่ปรับลดความคลาดเคลื่อนที่ได้ผ่านการปรับแก้ด้วยการเพิ่มหรือลดค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองในปีฐานระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2554 ซึ่งทำให้ได้ผลต่างระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้อยที่สุด
	$PC_{SIM-BASE-REV}$	คือ	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลองที่ได้ผ่านการปรับแก้ด้วยการเพิ่มหรือลดค่า ซึ่งทำให้ได้ผลต่างระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้อยที่สุด (มิลลิเมตร)

4) ค่า C_{PC-REV} ที่ผ่านการปรับแก้จากข้อ 3) จะถูกนำไปทดสอบความถูกต้อง เพื่อความน่าเชื่อถืออีกครั้งโดยการสอบเทียบระหว่างผลการคำนวณปริมาณฝนจากแบบจำลองและข้อมูล ปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัด โดยจะใช้ข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2555 - 2556 (2 ปี) สำหรับการสอบเทียบข้อมูล

5) ค่าคงที่ C_{PC-REV} ที่ผ่านการปรับแก้โดยทำให้ปริมาณฝนจากแบบจำลองใกล้เคียง กับสถานีตรวจวัดมากที่สุดจะถูกนำไปใช้เพื่อปรับลดความคลาดเคลื่อนค่าปริมาณฝนจากแบบจำลอง PRECIS ในอนาคตระหว่าง พ.ศ. 2557 - 2566 โดยใช้สมการ (3) คือ

$$PC_{SIM-PROJ-REV} = PC_{SIM-PROJ} \times C_{PC-REV} \quad (3)$$

เมื่อ $PC_{SIM-PROJ-REV}$ คือ ปริมาณฝนจากแบบจำลองปีอนาคตที่ปรับแก้ ความคลาดเคลื่อนแล้ว (มิลลิเมตร)
 $PC_{SIM-PROJ}$ คือ ปริมาณฝนจากแบบจำลองปีอนาคตที่ยังไม่ผ่านการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน (มิลลิเมตร)

4. การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

วิธีการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำจะเป็นการนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำท่า ช่วงระยะเวลาในอดีตระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 นำมาพิจารณาค่าสหสัมพันธ์เชิงสถิติ ร่วมกับข้อมูล ปริมาณฝนในช่วงระยะเวลาเท่ากัน วัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำท่ากับปริมาณฝน ซึ่งจะสามารถสร้างสมการที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลทั้งสองได้ ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยคาดการณ์ในอนาคตที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS จะทำให้สามารถรู้ถึงปริมาณน้ำท่าโดยใช้สมการความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นสำหรับการคาดการณ์ แนวโน้มในอนาคตได้

ผลการวิเคราะห์

1. ปริมาณฝน

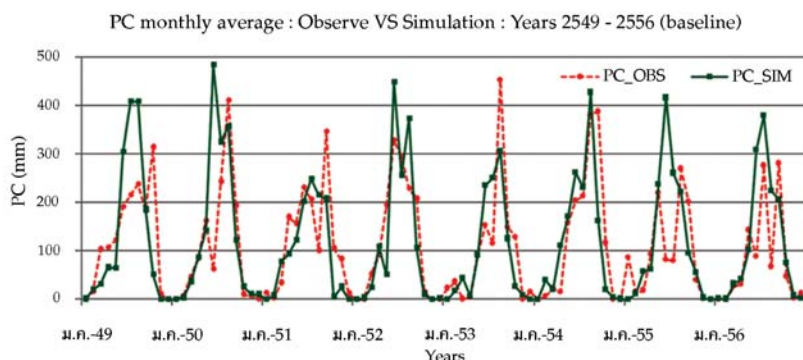
1.1 การปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากแบบจำลอง

เมื่อนำข้อมูลผลการคำนวณปริมาณฝนจากแบบจำลอง PRECIS ที่ยังไม่ผ่านการปรับแก้ ความคลาดเคลื่อน เปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดในช่วงปีฐาน ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี) โดยเฉลี่ยเป็นค่ารายปี พบว่าปริมาณฝนจากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าปริมาณฝนที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศ อยู่ร้อยละ 8.07 และค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.51 ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นจึงควรมีการปรับลด ความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนจากแบบจำลองเพื่อให้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริงมากที่สุด รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบความเข้ากันของกราฟปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างสถานีตรวจวัด และแบบจำลอง

ตารางที่ 2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลองที่ยังไม่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)		ร้อยละความแตกต่าง	R^2
สถานีตรวจวัด	แบบจำลอง PRECIS		
1,294.2	1,398.7	8.07	0.51

ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดและปริมาณฝนจากแบบจำลองในปีฐานระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 จะถูกนำไปสร้างเป็นค่า C_{PC} ตามสมการ (1) จากนั้นจะถูกปรับแก้เพื่อให้ได้ค่าที่ดีที่สุด (C_{PC-REV}) ตามวิธีการในสมการ (2) ค่าคงที่ C_{PC-REV} ที่ผ่านการปรับแก้แล้วโดยทำให้ปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลองช่วงปีฐานมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดและให้ค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุดในช่วงการปรับเทียบและสอบเทียบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3



รูปที่ 3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลองที่ยังไม่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อน พ.ศ. 2549 - 2556

ตารางที่ 3 ค่าคงที่ C_{PC-REV} สำหรับปรับลดความคลาดเคลื่อนข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง PRECIS

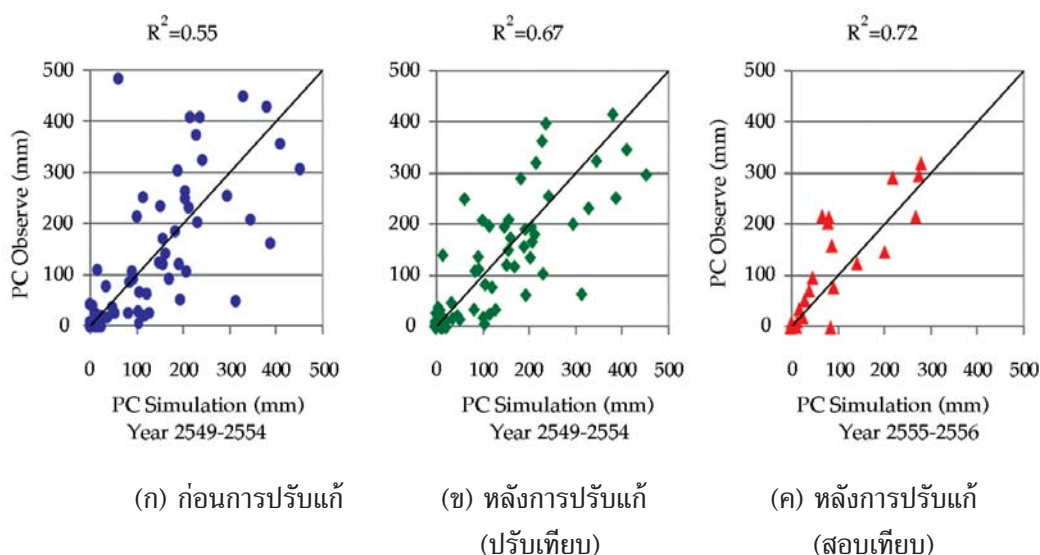
เดือน	C_{PC-REV}	เดือน	C_{PC-REV}	เดือน	C_{PC-REV}
มกราคม	1.203	พฤษภาคม	1.225	กันยายน	1.556
กุมภาพันธ์	0.966	มิถุนายน	0.515	ตุลาคม	1.284
มีนาคม	0.614	กรกฎาคม	0.783	พฤศจิกายน	1.360
เมษายน	1.268	สิงหาคม	0.968	ธันวาคม	1.110

ขั้นตอนการปรับแก้ค่า C_{PC} การปรับเทียบและสอบเทียบเพื่อประเมินค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลอง มีดังต่อไปนี้

1) การเปรียบเทียบ : การเปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลองที่ยังไม่ผ่านการปรับแก้และข้อมูลจากสถานีตรวจวัดจะใช้ช่วงข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2549 - 2554 (6 ปี) จะให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.55 ดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) จากนั้นจะสร้างค่า C_{PC} เป็นรายเดือนตามวิธีการในสมการ (1) และทำการปรับแก้ค่า C_{PC} จนทำให้ได้ค่าปริมาณฝนจากแบบจำลองปีฐาน ($PC_{SIM-BASE}$) ใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดมากที่สุด ($PC_{SIM-BASE-REV}$) ตามวิธีในสมการ (2) ซึ่งจะทำให้ได้ค่า C_{PC-REV} ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลจากการปรับลดความคลาดเคลื่อนค่าจากแบบจำลองด้วยค่า C_{PC-REV} ที่ผ่านการปรับเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดแล้วพบว่าได้ค่า R^2 ที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.67 ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข)

2) การสอบเทียบ : ผลการคำนวณปรับลดความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนจากแบบจำลองด้วยค่า C_{PC-REV} ด้วยวิธีตามสมการ (2) สอบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัด โดยใช้ช่วงข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2555 - 2556 (2 ปี) เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของค่า C_{PC-REV} พบว่าค่า R^2 เท่ากับ 0.72 ดังแสดงในรูปที่ 4 (ค)

เนื่องจากค่า C_{PC} ในงานวิจัยนี้ได้ถูกสร้างมาจากอัตราส่วนระหว่างข้อมูลจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลองระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี) ดังนั้นข้อจำกัดของค่า C_{PC} จะสามารถใช้ได้กับการปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนที่คำนวณได้ในปีคาดการณ์ในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้หากต้องการสร้างค่าคงที่เพื่อปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนให้มีความละเอียดหรือใช้ในระยะยาวได้มากขึ้น จำเป็นจะต้องเพิ่มช่วงข้อมูลในอดีตหรือปีฐานให้มีระยะเวลายาวนานมากขึ้น เช่น 30 - 50 ปีย้อนหลัง เป็นต้น เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการสร้างค่าคงที่ปรับลดความคลาดเคลื่อนและการคาดการณ์ในอนาคตที่ต้องการช่วงเวลายาวนานขึ้น

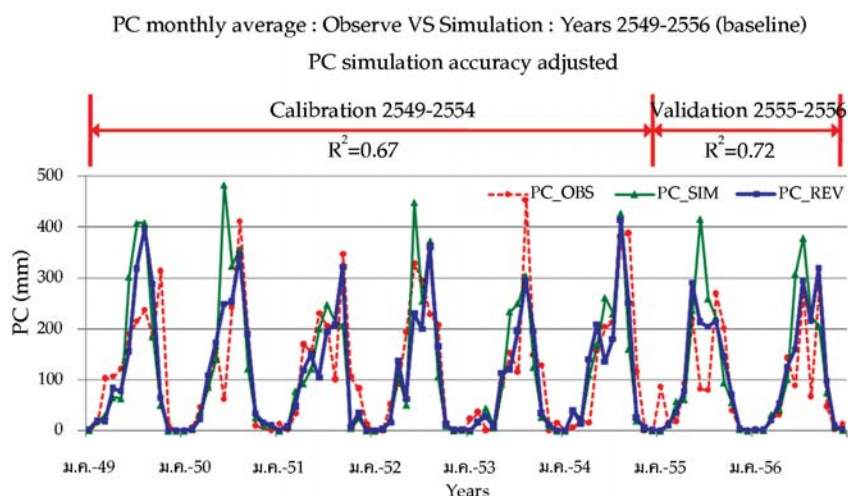


รูปที่ 4 ค่า R^2 จากการปรับเทียบและสอบเทียบปริมาณฝนรายเดือนระหว่างสถานีตรวจวัดและแบบจำลอง PRECIS

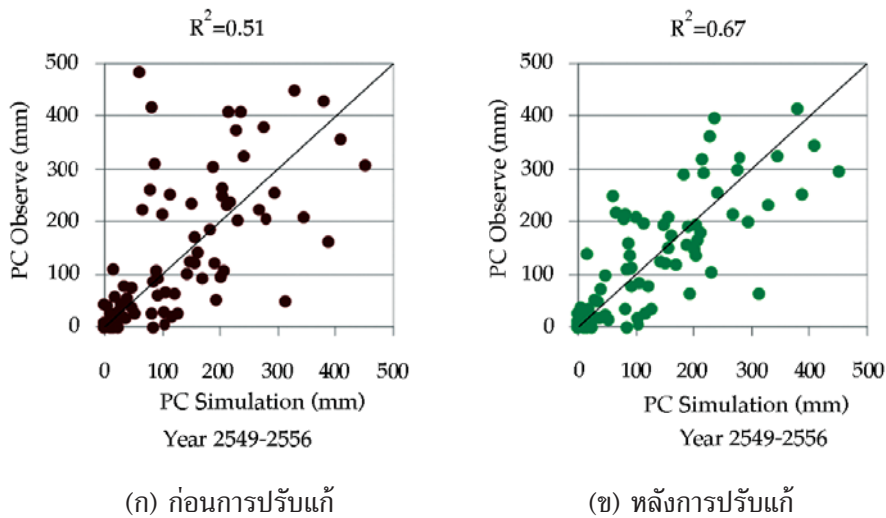
ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยจากแบบจำลองที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้วเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 (10 ปี) อีกครั้ง พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีมีความแตกต่างลดลงเหลือร้อยละ 1.29 และให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.67 ดังแสดงในตารางที่ 4 รูปที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบความเข้ากันของกราฟปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างสถานีตรวจวัดและแบบจำลองที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว รวมถึงการแสดงให้เห็นช่วงเวลาของการปรับเทียบและสอบเทียบข้อมูล และรูปที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบค่า R^2 ก่อนการปรับแก้ (ก) และหลังการปรับแก้ (ข)

ตารางที่ 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลองที่ปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)		ร้อยละความแตกต่าง	R^2
สถานีตรวจวัด	แบบจำลอง PRECIS		
1,294.2	1,277.5	1.29	0.67



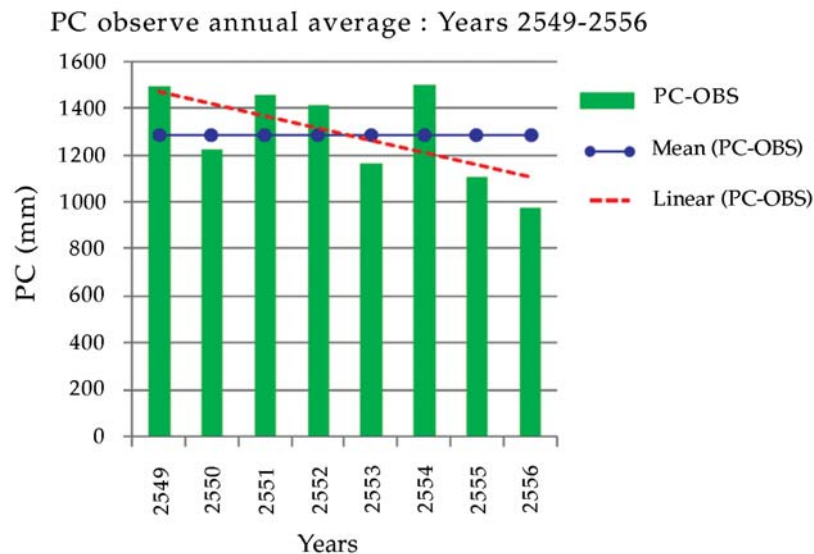
รูปที่ 5 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างสถานีตรวจวัดและแบบจำลอง พ.ศ. 2549 - 2556 ที่ผ่านปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่า R^2 ปริมาณฝนรายเดือนจากสถานีตรวจวัดและแบบจำลอง PRECIS ช่วง พ.ศ. 2549 - 2556 ก่อนและหลังการปรับลดความคลาดเคลื่อน

1.2 แนวโน้มปริมาณฝนปีฐานจากสถานีตรวจวัด

ปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดปีฐาน ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี) จะมีค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1,294.22 มิลลิเมตร โดยพบว่ามีแนวโน้มลดลงเนื่องจากปริมาณฝนในปี พ.ศ. 2553 2555 และ 2556 มีค่าลดลงดังแสดงในรูปที่ 7 และตารางที่ 5 แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจวัด



รูปที่ 7 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจวัด พ.ศ. 2549 - 2556

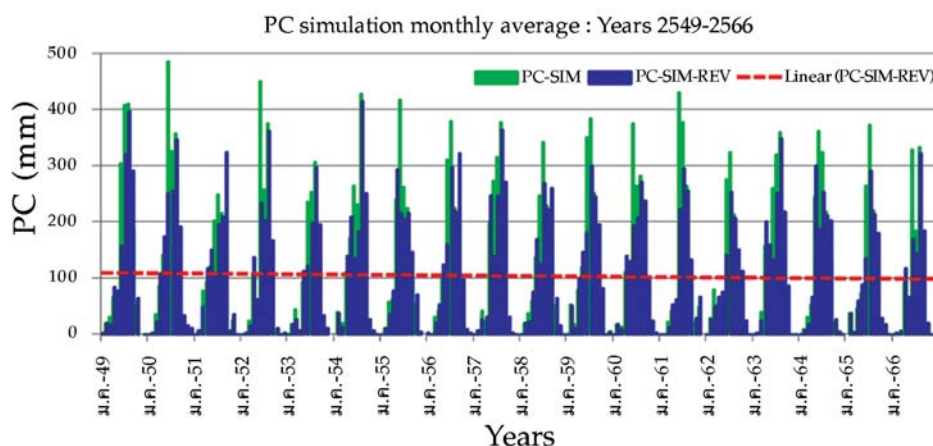
ตารางที่ 5 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจวัดพื้นฐาน พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี)

ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)
2549	1,498.90	2552	1,414.40	2555	1,107.00
2550	1,225.84	2553	1,171.30	2556	974.80
2551	1,457.90	2554	1,503.60	เฉลี่ย	1,294.22

1.3 แนวโน้มปริมาณฝนปีฐานและปีคาดการณ์จากแบบจำลอง PRECIS

1.3.1 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลอง PRECIS รายวันปีฐานและปีคาดการณ์ ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2566 (19 ปี) จะถูกนำมาปรับลดความคลาดเคลื่อนโดยค่า C_{PC-REV} ด้วยสมการ (2) และ (3) ปริมาณฝนรายวันที่ถูกปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้วจะนำมาเฉลี่ยเป็นปริมาณฝนรายเดือน ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของปริมาณฝนลดลงในอนาคต การเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปีฐานและปีคาดการณ์ พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปีฐานเท่ากับ 106.45 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยระหว่างปีคาดการณ์เท่ากับ 102.10 มิลลิเมตร มีค่าแตกต่าง 4.36 มิลลิเมตร (ร้อยละ 6.26) หรือ 0.436 มิลลิเมตรต่อเดือน (ร้อยละ 0.626 ต่อเดือน) ในช่วง 10 ปีคาดการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 6



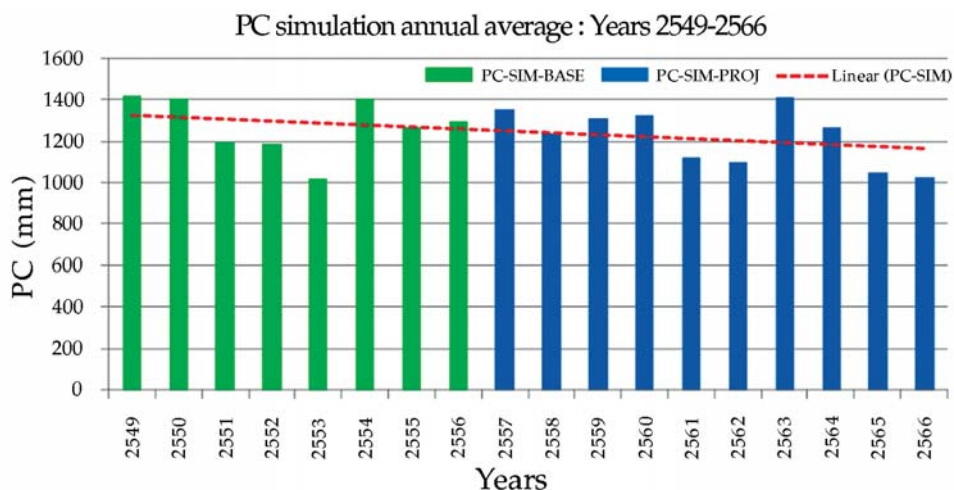
รูปที่ 8 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปีฐานถึงปีคาดการณ์ พ.ศ. 2549 - 2566

ตารางที่ 6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง

เดือน	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มม.)			ร้อยละ ความแตกต่าง
	ปีฐาน (2549 - 2556)	ปีคาดการณ์ (2557 - 2566)	ค่าความแตกต่าง	
มกราคม	0.43	0.04	- 0.38	89.45
กุมภาพันธ์	12.57	17.07	+ 4.50	35.77
มีนาคม	24.84	18.00	- 6.84	27.54
เมษายน	90.78	90.62	- 0.15	0.17
พฤษภาคม	150.14	143.84	- 6.30	4.19
มิถุนายน	171.37	162.51	- 8.86	5.17
กรกฎาคม	230.84	250.05	+ 19.21	8.32
สิงหาคม	306.47	264.85	- 41.62	13.58
กันยายน	235.08	202.64	- 32.44	13.80
ตุลาคม	43.05	58.37	+ 15.32	35.58
พฤศจิกายน	10.06	15.80	+ 5.74	57.09
ธันวาคม	1.83	1.36	- 0.47	25.09
เฉลี่ย	106.45	102.10	- 4.36	6.26

1.3.2 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากแบบจำลองระหว่างปีฐานถึงปีคาดการณ์มีแนวโน้มลดต่ำลง ดังแสดงในรูปที่ 9 ตารางที่ 7 แสดงถึงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากแบบจำลองระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2566 สำหรับตารางที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างปีฐานและปีคาดการณ์ โดยพบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของปีฐานเท่ากับ 1,277.46 มิลลิเมตร ในขณะที่ค่าเฉลี่ยปีคาดการณ์เท่ากับ 1,225.15 มิลลิเมตร มีค่าแตกต่างกัน 52.01 มิลลิเมตร (ร้อยละ 4.07) หรือลดลงเฉลี่ย 5.201 มิลลิเมตร ต่อปี (ร้อยละ 0.407 ต่อปี) ในช่วง 10 ปีคาดการณ์



รูปที่ 9 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างปีฐานถึงปีคาดการณ์ พ.ศ. 2549 - 2566

ตารางที่ 7 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากแบบจำลอง

ปีฐาน : พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี)

ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)
2549	1,424.95	2552	1,191.59	2555	1,273.22
2550	1,405.24	2553	1,018.27	2556	1,301.32
2551	1,193.49	2554	1,411.56	เฉลี่ย	1,277.46

ปีคาดการณ์ : พ.ศ. 2557 - 2566 (10 ปี)

ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)	ปี	ปริมาณฝน (มม.)
2557	1,361.13	2561	1,126.44	2565	1,053.03
2558	1,240.05	2562	1,104.88	2566	1,033.43
2559	1,311.95	2563	1,417.98		
2560	1,328.37	2564	1,274.24	เฉลี่ย	1,225.45

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากแบบจำลอง

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)			ร้อยละ ความแตกต่าง
ปีฐาน (2549-2556)	ปีคาดการณ์ (2557-2566)	ค่าความแตกต่าง	
1,277.46	1,225.45	52.01	4.07

จากการเปรียบเทียบปริมาณฝนรายปีระหว่างปีฐานและปีคาดการณ์จากแบบจำลอง PRECIS พบว่ามีแนวโน้มค่าเฉลี่ยลดลง สอดคล้องกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากสถานีตรวจอากาศในช่วงปีฐาน ที่มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันดังที่แสดงในรูปที่ 3 ปริมาณฝนคาดการณ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำห้วยสีทนในลำดับถัดไป

2. ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

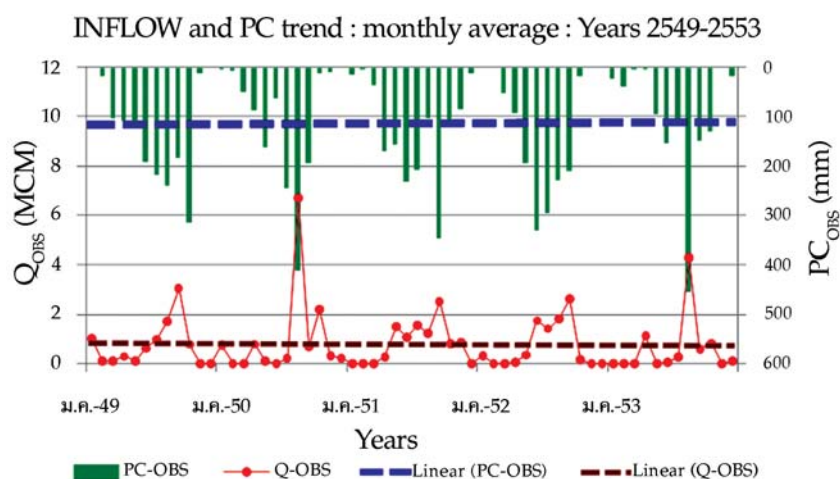
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำห้วยสีทนนั้น สามารถทำได้โดยการนำเอาข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต ช่วงระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2553 (5 ปี) มาเปรียบเทียบกัน เพื่อต้องการสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างข้อมูลทั้งสอง จากนั้นจะใช้ข้อมูลปริมาณฝนในปี พ.ศ. 2554 ทดลองสอบเทียบความแม่นยำของสมการ รูปที่ 10 แสดงให้เห็นถึงปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่ารายเดือนระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2553 มีแนวโน้มลดลงในทิศทางเดียวกัน เมื่อนำค่าปริมาณฝนรายเดือนและปริมาณน้ำท่าจากข้อมูล 5 ปี ไปหาค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 9 จากนั้นทำการพล็อตกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 11 (ก) จะทำให้ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.69 และได้สมการความสัมพันธ์สำหรับคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ในอนาคตดังแสดงในสมการ (4) ดังต่อไปนี้

$$Q = (0.008PC) + 0.104 \quad (4)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)
 PC คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

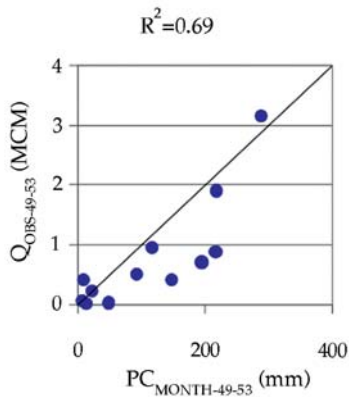
ผลการทดสอบความแม่นยำของสมการ (4) โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของปี พ.ศ. 2554 เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนในปีเดียวกัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากสมการ (4) ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.72 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดจริง ดังแสดงในรูปที่ 11 (ข)



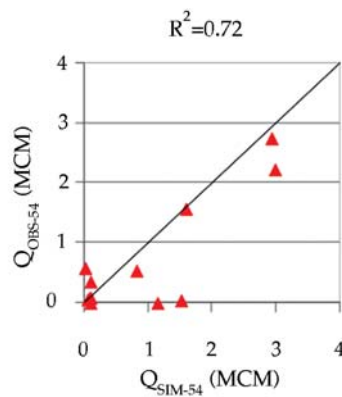
รูปที่ 10 แนวโน้มปริมาณฝนรายเดือนและปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากสถานีตรวจวัดในอ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2553

ตารางที่ 9 ข้อมูลปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2553 และพ.ศ. 2554

ช่วงข้อมูล	ข้อมูล พ.ศ. 2549 - 2553 (5 ปี) สำหรับสร้างสมการ (4)		ข้อมูล พ.ศ. 2554 (1 ปี) สำหรับสอบเทียบสมการ (4)		
เดือน	ปริมาณฝน เฉลี่ย 5 ปี (มม.)	ปริมาณน้ำท่า เฉลี่ย 5 ปี (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณฝน เฉลี่ย (มม.)	ปริมาณน้ำท่า จากสมการ (4) (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่า จากสถานีตรวจวัด (ล้าน ลบ.ม.)
มกราคม	7.02	0.42	0.00	0.10	0.10
กุมภาพันธ์	12.06	0.02	5.70	0.06	0.15
มีนาคม	47.36	0.03	23.20	0.08	0.29
เมษายน	91.40	0.51	15.50	0.02	0.23
พฤษภาคม	145.30	0.41	157.30	1.15	1.36
มิถุนายน	193.06	0.70	203.80	1.53	1.73
กรกฎาคม	215.26	0.88	213.00	1.60	1.81
สิงหาคม	286.16	3.15	381.00	2.94	3.15
กันยายน	215.58	1.90	387.70	3.00	3.21
ตุลาคม	114.71	0.96	116.20	0.83	1.03
พฤศจิกายน	20.22	0.24	0.20	0.10	0.11
ธันวาคม	5.54	0.07	0.00	0.10	0.10



(ก) พ.ศ. 2549 - 2553
(สร้างสมการ)



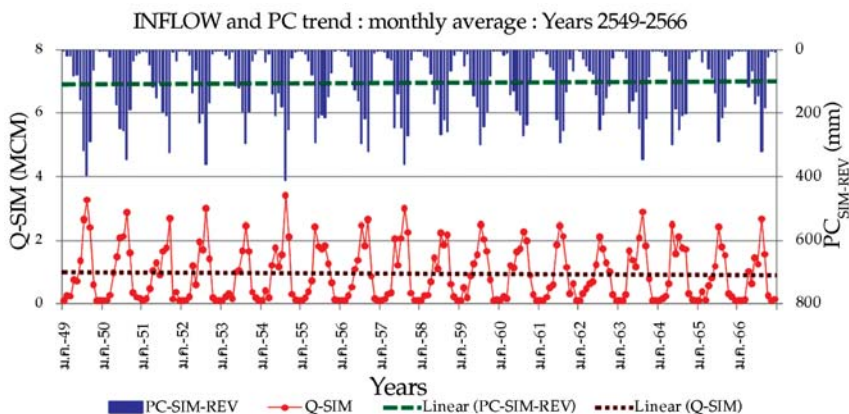
(ข) พ.ศ. 2554
(สอบเทียบสมการ)

รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนรายเดือนและปริมาณน้ำสำหรับการสร้างและสอบเทียบสมการ (4)

2.2 แนวโน้มปริมาณน้ำท่า

2.2.1 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณจากสมการ (4) จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงปีฐานระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 และปีคาดการณ์ระหว่าง พ.ศ. 2557 - 2566 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง PRECIS ที่ได้ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนมาแล้วแทนค่า PC ในสมการ (4) เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่ารายเดือน รูปที่ 12 แสดงถึงแนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสีพันที่คำนวณได้จากสมการ (4) เทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนที่คำนวณจากแบบจำลอง จากรูปแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มที่ลดต่ำลง สอดคล้องกับปริมาณฝนคาดการณ์ที่มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปีฐานและปีคาดการณ์ พบว่ามีช่วงเวลา 8 เดือนที่ปริมาณน้ำท่าปีคาดการณ์มีค่าลดลงน้อยกว่าปีฐาน และมีเพียง 4 เดือนที่มีค่ามากขึ้น โดยเฉลี่ยลดลง 0.035 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 10



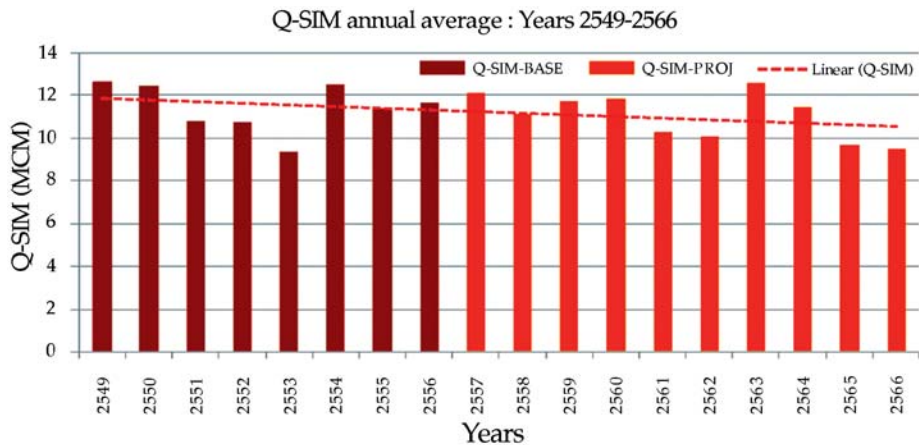
รูปที่ 12 แนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยและปริมาณน้ำท่ารายเดือนระหว่างปีฐานถึงปีคาดการณ์ พ.ศ. 2549 - 2566

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสีทนที่คำนวณจากสมการ (4)

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)			ร้อยละ ความแตกต่าง
	ปีฐาน (2549 - 2556)	ปีคาดการณ์ (2557 - 2566)	ค่าความแตกต่าง	
มกราคม	0.107	0.104	- 0.003	2.84
กุมภาพันธ์	0.205	0.241	+ 0.036	17.59
มีนาคม	0.303	0.248	- 0.055	18.08
เมษายน	0.830	0.829	- 0.001	0.15
พฤษภาคม	1.305	1.255	- 0.050	3.86
มิถุนายน	1.475	1.404	- 0.071	4.80
กรกฎาคม	1.951	2.104	+ 0.154	7.88
สิงหาคม	2.556	2.223	- 0.333	13.03
กันยายน	1.985	1.725	- 0.260	13.08
ตุลาคม	0.448	0.571	+ 0.123	27.33
พฤศจิกายน	0.184	0.230	+ 0.046	24.90
ธันวาคม	0.119	0.115	- 0.004	3.20
รวม	11.468	11.049	- 0.418	2.84
เฉลี่ย	0.956	0.921	- 0.035	

2.2.2 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

รูปที่ 13 เป็นการแสดงแนวโน้มที่ลดลงของปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากสมการ (4) เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยรายปีจากช่วงเวลาที่ปีฐานถึงปีคาดการณ์ สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีพบว่า ค่าปีฐานเท่ากับ 11.468 ล้านลูกบาศก์เมตร ปีคาดการณ์เท่ากับ 11.049 ล้านลูกบาศก์เมตร แตกต่างกัน 0.419 ล้านลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ 3.65) หรือลดลงเฉลี่ย 0.0419 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (ร้อยละ 0.365 ต่อปี) ในช่วง 10 ปีคาดการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 11 และ 12



รูปที่ 13 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีระหว่างปีฐานถึงปีคาดการณ์ พ.ศ. 2549 - 2566

ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากสมการ (4)

ปีฐาน : พ.ศ. 2549 - 2556 (8 ปี)

ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)
2549	12.648	2552	10.781	2555	11.434
2550	12.490	2553	9.394	2556	11.659
2551	10.796	2554	12.540	เฉลี่ย	11.468

ปีคาดการณ์ : พ.ศ.2557-2566 (10 ปี)

ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปี	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)
2557	12.137	2561	10.259	2565	9.672
2558	11.168	2562	10.087	2566	9.515
2559	11.744	2563	12.592	เฉลี่ย	11.049
2560	11.875	2564	11.442		

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ล้าน ลบ.ม.)			ร้อยละ
ปีฐาน (2549-2556)	ปีคาดการณ์ (2557-2566)	ค่าความแตกต่าง	ความแตกต่าง
11.468	11.049	0.419	3.65

สรุปผลการดำเนินการ

จากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำท่าในอ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน จังหวัดกาฬสินธุ์ สามารถนำมาสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS ระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2566 จำเป็นต้องมีการปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนการนำไปใช้งาน เนื่องจากผลการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศในตำแหน่งพิกัดที่ใกล้เคียงกันและช่วงเวลาเดียวกัน ปริมาณฝนจากแบบจำลองจะมีค่าสูงกว่าข้อมูลสถานีตรวจวัดที่ร้อยละ 8.07 ค่า R^2 เท่ากับ 0.51 หลังจากที่ได้ปรับลดความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการสร้างค่าคงที่ปรับลดความคลาดเคลื่อน (C_{PC-REV}) ทำการปรับเทียบและสอบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดระหว่าง พ.ศ. 2549 - 2556 ทำให้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณฝนลดลงเหลือร้อยละ 1.29 โดยให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นเป็น 0.67

2. ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง PRECIS คาดการณ์ 10 ปี (พ.ศ. 2557 - 2566) ที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว มีค่าลดลงต่ำกว่าปีฐาน (พ.ศ. 2549 - 2556) อยู่ที่ 0.436 มิลลิเมตรต่อเดือน หรือร้อยละ 0.626 ต่อเดือน และปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีคาดการณ์มีค่าลดลงต่ำกว่าปีฐานอยู่ที่ 5.201 มิลลิเมตรต่อปี หรือร้อยละ 0.407 ต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณฝนในช่วงเวลาคาดการณ์มีแนวโน้มที่ลดลง

3. สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ได้จากข้อมูลปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัดของอ่างเก็บน้ำระหว่างปีฐาน พ.ศ. 2554 - 2553 โดยจะแสดงค่า R^2 เท่ากับ 0.69 และเมื่อนำไปทดลองสอบเทียบกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่า พ.ศ. 2554 ผลของปริมาณน้ำท่าที่คำนวณจากสมการเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัดให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.72

4. การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในอนาคตด้วยการคำนวณจากสมการที่สร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าในช่วงปีฐาน โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนปีคาดการณ์น้อยกว่าปีฐาน 8 เดือนจาก 12 เดือน ปริมาณโดยเฉลี่ยลดลง 0.035 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และปริมาณน้ำท่ารายปีของปีคาดการณ์มีค่าเฉลี่ยลดลงต่ำกว่าปีฐาน 0.0419 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือร้อยละ 0.365 ต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนงบประมาณวิจัยประจำปีงบประมาณ 2556 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ขอขอบคุณศูนย์อุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีตรวจสภาพอากาศอำเภอภักดีชุมพล จังหวัดกาฬสินธุ์ และขอขอบคุณสำนักงานชลประทานที่ 6 สถานีอ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน โครงการชลประทานจังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอ่างเก็บน้ำห้วยสีทัน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

References

- Akthar, M., Ahmad, N. and Booi, M. J. (2009). Use of Regional Climate Model Simulations as Input for Hydrological Models for the Hindukush-Karakorum-Himalaya Region. *Hydrology and Earth System Sciences*. Vol. 13. pp. 1075-1089
- Babel, M. S., Agarwal, A., Swain, D. K. and Herath, S. (2011). Evaluation of Climate Change Impacts and Adaptation Measures for Rice Cultivation in Thailand. *Climate Research*. Vol. 46. pp. 137-146
- Chidthaisong, A. (2010). *Thailand Climate Change Information, Volume 2: Climate Model and Future Climate*. The Thailand Research Fund's Research Development and Co-ordination Center for Global Warming and Climate Change. Bangkok.
- Chinvano, S., Laung-Aram, V. and Thanakitmetavut, J. (2009). Global Warming and Climate Change in Chi-Mun River Basin. *KKU Research Journal*. Vol. 14. No. 7. pp. 666-682
- Huay-Srithon Reservoir Project. (2014). *Characteristics and Specifications, Huay-Srithon Reservoir Project*. Regional Irrigation Office 6. Huay-Srithon Reservoir Station. Kalasin.
- Islam, M. N., Rafiuddin, M., Ahmed, A. U. and Kolli, R. K. (2008). Calibration of PRECIS in Employing Future Scenarios in Bangladesh. *International Journal of Climatology*. Vol. 28. pp. 617-628
- Jones, R., Noguer, M., Hassell, D., Hudson, D., Wilson, S., Jenkins, G. and Mitchell, J. (2004). *Generating High Resolution Climate Change Scenario Using PRECIS*. Met Office Hadley Centre, United Kingdom.
- McFarlane, D., Stone, R., Martens, S., Thomas, J., Silberstein, R., Ali, R. and Hodgson, G. (2012). Climate Change Impacts on Water Yields and Demands in South-Western Australia. *Journal of Hydrology*. Vol. 475. pp. 488-498

- Provincial Waterworks Authority Region 6. (2014). **General Data, Provincial Waterworks Authority, Kalasin Branch**. Access (3 September 2014). Available (http://reg6.pwa.co.th/branch/production_system.php?wwcode=5521019)
- Southeast Asia START Regional Center. (2010). **Preparation of Climate Change Scenarios for Climate Change Impact Assessment in Thailand**.
- Supharatid, S., (2014). Looking Back and Looking Forward the 2011 Thailand Great Flood with the 350 Billion-Bath Water Management Project. In **19th National Convention on Civil Engineering**. Khonkaen. Thailand. 14-16 May 2014: WRE 118-129
- Thongthaeng, N. and Supratid, S. (2014). Impact of Climate Change on Rainfall for Thailand. In **19th National Convention on Civil Engineering**. Khonkaen. Thailand. 14-16 May 2014: WRE 2898-2905
- Xiong, W., Holman, I., Lin, E., Conway, D., Jiang, J., Xu, Y. and Li, Y. (2010). Climate Change, Water Availability and Future Cereal Production in China, **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Vol. 135. pp. 58-69