

ผลกระทบของเอลนีโญต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

The Impact of ENSO on Rainfall in the Northeast of Thailand

เสาวनीย์ ศรีวิชา* ปิยภัทร บุษบาบดินทร์ และ บังอร กุมพล

Saowanee Sriwicha*, Piyapatr Busababodhin and Bung-on Kumphon

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Department of Mathematics Faculty of Science, Mahasarakham University

Received : 19 April 2016

Accepted : 1 November 2016

Published online : 3 November 2016

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อปริมาณน้ำฝน และสร้างตัวแบบในการทำนายปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำแนกตามลุ่มแม่น้ำ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากสถานีวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลจากการตรวจวัดและวิจัยของ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) จำนวนทั้งสิ้น 12 ตัวแปร นำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่า ในลุ่มแม่น้ำโขง แม่น้ำชี และแม่น้ำมูล มีปัจจัยจำนวน 4, 5 และ 4 ปัจจัยตามลำดับ โดยปัจจัยดัชนีเอลนีโญและปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนไดโพล กระทบต่อปริมาณน้ำฝนในทั้ง 3 ลุ่มแม่น้ำไทย ร้อยละ 23.228, 23.249 และ 23.184 ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวแบบในการทำนายปริมาณน้ำฝนทั้งสามลุ่มแม่น้ำด้วยการวิเคราะห์การถดถอยส่วนประกอบหลัก พบว่า ตัวแปรในตัวแบบสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มน้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล เป็น 0.556 0.551 และ 0.523 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ปรากฏการณ์เอลนีโญ ดัชนีวัตเอลนีโญ การวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก การถดถอยส่วนประกอบหลัก

Abstract

The purposes of this research were to find the Impact of ENSO phenomenon to construct the forecasting model on rainfall, which classified by the river basins in the in the Northeastern Thailand. The secondary data with 12 variables viz the Meteorological factors, ENSO index, Asian Monsoon Index and Indian Oceans Dipole were collected from Thai Meteorological Department and National Oceanic and Atmospheric Administration. The data were analyzed by Factor analysis and found that 4, 5 and 4 factors were effected from ENSO and IOD index with 23.228%, 23.249% and 23.184% variation by the first PC at Khong, Chi and Moon River Basins, respectively. Moreover the Principle Component Regression analysis was also constructed for forecasting the rainfall in three rivers basins with coefficients of determination as .566, .551 and .523 respectively.

Keywords: ENSO, ENSO Index, Principle Component analysis, Principle Component Regression

*Corresponding author. E-mail : saowanee_st@hotmail.com

บทนำ

ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño - Southern Oscillation; ENSO) เป็นการเรียกรวมปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) กับความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างปรากฏการณ์ในมหาสมุทร และบรรยากาศโดยปรากฏการณ์เอลนีโญเป็นรูปแบบความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่ได้รับอิทธิพลระหว่างมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศในบริเวณแถบแนวเส้นศูนย์สูตร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่ำผิดปกติ ไปตามแนวเส้นศูนย์สูตรบริเวณแปซิฟิกของชายฝั่งอเมริกาใต้ โดยเกิดปรากฏการณ์น้ำผุดของมวลน้ำเย็นจากชั้นเทอร์โมไคลน์ซึ่งเกิดจากกระแสลม (McPhaden, 2004) ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์น้ำผุดมากขึ้นกว่าปกติ พบว่า ชั้นเทอร์โมไคลน์จะตื้นกว่าระดับปกติ ซึ่งจะมีผลให้น้ำมีความเย็นที่สุดเรียกปรากฏการณ์ในช่วงนี้ว่าลานีญา (La Niña) และหากปรากฏการณ์น้ำผุดลดลง (ชั้นเทอร์โมไคลน์จะอยู่ลึกกว่าระดับปกติ) จะส่งผลให้เกิดอุณหภูมิผิวน้ำอุ่นขึ้นปรากฏการณ์ในช่วงนี้เรียกว่าเอลนีโญ (Kessler, 2002)

ผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ เอลนีโญและลานีญาเกิดขึ้นมานานนับพันปีแล้ว แต่เริ่มมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในช่วงศตวรรษนี้ซึ่งส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง หลายประเทศทั่วโลกได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในรูปแบบที่แตกต่างกัน สำหรับประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของสภาพอากาศจากมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก คือ ปริมาณฝนรวมรายปีจะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดลานีญา และพบความเชื่อมโยงระหว่างดัชนีสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในรอบของเวลายาวนานคือ รอบหลายปีและมากกว่าทศวรรษโดยการศึกษาเหล่านี้สรุปว่าความแปรผันของปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทยจะมีความเชื่อมโยงกับหลายๆ คาบเวลา เช่น รอบฤดูกาล รอบหลายปี จนถึงหลายสิบปี โดยมรสุมฤดูร้อนอาเซียน (Asian Summer Monsoon; ASM) อินเดียโอเชียนไดโพล (Indian Oceans Dipole; IOD) และปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño Southern Oscillation; ENSO) มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคนี้ (Kusreesakul K, 2009) สำหรับข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เอลนีโญ กับปริมาณน้ำฝนนั้น Briskshavana และ Nimma (1995) ได้ทำศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดอากาศ 31 แห่งทั่วประเทศในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2492 – 2529 วิเคราะห์ดัชนีเปอร์เซ็นต์ไทล์ของฝนที่ตกรายเดือน พบว่า มีความสัมพันธ์ไม่ชัดเจนนักระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญกับรูปแบบการตกของฝนทั่วทั้งประเทศ สำหรับตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ค่าวัดความแตกต่างของกระแสลมที่ชั้นบรรยากาศ (Indian Summer Monsoon Index; IMI) ค่าความแตกต่างของความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตร (Dipole Mode Index; DMI) ดัชนีปรากฏการณ์เอลนีโญหลายตัวแปร (Multivariate ENSO Index; MEI) กับปรากฏการณ์เอลนีโญกับดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอลนีโญ และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนจะสูงกว่าค่าปกตินับจากเดือนพฤศจิกายนของปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญ ถึงเดือนพฤษภาคมของปีต่อมา ลักษณะเช่นนี้ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดอากาศทั้ง 43 ใน 47 ปรากฏการณ์เอลนีโญอย่างรุนแรงนั้นปรากฏการณ์นี้จะมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่ออุณหภูมิพื้นผิว (Surface Temperature) รายเดือนของฤดูหนาวและฤดูร้อน (Kusreesakul K, 2009 และ Thaweasil K, 2015) นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Boochabun K, (1998) ได้ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำซีโดยศึกษาจากตัวแปรค่าดัชนีอุณหภูมิใกล้ผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature; SST) ค่าความผิดปกติของดัชนีการผันแปรของระบบอากาศซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index; SOI) พบว่า ในระหว่างช่วงเวลา 23 ปีที่ผ่านมา นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 - 2538 พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำซีลดลง และปรากฏการณ์เอลนีโญ

ที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำชีไม่ชัดเจนนัก โดยจะปรากฏความแห้งแล้งในปีเอนโซและมีแนวโน้มบอกได้ว่าจะทำให้เกิดความแห้งแล้งต่อเนื่องในปีถัดไป ปรากฏการณ์เอนโซได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำชีได้ในช่วงสั้นๆ ตามความรุนแรงของดัชนีชี้วัด แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ส่งผลที่ชัดเจนในทางสถิติ ซึ่ง Dore (2005) พบว่า ปรากฏการณ์เอนโซส่งผลให้ปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินับตั้งแต่เริ่มศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา และมีการกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ดังนั้นในบางพื้นที่จะมีปริมาณฝนลดลงในขณะที่บางพื้นที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นเนื่องจากในแต่ละพื้นที่นั้นอิทธิพลจากเอนโซมีผลต่อสภาพภูมิอากาศประจำท้องถิ่นในระดับแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสามารถสรุปรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงได้ว่ามีฝนเพิ่มขึ้นในเขตเส้นรุ้งที่มีพิกัดสูงๆ ของซีกโลกเหนือในขณะที่บริเวณประเทศจีน ออสเตรเลีย และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกมีปริมาณลดลงและฝนที่ตกในแถบเส้นศูนย์สูตรมีความแปรปรวนมากขึ้น Kripalani และ Kuluarni (1997) ผลกระทบของเอนโซต่อปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในอดีตมีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอนุทวีปอินเดียแต่เนื่องจากคาบสมุทรอินโดจีนเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตข้าวประกอบกับภัยพิบัติครั้งสำคัญซึ่งเกิดจากปรากฏการณ์เอลนีโญในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2541 และลานีญาในช่วงปี พ.ศ. 2541 - 2542 ทำการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความดัน และอุณหภูมิวิเคราะห์ความเกี่ยวเนื่องระหว่างภูมิอากาศท้องถิ่นและปรากฏการณ์เอนโซเพิ่มมากขึ้น Lau และ Wu (2001) พบว่า การเกิดฝนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนหนึ่งของระบบลมมรสุมในทวีปเอเชียที่เกิดในทะเลจีนตอนใต้ เช่นเดียวกับสำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา (2009) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยทั่วประเทศสูงกว่าค่าปกติประมาณ 1 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส) ส่งสัญญาณว่า อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น นั่นคือ ภาวะโลกร้อนขึ้น อาจจะไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

Sousa, Martins, Alvim-Ferraz and Pereira (2007) ใช้วิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) เพื่อลดจำนวนตัวแปรอิสระซึ่งมีอยู่หลายตัวที่มี อิทธิพลต่อการทำนายค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ ระดับพื้นผิวโลกจากนั้นจึงนำตัวแปรอิสระที่ได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลักมาสร้างตัวแบบเพื่อทำนายค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลกด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression; MLR) โดยเรียกตัวแบบนี้ว่า ตัวแบบการถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression model; PCR)

การศึกษาปรากฏการณ์เอนโซที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยนั้นมียุ่อยู่น้อยมาก โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำคัญรวมทั้งพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความแห้งแล้งอยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อปริมาณน้ำฝน และทำนายปริมาณน้ำฝนในแต่ละลุ่มแม่น้ำเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือ ป้องกันปรับตัว รวมทั้งลดผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ที่สามารถนำไปต่อยอดและใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ลักษณะทางภูมิศาสตร์และข้อมูลการศึกษา

ลักษณะทางภูมิศาสตร์

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 168,854 ตารางกิโลเมตร เป็นภาคที่มีพื้นที่กว้างมาก ประกอบด้วย 20 จังหวัด แม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำโขง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล ที่เป็นแม่น้ำที่หล่อเลี้ยงชีวิตของชาวภาคตะวันออกเฉียงเหนือแต่สภาพดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะโครงสร้างเป็นดินทราย ไม่อุ้มน้ำทำให้พื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์จึงใช้ประโยชน์ทางการเกษตรไม่เต็มที่

ทิศเหนือและทิศตะวันออกของภาคติดกับประเทศลาว มีแม่น้ำโขงเป็นพรมแดนธรรมชาติทิศตะวันตกของภาคติดกับภาคกลางมีเทือกเขาเพชรบูรณ์และดงพญาเย็นเป็นพรมแดนกันเขตแดนทิศใต้ติดกับประเทศกัมพูชา และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีภูเขาพนมดงรักและสันกำแพงเป็นพรมแดนกันเขตแดน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศตามลุ่มแม่น้ำซึ่งแสดงดังตารางที่ 1 และแบ่งลุ่มแม่น้ำเป็น 3 ลุ่มแม่น้ำตามสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 สภาพภูมิประเทศ (ที่มา : <http://wrcmislab.eng.kps.ku.ac.th/>)

ตารางที่ 1 สถานีตรวจวัดอากาศตามลุ่มแม่น้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลุ่มแม่น้ำโขง	ลุ่มแม่น้ำชี	ลุ่มแม่น้ำมูล
352201-หนองคาย	381201-ขอนแก่น	407301-อุบลราชธานี สกษ .
353201-เลย	381301-ท่าพระ สกษ.	407501-อุบลราชธานี
354201-อุดรธานี	387401-มหาสารคาม	409301-ศรีสะเกษ
356201-สกลนคร	388401-กาฬสินธุ์	431201-นครราชสีมา
356301-สกลนคร สกษ .	403201-ชัยภูมิ	431301-ปากช่อง สกษ .
357201-นครพนม	405201-ร้อยเอ็ด	431401-โชคชัย
357301-นครพนม สกษ .	405301-ร้อยเอ็ด สกษ .	432201-สุรินทร์
383201-มุกดาหาร		432301-สุรินทร์ สกษ .
		432401-ท่าตูม
		436201-บุรีรัมย์
		436401-นางรอง

ข้อมูลการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) แต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2496 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมทั้งสิ้น 62 ปี โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูล	รายละเอียด
Rainfall, Pressure, Temperature, Relative humidity, Wind velocity	- ปริมาณน้ำฝน (Rainfall), ความดัน (Pressure), อุณหภูมิ (Temperature), ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity), ความเร็วลม (Wind velocity)
Southern Oscillation Index; SOI	- สถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 26 สถานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - ค่าความผิดปกติของดัชนีการผันแปรของระบบอากาศซีกโลกใต้ แทนความกดอากาศต่ำแถบเส้นศูนย์สูตร (Tahiti - Darwin) ที่เกิดขึ้น - http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/
Sea Surface Temperature; SST	- ค่าดัชนีอุณหภูมิใกล้ผิวน้ำทะเล โดยใช้ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ระหว่างละติจูด 5 องศาเหนือถึง 5 องศาใต้ และลองจิจูด 160 องศาตะวันออกถึง 150 องศาตะวันตก - http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/
Multivariate ENSO Index; MEI	- ดัชนีปรากฏการณ์เอนโซหลายตัวแปร เป็นดัชนีหลายตัวแปรที่พัฒนามาจากข้อมูล Comprehensive Ocean Atmospheric Data Set หรือ COADS - http://www.esrl.noaa.gov/psd//people/klaus.wolter/MEI/table.html
Oceanic Nino Index; ONI	- เป็นค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิ น้ำทะเลปกติ โดยค่า ONI จะคำนวณจากพื้นที่บริเวณที่เรียกว่า Nino 3.4 region - http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/
Indian Summer Monsoon Index; IMI	- เป็นค่าวัดความแตกต่างของกระแสลมที่ชั้นบรรยากาศระดับล่างที่ความสูง 850 hPa ที่บริเวณทางใต้บริเวณ 5 ถึง 15 องศาเหนือ และ 40 ถึง 80 องศาตะวันออก และทางเหนือบริเวณ 20 ถึง 30 องศาเหนือ และ 70 ถึง 90 องศาตะวันออก - http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
Western North Pacific Monsoon Index; WNPMI	- เป็นค่าวัดความแตกต่างของกระแสลมที่ชั้นบรรยากาศระดับล่างที่ความสูง 850 hPa ที่บริเวณ ทางใต้บริเวณ 5 ถึง 15 องศาเหนือ และ 100 ถึง 130 องศาตะวันออกและทางเหนือบริเวณ 20 ถึง 30 องศาเหนือ และ 110 ถึง 140 องศาตะวันออก - http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
Dipole Mode Index; DMI	- เป็นตัวชี้วัดที่พิจารณาจากค่าความแตกต่างของความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล บริเวณเส้นศูนย์สูตรระหว่างมหาสมุทรอินเดียทางฝั่งตะวันตก (50 ถึง 70

ข้อมูล	รายละเอียด
	องศาตะวันออก และ 10 องศาใต้ ถึง 10 องศาเหนือ) กับ มหาสมุทรอินเดียทางฝั่ง ตะวันออกเฉียงใต้ (90 ถึง 110 องศาตะวันออก และ 10 องศาใต้ ถึง 0 องศาเหนือ) - http://www.jamstec.go.jp/e/database/

ก่อนที่จะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการตรวจสอบค่าผิดปกติ (Outlier) ของข้อมูลโดยแผนภาพกล่อง (Box Plot) และความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจาก ข้อมูลที่ได้รับมีค่าผิดปกติจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการตัดค่าสังเกตที่มีความผิดปกติออกไปเป็นจำนวน 3,516 กรณี จึงเหลือค่าสังเกตอีกเป็นจำนวน 11,544 กรณี เพื่อให้เกิดความมั่นใจถึงคุณภาพของ ข้อมูลในแง่ของค่าผิดปกติ ทั้งในเชิงพื้นที่และเวลารวมว่าข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์นั้น ไม่มีความผิดปกติดังกล่าว ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ได้

วิธีการวิจัย

การวิเคราะห์ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างลุ่มแม่น้ำใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อทำการตรวจสอบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละลุ่มแม่น้ำแตกต่างกันหรือไม่
2. การจัดกลุ่มของตัวแปรโดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis; FA) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในปัจจัยเดียวกัน โดยการวิเคราะห์ปัจจัยในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การสกัดปัจจัย (Factor extraction) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ส่วนประกอบหลัก และหมุนแกนปัจจัยแบบมุมฉาก (Orthogonal) ด้วยวิธีแวนิเมกซ์ (Varimax) และวิเคราะห์ค่า Kaiser Meyer Olkin หรือ KMO ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของข้อมูลในการใช้การวิเคราะห์ปัจจัย โดยทั่วไปแล้วถ้าค่า KMO มากกว่า 0.5 จะถือว่าข้อมูลที่มีอยู่เหมาะสมที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Vanichbuncha K, 2009)
3. ค่าคะแนนของส่วนประกอบหลักจะถูกนำมาศึกษาในการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อทำการศึกษาในกรณีที่ ปริมาณน้ำฝนอาจจะมีอิทธิพลจากปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาหรือดัชนีอื่นๆ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างสมการเพื่อพยากรณ์ ปริมาณน้ำฝนอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งจะใช้การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression; PCR) และทำการ คัดเลือกตัวแปรด้วยวิธีทีละขั้นตอน (Stepwise) โดยจะได้ตัวแบบการถดถอยส่วนประกอบหลัก ดังนี้

$$\text{Rainfall} = c + b_1S_1 + b_2S_2 + \dots + b_rS_r \quad (1)$$

เมื่อ c เป็น ค่าคงตัว

b_i เป็น สัมประสิทธิ์ของการถดถอยใน PC ที่ $i : i = 1, 2, \dots, r$

S_i เป็น คะแนนของส่วนประกอบหลักใน PC ที่ $i : i = 1, 2, \dots, r$

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มแม่น้ำ

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของทุกสถานีในลุ่มน้ำโขง ซี และมูล นำมาวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน (ตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ที่ลุ่มแม่น้ำโขง โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 134.71 มิลลิเมตร ส่วนลุ่มแม่น้ำซีมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

ต่อเดือนต่ำที่สุด โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 106.82 มิลลิเมตร จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างลุ่มแม่น้ำ ได้ค่า $F(2, 11,541) = 45.166$ พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในทุกลุ่มแม่น้ำ

ตารางที่ 3 ค่าสถิติพื้นฐานของปริมาณน้ำฝนในแต่ละลุ่มแม่น้ำ

ลุ่มแม่น้ำ	จำนวนข้อมูล	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลุ่มแม่น้ำโขง	4296	0.00	1232.90	134.71 ^a	153.13
ลุ่มแม่น้ำชี	2856	0.00	620.30	106.82 ^b	111.35
ลุ่มแม่น้ำมูล	4392	0.00	700.80	114.41 ^c	120.15

หมายเหตุ 1. ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. a, b, c หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การวิเคราะห์ผลกระทบของเอ็นโซต่อปริมาณน้ำฝน

ตารางที่ 4 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

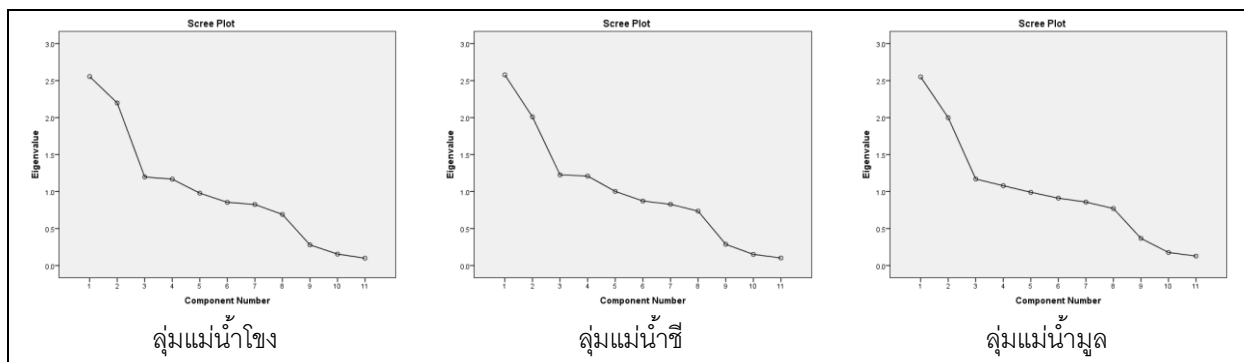
	SOI	ONI	MEI	SST	WNPMI	IMI	DMI	Pressure	Relative humidity	Wind velocity	Temperature
SOI	1.000	-.115**	-.770**	-.395**	-.170**	-.018*	-.280**	-.043**	-.009	.083**	-.082**
ONI		1.000	.130**	.070**	.030**	-.045**	.103**	-.017	.008	-.002	.022*
MEI			1.000	.596**	.126**	.018	.335**	-.001	-.010	-.121**	.152**
SST				1.000	.060**	.004	.284**	-.080**	-.344**	-.047**	.365**
WNPMI					1.000	.073**	.082**	-.062**	-.015	.071**	-.039**
IMI						1.000	.022*	-.013	.003	.016	.005
DMI							1.000	.022*	.005	-.016	.033**
Pressure								1.000	-.522**	.094**	-.780**
Relative humidity									1.000	-.195**	.170**
Wind velocity										1.000	-.091**
Temperature											1.000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษาทั้งหมด 11 ตัวแปร แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ที่มีค่ามากกว่า 0.3 (lex In leong et al., 2015) จะถูกพิจารณาตัดออกจากการวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาการมีพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการจัดกลุ่มตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันโดยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย จากนั้นจึงทำการตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้วิธีการวิเคราะห์ปัจจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการพิจารณาจากค่า KMO ซึ่งจะพบว่าค่า KMO ของกลุ่มแม่น้ำโขง กลุ่มแม่น้ำชี และกลุ่มแม่น้ำมูลมีค่าเท่ากับ 0.528, 0.526 และ 0.540 ตามลำดับ ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยหลัก เมื่อทำการวิเคราะห์ ปัจจัย โดยพิจารณาจำนวนปัจจัยจากภาพที่ 2 สกรีนพล็อต (Scree Plot) ซึ่งเป็นกราฟที่พล็อตค่าเฉพาะ (Eigenvalue) ของแต่ละปัจจัย โดยเรียงจากมากไปหาน้อยใช้ในการพิจารณาว่าควรมีกี่ปัจจัยและการพิจารณาจากค่าเฉพาะที่มีค่ามากกว่า 1 (Sinsomboonthong S, 2016) พบว่า ในกลุ่มแม่น้ำโขง ชี และมูล ประกอบด้วย 4, 5 และ 4 ปัจจัยหลัก



ภาพที่ 2 สกรีนพล็อต (Scree Plot)

ตารางที่ 5 ค่าเฉพาะเปอร์เซ็นต์ของความแปรผัน และเปอร์เซ็นต์สะสมของความแปรผันของกลุ่มแม่น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

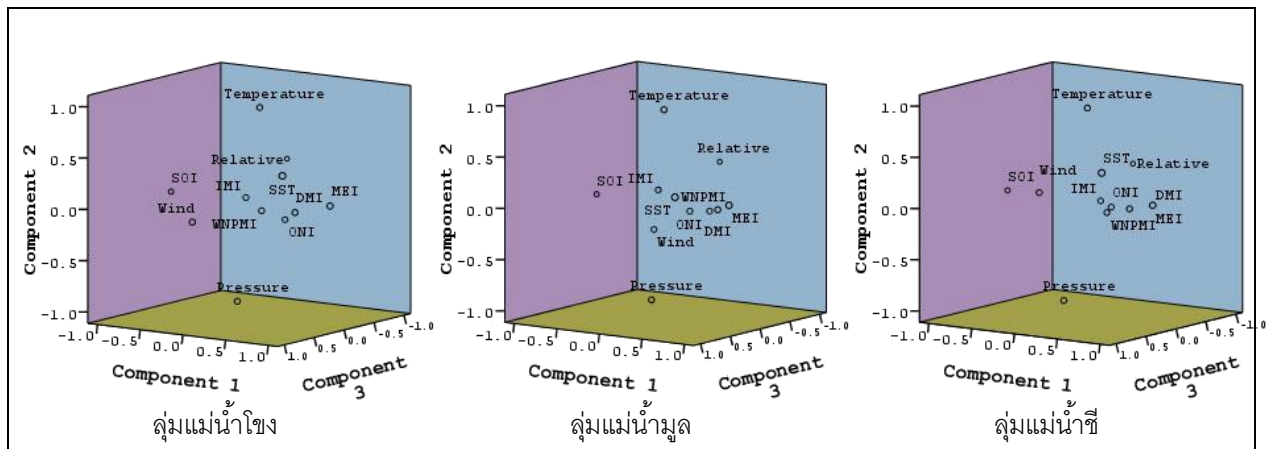
PC	1	2	3	4	5
กลุ่มแม่น้ำโขง					
Eigen value	2.555	2.198	1.197	1.168	
% of Variance	23.228	19.984	10.885	10.618	
Cumulative %	23.228	43.213	54.098	64.716	
กลุ่มแม่น้ำมูล					
Eigen value	2.550	1.999	1.170	1.079	
% of Variance	23.184	18.169	10.635	9.811	
Cumulative %	23.184	41.353	51.988	61.799	
กลุ่มแม่น้ำชี					
Eigen value	2.577	2.009	1.226	1.210	1.002
% of Variance	23.429	18.267	11.144	10.996	9.111
Cumulative %	23.249	41.697	52.840	63.836	72.947

จากการวิเคราะห์การวิเคราะห์ส่วนประกอบ พบว่า ในกลุ่มแม่น้ำโขง กลุ่มแม่น้ำมูล และกลุ่มแม่น้ำชี ประกอบด้วย 4, 4 และ 5 ปัจจัยหลัก ซึ่งสามารถอธิบายผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนได้ร้อยละ 64.716, 61.799 และ 72.947 ตามลำดับ โดย

ในแต่ละลุ่มแม่น้ำแสดงค่าถ่วงปัจจัยได้ในตารางที่ 6 และภาพที่ 3 ซึ่งแสดงการจัดกลุ่มตัวแปรด้วยค่าถ่วงปัจจัยซึ่งจะพบว่า หากตัวแปรสามารถจับกลุ่มกับตัวแปรอื่นๆ ได้ค่าจะจับอยู่ที่ปลายแกน หากตัวแปรอยู่ใกล้ๆ จุดตัดแสดงว่าไม่สามารถจับกลุ่มตัวแปรได้

ตารางที่ 6 ค่าถ่วงปัจจัย (Factor Loading)

ตัวแปร	ลุ่มแม่น้ำโขง				ลุ่มแม่น้ำมูล				ลุ่มแม่น้ำชี				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
SOI	-0.837	.056	.113	-0.116	-0.843	-0.002	-0.047	-0.096	-0.852	.045	.009	-0.036	.013
ONI	.260	-0.155	-0.227	-0.104	.347	-0.076	-0.245	-0.195	.251	-0.030	-0.146	.182	.736
MEI	.907	.068	-0.054	.012	.877	.097	.189	.048	.899	.086	.086	-0.047	.004
SST	.690	.411	.432	-0.130	.573	.213	.660	-0.007	.616	.439	.536	-0.082	-0.036
WNPMI	.179	-0.036	.048	.736	.225	-0.066	-0.086	.683	.237	-0.077	-0.093	.701	-0.118
IMI	-0.021	.068	.025	.714	-0.047	.135	.055	.714	.105	.012	-0.179	.404	-0.629
DMI	.524	-0.029	-0.017	.110	.588	-0.006	-0.036	.008	.528	-0.006	-0.056	.132	.210
Pressure	.097	-0.886	.337	-0.117	.062	-0.887	.325	-0.054	.066	-0.884	.382	-0.085	.012
Relative humidity	-0.140	.311	-0.832	.133	.038	.286	-0.856	.009	-0.017	.260	-0.892	-0.070	.022
Wind velocity	-0.210	-0.099	.653	.192	-0.103	-0.257	.047	.352	-0.269	.126	.312	.687	.186
Temperature	.092	.947	-0.044	-0.047	.061	.936	.114	-0.065	.106	.951	.045	-0.051	-0.023



ภาพที่ 3 แสดงการจัดกลุ่มตัวแปรด้วยค่าถ่วงปัจจัย

ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างสมการทำนายปริมาณน้ำฝนในแต่ละลุ่มแม่น้ำโดยสร้างตัวแบบการถดถอยส่วนประกอบหลัก ซึ่งถือว่าแต่ละส่วนประกอบหลัก คือ ตัวแปรอิสระและทำการคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธีทีละขั้นตอน (Stepwise) เนื่องจากตัว

แปรอิสระเดิมที่มีอยู่ในตัวแบบอาจมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวใหม่ที่เข้าไปทำให้ไม่มีความจำเป็นในการเก็บตัวแปรเดิมไว้ในตัวแบบ ซึ่งสามารถสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในแต่ละลุ่มแม่น้ำ ดังนี้

$$\hat{Y}_{\text{ลุ่มแม่น้ำโขง}} = 110 - .111(\text{PC11}) + .588(\text{PC21}) - .615(\text{PC31}) + 1.66(\text{PC41}), r^2 = .566 \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{\text{ลุ่มแม่น้ำชี}} = -.097 - .031(\text{PC12}) + .401(\text{PC21}) - .479(\text{PC32}), r^2 = .551 \quad (3)$$

$$\hat{Y}_{\text{ลุ่มแม่น้ำมูล}} = -.047 + .022(\text{PC11}) + .427(\text{PC21}) - .493(\text{PC32}), r^2 = .523 \quad (4)$$

โดยที่ PC11 เรียกว่า ENSO4 & IOD ประกอบด้วยตัวแปร SOI, ONI, MEI, SST และ DMI

PC12 เรียกว่า ENSO3 & IOD ประกอบด้วยตัวแปร SOI, MEI, SST และ DMI

PC21 เรียกว่า Meteorology1 ประกอบด้วยตัวแปร Pressure และ Temperature

PC31 เรียกว่า Meteorology2 ประกอบด้วยตัวแปร Relative humidity และ Wind velocity

PC32 เรียกว่า Meteorology3 ประกอบด้วยตัวแปร Relative humidity

PC41 เรียกว่า Monsoon ประกอบด้วยตัวแปร WPMPI และ IMI

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและดัชนีเอนไซม์ที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในทั้ง 3 ลุ่มแม่น้ำคือ โขง ชี และมูล พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในทั้งสามลุ่มแม่น้ำมีความแตกต่างกัน เมื่อทำการพิจารณาถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบพหุของตัวแปรโดยการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยหลักและการสร้างสมการโดยการสร้างตัวแบบการถดถอยส่วนประกอบหลัก พบว่าในลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล ประกอบด้วย 4, 5 และ 4 ปัจจัยหลัก ซึ่งสามารถอธิบายผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนได้ร้อยละ 64.716, 72.947 และ 61.799 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล พบว่า ตัวแปรของปรากฏการณ์เอนไซม์และปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียเนียโพลส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน เนื่องจากปรากฏการณ์ดังกล่าว ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรงหลายประเทศทั่วโลกได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในรูปแบบที่แตกต่างกัน สำหรับประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของสภาพอากาศจากมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก คือ ปริมาณฝนรวมรายปีจะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดลานีญา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ในลุ่มแม่น้ำชี ตัวแปร ONI ไม่ถูกเลือกเข้าไปในตัวแบบ เนื่องจากตัวแปร ONI เป็นตัวแปรที่ใช้วัดแนวโน้มการเกิดฝน (Hydro and Agro Informatics Institute, 2016) โดยที่บริเวณลุ่มแม่น้ำชีมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำกว่าลุ่มแม่น้ำโขงและลุ่มแม่น้ำมูล อีกทั้งบริเวณลุ่มแม่น้ำชีเป็นบริเวณเขตเงาฝนหรือบริเวณอับฝน ทำให้ปริมาณน้ำฝนในเขตนี้น้อยกว่าลุ่มน้ำแม่โขงและลุ่มแม่น้ำมูล ซึ่งบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงก็เป็นบริเวณรับฝนทำให้มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ส่วนตัวแปรความดันและอุณหภูมิส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล เนื่องจากความดันอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และความดันอากาศบริเวณต่างๆ แตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ กล่าวคือ บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูง อากาศจะขยายตัวทำให้ความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศโดยรอบจึงลอยตัวสูงขึ้นทำให้ความดันอากาศบริเวณนั้นต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง และเกิดเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเป็นบริเวณที่นั้นมีเมฆและฝนมาก (Meteorological Department of Thailand, 2016) ตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน ซึ่งแหล่งความชื้นก็มีความสำคัญต่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ดังนั้นตำแหน่งของความใกล้ - ไกลจากทะเล จึงมีผลต่อความชื้นในอากาศด้วย สำหรับประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศ

ร้อนขึ้นปกคลุมเกือบตลอดปี ความชื้นสัมพัทธ์ในประเทศไทยจะเริ่มสูงขึ้นเมื่อมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงที่สุดในระหว่างเดือนสิงหาคม - ตุลาคม ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ ลมหนาวพัดเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้อากาศในประเทศไทยแห้งมาก ความชื้นสัมพัทธ์จึงต่ำมากในระยะนี้ ช่วงที่อากาศแห้ง มากคือเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม และทำให้ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - กลางเดือนพฤษภาคม ลมเปลี่ยนทิศเป็นทิศใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ ความชื้นในอากาศสูงขึ้น ในลุ่มแม่น้ำโขงมีตัวแปรความเร็วลมด้วยเนื่องมาจาก ช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน - กันยายน บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุมเขตร้อน และระหว่างกลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศขึ้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนชุกทั่วไป (Hydro and Agro Informatics Institute, 2016) และตัวแปร WNPMI และตัวแปร IMI มีผลต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในลุ่มแม่น้ำโขง ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล เท่ากับ 10.618, 10.996 และ 9.811 ตามลำดับ แต่เมื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ พบว่า ตัวแปรไม่ได้อยู่ในตัวแบบในลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำมูล อาจเนื่องมาจากตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวัดการเกิดมรสุมฤดูร้อน ซึ่งจากร่องมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย พบว่าบริเวณลุ่มแม่น้ำโขงได้รับผลกระทบจากการเกิดร่องมรสุมเขตร้อน คือ ร่องมรสุมเขตร้อนเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน ทำให้บริเวณดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าบริเวณอื่น (Meteorological Department of Thailand, 2016)

จากสรุปผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย คือ ตัวแปรดัชนีปรากฏการณ์เอนโซและตัวแปรด้านอุทกนิยามวิทยา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kusreesakul K. (2009) ที่ทำการศึกษ ปริมาณฝนของไทยได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เอนโซและปรากฏการณ์อินเดียเหนือโอเชียเนียได้โพลปริมาณน้ำฝนของไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมบริเวณมหาสมุทรอินเดียมากกว่าบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก และ Boochabun K (1998) พบว่า ปรากฏการณ์เอนโซได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำชีได้ในช่วงสั้นๆ ตามความรุนแรงของดัชนีซีวีดี แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ส่งผลที่ชัดเจนในทางสถิติ มีผลให้ปริมาณน้ำฝนลดน้อยลงใน ช่วงต้นฤดูฝน แต่ช่วงนอกฤดูฝนจะมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ในด้าน ปริมาณน้ำท่า ไม่ปรากฏผลกระทบที่เด่นชัดนักแต่พอจะประเมินได้ว่าปรากฏการณ์เอนโซ ที่มีความรุนแรงในช่วงเดือนตุลาคม - มีนาคมจะส่งผลกระทบต่อความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง การที่ลุ่มน้ำชีอยู่ในเขตมรสุม ทำให้ไม่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้นอย่างรุนแรงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนรายปีของทุกลุ่มน้ำย่อยมีแนวโน้มที่ลดลง และสำหรับประเทศไทย จะได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของสภาพอากาศจากมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก คือ ปริมาณฝนรวมรายปีจะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดลานีญา และงานวิจัยของ Limsakul A. (2007) พบความเชื่อมโยงระหว่างดัชนีสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในรอบของเวลายาวนาน คือ รอบหลายปีและมากกว่าทศวรรษ โดยการศึกษาเหล่านี้สรุปว่าความแปรผันของปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทยจะมีความเชื่อมโยงกับหลายๆ คาบเวลา เช่น รอบฤดูกาล รอบหลายปี จนถึงหลายสิบปี โดยมรสุมฤดูร้อนอาเซียน อินเดียเหนือโอเชียเนียได้โพลและปรากฏการณ์เอนโซมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคนี้

กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และผู้วิจัยขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boochabun K. (1998). *Impacts of ENSO Events and Land-use Changes on Water Balance of Chi River Basin*. Master. Science (Forestry). Conservation (Watershed Management). (in Thai)
- Brikshavana, M. and S. Nimma. (1995), Seasonal rainfall forecast for Thailand. Proc. Second Int. Study Conf. on *GEWEX in Asia and GAME*, Pattaya, Thailand, 142-145.
- Climatological Group. (2009). *The Climate of Thailand*, Metrological Development Bureau, Thai metrological.
- Dore MHI. (2005). Climate change and changes in global precipitation patterns: what do we know?. *Environ Int.*, 31,1167–1181.
- Kessler, W.S. 2002. Is ENSO a cycle or a series of events. *Geophys.Res. Lett.*, 29, 2125.
doi:10.1029/2002GL015924.
- Kripalani, R.H. and Kulkarni, A. (1997). Rainfall variability over south-esat-Asia-Connections with Indian monsoon and ENSO extreme: new perspectives. *J. Climate*, 17,1155 – 1168
- Kusreesakul K. (2009), *Spatio-temporal Rainfall Changes in Thailand and Their Connection with Regional and Global Climate Variability*, Master Thesis, Prince Songkhla University. (in Thai)
- lex In leong et al., 2015. Using Principle Component Regression, Artificial Neural Network, and Hybrid Models for Predicting Phytoplankton Abundance in Macau Storage Reservoir. *Environ Model Assess.*, 20,355–365.doi:10.1007/s10666-014-9433-3
- McPhaden, M. J. (2004) Evolution of the 2002–2003 El Niño, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 85, 677–695.
- Metrological Development Bureau. (2016), *The Climate of Thailand*, Retrieved October 10, 2016, from <http://tmd.go.th/index.php>
- Sinsomboonthong, S (2016). *Multivariate Analysis by SPSS and Minitab*. Bangkok: Department of Statistics, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- Sousa, S.I.V., Martins, F.G., Alvim-Ferraz, M.C.M., Pereira, M.C. (2007). Multiple linear regression and artificial neural networks based on principal components to predict ozone concentrations, *Environmental Modelling & Software* 22(1), 97- 103. 2007.
- Thaweetil K. (2015).The Influence of Climatic Indices on Rainfall in the Lower Central Plain of Thailand. *The 6th National Convention on Water Resources Engineering (NCWRE6)*. Udonthani, Thailand. (in Thai)

Vanichbuncha K. (2009). *Multivariate statistical technique*. Bangkok: Faculty of Commerce and Accountancy Chulalongkorn University. (in Thai)

Limsakul A.(2007), *Spatio-temporal changes in total annual rainfall and the annual number of rainy days in Thailand*, Journal of Environmental Research, 29(2), 1-21.