



ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซ่ต่อความแปรปรวน
ของปริมาณฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทย

THE EFFECTS OF ENSO ON VARIABILITY
OF RAINFALL IN EASTERN THAILAND

พิมพ์วิมล ปรียกร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนไซม์ต่อความแปรปรวน
ของปริมาณฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทย



พิมพ์ฉัตร ปริญญา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECTS OF ENSO ON VARIABILITY
OF RAINFALL IN EASTERN THAILAND



PIMWALAN PARIYAKORN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนไซม์ต่อความแปรปรวน
ของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ของ

พิมพ์ลัญช์ ปรีयर

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.ปรีชาดิ เวชยนต์)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา วิเศษศรี)

ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ เมฆแสงสว)

ชื่อเรื่อง ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวน
ของปริมาณฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทย

ผู้วิจัย พิมพัลลภ ปรีयर
ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา 2564
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ปรีชาติ เวชยนต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในภาคตะวันออกของประเทศไทยจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออก ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มแม่น้ำจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแม่น้ำโดนเลสาป กลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี กลุ่มแม่น้ำบางปะกง และกลุ่มแม่น้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนสะสมรายเดือน จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี และข้อมูลจากดัชนี Oceanic Niño Index (ONI) จาก Climate Prediction Center (NOAA) ผลการวิจัยพบว่า ในภาวะลานีญาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่กลุ่มน้ำโดนเลสาป 26% ภาวะเอลนีโญมีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยลดลงสูงสุดที่กลุ่มน้ำบางปะกง และกลุ่มน้ำโดนเลสาป 31% จากการวิเคราะห์ปริมาณฝนและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น และความเร็วลม ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักพบว่า ปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกจากปรากฏการณ์เอลนีโญนั้นมีจำนวน 2 องค์ประกอบหลัก (PC) คือ ได้แก่ PC1 คือ องค์ประกอบหลักที่ประกอบด้วยปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ทำให้เกิดฝน ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ และความชื้น และ PC2 คือ องค์ประกอบหลักที่ประกอบด้วยปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ไม่ทำให้เกิดฝน ได้แก่ ความเร็วลม ทั้งนี้ภาวะลานีญา PC1 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 72.29% - 49.65% PC2 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 13.27% - 25.71% ภาวะปกติ PC1 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 57.93% - 39.82% PC2 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 20.58% - 31.21% และภาวะเอลนีโญ PC1 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 54.66% - 39.38% PC2 สามารถอธิบายความแปรปรวนตั้งแต่ 22.04% - 33.16% จะพบว่าภาวะลานีญา PC1 มีสัดส่วนมากกว่า PC1 ในภาวะปกติ จึงทำให้มีฝนตกเพิ่มขึ้นจากปกติ แต่ในภาวะเอลนีโญ PC1 มีสัดส่วนน้อยกว่า PC1 ในภาวะปกติ จึงทำให้มีฝนตกน้อยลงจากปกติ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อสร้างสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้องค์ประกอบหลัก (PCR) ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นจากการใช้สมการถดถอยพหุคูณเพียงอย่างเดียว โดยมีค่า r^2 ตั้งแต่ 0.11- 0.73 ในกลุ่มน้ำบางปะกงในภาวะเอลนีโญ กลุ่มน้ำโดนเลสาปในทุกภาวะ และกลุ่มน้ำปราจีนบุรีในภาวะเอลนีโญ

คำสำคัญ : ความแปรปรวนของปริมาณฝน, ปรากฏการณ์เอลนีโญ, ภาคตะวันออกของประเทศไทย, PCA, PCR

Title	THE EFFECTS OF ENSO ON VARIABILITY OF RAINFALL IN EASTERN THAILAND
Author	PIMWALAN PARIYAKORN
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Parichat Wetchayont
Co Advisor	Associate Professor Chaiwat Ekkawatpanit

The purposes of this research are as follows: (1) to study and to assess the effects of The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon on spatial and temporal variability of rainfall in Eastern Thailand from 1990 to 2019; and to identify the relationship between ENSO and the meteorological factors affecting rainfall in Eastern Thailand, including four watersheds: Tonle Sap, Prachinburi, Bangpakong and the eastern coast by using monthly cumulative rainfall and meteorological data from 15 ground-based stations at the Thai Meteorological Department, and the Oceanic Niño Index (ONI) from the Climate Prediction Center (NOAA). The results suggested that during the La Niña phase, the coefficient of variance indicated that monthly cumulative rainfall increased in all watersheds, with a maximum of 26% in the Tonle Sap watershed. In the El Niño phase, the monthly cumulative rainfall decreased in all watershed areas with a maximum decrease of 31% in Bangpakong and Tonle Sap, respectively. From the analysis of rainfall and the meteorological factors analysis, such as temperature, air pressure, humidity and wind speed, using principal components analysis (PCA), which revealed that the meteorological factors which effected rainfall variation in Eastern Thailand during ENSO had two components (PC). Firstly, PC1 is the component which induces the rainfall process in Eastern Thailand, including temperature, air pressure and relative humidity. Secondly, PC2 is a component which increases the rainfall process, including temperature and wind speed. During the La Niña phase, PC1 had a percentage variance that explained 72.29% to 49.65%, while the PC2 explained 13.27% to 25.71%. During the normal phase, the PC1 percentage variance explained 57.93% to 39.82%, whereas the PC2 explained 20.58% to 31.21%. In the El Niño phase, PC1 had percentage variance that explained 54.66% to 39.38% and explained 22.04% to 33.16%. The PC1 during the La Niña phase explained a higher percentage than the PC1 during the normal phase resulted in higher rainfall than the normal phase. While the PC1 during the El Niño phase could explain a lower percentage than PC1 during the normal phase suggested lower rainfall than the normal phase. Moreover, PCA results could be used to select the significant variables before adopting multi-linear regression analysis to improve rainfall estimation accuracy. The results showed the accuracy improvement indicating coefficient of determination (r^2) values between 0.11- 0.73 in the Bangpakong watershed in the El Niño phase, in the Tonle Sap watershed at all ENSO phases and in Prachinburi in the El Niño phase.

Keyword : Rainfall variability ENSO Eastern Thailand PCA PCR

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ไปด้วยดีขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุภัทรา วิเศษศรี ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ดร.ปรีชาติ เวชยนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์นี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้กรุณาประสิทธิประสาทความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อน ๆ สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ รวมถึงบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงคุณของบิดามารดาและครูอาจารย์ ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

พิมพ์วิมล ปรียกร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในงานวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1.การเกิดฝนในประเทศไทย.....	8
2.2 ปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO).....	12
2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA).....	21
2.4 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation).....	23
2.5 การวิเคราะห์การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR).....	24
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....	29

3.1 พื้นที่การศึกษา	29
3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	33
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	35
3.4 ขั้นตอนในการศึกษา.....	35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
4.1 จำนวนข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย.....	40
4.2. การแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และ ช่วงเวลา.....	45
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนโซกับปัจจัยอุตุนิยมหาวิทยาลัยที่ส่งผลต่อการ แปรปรวนของปริมาณฝน	56
4.4 ประมวลค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร (Principal Component Analysis Regression: PCR)	66
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
5.1 สรุปผล	82
5.2 อภิปรายผล.....	83
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	85
ประวัติผู้เขียน.....	89

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	34
ตาราง 2 ช่วงเวลาของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัด กรมอุตุนิยมวิทยา.....	41
ตาราง 3 ค่าดัชนี Oceanic Niño Index (ONI) ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2533 - 2562	42
ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายเดือน ค่าเฉลี่ยดัชนีฝน ค่าเฉลี่ยสหสัมพันธ์	52
ตาราง 5 ร้อยละความแปรปรวนปริมาณฝนในภาวะลานีญาและภาวะเอลนีโญ เมื่อเทียบกับภาวะปกติ.....	53
ตาราง 6 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำบางปะกง	58
ตาราง 7 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำบางปะกง.....	59
ตาราง 8 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำโดนเลสาป	61
ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำโดนเลสาป.....	61
ตาราง 10 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี	63
ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี	63
ตาราง 12 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	65
ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก.....	66
ตาราง 14 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำบางปะกง	67
ตาราง 15 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำโดนเลสาป.....	67
ตาราง 16 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี.....	68
ตาราง 17 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	68

ตาราง 18 เปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้และไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก.....	69
--	----



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในแต่ละภาคของประเทศไทย ระหว่างปี 2009 – 2018 2	
ภาพประกอบ 2 ดัชนีความชื้นในดินในช่วงเวลาเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ระหว่าง วันที่ 10 พฤษภาคม 2563 ถึง วันที่ 31 กรกฎาคม 2563.....	3
ภาพประกอบ 3 พายุไต้ฝุ่นโมลาเบ ภาพถ่ายจากดาวเทียม Himawari-8 ในวันที่ 28 ตุลาคม 2563 เวลา 10:00 น.....	4
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในงานวิจัย	7
ภาพประกอบ 5 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)	9
ภาพประกอบ 6 การพาความร้อน (convective)	10
ภาพประกอบ 7 การปะทะภูเขา (orographic).....	11
ภาพประกอบ 8 พายุหมุน (cyclonic)	11
ภาพประกอบ 9 แนวปะทะอากาศ (frontal).....	12
ภาพประกอบ 10 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน.....	13
ภาพประกอบ 11 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในสภาวะปกติ	15
ภาพประกอบ 12 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในภาวะเอลนีโญ	15
ภาพประกอบ 13 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในภาวะลานีญา.....	17
ภาพประกอบ 14 แผนที่การกระจายตัวของผลกระทบเอลนีโญ	19
ภาพประกอบ 15 แผนที่การกระจายตัวผลกระทบลานีญา	20
ภาพประกอบ 16 องค์ประกอบหลักที่วิเคราะห์จากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)	22
ภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์เชิงบวก (positive Correlation).....	23
ภาพประกอบ 18 ความสัมพันธ์เชิงลบ (negative correlation).....	23

ภาพประกอบ 19 การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR) ...	25
ภาพประกอบ 20 พื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกของประเทศไทย.....	30
ภาพประกอบ 21 ลุ่มแม่น้ำภาคตะวันออกของประเทศไทย	32
ภาพประกอบ 22 แผนภาพสรุปขั้นตอนผลกระทบของปรากฏการณ์เอนไซม์ต่อความแปรปรวนของ ปริมาณฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทย.....	39
ภาพประกอบ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับ ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมของสถานีที่อยู่ข้างเคียง	43
ภาพประกอบ 24 ปริมาณฝนกับอุณหภูมิเฉลี่ยของภาคตะวันออกของประเทศไทย	46
ภาพประกอบ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายปีของภาคตะวันออก ระหว่าง ค.ศ.1990 – 2019 (พ.ศ. 2533 - 2562) และ ค่าเฉลี่ยฝนสะสมรายปี 30 ปี (เส้นประสีเทา)	47
ภาพประกอบ 26 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำบางปะกง.....	49
ภาพประกอบ 27 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำโดนเลสาป.....	49
ภาพประกอบ 28 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี.....	49
ภาพประกอบ 29 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (ก) ฤดูฝน และ (ข) ฤดูแล้ง.....	50
ภาพประกอบ 30 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายเดือน ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ..	51
ภาพประกอบ 31 ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนจำนวน 15 สถานี ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ (ค) ภาวะเอลนีโญ	54
ภาพประกอบ 32 ค่าสหสัมพันธ์จำนวน 15 สถานี ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562	55
ภาพประกอบ 33 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มน้ำบางปะกง	58
ภาพประกอบ 34 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มน้ำโดนเลสาป.....	60
ภาพประกอบ 35 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี.....	62
ภาพประกอบ 36 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มแม่น้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	65

ภาพประกอบ 37 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำบางปะกง:.....	70
ภาพประกอบ 38 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำโดนเลสาป:	71
ภาพประกอบ 39 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี:	72
ภาพประกอบ 40 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก:.....	73
ภาพประกอบ 41 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำบางปะกง:	74
ภาพประกอบ 42 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำโดนเลสาป:.....	75
ภาพประกอบ 43 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี:	76
ภาพประกอบ 44 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (ก) ภาวะแล้ง (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ.....	77
ภาพประกอบ 45 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัด.....	79
ภาพประกอบ 46 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR.....	80
ภาพประกอบ 47 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (error).....	81

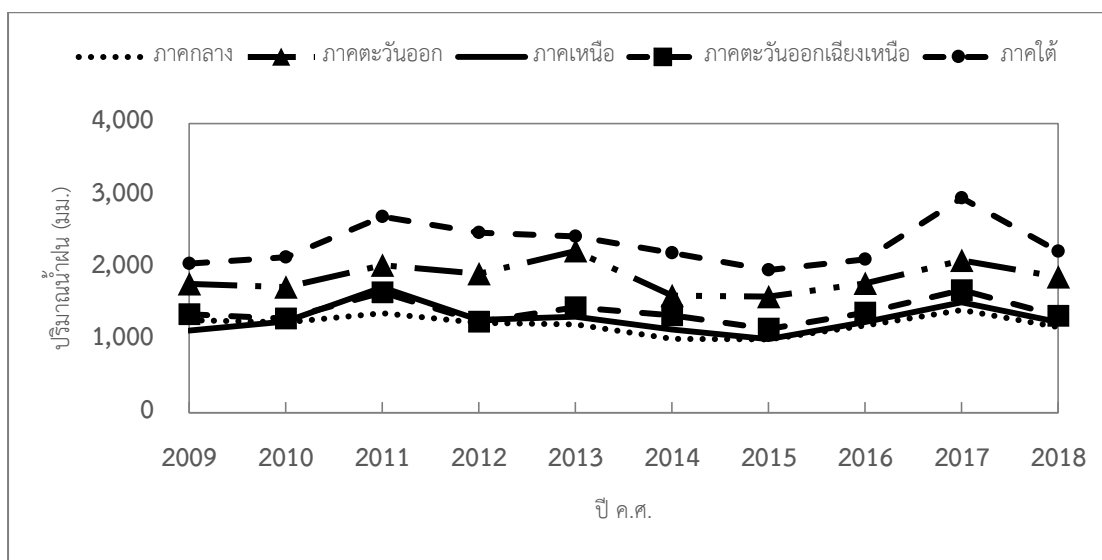
บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้มีสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อน พื้นที่ตั้งอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากมหาสมุทรอินเดียทำให้เกิดฤดูฝนและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดจากทะเลจีนใต้ทำให้เกิดฤดูหนาว ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ไปจนถึงสิ้นเดือนตุลาคมของทุกปี ส่งผลให้ประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรม เริ่มฤดูเพาะปลูกพืชและกักเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง หน่วยงานภาครัฐตลอดจนเกษตรกรสามารถวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อให้มีน้ำใช้อย่างสม่ำเสมอทั้งปี แต่ปัจจุบันสภาพอากาศมีความแปรปรวนไปจากในอดีตเป็นอย่างมาก ซึ่งส่งผลมาจากการแปรปรวนไปของภูมิอากาศโลก ทำให้ฤดูกาลต่างๆ ได้รับผลกระทบเกิดความแปรปรวนไปด้วย เช่น ปีที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยจนเกิดความแห้งแล้ง ปีที่มีปริมาณฝนมากจนอาจทำให้เกิดอุทกภัยได้ ซึ่งนับวันก็จะเพิ่มความรุนแรงและความถี่ในการเกิดมากขึ้น ดังนั้น การแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนนี้ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งการแปรปรวนของปริมาณฝนเกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมประจำถิ่นแล้ว ยังมีปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศโลก โดยปรากฏการณ์หนึ่งที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายและส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนในประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตรที่อยู่รอบมหาสมุทรแปซิฟิกและประเทศที่อยู่ในแถบซีกโลกใต้ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทย นั่นคือ ปรากฏการณ์เอนโซ (El Niño -Southern Oscillation: ENSO) ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรมีความแปรปรวนไป ทำให้สภาพอากาศเกิดสภาวะร้อน (warm phase) และ สภาวะเย็น (cool phase) จากปรากฏการณ์เอลนีโญ และปรากฏการณ์ลานีญา ตามลำดับ ทำให้เกิดสภาพแห้งแล้งและสภาพฝนตกหนักสลับกันไปมาระหว่างฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของมหาสมุทร โดยผลกระทบนี้ ไม่ได้เกิดผลกระทบต่อบริเวณพื้นที่ชายฝั่งของมหาสมุทรแปซิฟิกเท่านั้น ยังส่งผลกระทบต่อเนืองไปยังพื้นที่บนแผ่นดินที่อยู่ไกลออกไปอีกด้วย

ปริมาณฝนสะสมรายปีในแต่ละภาคของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปีระหว่าง ค.ศ. 2009 ถึง ค.ศ. 2018 (ภาพประกอบ 1) พบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาคกลางมีค่าต่ำที่สุด แสดงว่าปริมาณฝนสะสมในภาคกลางมีความแปรปรวนของฝนน้อยที่สุด (1,223.22 มิลลิเมตร) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือรองลงมา แสดงถึงปริมาณฝนสะสมของภาคใต้ (2,366.56 มิลลิเมตร) และภาคตะวันออก (1,871.29 มิลลิเมตร) นั้นมีความแปรปรวนสูงอันดับหนึ่งและอันดับสอง ตามลำดับ

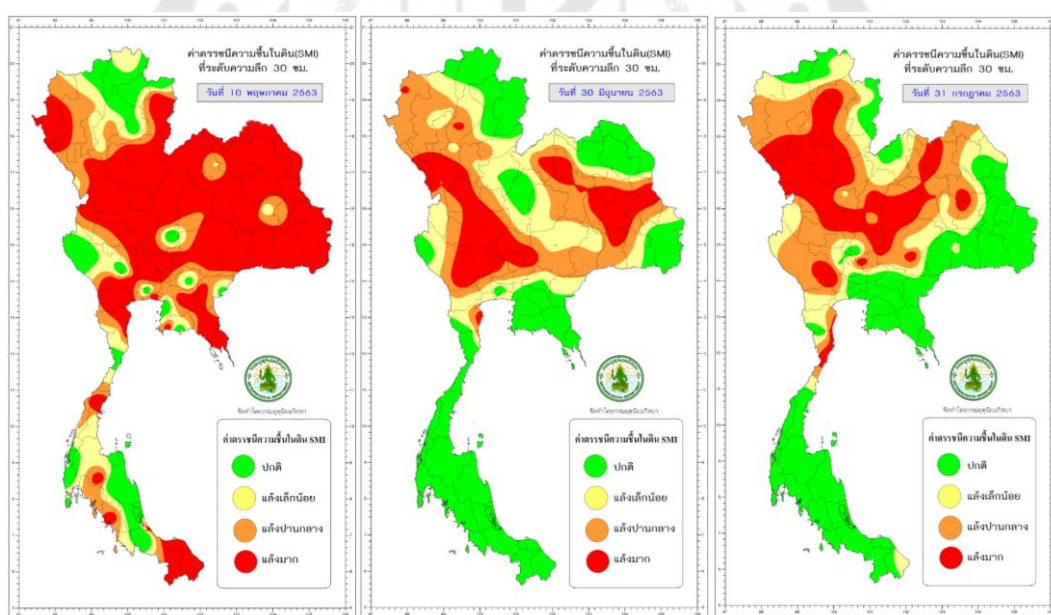


ภาพประกอบ 1 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในแต่ละภาคของประเทศไทย ระหว่างปี 2009 – 2018

ที่มา : Thaiwater (2018)

นอกจากนี้ มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาการแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซ ตัวอย่างเช่น Sriwicha .et al. (2016) ได้สรุปว่า ปรากฏการณ์เอนโซและปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนโดโพลส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR) นอกจากนี้ ปริณู หล่อพิทยากร (2559) ได้สรุปว่า ปรากฏการณ์เอนโซส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกด้วยเช่นกัน โดยใช้วิเคราะห์ทางสถิติวิธี Pearson correlation พบว่า ปริมาณฝนรวมรายปีจะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และปริมาณฝนรวมรายปีจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในปีลานีญา นอกจากนี้ยังมีการวิจัยล่าสุดที่ศึกษาวัฏจักรของปรากฏการณ์เอนโซ โดย Lin and Qian (2019) พบว่า ปรากฏการณ์เอนโซมีลักษณะการเกิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต คือ วงรอบการเกิดระหว่างปรากฏการณ์เอลนีโญและปรากฏการณ์ลานีญามีแนวโน้มรอบการเกิดสั้นลง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทั้งสอง ซึ่งส่งผลให้เกิดภัยแล้ง น้ำท่วม และ สภาพอากาศวิกฤติเพิ่มขึ้น ดังเช่นในวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ประกาศเขตภัยแล้ง รวม 27 จังหวัด ประกอบไปด้วย 158 อำเภอ 836 ตำบล ดังภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงความแห้งแล้งจากดัชนีความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ในวันที่ 10 พฤษภาคม 2563 (ภาพประกอบ 2

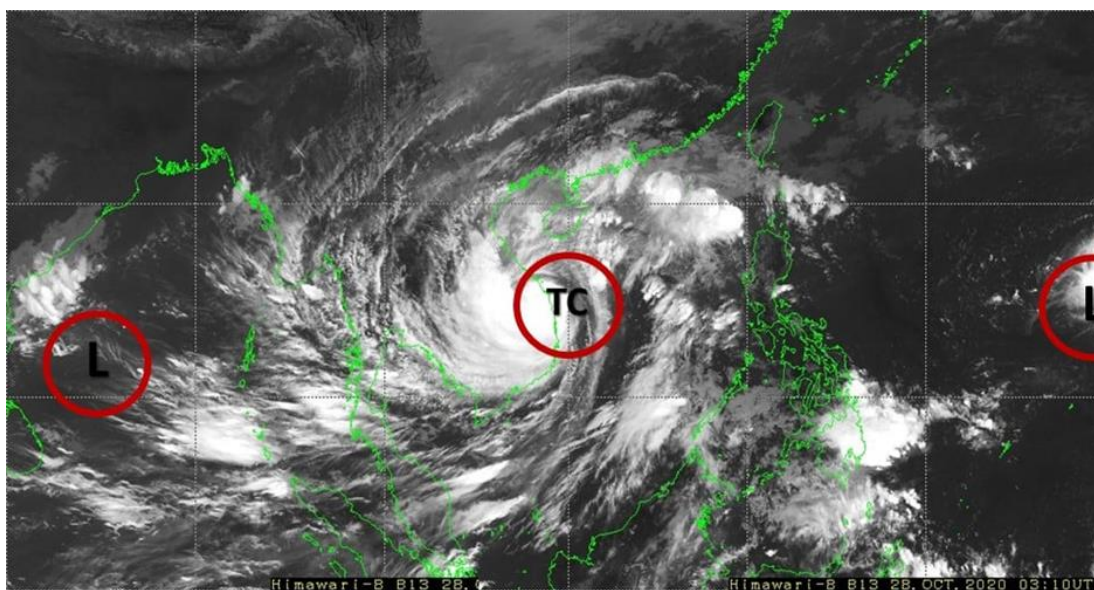
ก) มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ในประเทศไทยอยู่ในระดับแล้งมาก แม้จะเข้าสู่ฤดูฝนในวันที่ 30 มิถุนายน 2563 และ วันที่ 31 กรกฎาคม 2563 (ภาพประกอบ 2ข และ 2ค) แล้วก็ตาม ซึ่งเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เอลนีโญ แต่ในเดือนตุลาคมจนถึงต้นเดือนพฤศจิกายน พบว่า ประเทศไทยมีฝนตกหนักต่อเนื่องส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำไหลหลาก วาตภัยและดิน ในหลายจังหวัดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา อำนาจเจริญ ปราจีนบุรี สระแก้ว จากอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนจำนวน 5 ลูก ได้แก่ หลินฟ้า นังกา โซเดล โมลาเบ และ โคนี (ภาพประกอบ 3) แม้ว่าประเทศไทยจะเข้าสู่ฤดูหนาวแล้วก็ตาม ไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้น ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกก็เกิดพายุเฮอริเคนจำนวน 5 ลูก พัดเข้าประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น กัน (NOAA, 2020) ซึ่ง National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) องค์การศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรและบรรยากาศ ได้ประกาศสาเหตุของการเกิดพายุในมหาสมุทรแปซิฟิกทั้งฝั่งตะวันออกและตะวันตกนั้น มาจากอิทธิพลของปรากฏการณ์ลานีญา ที่เพิ่งเริ่มต้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2563 เป็นต้นมา



(ก) วันที่ 10 พฤษภาคม 2563 (ข) วันที่ 30 มิถุนายน 2563 (ค) วันที่ 31 กรกฎาคม 2563

ภาพประกอบ 2 ดัชนีความชื้นในดินในช่วงเวลาเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ
ระหว่าง วันที่ 10 พฤษภาคม 2563 ถึง วันที่ 31 กรกฎาคม 2563

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2563ก)



ภาพประกอบ 3 พายุไต้ฝุ่นโมลาเบ ภาพถ่ายจากดาวเทียม Himawari-8
ในวันที่ 28 ตุลาคม 2563 เวลา 10:00 น.

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2563ข)

จะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์เอนโซส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยเกือบทุกภาค โดยเฉพาะภาคใต้และภาคตะวันออก ภาคใต้นั้นที่มีการแปรปรวนของปริมาณฝนสูงกว่าภาคอื่น เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากสองลมมรสุม โดยในช่วงฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับมีเทือกเขานครศรีธรรมราชตั้งอยู่ตามแนวยาวของภูมิภาค จึงแบ่งเป็นภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ส่งผลให้ภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่รับลมมรสุมมีฝนตกมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออก แต่ช่วงฤดูหนาวได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งรับลมมรสุมมีฝนตกมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) ดังนั้น การศึกษารั้วนี้จึงเลือกทำการศึกษาความแปรปรวนของปริมาณฝนจากปรากฏการณ์เอนโซในภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนสะสมรายปีสูงเป็นอันดับสองแทน เนื่องจากภาคตะวันออกเป็นพื้นที่เป็นเพาะปลูกผลไม้ที่มีมูลค่าสูง เป็นที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญหลายแห่ง มีแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมมากมาย อีกทั้งยังมีการทำการประมงและแหล่งผลิตอัญมณีที่สำคัญของประเทศ จึงกล่าวได้ว่าเป็นภูมิภาคหนึ่งที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง จากการผลิตสินค้าส่งขายสินค้าทั้งในและนอกประเทศ การศึกษาปริมาณฝนที่ผันแปรโดยผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคตะวันออกนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ยิ่ง เพื่อการใช้ประกอบการพยากรณ์อากาศ หรือ การประเมินปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดเตรียมการใช้น้ำในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินการแปรปรวนของปริมาณฝนเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ในภาคตะวันออก จากผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซระหว่าง พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนโซกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออก

ความสำคัญของงานวิจัย

1. เพื่อทราบการแปรปรวนและกระจายตัวของปริมาณฝน ที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ในภาคตะวันออก
2. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนโซกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทยซึ่งประกอบด้วย 7 จังหวัด คือ จังหวัดสระแก้ว จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด
2. ขอบเขตด้านข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา โดยมีการรวบรวมข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ดังนี้

2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

- ปริมาณน้ำฝน (rainfall) หน่วย: มิลลิเมตร
- ความกดอากาศ (pressure) หน่วย: เฮกโตปาสคาล
- อุณหภูมิ (temperature) หน่วย: องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) หน่วย: เปอร์เซ็นต์
- ความเร็วลม (wind speed) หน่วย: น็อต
- ทิศทางลม (wind direct) หน่วย: กิโลเมตร

- 2.2 ข้อมูลค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิพื้นทะเลปกติ (Oceanic Nino Index: ONI) (NASA Official, 2019)

นิยามศัพท์เฉพาะ

เอลนีโญ (El Niño Southern Oscillation : ENSO) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรและความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ จึงหมายความว่ารวมถึงปรากฏการณ์ทั้งเอลนีโญและลานีญา (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2546)

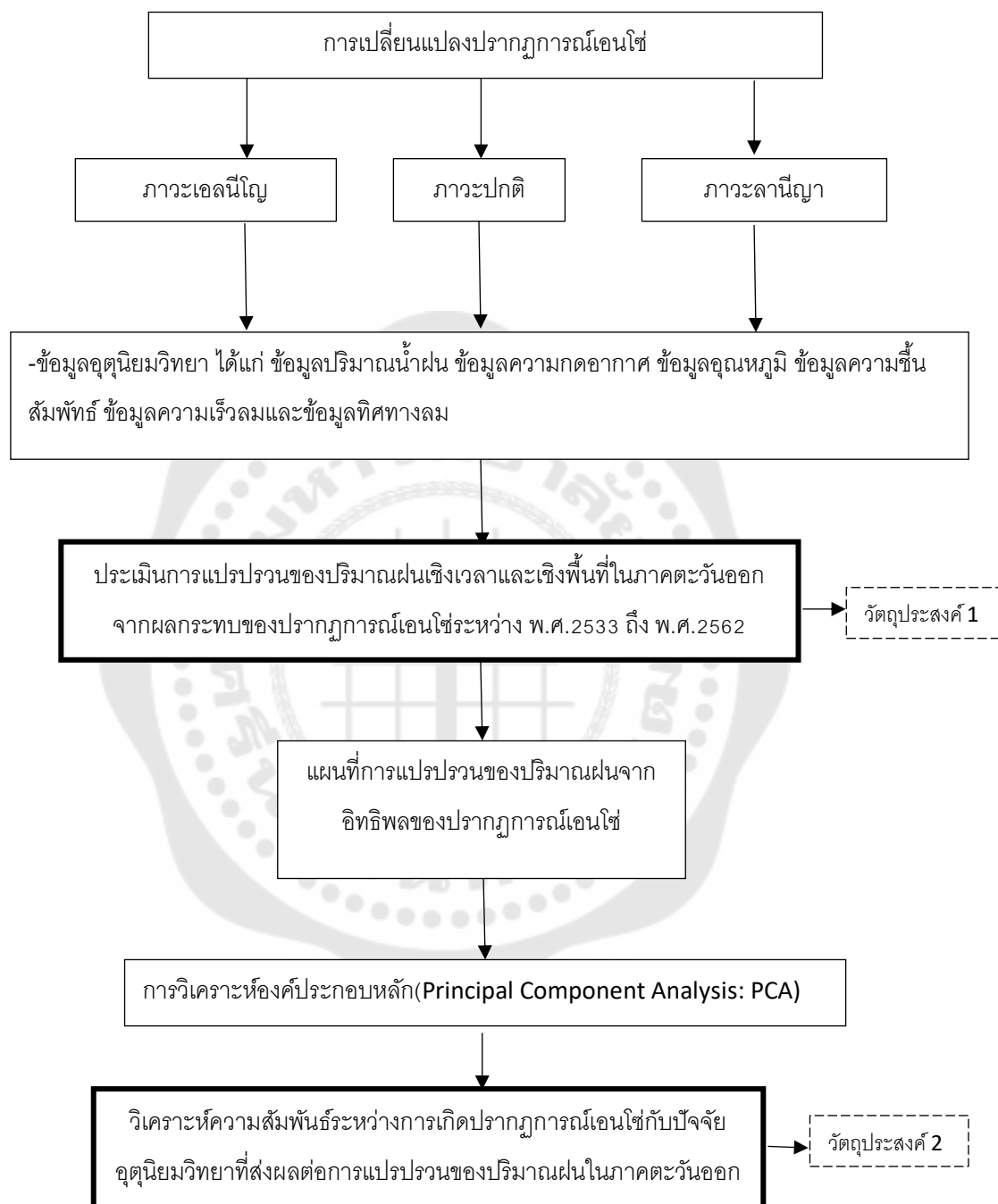
เอลนีโญ (El Niño) หมายถึง กระแสลมสินค้าตะวันออกอ่อนกำลังลง กระแสลมพื้นผิวเปลี่ยนทิศทาง พัดจากประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลียตอนเหนือไปทางตะวันออก แล้วยกตัวขึ้นเหนือชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้เกิดฝนตกหนักและแผ่นดินถล่มในประเทศเปรูและเอกวาดอร์ อีกทั้งกระแสลมพัดกระแสน้ำอุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปกองรวมกันบริเวณชายฝั่งประเทศเปรู ส่งผลให้กระแสน้ำเย็นใต้มหาสมุทรไม่สามารถลอยตัวขึ้นมาได้ (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2546)

ลานีญา (La Niña) หมายถึง กระแสลมสินค้าตะวันออกมีกำลังแรง ทำให้ระดับน้ำทะเลบริเวณทางซีกตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกสูงกว่าสภาวะปกติ ลมสินค้ายกตัวเหนือประเทศอินโดนีเซีย ทำให้เกิดฝนตกอย่างหนัก น้ำเย็นใต้มหาสมุทรรยกตัวขึ้นแทนที่กระแสน้ำอุ่นพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกทางซีกตะวันตก เป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะตรงข้ามกับเอลนีโญ (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2546)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis: PCA) คือ เทคนิคที่มีวัตถุประสงค์ที่จะนำรายละเอียดของตัวแปรที่มีจำนวนตัวแปรหลายๆ มาไว้ในองค์ประกอบที่มีเพียงไม่กี่ตัว โดยจะพิจารณาจากรายละเอียดทั้งหมดจากแต่ละตัวแปร ในการวิเคราะห์ PCA จะสร้างการเชื่อมรวมกับสมการเชิงเส้นของตัวแปร

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression: MLR) คือ การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

กรอบแนวคิดในงานวิจัย



ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

บทที่ 2

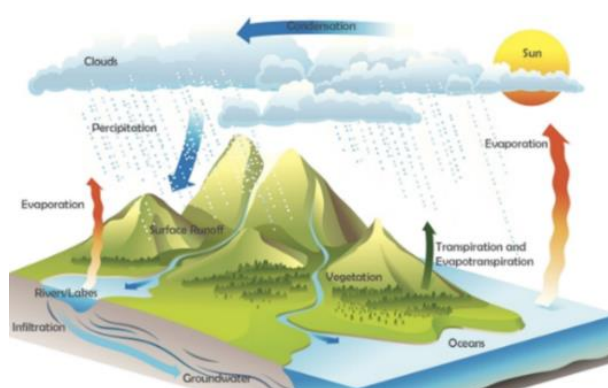
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

- 2.1 การเกิดฝนในประเทศไทย
- 2.2 ปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO)
- 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)
- 2.4 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)
- 2.5 การวิเคราะห์การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR)
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.การเกิดฝนในประเทศไทย

ฝน คือ หยาดน้ำฟ้าที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากพอที่จะชนะแรงต้านอากาศ และตกสู่พื้นโลกได้ โดยไม่ระเหยเป็นไอน้ำเสียก่อน ขณะที่อยู่ได้ระดับความแน่น ซึ่งเป็นลักษณะเป็นเม็ดของเหลว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 5) เกิดจากไอน้ำกลั่นตัวเป็นสายของน้ำแล้วรวมตัวกัน มีขนาดโตจนมีน้ำหนักมากพอที่ตกลงสู่พื้นโลก ยิ่งหยาดน้ำมีขนาดโตเท่าใด ก็ยิ่งลงสู่พื้นเร็วเท่านั้น ขนาดที่ลมพัด ผ่านภูเขา ไอน้ำที่ระเหยมาจากทะเลและพื้นดิน ก็จะลอยตามลมสูง ขึ้นไปบนฟ้าด้วย ยิ่งลอยสูงขึ้น อากาศก็ยิ่งเย็นลง ขณะที่อากาศ เย็นลง ไอน้ำที่อยู่ในอากาศก็จะกลั่นตัวรวมกันเป็นหยดน้ำเล็กๆ เกาะกลุ่มรวมกัน เป็นเมฆลอยอยู่ในอากาศ เมื่อหยดน้ำเล็กๆ รวมตัวกัน และมีขนาดโตขึ้น ก็กลายเป็นเม็ดฝนตกลงมาลงสู่พื้นดิน หรือในทะเลอีกครั้งหนึ่ง การหมุนเวียนเช่นนี้ เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle) (ภัทรา ตาไว, 2563)



ภาพประกอบ 5 วิถีจักรของน้ำ (Water Cycle)

ที่มา Coffs Harbour City Council (2018)

ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุม และร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านทำให้มีฝนตกชุก โดยจะพาดผ่านในเดือนพฤษภาคมทำให้เกิดฤดูฝน ในปลายเดือนมิถุนายน แล้วพัดขึ้นไปทางเหนือตามลำดับ โดยจะพาดผ่านบริเวณประเทศจีนตอนใต้ ส่งผลให้ประเทศไทยมีปริมาณฝนลดลง เรียกว่า ฝนทิ้งช่วง ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ ซึ่งในบางปี อาจทิ้งช่วงมากกว่านี้ ในภาวะปกติช่วงเดือนกรกฎาคมร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พาดผ่านบริเวณประเทศไทยทำให้มีฝนตกชุกต่อเนื่อง ส่วนในช่วงกลางเดือนตุลาคมปริมาณฝนจะลดลงและเริ่มมีอากาศเย็นในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นภาคใต้ ยังคงมีฝนชุกต่อเนื่องโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีปริมาณฝนน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทั้งนี้ฤดูฝนจะเกิดช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ เนื่องจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

2.1.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดฝน

1) ปริมาณไอน้ำในอากาศ ที่มีจำนวนมากจะรวมตัวกันทำให้เกิดเป็นเมฆ จากนั้นก็จะพัฒนาไปเป็นหยดของไอน้ำที่มีน้ำหนักมากขึ้น และตกลงสู่พื้นผิวโลก ยิ่งมีไอน้ำมากปริมาณของน้ำฝนก็จะยิ่งมาก การตกแต่ละครั้งก็ตกนาน และตกได้บ่อยครั้ง

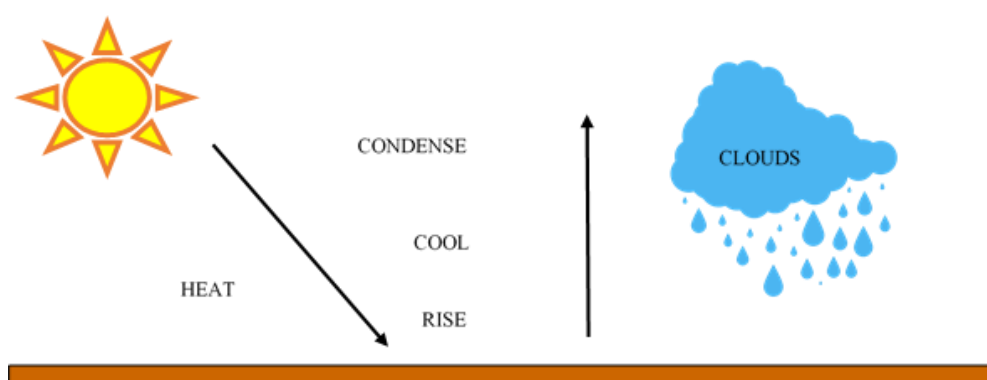
2) อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศ มีส่วนในการรวมตัวกันของไอน้ำ และการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงสู่ผิวโลก อุณหภูมิที่สูงจะทำให้ไอน้ำอยู่ในสภาพไอน้ำมากขึ้น อุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำแล้วรวมตัวกันเป็นเมฆ และถ้าอุณหภูมิลดต่ำลงอีก ไอน้ำจะรวมตัวเป็นหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จนตกลงสู่ผิวโลกได้

3) ลมซึ่งเป็นทั้งลมปกติและลมพายุ ลมเป็นปัจจัยในการพัดพาละอองไอน้ำให้ไปรวมกันตามบริเวณต่างๆ เมื่ออุณหภูมิลดลงจะตกลงมาเป็นฝน ลมที่เกิดตามปกติของประเทศไทยที่ทำให้เกิดฤดูฝน คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมนี้จะพัดพาไอน้ำจากมหาสมุทรอินเดียและอ่าวไทยเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้เกิดฝนตกเป็นช่วงฤดูฝน ลมที่เกิดเป็นกรณีพิเศษ คือ ลมพายุ (ลมพายุไต้ฝุ่น ลมพายุทอร์นาโด ลมพายุเฮอริเคน) ลมพายุจะเกิดขึ้นในมหาสมุทร มีกำลังแรงมาก จะพัดพาเอาไอน้ำจำนวนมากเข้าสู่พื้นดิน ไอน้ำจะรวมตัวกันตกลงมาเป็นฝนจำนวนมากเป็นระยะเวลายาวนาน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยจากภาพพื้นที่ที่เป็นภูเขาและป่าไม้ ภูเขาเป็นส่วนที่สูงขึ้นมาจากผิวโลกจึงเป็นเหมือนกำแพงที่กั้นปะทะให้ไอน้ำมารวมตัวกันเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ป่าไม้จะคายไอน้ำ ทำให้อุณหภูมิต่ำลงและทำให้ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำตกลงสู่ผิวโลก ภูเขาและป่าไม้จึงเป็นบริเวณที่ฝนจะตกมากเป็นพิเศษเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีภูเขาและป่าไม้

2.1.2 กระบวนการเกิดฝนในประเทศไทย

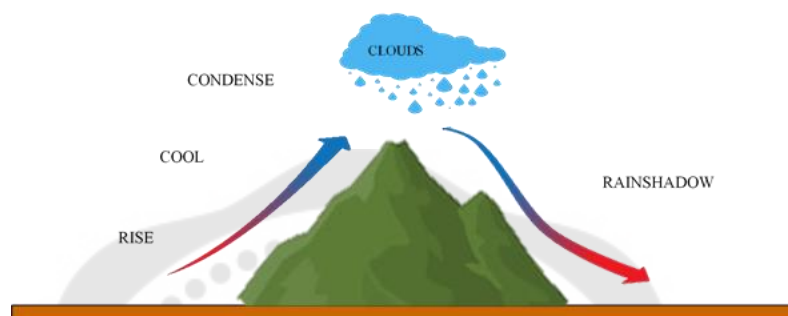
การที่อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงจนทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นเม็ดฝนได้นั้นในประเทศไทยมีกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิจากอากาศลดลงนั้นแตกต่างกันออกไปตามกลไกการเกิดฝน ดังต่อไปนี้

1. การพาความร้อน (convective) คือ กระบวนการที่เกิดจากกลุ่มอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นจนถึงจุดไอน้ำกลั่นตัวลงมาเป็นฝนในตอนเย็นและกลางคืน ลักษณะฝนที่ตกเป็นแบบฝนโปรย (rain shower) หรือเกิดฝนตกหนักมากเป็นระยะเวลาสั้นๆ ในขณะที่ฝนตกอาจจะมีพายุพัดรุนแรง มีลูกเห็บตก และฟ้าคะนองรุนแรง การเกิดฝนชนิดนี้จะปรากฏในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 การพาความร้อน (convective)

2.การปะทะภูเขา (orographic) คือ กระบวนการที่เกิดจากลมที่มีความชื้นพัดไปปะทะภูเขา โดยเฉพาะลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมนี้จะถูกยกตัวให้สูงขึ้นและอุณหภูมิจะลดต่ำลงจนถึงจุดที่ไอน้ำกลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน เกิดฝนตกมากและตกบ่อยครั้ง จะเริ่มตกตั้งแต่วันที่ 2 ของเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุด ในสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤศจิกายน ตามปกติมักในช่วงตอนบ่ายหรือตอนกลางคืน (ภาพประกอบ 7)



ภาพประกอบ 7 การปะทะภูเขา (orographic)

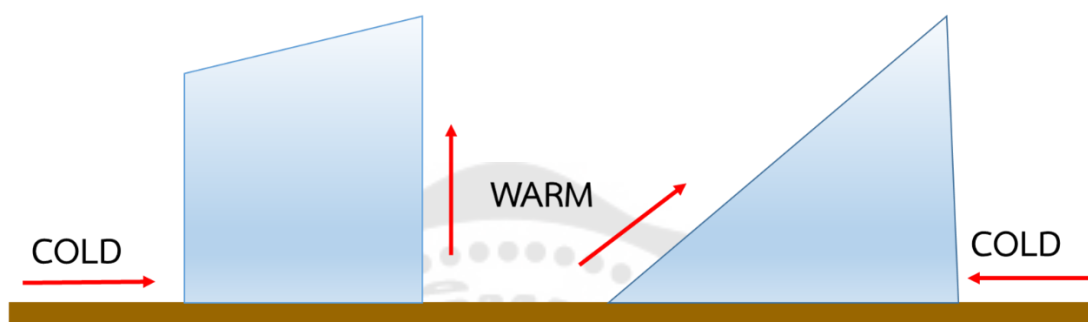
3.พายุหมุน (cyclonic) ประเทศไทยตั้งอยู่ในทางผ่านของพายุหมุนซึ่งก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ แล้วเคลื่อนตัวมาทางตะวันตกเข้าสู่ชายฝั่งทะเล เวียดนาม เลยเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พายุที่พัดเข้ามาในประเทศไทยมักจะอ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันหรือหางพายุ นอกจากนี้ฝนพายุหมุนยังเกิด จากการ ปะทะของอากาศหลายกระแส ซึ่งพัดมาจากทิศทางต่าง ๆ เช่น ประเทศจีนตอนใต้ ฝนชนิดนี้จะพบในเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม (ภาพประกอบ 8)



ภาพประกอบ 8 พายุหมุน (cyclonic)

ที่มา : NASA Official (2004)

4.แนวปะทะอากาศ (frontal) เป็นกระบวนการเกิดฝนที่เกิดจากมวลอากาศร้อนและอากาศเย็นมาปะทะกัน อากาศเย็นจะหนุนอากาศร้อนลอยตัวขึ้นบน อุณหภูมิของอากาศจะลดลงจนกลั่นตัวตกลงเป็นฝน ฝนชนิดนี้จะเกิดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน (ภาพประกอบ 9)

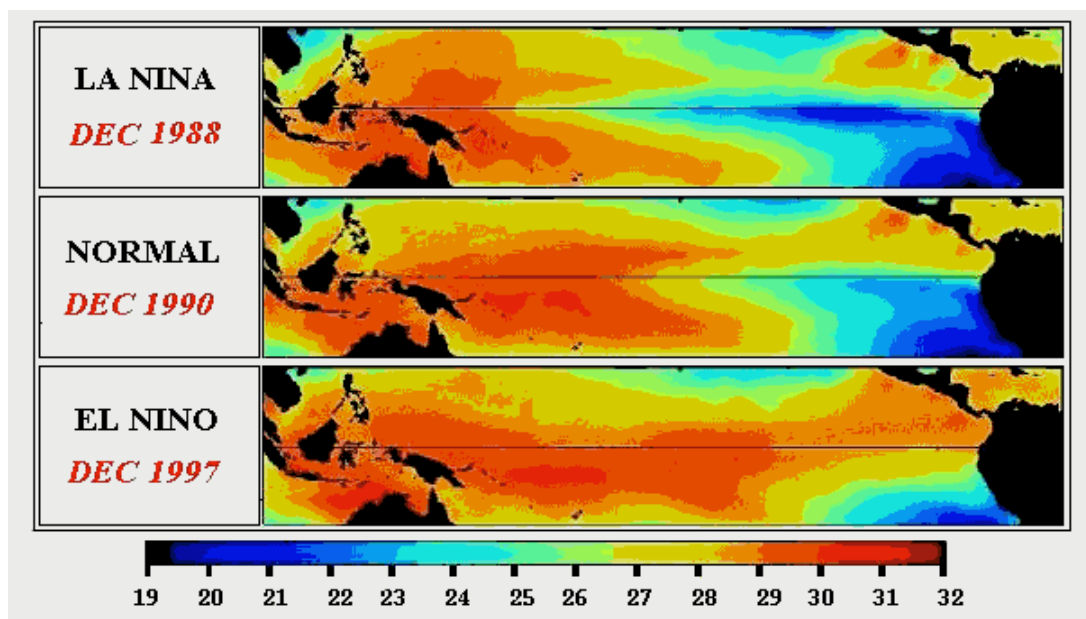


ภาพประกอบ 9 แนวปะทะอากาศ (frontal)

2.2 ปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO)

2.2.1 การเกิดปรากฏการณ์เอนโซ

เอนโซ (El Niño Southern Oscillation: ENSO) เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรและความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้มีความแปรปรวนไป ทำให้สภาพอากาศเกิดภาวะร้อน (warm phase) และ ภาวะเย็น (cool phase) เรียกว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญ และปรากฏการณ์ลานีญา (ภาพประกอบ 10) โดยที่ปรากฏการณ์เอลนีโญ คือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรอุ่นขึ้นผิดปกติ และปรากฏการณ์ลานีญา คือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรเย็นกว่าปกติ ทำให้เกิดสภาพแห้งแล้งและสภาพฝนตกหนัก สลับกันไปมา ระหว่างฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก



ภาพประกอบ 10 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา. (2546ก)

ภาวะปกติบริเวณเส้นศูนย์สูตรเหนือมหาสมุทรแปซิฟิก ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้จะพัดพากระแสน้ำอุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกไปทางตะวันตก นั่นคือ บริเวณตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย ทำให้บริเวณตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทย มีฝนตกตามฤดูกาลและมีความชุ่มชื้น ส่วนฝั่งตะวันออก จะมีอากาศหนาวเย็นตามฤดูกาล แต่บางครั้งเมื่อลมค้าอ่อนกำลังแรงลงแทนที่ปลายทางจะเป็นฝั่งมหาสมุทรตะวันตก กลับม้วนน้ำสู่ตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้กระแสน้ำอุ่นไป กองรวมกันอยู่กลางมหาสมุทร ค่อยมาทางฝั่งตะวันตก ส่งผลให้บริเวณฝั่งตะวันตกมีปริมาณฝนตกน้อยและแห้งแล้ง และฝั่งตะวันออกมีปริมาณฝนตกชุกกว่าปกติ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า เอลนีโญ ในทางตรงกันข้ามเมื่อลมค้าพัดแรงกว่าปกติ ทำให้กระแสน้ำอุ่นที่พัดมาจากฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ไปกองรวมกันทางฝั่งตะวันตกเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้บริเวณฝั่งตะวันตก เกิดฝนตกชุกกว่าปกติ และฝั่งตะวันออก มีปริมาณฝนตกน้อยและแห้งแล้ง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ลานีญา จากความสัมพันธ์กันเช่นนี้ จึงมักกล่าวถึงความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกได้ด้วย และรวมเรียกว่าเอนโซ (Nicholls, 1987)

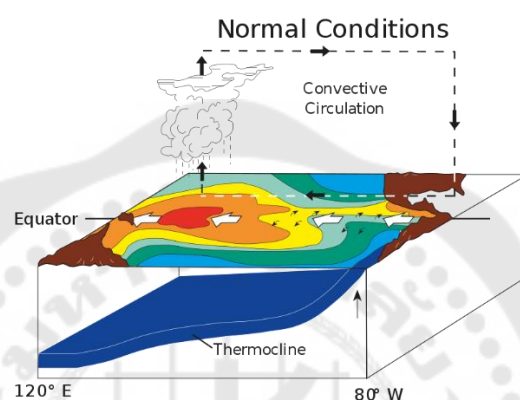
ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation: SO) หมายถึง การที่บริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ มีความสัมพันธ์เป็นส่วนกลับของบริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย กล่าวคือ เมื่อความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกใต้มีค่าสูง ความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียจากแอฟริกาถึงออสเตรเลียมักจะมีค่าต่ำและในทางกลับกันก็เช่นเดียวกัน Quinn.et.al. (1978) แสดงให้เห็นว่าความผันแปรนี้เกิดจากการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนในแปซิฟิกใต้และความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรบริเวณประเทศอินโดนีเซีย กล่าวโดยสรุป จะเกิดการหมุนเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำระหว่างมหาสมุทรทั้งสอง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นผิดปกติ (เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ) จะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ครั้งในทุกๆ 10 ปี แม้ว่าช่วงห่างระหว่างการเกิดแต่ละครั้งจะไม่สม่ำเสมอก็ตาม การอุ่นขึ้นของน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันออก กับน้ำทะเลที่เย็นลงบริเวณใกล้ทวีปออสเตรเลียจะกินเวลาประมาณ 12 เดือน โดยมักจะเริ่มประมาณช่วงต้นของปีและสิ้นสุดประมาณต้นปีถัดไป ส่วนในปีก่อนและหลังการเกิดเอลนีโญมักจะเป็นปีที่ผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกตะวันออกบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิที่เย็น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546ก)

2.2.1.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño)

ภาวะปกติ (ภาพประกอบ 11) ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนในซีกโลกใต้ จะพัดพาน้ำอุ่นจากทางตะวันออกมหาสมุทรไปรวมตัวอยู่ทางตะวันตก (ด้านเอเชีย ออสเตรเลียและอินโดนีเซีย) บริเวณตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนจึงมีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศกลั่นตัวเป็นเมฆฝนมากขึ้น ส่วนทางแปซิฟิกตะวันออก (ประเทศเอกวาดอร์ ชิลี และเปรู) จะมีการไหลของน้ำเย็นระดับล่างไปสู่ผิวน้ำ (upwelling) ทำให้อุณหภูมิผิวน้ำต่างกัน และส่งผลให้บริเวณแถบแปซิฟิกตะวันออก เกิดภาวะแห้งแล้ง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546ข)

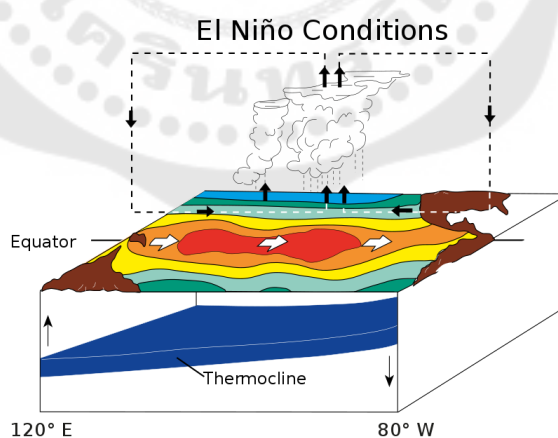
สำหรับในช่วงเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ภาพประกอบ 12) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของกระแสผิวน้ำอุ่นฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ตามแนวชายฝั่งตะวันตก ของทวีปอเมริกาใต้) ทำให้น้ำทะเลบริเวณตอนกลางและชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทร แปซิฟิกอุ่นขึ้นผิดปกติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศในบริเวณมหาสมุทร แปซิฟิกฝั่งตะวันตก (ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย บรูไนและออสเตรเลีย) กับความกดอากาศ ในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก (ประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลี) ซึ่ง

ปกติแล้วความกดอากาศฝั่งตะวันออกจะสูงกว่าฝั่งตะวันตก แต่ในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ความกดอากาศฝั่งตะวันตกจะสูงกว่าฝั่งตะวันออก เนื่องจากการอ่อนกำลังของลมค้าทำให้เกิด คลื่นใต้น้ำพัดพาเอามวลน้ำอุ่นที่สะสมในฝั่งตะวันตกเข้าไปแทนที่น้ำเย็น ในฝั่งตะวันออก ทำให้มวล น้ำบริเวณแปซิฟิกตะวันออกอุ่นขึ้น จึงเกิดเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ ส่งผลให้มีปริมาณฝนตก เพิ่มขึ้น ขณะที่แปซิฟิกฝั่งตะวันตกเกิดความแห้งแล้ง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546ข)



ภาพประกอบ 11 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในสภาวะปกติ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546ข)



ภาพประกอบ 12 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในภาวะเอลนีโญ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546ข)

ระดับความรุนแรงขนาดของเอลนีโญถูกแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1.ระดับอ่อนมาก 2.ระดับอ่อน 3.ระดับปานกลาง 4.ระดับรุนแรง 5.ระดับรุนแรงมาก ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นบนพื้นทวีปจะมีเพียง 3 ระดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546ก) ดังนี้

1) ระดับปานกลาง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งแถบตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้ ช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวจะสูงกว่าปกติประมาณ 2 – 3 องศาเซลเซียส หรือปริมาณฝนมากกว่าปกติ และมีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับต่ำ

2) ระดับรุนแรง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้ในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงสูงกว่าประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส และคงระดับต่อไปอีกเป็นเวลาหลายเดือน หรือปริมาณฝนสูงกว่าปกติมาก มีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้เกิดความเสียหายต่อพืชผลของเกษตรกร

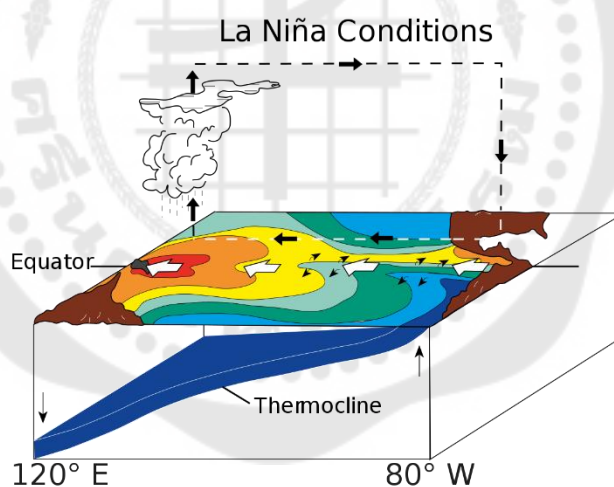
3) ระดับรุนแรงมาก โดยในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้สูงมากกว่า 7 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดน้ำท่วมและความเสียหายอย่างหนัก ในประเทศแถบชายฝั่งในทวีปอเมริกาใต้ ได้แก่ เปรู ชิลี อาร์เจนตินา เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ขนาดของเอลนีโญเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ ขนาดพื้นที่ครอบคลุมของแอ่งน้ำอุ่น (warm pool) ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร บริเวณพื้นผิวมหาสมุทรซึ่งปกคลุมด้วยแอ่งน้ำอุ่นที่ผิวดินหรือมีระดับความลึกมาก และครอบคลุมบริเวณกว้างมากปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นจะยิ่งทวีความรุนแรง เพราะมีความร้อนสะสมมากในมหาสมุทรซึ่งจะมีผลต่อบรรยากาศของอเมริกาใต้ ถ้ากรณีเอลนีโญมีระดับรุนแรงบริเวณที่มีน้ำอุ่นผิวดินจะแผ่กว้างปกคลุมทั่วทั้งตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร แต่ถ้าเอลนีโญระดับอ่อนบริเวณน้ำอุ่นมักจะอยู่แถบชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาใต้

2.2.1.2 ปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña)

ภาวะปกติ (ภาพประกอบ 11) ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนหรือแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรจะพัดพาน้ำอุ่นจากทางตะวันออกของมหาสมุทรไปสะสมอยู่ทางตะวันตก ซึ่งทำให้มีการก่อตัวของเมฆและฝนบริเวณด้านตะวันตกของแปซิฟิกเขตร้อน ส่วนแปซิฟิกตะวันออกหรือบริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์และเปรู มีการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างขึ้นไปยังผิวน้ำ ซึ่งทำให้บริเวณดังกล่าวแห้งแล้ง สถานการณ์เช่นนี้เป็นลักษณะปกติเราจึงเรียกว่าภาวะปกติ หรือภาวะที่ไม่ใช่เอลนีโญ แต่มีบางครั้งสถานการณ์เช่นนี้ถูกมองว่าเป็นได้ทั้งภาวะ

ปกติ และลานีญา อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารูปแบบของภาวะลานีญาจะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์ (ภาพประกอบ 13) ภาวะลานีญา มีความผิดปกติภาวะปกติ เช่น กรณีลมค้าตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมเหนือแถบมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนส่งผลให้มีกำลังแรงมากกว่าปกติ และสามารถพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากแถบตะวันออกไปสะสมอยู่ทางแถบตะวันตกมากยิ่งขึ้น ทำให้บริเวณแถบแปซิฟิกตะวันตก รวมทั้งบริเวณแถบตะวันออกและแถบตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกอยู่แล้วยังมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลให้อากาศเหนือบริเวณดังกล่าว มีการลอยตัวขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝน ส่วนแถบแปซิฟิกตะวันออกนอกฝั่งประเทศเปรูและเอกวาดอร์นั้น การไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างไปสู่ผิวน้ำ (upwelling) จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องและรุนแรง อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลจึงลดลงต่ำกว่าปกติ เช่น ลานีญาที่เกิดขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2531-2532 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวต่ำกว่าปกติประมาณ 4 องศาเซลเซียส (กรมอุตุฯ, 2546ก)



ภาพประกอบ 13 การหมุนเวียนของน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกในภาวะลานีญา
ที่มา :: กรมอุตุฯ.(2546ก)

2.2.2 วงจรชีวิตของเอลนีโญ

วงจรชีวิตของเอลนีโญแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะบอเหตุ ระยะเริ่มต้น ระยะเติบโต และระยะสลายตัว Rasmusson and Carpenter (1982)

ระยะบอเหตุ

บริเวณแถบเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จะมีลมค้ากำลังแรงพัดจากทางด้านตะวันตกของชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ไปยังประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งจะเอากะแสน้ำอุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกทำให้น้ำทะเลมีปริมาณที่สูงขึ้น ขณะที่ชายฝั่งของทวีปอเมริกาใต้จะเกิดกระแสน้ำเย็นใต้มหาสมุทรไหลเข้ามาแทนที่กระแสน้ำอุ่น

ระยะเริ่มต้น

หลังจากลมค้ามีกำลังอ่อนลง ทำให้กระแสลมเปลี่ยนทิศโดยพัดจากประเทศอินโดนีเซียไปยังชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งเป็นทิศทางตรงกันข้ามกับการไหลเวียนในภาวะปกติ ทำให้ทางภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศออสเตรเลียเกิดภัยแล้ง เรียกว่า เอลนีโญ ส่วนปรากฏการณ์ที่ตรงข้ามกัน แต่มีลักษณะไหลเวียนภาวะปกติ และมีความรุนแรงกว่า เนื่องจากกระแสลมสินค้าที่พัดไปทางทิศตะวันออกมีกำลังแรงกว่าปกติ ทำให้แถบอินโดนีเซียและประเทศออสเตรเลียมีระดับน้ำทะเลและปริมาณฝนสูง ทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ เรียกว่า ลานีญา

ระยะเติบโต

ความแปรปรวนของกระแสลมและการไหลเวียนของน้ำที่ผันผวนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างรุนแรง เช่น เกิดพายุ น้ำท่วม ภัยแล้ง ไฟป่า จากสถิติการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา จะเกิดขึ้นในทุกๆ 2 ปี โดยเอลนีโญ

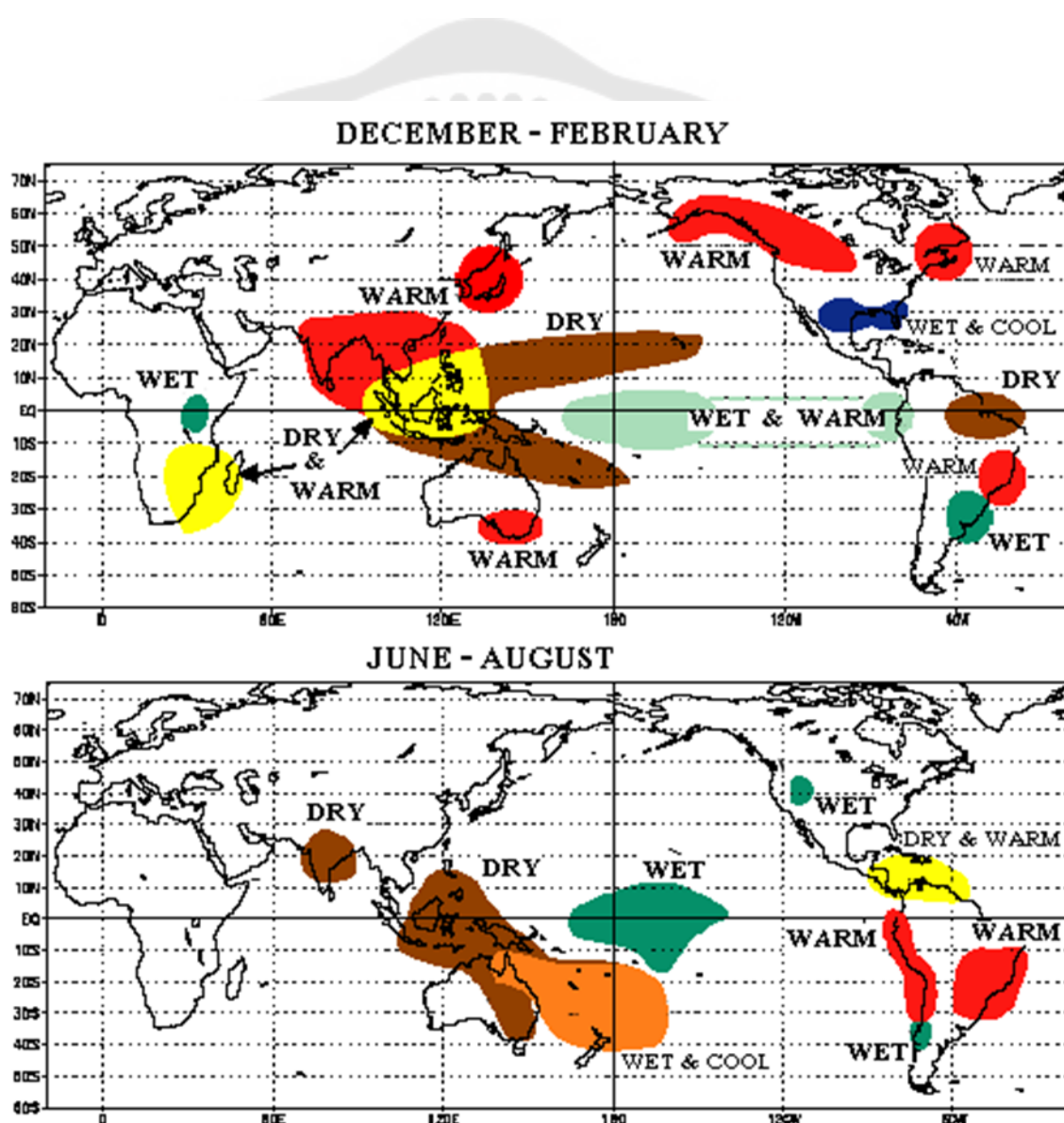
ระยะสลายตัว

บริเวณด้านตะวันตกของเส้นสมมุติที่ลากผ่านแบ่งโลกออกเป็น 2 ซีก คือ ซีกโลกตะวันออกและซีกโลกตะวันตกมีกำลังลมอ่อนตัวลง และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเริ่มสูงขึ้น บริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้จะมีน้ำอุ่นมาอีกครั้งหนึ่ง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะลดลงอย่างรวดเร็วและต่ำกว่าปกติ ระดับชั้นผิวน้ำและชั้นน้ำลึกจะมีอุณหภูมิเกือบคงที่ ภาวะปกติจะกลับคืนสู่ทั้งมหาสมุทรอีกครั้ง และรูปแบบของฝนจะกลับสู่ภาวะปกติ

2.2.3 เอลนีโญและความสัมพันธ์กับภูมิอากาศในพื้นที่ห่างไกล (ENSO and Climate Teleconnection)

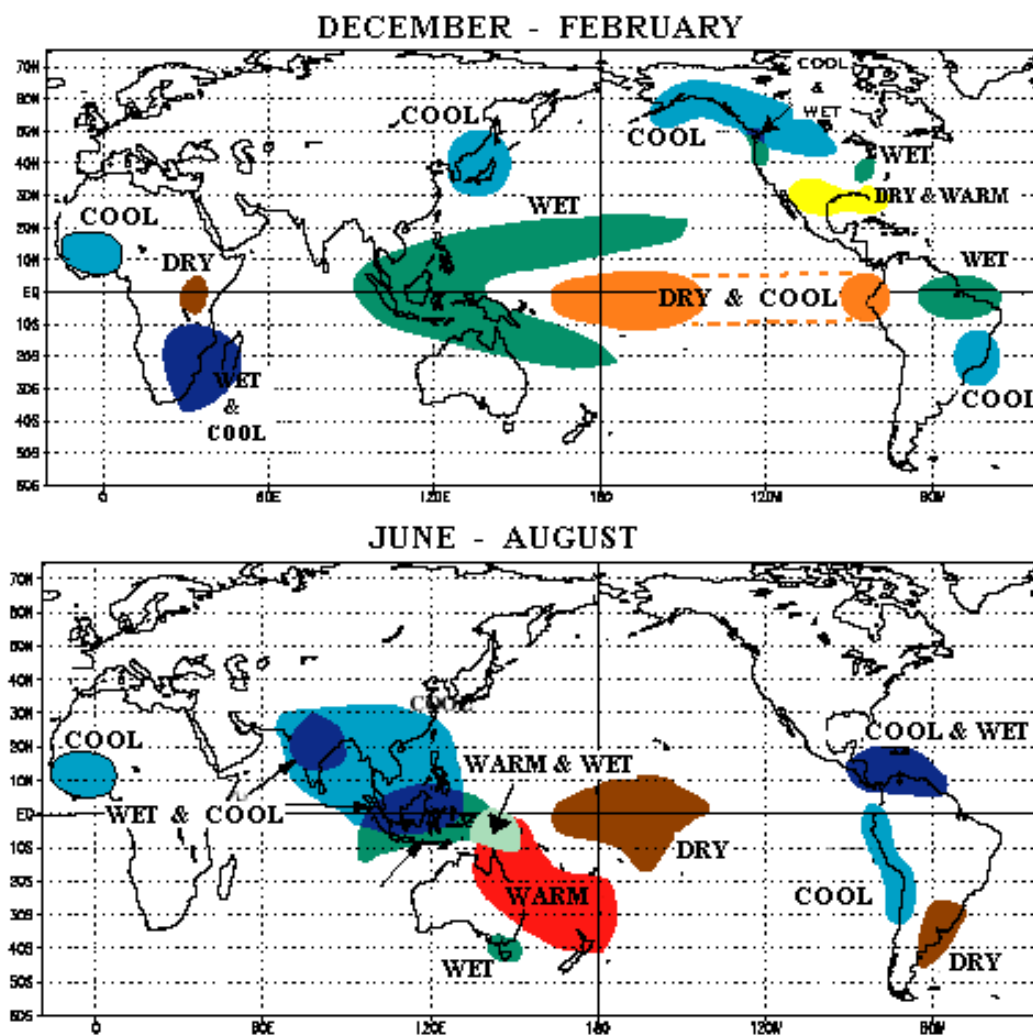
ปรากฏการณ์เอลนีโญนอกจากจะเกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร ยังมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความผิดปกติของภูมิอากาศในพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลบนพื้นแผ่นดินอีก

ด้วย เช่น ความแห้งแล้งทางตอนใต้ของแอฟริกา และพายุเฮอริเคนในมหาสมุทรแอตแลนติก
 ดังภาพประกอบ 14 การกระจายตัวของผลกระทบเอลนีโญ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือน
 กุมภาพันธ์ เป็นช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้
 จะมีความแห้งแล้ง แต่ในขณะเดียวกันดังภาพประกอบ 15 การกระจายตัวผลกระทบลานีญา
 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ จะมี
 ฝนตกมากกว่าปกติ ส่วนช่วงเดือน มิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม เป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย
 ส่งผลให้จะได้รับปริมาณฝนที่ตกชุกกว่าปกติ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546ก)



ภาพประกอบ 14 แผนที่การกระจายตัวของผลกระทบเอลนีโญ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546ก)



ภาพประกอบ 15 แผนที่การกระจายตัวผลกระทบลานีญา

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546ก)

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักคือ วิธีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นส่งผลทำให้เกิดการลดขนาด Matrix ที่มีความซับซ้อนเล็กลงง่ายต่อการอธิบาย นำมาประยุกต์ลดขนาดของคุณลักษณะ (features) ให้มีขนาดเล็กลง โดยการอธิบายเมตริกซ์สหสัมพันธ์ (correlation matrix) ให้ง่ายขึ้น ด้วยการอธิบายในรูปของตัวแปรที่ลดลง (เนื่องจากเมตริกซ์ที่ซับซ้อนถูกทำให้ง่ายขึ้นโดยการลดตัวจำนวนแปรในเมตริกซ์) จากนั้น Spearman ได้ให้พื้นฐานการคำนวณอย่างง่ายไว้เมื่อ ค.ศ. 1904 ใช้การคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพมากและหลายวิธีการของการวิเคราะห์องค์ประกอบ PCA จะทำการสร้างตัวแปรที่เรียกว่า องค์ประกอบ (component) โดยแต่ละองค์ประกอบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย องค์ประกอบตัวแรกจะมีค่าที่อธิบายความแปรปรวน (variance) สูงที่สุด ซึ่งจะอธิบายข้อมูลได้มากที่สุด และตัวถัดๆ ไปก็จะมีค่าที่อธิบายความแปรปรวนลดลงตามลำดับ จำนวนองค์ประกอบที่เหมาะสมที่ถูกเลือกมาใช้จะครอบคลุมค่าที่อธิบายความแปรปรวนสะสมประมาณ ร้อยละ 80-90

จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ คือ ความที่สามารถประมาณการ (estimate) เมตริกซ์สหสัมพันธ์และสามารถหาสมการลักษณะเมตริกซ์สหสัมพันธ์ (the characteristic equation of the matrix) 2 กลุ่มค่า คือ

1. ไอเกนเวคเตอร์ (the characteristic vectors of the matrix: latent actors: eigenvectors) ใช้สัญลักษณ์ $V_1, V_2, V_3, \dots$ ตามลำดับ ซึ่งเป็นคอลัมน์หรือแถวของน้ำหนักรองแต่ละตัวแปรในเมตริกซ์ถ้ามี 6 ตัวแปรก็จะมีค่าน้ำหนัก 6 ค่า (elements) ในแต่ละเวคเตอร์และมีจำนวน 6 เวกเตอร์ ($V_1, V_2, V_3, \dots$) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ที่สอดคล้อง (corresponding) กับองค์ประกอบต่างๆ คือ $V_1, V_2, V_3, \dots$ จะได้มาจากแต่ละค่าของเวคเตอร์คูณด้วยรากที่สองของค่าไอเกน (eigenvalue) ขององค์ประกอบนั้น

2. ค่าไอเกน (the characteristic roots: latent roots: eigenvalues) คือ ผลรวมกำลังสองของค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งจะเป็นค่าที่บอกสัดส่วนของความแปรปรวนที่อธิบายโดยองค์ประกอบนั้น องค์ประกอบใดมีค่าสูงองค์ประกอบนั้นก็อธิบายได้มาก

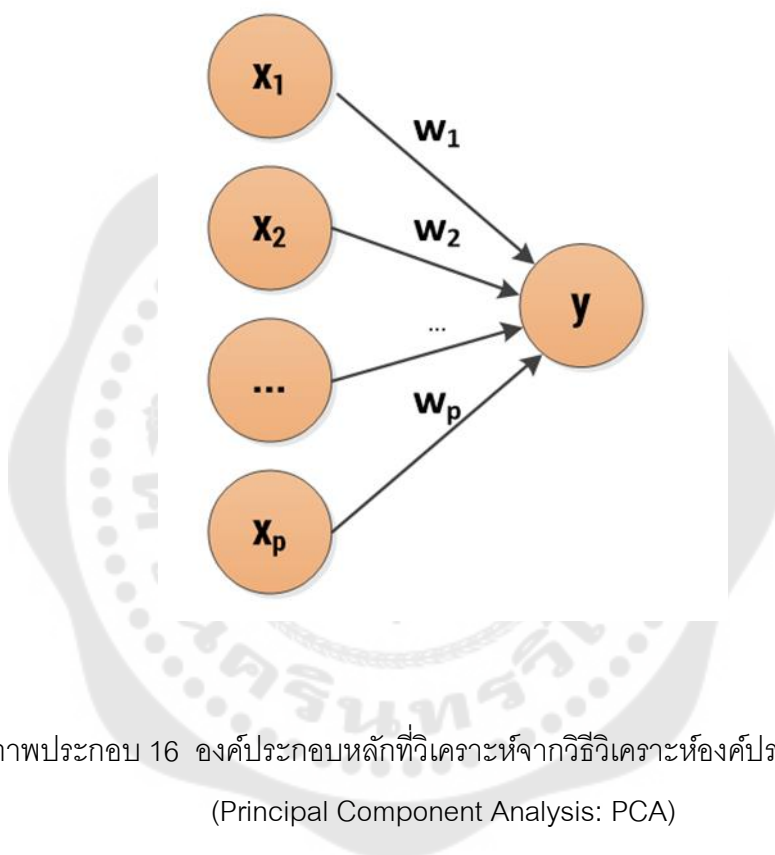
ในปัจจุบันนิยมใช้ Principal Component Analysis: (PCA) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ที่ประกอบไปด้วยหลายตัวแปรได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยแต่ละองค์ประกอบสามารถคำนวณ ได้ด้วยสมการต่อไปนี้ (Phiphat, 2018)

$$Y=WX$$

โดยที่ Y คือ Matrix ของ component ขนาด $p \times 1$

W คือ Matrix ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร x ขนาด $p \times p$

X คือ Matrix ของตัวแปรตั้งต้น ขนาด $p \times 1$



ภาพประกอบ 16 องค์ประกอบหลักที่วิเคราะห์จากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
(Principal Component Analysis: PCA)

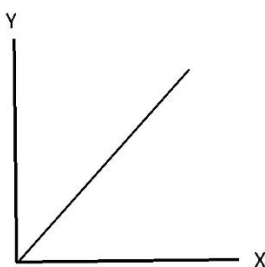
ที่มา: Phiphat (2018)

2.4 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสัมพันธ์กัน (ยุทธ ไกยวรรณ, 2559)

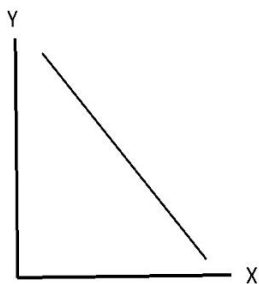
ความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว X และ Y อาจจะมีความสัมพันธ์อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้ม เป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งพาราโบลา หรือแบบอื่นๆ ก็ได้แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้ม เป็นเส้นตรง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ความสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation) เป็นความสัมพันธ์ ที่เรียกว่า แปรผันตามกัน กล่าวคือ ถ้า X มีค่ามากขึ้น ค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นด้วยแต่ถ้า X มีค่าน้อยลงค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้มน้อยลงด้วย (ภาพประกอบ 17)



ภาพประกอบ 17 ความสัมพันธ์เชิงบวก (positive Correlation)

2. ความสัมพันธ์เชิงลบ (negative correlation) เป็นความสัมพันธ์ ที่เรียกว่า แปรผกผันกัน หรือ แปรผกผันกัน กล่าวคือ ถ้า X มีค่ามากขึ้น ค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้มลดลง แต่ถ้า X มีค่าน้อยลงค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นด้วย (ภาพประกอบ 18)



ภาพประกอบ 18 ความสัมพันธ์เชิงลบ (negative correlation)

การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของ X และ Y ว่า มีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด สามารถคำนวณความสัมพันธ์นั้นออกมาเป็นค่าของตัวเลข ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการของเพียร์สัน ที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณคือ ถ้าสมมติให้ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลตัวแปรคู่ X และ Y ดังนั้นจะได้ว่า

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}} \quad (1)$$

โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

ถ้า $r = 1$ หมายความว่า ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงบวกแบบตามกันโดยสมบูรณ์

ถ้า $r = 0$ หมายความว่า ตัวแปร X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ถ้า $r = -1$ หมายความว่า ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงลบกันโดยสมบูรณ์

2.5 การวิเคราะห์การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR)

การวิเคราะห์การถดถอยส่วนประกอบหลัก เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความเหมาะสมของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เพื่อกำหนดวิธีที่เหมาะสมในการแทนค่า

2.5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis: PCA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการลดขนาดหลายมิติที่เกี่ยวข้องกับเส้นตรงหลายเส้น การถดถอยที่สร้างตัวแปรใหม่ที่เรียกว่าองค์ประกอบหลัก (PC) โดย PC ตัวแรกจะมีค่าแปรปรวน (variance) สูงที่สุด ซึ่งจะอธิบายข้อมูลได้มากที่สุด และตัวถัดๆ ไปก็จะมีแปรปรวนลดลงตามลำดับ จำนวนองค์ประกอบที่เหมาะสมที่ถูกเลือกมาเป็นแบบจำลองการถดถอยเพื่อให้เกิดการคำนวณที่ง่ายขึ้นและมีเสถียรภาพมากขึ้น

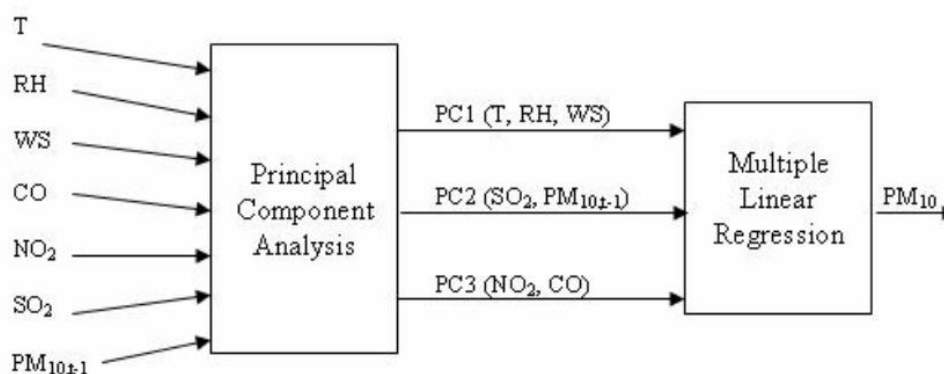
2.5.2 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression: MLR)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (independent variable) กับตัวแปรตาม (dependent variable) จะเป็นการศึกษา

ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) ถ้าตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากงานวิจัย UI-Saufie et al. (2011) ได้ทำการศึกษา การปรับปรุงตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยใช้องค์ประกอบหลัก เพื่อทำนายความเข้มข้น PM₁₀ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อกำหนดวิธีที่เหมาะสมในการแทนค่า ดังภาพประกอบ 19 มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา จำนวน 8 ตัวแปร เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จึงสามารถจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสำคัญคล้ายกันให้อยู่กลุ่มเดียวได้ ทั้งนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่ม จากนั้นนำมาวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อให้ได้สมการที่คำนวณความเข้มข้น PM₁₀ ได้อย่างแม่นยำ ดังสมการต่อไปนี้

$$PM_{10} = -94.530 + 0.784 PM_{10,t-1} + 0.255ws + 0.095RH + 953.659NO^2 + 2.8T + 11.012CO + 502.532SO^2$$



ภาพประกอบ 19 การถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression: PCR)

ที่มา : UI-Saufie A.Z (2011)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Susilo et al. (2013) พบว่า ผลของปรากฏการณ์เอนไซม์ต่อลักษณะปริมาณน้ำฝนในประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างพ.ศ. 2521 - 2551 มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์เอนไซม์กับแนวโน้มปริมาณน้ำฝนโดยช่วงเวลานี้เอนไซม์ต่อปริมาณน้ำฝนในฤดูแล้งจะเพิ่มขึ้นทุกปี

Sriwicha.et al. (2016) ได้ศึกษา ผลกระทบของเอนไซม์ต่อปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในช่วงปี ค.ศ.1953 ถึง ค.ศ.2014 โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างลุ่มน้ำใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักร่วมกับสมการพหุคูณ (Principal Component Regression; PCR) สรุปว่าปรากฏการณ์เอนโซ่และปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนไดโพลส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน โดยพื้นที่ที่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขง อีกทั้งประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของสภาพอากาศจากมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก คือ ปริมาณฝนรวมรายปีจะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และเพิ่มขึ้นในปีลานีญา

ปริญญา หล่อพิทยากร (2559) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในกับปริมาณฝนบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทยในภาวะเอนโซ่ ในช่วงปี ค.ศ.2002 ถึง ค.ศ.2013 โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย และข้อมูลปริมาณน้ำฝน วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Pearson correlation สรุปว่า ในช่วงภาวะเอลนีโญเฟส 1 เป็นภาวะเอลนีโญที่รุนแรงกว่าเฟส 2 สำหรับภาวะปกติเฟสที่ 1 และ 2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทุกสถานี โดยที่ภาวะลานีญาเฟส 1 เป็นภาวะลานีญาที่อ่อนกว่าลานีญาเฟส 2 โดยที่อิทธิพลของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในไม่มีผลในสภาวะปกติ ในปีถัดมา ได้มีการศึกษาเพิ่มอิทธิพลของเอนโซ่ต่อปริมาณฝนในภาคตะวันออก ในช่วงปีเอลนีโญมีปริมาณฝนน้อยกว่าปีปกติ และในปีลานีญามีปริมาณฝนมากกว่าปีปกติ เมื่อนำค่าเฉลี่ยปริมาณฝนตลอดทุกสถานีในปีเอลนีโญเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทุกสถานีในปีปกติ พบว่า ตลอดทั้งปีปริมาณฝนเฉลี่ยในปีเอลนีโญน้อยกว่าปีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทุกสถานีในช่วงปีลานีญาเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทุกสถานีในปีปกติ พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีในปีลานีญามากกว่าปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีในปีปกติ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Kirtphaiboon et al (2014) ได้ศึกษา ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับเอนโซ่ ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนทั่วประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ.1971 ถึง ค.ศ.2010 ความแปรปรวนทั้งหมดมีรูปแบบเชิงพื้นที่ ประเทศไทยเกือบทั้งหมดมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าปกติและมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติเกือบทุกพื้นที่ ช้อยกเว้นสำหรับทางใต้ที่ละติจูดต่ำกว่า 9 องศาเหนือ อีกทั้งในการศึกษาการเชื่อมโยงพื้นที่ที่ห่างไกลกันออกไปปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยกับปรากฏการณ์เอนโซ่ พบว่าความแตกต่างระหว่าง ความผิดปกติของฝนในภาวะลานีญาและภาวะเอลนีโญสูงขึ้นตามช่วงเวลาปรากฏการณ์เอนโซ่

Vu .et al. (2015) ได้ศึกษา ผลกระทบของเอนโซ่ในช่วงฤดูใบไม้ผลิที่เวียดนามตอนกลาง พบว่า เอลนีโญช่วงฤดูใบไม้ร่วงปริมาณน้ำฝนในเวียดนามกลางลดลงประมาณ 10% ถึง 30%

ในช่วงปีภาวะเอลนีโญที่อ่อนกำลังของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของเส้นศูนย์สูตรข้ามมหาสมุทรอินเดีย ในทางตรงกันข้ามในช่วงลานีญามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีความรุนแรงและความผิดปกติของลมไซโคลนก่อตัวขึ้นเหนือทะเลตะวันออก. เป็นผลให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำฝนในฤดูใบไม้ร่วงทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 19 มากที่สุด ในการศึกษาที่เราพบว่านอกจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นลานีญาได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังส่งผลการกระจายของปริมาณน้ำฝนรายเดือนในภูมิภาคเวียดนามตอนกลาง ฤดูฝนจะเปลี่ยนเป็นเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนและน้อยกว่า ฝนเกิดขึ้นในเดือนกันยายนในช่วงปีลานีญา ปริมาณน้ำฝนในฤดูใบไม้ร่วงเหนือเวียดนามกลางลดลง ดังนั้นภูมิประเทศก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่สำคัญกับปริมาณน้ำฝน

Lin. et al. (2015) ผลกระทบของเอลนีโญ สองชนิดที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนในไต้หวันมีการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ต่างๆด้วยค่าโดยวิธีสหสัมพันธ์ (correlation analysis) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนตามฤดูกาลของไต้หวันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลกระทบของเอลนีโญในช่วงเอลนีโญ ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ ในขณะที่ปริมาณฝนลดลงในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง แต่ในทางตรงกันข้ามปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง แต่จะลดลงในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ โดยความแปรปรวนส่วนใหญ่เกิดจากมรสุมและภูมิประเทศ

Limsakul & Singhruck (2016) ศึกษาแนวโน้มระยะยาวและความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนทั้งหมดและปริมาณน้ำฝนสูงสุดในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2498-2557 พบว่าค่าดัชนีวัดขนาดของเหตุการณ์ฝนที่รุนแรงมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยมีฝนตกหนักมากจึงส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีมากขึ้น ผลที่ตามมาของการเปลี่ยนแปลงนี้คือความถี่ที่เพิ่มขึ้นและความรุนแรงของอุทกภัยที่เกิดขึ้นนี้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย

Feng & Wang (2017) แนวโน้มระยะยาวและความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนทั้งหมดและปริมาณน้ำฝนที่รุนแรงที่สุดดัชนีระหว่างปี พ.ศ. 2498-2557 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้นและมากขึ้นเหตุการณ์รุนแรงในช่วงปีลานีญา และจะทางกลับกันในช่วงปีเอลนีโญ

Nounmusig (2018) ได้วิเคราะห์รูปแบบของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่า มีฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน เนื่องจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยเฉพาะบริเวณที่มีลมแรง โดยฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคมที่คลองใหญ่ และความสัมพันธ์

ปริมาณน้ำฝนรายเดือนกับดัชนีเอนโซ มีจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนเมษายน พฤษภาคม และ ตุลาคม

Bridhikitti (2019) ได้ศึกษา แนวโน้มการแปรปรวนและความผันผวนของปริมาณฝนจากลมมรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในภาคเหนือของประเทศไทย ในช่วงปี ค.ศ.1951-2014 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาตามฤดูกาลของโฮลท์ – วินเทอร์ส และวิเคราะห์การแปรปรวนทางเดียว ได้สรุปว่า แนวโน้มของสภาพอากาศในช่วงก่อนและหลังการเกิดมรสุมแตกต่างกัน โดยที่ก่อนเกิดมรสุมมีปริมาณฝนมากกว่าหลังมรสุม ในปีที่อากาศรุนแรงสอดคล้องกับระยะยาวรอบเอนโซในช่วง 15-18 ปี

Lin & Qian (2019) พบว่า ปรากฏการณ์เอนโซมีลักษณะการเกิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต คือ ในปัจจุบันพบว่ามี 4 เฟส โดยเฟสปกติถูกแบ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากอุ่นเป็นเย็น และช่วงเปลี่ยนจากเย็นเป็นอุ่นทำให้ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน

ชัยรัตน์ มงคลสวัสดิ์และคณะ (ม.ป.ป) ศึกษาความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเวลาของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนในครั้งแรกจะมากกว่าครั้งหลัง ฤดูฝนซึ่งให้ค่า CV เท่ากับ 34.18% และ 17.50% ตามลำดับ

จากผลการศึกษาดังกล่าว ปรากฏการณ์เอนโซส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาตามมานั้น แม้ปรากฏการณ์จะเกิดในทะเล แต่เนื่องจากระบบอากาศที่เชื่อมโยงไปทั่วโลก ส่งผลให้สภาพอากาศทั่วโลกนั้นแปรปรวนไปจากเดิม โดยเฉพาะปริมาณฝนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิต และจากงานวิจัยดังที่กล่าวไปแล้วนั้น มีการรายงานผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยในอดีต ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่า ปริมาณฝนในประเทศไทยมีการแปรปรวนไปจากเดิมเมื่อเกิดสภาวะเอนโซในเฟสต่างๆ อีกทั้งปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า วัฏจักรเอนโซได้มีการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีรอบการเกิดที่เร็วและรุนแรงมากขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการศึกษผลกระทบในทุกด้านจากวัฏจักรเอนโซที่กำลังจะเปลี่ยนไปนี้ โดยการวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาผลกระทบต่อเอนโซต่อปริมาณฝนในพื้นที่ตะวันออก

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

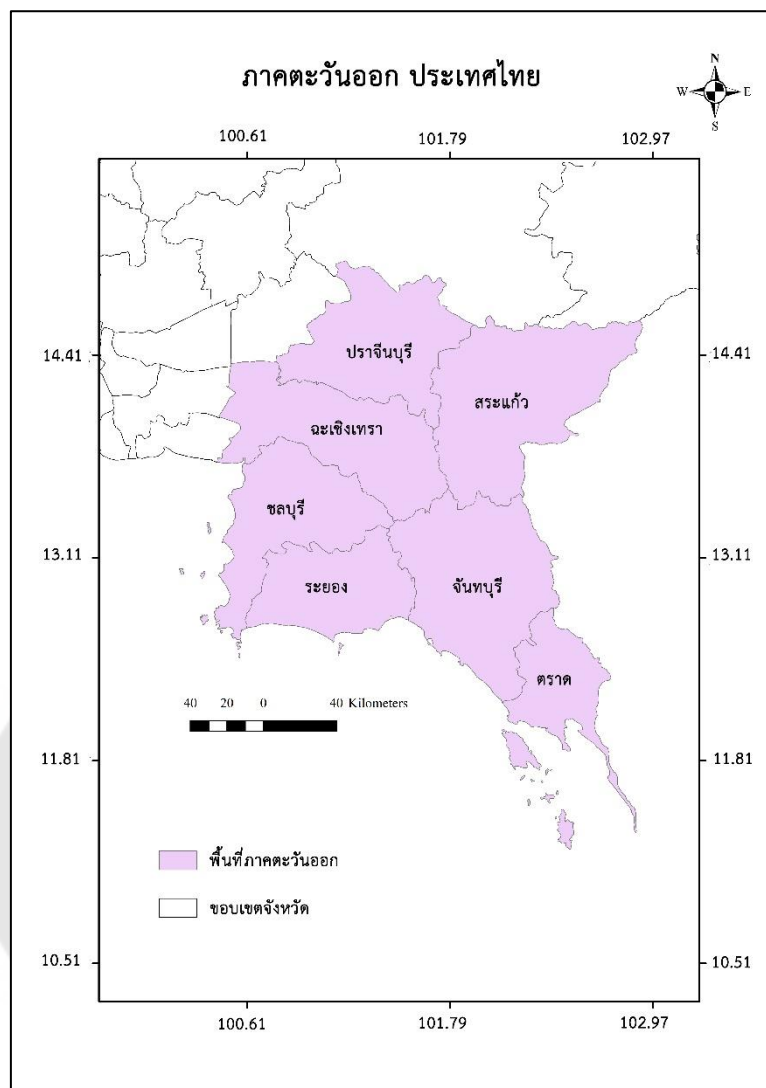
ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดเอนไซม์กับปัจจัยอุตุนิยมหาวิทยาลัยบริเวณที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออก โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 พื้นที่การศึกษา
- 3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.4 ขั้นตอนในการศึกษา
- 3.5 แผนการดำเนินงาน

3.1 พื้นที่การศึกษา

ภาคตะวันออก มีตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่างละติจูด 12 องศาเหนือ ถึง 14 องศาเหนือ และลองจิจูด 101 องศาตะวันออก ถึง 103 องศาตะวันออก (ภาพประกอบ 20) มีพื้นที่ประมาณ 34,380 ตารางกิโลเมตร แบ่งตามเขตการแบ่งภูมิอากาศ ประกอบไปด้วย 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี จังหวัดตราด จังหวัดระยอง จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดสระแก้ว มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ	ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ทิศตะวันออก	ติดต่อ	ประเทศกัมพูชา
ทิศใต้	ติดต่อ	อ่าวไทย
ทิศตะวันตก	ติดต่อ	อ่าวไทย



ภาพประกอบ 20 พื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกของประเทศไทย

3.1.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ภาคตะวันออก มีลักษณะภูมิประเทศเป็นชายฝั่งทะเลที่เรียบยาวและโค้งเว้าและที่ราบสลับภูเขา มีเทือกเขาที่สำคัญ ได้แก่ เทือกเขาจันทบุรี ทอดตัวไปทางด้านตะวันออกของภาค และเทือกเขาบรรทัด เป็นเส้นกั้นพรมแดนธรรมชาติระหว่างไทยกับกัมพูชา มีแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำตราด แม่น้ำระยอง และแม่น้ำประแสร์ ซึ่งไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทย มีเกาะน้อยใหญ่หลายแห่งที่สำคัญ ได้แก่ เกาะช้าง เกาะหมาก เกาะกูด อยู่ในจังหวัดตราด เกาะเสม็ด เกาะมัน อยู่ในจังหวัดระยอง เกาะล้าน เกาะสีชัง อยู่ในจังหวัดชลบุรี

พื้นที่ภาคตะวันออก ประกอบไปด้วย 4 กลุ่มน้ำ ได้แก่ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี กลุ่มน้ำบางปะกง กลุ่มน้ำโตนเลสาป และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (ภาพประกอบ 21)

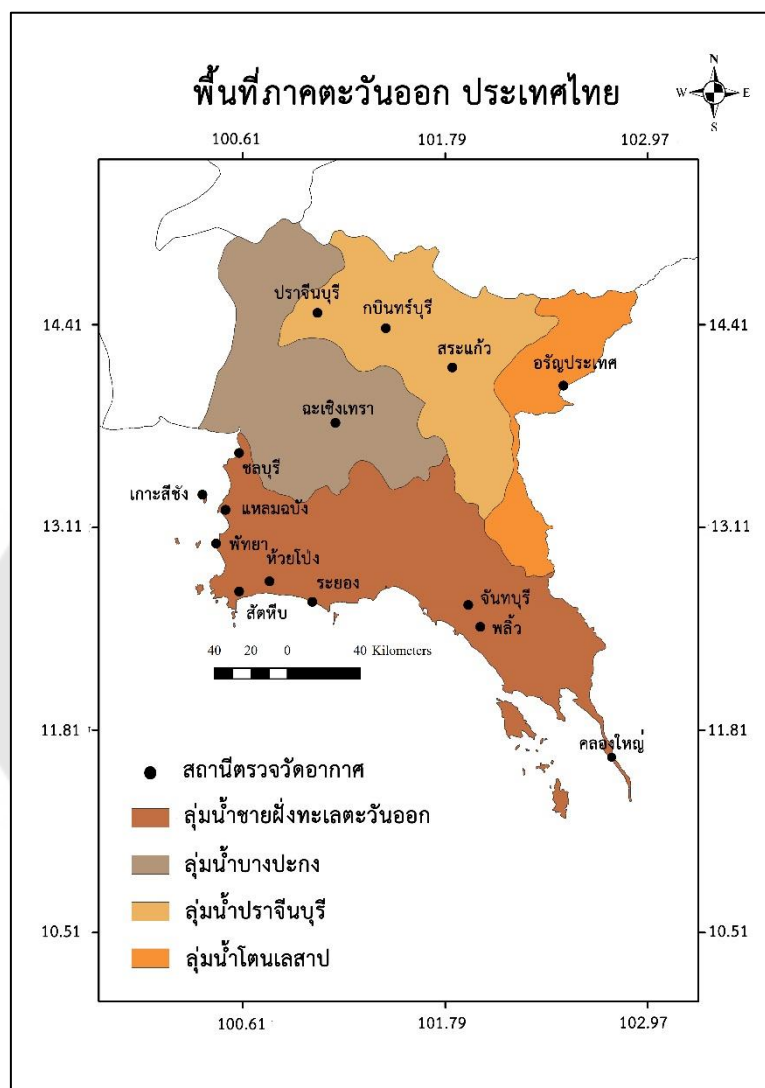
1.กลุ่มน้ำปราจีนบุรี พื้นที่ต้นน้ำมีต้นกำเนิดจากทิวเขาสันกำแพง ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่กลุ่มน้ำ ทางตอนใต้มีเนินเขา เขาเตี้ย และมีเทือกเขาติดต่อกัน นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบระหว่างแม่น้ำ และพื้นที่ราบด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำ แม่น้ำสายหลักในกลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นสาขาของแม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหनुมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรากลายเป็นแม่น้ำบางปะกง แล้วไหลลงอ่าวไทย

2.กลุ่มน้ำบางปะกง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ทางเหนือจะมีเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ส่วนทางตอนใต้และทางตะวันออกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำมีเทือกเขาซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาสายต่างๆ ได้แก่ คลองใหญ่ คลองหลวง และคลองท่าลาด โดยแม่น้ำนครนายกมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้และมาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีซึ่งไหลเข้ามาทางฝั่งซ้ายที่บริเวณเหนืออำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนจะไหลลงทางใต้ผ่านที่ราบต่ำในเขตอำเภอบางคล้า และอำเภอมะเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา และไหลลงอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

3.กลุ่มน้ำโตนเลสาป พื้นที่ตอนบนเป็นแนวเทือกเขาบรรทัด ซึ่งกั้นเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดปราจีนบุรี เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำต่างๆ หลายสาย พื้นที่ในเขตอำเภอตาพระยาส่วนใหญ่เป็นภูเขาและมีที่ราบริมลำน้ำ สำหรับพื้นที่ตอนกลางของกลุ่มน้ำซึ่งอยู่ในเขตอำเภออรัญประเทศ เป็นที่ราบโดยลาดเทลงจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ส่วนในเขตอำเภอวัฒนานครจะเป็นที่ราบสูงและมีภูเขา ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของคลองน้ำใส พื้นที่ทางตอนใต้ในเขตอำเภอโป่งน้ำร้อนมีสภาพเป็นภูเขาสูง มีเทือกเขาสอยดาวเป็นต้นกำเนิดของคลองพระพุทธรูปและคลองโป่งน้ำร้อนเนื่องจากสภาพพื้นที่มีความลาดเทจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก ลำน้ำสายต่างๆ จึงไหลออกไปทางประเทศกัมพูชาและลงทะเลสาบเขมร

4.กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขามักจะทอดตัวอยู่ตามแนวเหนือ-ใต้ สลับกับที่ราบและมีแนวเขาทอดยาวตลอดแนวทางฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ จากตอนบนของพื้นที่กลุ่มน้ำลงมาจะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลแคบๆ บางช่วงชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะเว้าแหว่งบางแห่งเป็นปากแม่น้ำและมีป่าชายเลน บางแห่งเป็นหาดทรายสวยงามซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น หาดบางแสน หาดจอมเทียน และหาดพัทยาในจังหวัดชลบุรี ส่วนพื้นที่ด้านตะวันออก

ของจังหวัดชลบุรีและตอนบนของจังหวัดระยองจะเป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ก่อนจะเข้าเขตเทือกเขาทางด้านตะวันออกสุดของกลุ่มน้ำ



ภาพประกอบ 21 กลุ่มแม่น้ำภาคตะวันออกของประเทศไทย

3.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออก มีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเมืองร้อน (tropical monsoon climate) ซึ่งทางตอนบนของภาคตะวันออก ตั้งแต่จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดสระแก้ว จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดฉะเชิงเทราจะมีลักษณะอากาศแบบสะวันนา (Aw) คือ ในฤดูแล้งที่สุดมีปริมาณหยาดน้ำฟ้าไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 18 องศาเซลเซียส และภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนามีปริมาณฝนต่ำกว่าภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน อีกทั้งฤดูแล้งมากกว่าทางตอนล่าง คือ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด จะมีลักษณะอากาศแบบร้อนชื้นมรสุม (Am) คือ มีฝนตกชุก อากาศร้อนชื้น อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 28.18 องศาเซลเซียส

ปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิของภาคตะวันออก

1. ลมพายุ ได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้ทำให้เกิดฝนตกหนัก
2. ได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดจากอ่าวไทย ทำให้เกิดฝนตกในภาคนี้

ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไม่ค่อยมีผลต่อภาคตะวันออกมากนัก เนื่องจากมีเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักเป็นแนวกันไว้ อากาศจึงไม่ค่อยหนาวเย็น

3. การวางตัวของแนวเทือกเขาจันทบุรีและเทือกเขาบรรทัดจะกั้นทิศทางของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ฝนตกชุกในเขตจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด

4. ระยะใกล้ไกลทะเล ทางตอนบนของภาคอยู่ห่างจากทะเลมีผลทำให้อากาศร้อน อุณหภูมิสูงส่วนทางตอนล่างของภาคจะได้รับลมทะเลทำให้อากาศเย็นสบาย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วย 3 ลักษณะข้อมูล รายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 1)

1. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาย้อนหลังรายเดือน พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562 บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออก จากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลความเร็วลมและข้อมูลทิศทางลม
2. ข้อมูลค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิน้ำทะเลปกติ (Oceanic Nino Index; ONI) ระหว่าง พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562

ตาราง 1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ชุดข้อมูล	ตัวแปร	แหล่งข้อมูล	หน่วย	ความละเอียดเชิงเวลา
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (meteorological data)	ปริมาณฝน (rainfall)	กรม อุตุนิยมวิทยา	มิลลิเมตร	รายเดือน พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562
	ความกดอากาศ (pressure)		เฮกโต ปาสคาล	
	อุณหภูมิ (temperature)		องศา เซลเซียส	
	ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)		เปอร์เซ็นต์	
	ความเร็วลม (wind speed)		น็อต	
	ทิศทางลม (wind direct)		กิโลเมตร	
ข้อมูลค่าดัชนีชี้วัดที่ คำนวณจากค่า อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล ที่เปลี่ยนไปจากค่า อุณหภูมิน้ำทะเลปกติ (Oceanic Nino Index: ONI)	ONI	http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices	-	รายเดือน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ มีดังนี้

-Microsoft Office 2013 ได้แก่ Microsoft word, Microsoft excel ใช้สำหรับจัดเตรียมข้อมูลและทำรายงาน

-ArcGIS สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลในเชิงพื้นที่ และจัดทำแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

-SPSS ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และคาดการณ์ข้อมูลในอนาคตเบื้องต้นได้

3.4 ขั้นตอนในการศึกษา

การศึกษาวิจัยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

3.4.1 รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลการแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา

3.4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนโซกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝน

3.4.4 วิเคราะห์ประมาณค่าปริมาณฝนจากสมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปร

3.4.5 สรุปผลจากการวิเคราะห์

3.4.1 รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง

รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องได้ดังนี้

3.4.1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาย้อนหลังรายเดือนพ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลความเร็วลมและข้อมูลทิศทางลม

3.4.1.2 ข้อมูลค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลปกติ (Oceanic Nino Index: ONI) คำนวณหาค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลปกติ

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลการแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา

วิเคราะห์ข้อมูลการแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสามารถสรุปเป็นแผนการดำเนินงานดังภาพประกอบ 22 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.4.2.1 แบ่งช่วงการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากรอบการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ โดยใช้ดัชนี ONI แบ่งช่วงการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ภาวะ ดังนี้ ภาวะปกติ ภาวะลานีญา และภาวะเอลนีโญ

3.4.2.2. วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) คือ ค่าความผิดปกติของปริมาณฝนสะสมรายเดือน จากข้อมูลปริมาณฝนสะสมรายเดือน โดยสมการที่ (1)

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน และ $\bar{X}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปีพ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562

3.4.2.3. วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation, r) ระหว่างดัชนี ONI กับ ค่าดัชนีฝน โดยสมการที่ (2)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]}} \quad (2)$$

โดยที่ X_i คือ ค่าดัชนี ONI Y_i คือ ค่าดัชนีฝน

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของดัชนี ONI $\bar{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของดัชนีฝน

3.4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนโซกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝน

วิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis: FA) ที่ส่งผลกับการแปรปรวนของปริมาณฝน ในภาคตะวันออกด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) ด้วยโปรแกรม SPSS ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลความเร็วลม ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำและภาวะเอนโซ

3.4.4 วิเคราะห์ประมาณค่าปริมาณฝนจากสมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปร

ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลความเร็วลม ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำและภาวะเอนโซ จะถูกแบ่งครึ่งออกเป็น 2 ชุด ด้วยจำนวนที่เท่ากัน คือ ข้อมูลชุดที่ 1 เพื่อสร้างสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และชุดที่ 2 เพื่อสอบเทียบความถูกต้องของปริมาณฝนที่ได้จากสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ด้วยโปรแกรม SPSS

3.4.4.1. สมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปร (multilinear regression analysis)

ข้อมูลชุดที่ 1 จะถูกนำมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปร ดังนี้

$$Y_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_nx_n + c \quad (3)$$

โดย Y คือ ค่าของตัวแปรตาม
 x คือ ค่าของตัวแปรอิสระ
 a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient)
 n คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย
 c คือ ค่าคงที่

3.4.4.2. สมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปรรวมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component regression: PCR)

ทำให้สามารถปัจจัยที่สำคัญ และหาความสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างปัจจัยอุตุนิยมวิทยากับปริมาณฝน โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 จะถูกนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อคัดเลือกตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาในแต่ละลุ่มน้ำ จากนั้นจึงนำข้อมูลตัวแปรเฉพาะตัวแปรเหล่านั้นมา วิเคราะห์หาสมการถดถอยพหุคูณหลายตัวแปรอีกครั้งหนึ่ง ดังนี้

$$PC1: Y_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_nx_n + c \quad (4)$$

$$PC2: Y_2 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_nx_n + c \quad (5)$$

โดย Y คือ ค่าของตัวแปรตาม
 x คือ ค่าของตัวแปรอิสระ
 a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient)
 n คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

c คือ ค่าคงที่

ดังนั้น สมการ PCR ในขั้นตอนสุดท้าย คือ

$$Y = a_1PC_1 + a_2PC_2 + a_nPC_n + c \quad (6)$$

โดย Y คือ ค่าของตัวแปรตาม

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient)

PC คือ องค์ประกอบหลัก

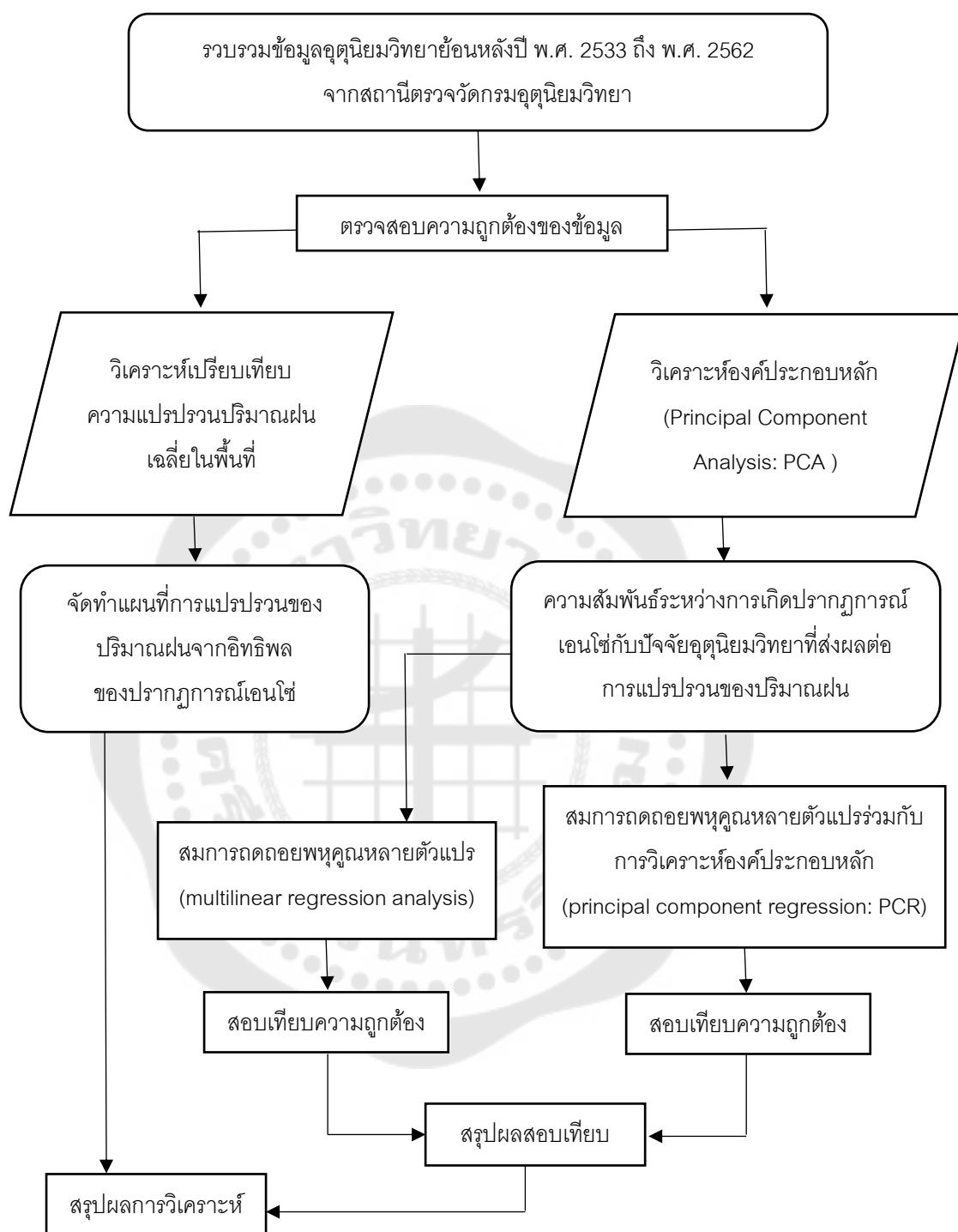
c คือ ค่าคงที่

3.4.4.3. เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและสมการแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การสอบเทียบความถูกต้องของปริมาณฝนจากการประมาณด้วยสมการ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทำได้โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 ในการประมาณค่าฝนจากสมการในข้อ 3.4.3.1. และ 3.4.3.2. แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา

3.4.5 สรุปผลจากการวิเคราะห์

สรุปผลการแปรปรวนของปริมาณฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้รับอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา



ภาพประกอบ 22 แผนภาพสรุปขั้นตอนผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อความแปรปรวนของ
ปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 4.1 จำนวนข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา
- 4.2 การแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา
- 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝน
- 4.4 ประเมินค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร (Principal Component Analysis Regression: PCR)

4.1 จำนวนข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ตาราง 2 รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาย้อนหลังรายเดือน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลความเร็วลม ตั้งแต่ พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 15 สถานี ได้แก่ สถานีฉะเชิงเทรา (ลุ่มน้ำบางปะกง) สถานีอรัญประเทศ (ลุ่มน้ำโตนเลสาป) สถานีปราจีนบุรี สถานีกบินทร์บุรี สถานีสระแก้ว (ลุ่มน้ำปราจีนบุรี) และสถานีชลบุรี สถานีเกาะสีชัง สถานีพัทยา สถานีสัตหีบ สถานีแหลมฉบัง สถานีระยอง สถานีห้วยโป่ง สถานีจันทบุรี สถานีพลับ สถานีคลองใหญ่ (ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก) นอกจากนี้ยังพบว่า ข้อมูลปริมาณฝนมีครบทุกสถานีตรวจวัด ข้อมูลความกดอากาศสถานีฉะเชิงเทรา สถานีแหลมฉบัง สถานีห้วยโป่ง สถานีพลับ ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2549 – พ.ศ.2562 ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลความเร็วลมสถานีฉะเชิงเทรา สถานีแหลมฉบัง สถานีห้วยโป่ง สถานีพลับมีข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2549 – พ.ศ.2562 และ สถานีสระแก้วมีข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2542 – พ.ศ.2562

ตาราง 3 ข้อมูล Oceanic Nino Index (ONI) เป็นค่าดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก บ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ไฮไลต์สีเทาเข้ม: มีค่า > 0.5) และ ปรากฏการณ์ลานีญา (ไฮไลต์สีเทาอ่อน: มีค่า < -0.5) ซึ่งเป็นสถานะใน

ปรากฏการณ์ El Niño Southern Oscillation (ENSO) และสามารถส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิ น้ำทะเลใน
อ่าวไทยและทะเลอันดามันได้

จากข้อมูลตาราง 2 สามารถแบ่งพื้นที่การศึกษาเป็นรายลุ่มน้ำบริเวณภาคตะวันออก และ
ตาราง 3 สามารถแบ่งช่วงข้อมูลอุณหภูมิตามรายเดือนจากรอบการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ่ โดย
ใช้ดัชนี ONI แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ภาวะ ได้แก่ ภาวะลานีญา ภาวะปกติ และภาวะ
เอลนีโญ

ตาราง 2 ช่วงเวลาของข้อมูลอุณหภูมิตามรายลุ่มน้ำจากสถานีตรวจวัด กรมอุตุนิยมวิทยา

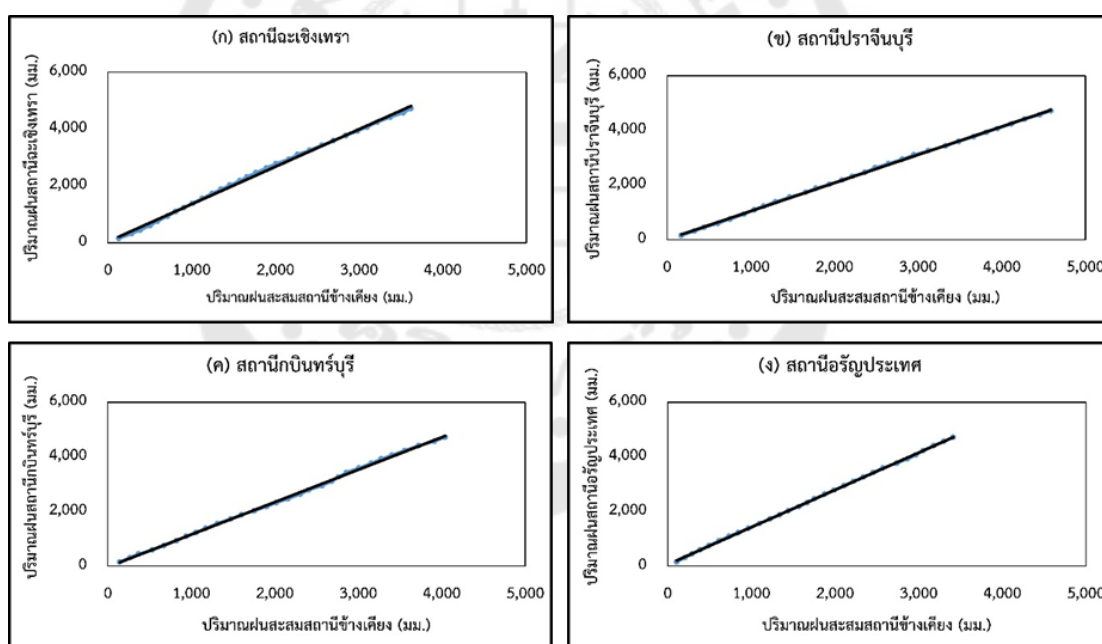
ลุ่มน้ำ	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ช่วงของข้อมูลอุณหภูมิตามรายลุ่มน้ำ				
					ปริมาณฝน	อุณหภูมิ	ความกด อากาศ	ความชื้น สัมพัทธ์	ความเร็ว ลม
บางปะกง	48458	ฉะเชิงเทรา	101.46	13.52	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
โดนเล สาป	48462	อรัญ ประเทศ	102.58	13.70	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
ปราจีนบุรี	48430	ปราจีนบุรี	101.37	14.06	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48439	กบินทร์บุรี	101.71	13.98	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48440	สระแก้ว	102.03	13.79	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2542 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2542 –	พ.ศ. 2542 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
ชายฝั่ง ทะเล ตะวันออก	48459	ชลบุรี	100.98	13.37	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48460	เกาะสีชัง	100.80	13.16	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48461	พัทยา	100.87	12.92	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48477	สัตหีบ	100.98	12.68	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48463	แหลมฉบัง	100.92	13.09	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2536 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48478	ระยอง	101.34	12.63	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48479	ห้วยโป่ง	101.13	12.73	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48480	จันทร์บุรี	102.11	12.62	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	48481	พลู	102.17	12.51	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –	พ.ศ. 2549 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562
	501201	คลองใหญ่	102.88	11.78	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –	พ.ศ. 2533 –
					พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2562

ตาราง 3 ค่าดัชนี Oceanic Niño Index (ONI) ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2533 - 2562

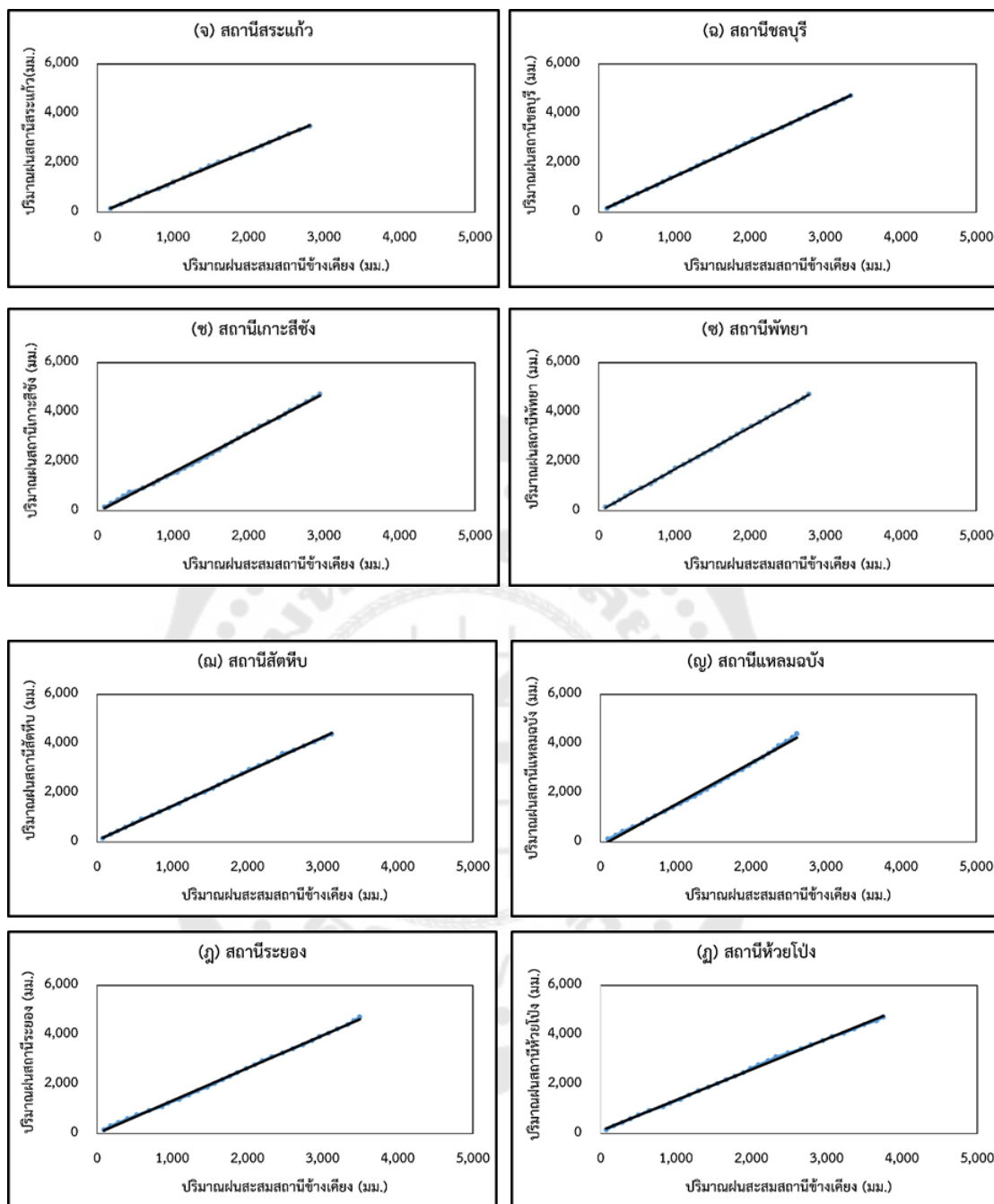
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2533	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
2534	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
2535	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
2536	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
2537	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
2538	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
2539	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
2540	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
2541	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
2542	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
2543	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2544	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2545	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2546	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2547	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2548	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2549	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
2550	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
2551	-1.6	-1.5	-1.3	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
2552	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
2553	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2554	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2555	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2556	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2557	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2558	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2559	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2560	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2561	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2562	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5

ที่มา : NASA Official (2019)

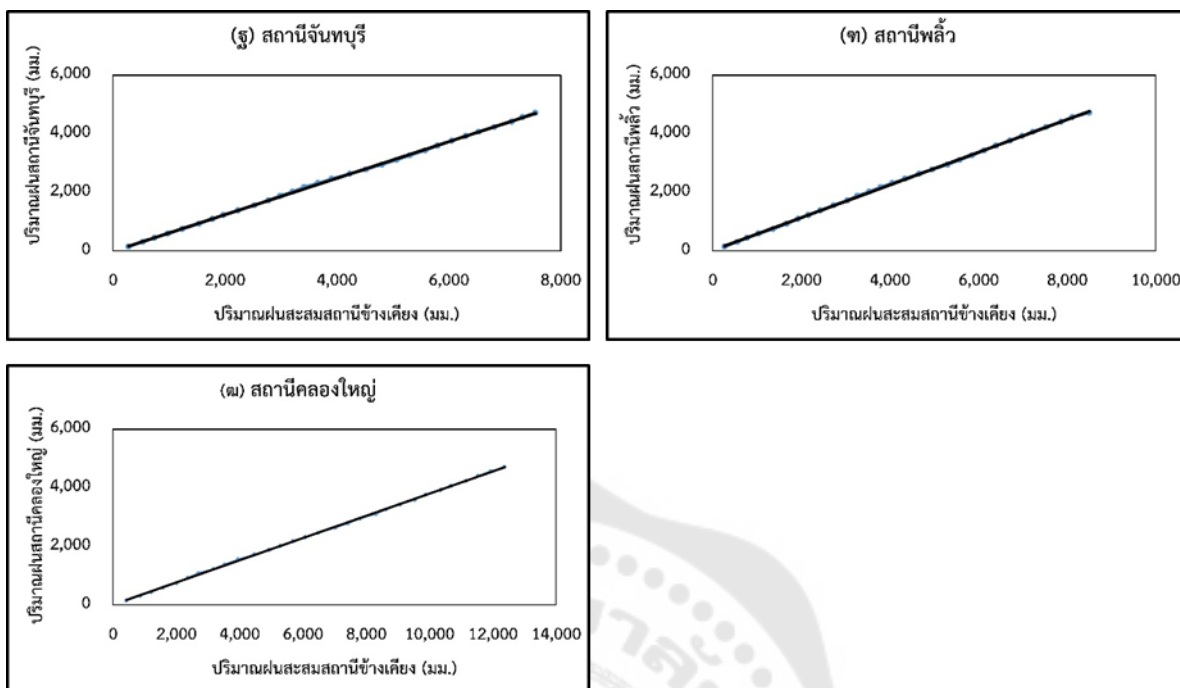
ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาด้วยวิธีกราฟทับทวิ (double mass curve) ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียง เมื่อมีความสัมพันธ์สูง กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง หากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นหัก (Manuel, 2007) ดังภาพประกอบ 23 แสดงการตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด 15 สถานี ได้แก่ สถานีฉะเชิงเทรา สถานีปราจีนบุรี สถานีกันทรบุรี สถานีอรัญประเทศ สถานีสระแก้ว สถานีชลบุรี สถานีเกาะสีชัง สถานีพัทยา สถานีสัตหีบ สถานีแหลมฉบัง สถานีระยอง สถานีห้วยโป่ง สถานีจันทบุรี สถานีพลับ และ สถานีคลองใหญ่ ผลจากกราฟทับทวิมีรูปร่างเป็นเส้นตรงทั้ง 15 สถานี แสดงว่าปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากแต่ละสถานีมีความสอดคล้องกับปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งเป็นค่าที่มีข้อมูลความถูกต้องและน่าเชื่อถือทุกสถานี



ภาพประกอบ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมของสถานีที่อยู่ข้างเคียง



ภาพประกอบ 23 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมของสถานีที่อยู่ข้างเคียง



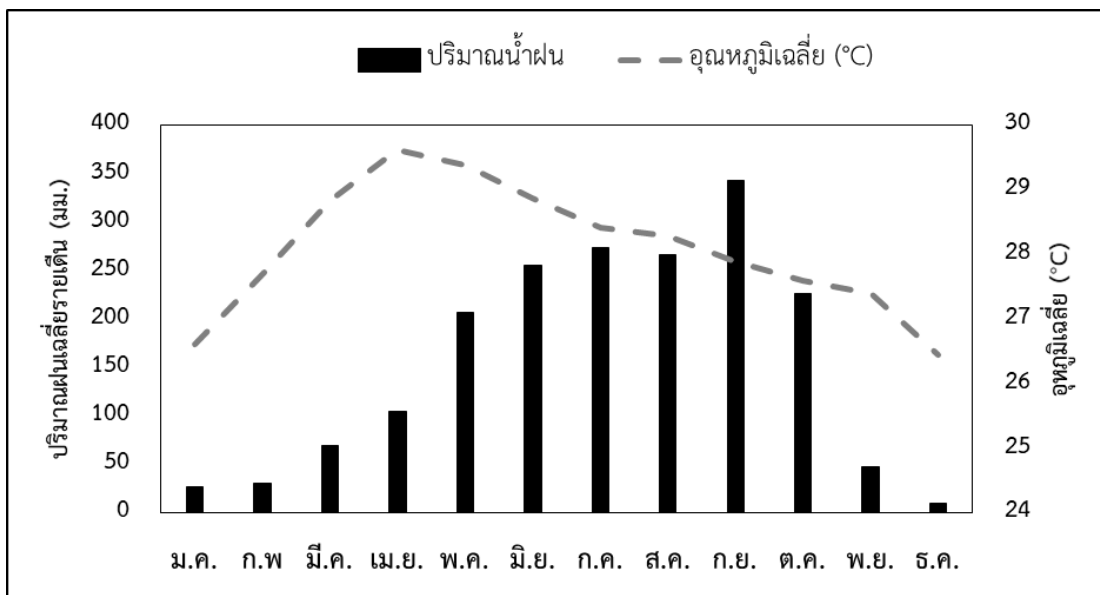
ภาพประกอบ 23 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมของสถานีที่อยู่ข้างเคียง

4.2. การแปรปรวนของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา

4.2.1 ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปีและความแปรปรวนของฝนรายปีจากปรากฏการณ์เอนโซ

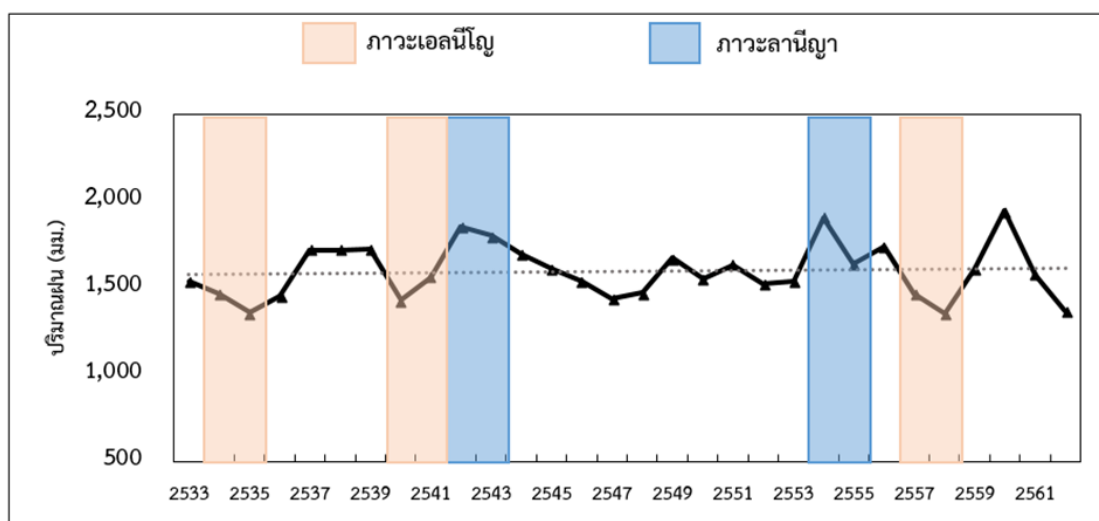
ภาวะปกติฤดูฝนในประเทศไทยจะเริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงสิ้นเดือนตุลาคมของทุกปี รวมระยะเวลาประมาณ 6 เดือน จะได้รับอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ทุกภาคของประเทศไทยเกิดฝนตกชุก (ภาพประกอบ 24) จากการศึกษาการเกิดฝน ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณไอน้ำในอากาศ อุณหภูมิ และลม ร่องความกดอากาศต่ำพัดผ่านประเทศไทยทำให้มีฝนตกชุกทั่วไป โดยปกติจะพัดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางภาคเหนือ จนถึงช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายน จะพัดผ่านบริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนลดลงระยะหนึ่ง ส่วนในเดือนกรกฎาคมร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้ พัดผ่านบริเวณประเทศไทยอีกครั้ง ทำให้มีฝนตกชุกต่อเนื่อง ประกอบกับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงกลางเดือนตุลาคมมีปริมาณฝนลดลงทำให้มีอากาศเย็นขึ้น อีกทั้งลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะ

พัดแรงและนำความหนาวเย็นมาสู่ภาคตะวันออก เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมทะเลที่พัดขึ้นมา ส่วนในฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จะมีลมจากทิศใต้หรือจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ พัดเข้าสู่ภาคตะวันออก ทำให้บริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออก



ภาพประกอบ 24 ปริมาณฝนกับอุณหภูมิเฉลี่ยของภาคตะวันออกของประเทศไทย
ระหว่าง ค.ศ.1990 – 2019 (พ.ศ. 2533 - 2562)

ในภาวะที่มีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ จากการศึกษพบว่า ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ.1990 – 2019 (พ.ศ. 2533 - 2562) (30 ปี) ในปี ค.ศ.1998 – 2000 (พ.ศ. 2541-2543) และปี ค.ศ. 2011 (พ.ศ. 2554) มีปริมาณฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยฝนสะสมรายปี 30 ปี (เส้นประสีเทา) ดังภาพประกอบ 25 เนื่องจากเกิดปรากฏการณ์ลานีญา (ตาราง 2 ไฮไลทสีเทาอ่อน: มีค่า < -0.5) ที่มีจากลมค้าตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงมากกว่าปกติ จึงพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากตะวันออกเฉียงใต้ไปสะสมอยู่ทางตะวันตกรวมถึงประเทศไทยมากยิ่งขึ้น ทำให้บริเวณดังกล่าวซึ่งเดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกเฉียงใต้แล้วยังมีอุณหภูมิและระดับน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก อีกทั้งในช่วงการเกิดเป็นเวลานานตลอดทั้งปี เป็นผลจากการที่อากาศลอยขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝนส่งผลให้ปริมาณฝนเพิ่มขึ้น แต่ในปี ค.ศ. 1991 (พ.ศ. 2534) ปี ค.ศ.1997 และ ปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2540 และปีพ.ศ. 2558) เป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ตาราง 2 ไฮไลทสีเทาเข้ม: มีค่า > 0.5) เกิดจากลมค้าตะวันออกเฉียงใต้อ่อนกำลังลง จึงไม่สามารถพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากตะวันออกเฉียงใต้ไปทางตะวันตกรวมถึงประเทศไทยได้ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีความแห้งแล้งเกือบตลอดทั้งปี ส่งผลให้ปริมาณฝนเฉลี่ยลง



ภาพประกอบ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายปีของภาคตะวันออก ระหว่าง ค.ศ.1990 – 2019 (พ.ศ. 2533 - 2562) และ ค่าเฉลี่ยฝนสะสมรายปี 30 ปี (เส้นประสีเทา)

4.2.2 การผันแปรรายฤดูกาลของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยรายลุ่มน้ำบริเวณภาคตะวันออก

การวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจะแบ่งตามเขตลุ่มน้ำของกรมทรัพยากรน้ำ ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564 โดยภาคตะวันออกประกอบไปด้วย 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำโตนเลสาป ลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งในแต่ละลุ่มน้ำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจะแบ่งการวิเคราะห์ตามช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์เอนไซใน 3 ภาวะ ได้แก่ ภาวะลานีญา ภาวะปกติ และภาวะเอลนีโญ จากการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยรายลุ่มน้ำบริเวณภาคตะวันออกแบบรายฤดูกาล ซึ่งในการศึกษารั้งนี้แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม) และฤดูร้อน (มกราคม - เมษายนและพฤศจิกายน – ธันวาคม) จากผลการศึกษาพบว่า ในฤดูฝนของปีภาวะลานีญามีปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยส่วนใหญ่มากกว่าปริมาณฝนเฉลี่ยภาวะเอลนีโญทุกลุ่มน้ำ เนื่องจากภาวะลานีญาเกิดจากกระแสลมพัดจากด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมายังด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีความรุนแรงมากกว่าปกติ ทำให้กระแสน้ำอุ่นไหลมายังภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มากขึ้น ส่งผลให้ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และออสเตรเลียมีระดับน้ำทะเลสูงขึ้นและฝนตกหนักมากกว่าปกติ ส่งผลให้ภาคตะวันออกของประเทศได้รับผลกระทบทุกลุ่มน้ำโดยเฉพาะฤดูฝนจะมีปริมาณฝนที่สูงกว่าปกติ แต่ภาวะเอลนีโญมีปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยส่วนใหญ่ต่ำกว่าปริมาณฝนเฉลี่ยทุกภาวะและทุกลุ่มน้ำเกิดจากกระแสลมมีกำลังอ่อนและเปลี่ยนทิศทางพัดจากด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกไป

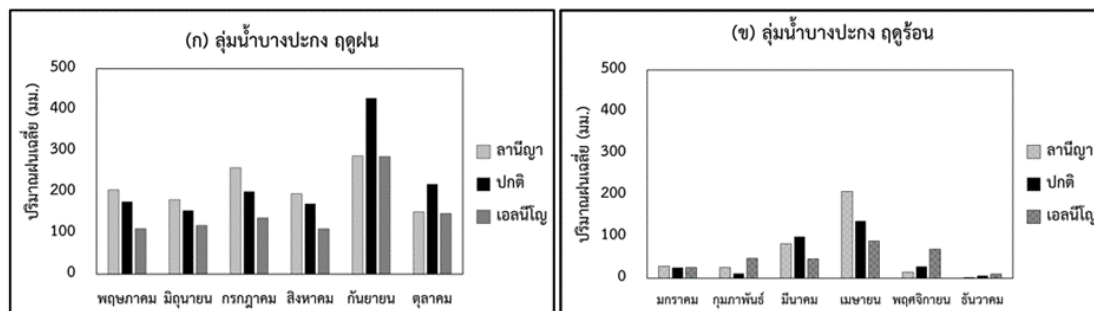
ด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ทำให้กระแสน้ำอุ่นไหลไปยังทวีปอเมริกาใต้แทน ทำให้เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และออสเตรเลีย รวมถึงภาคตะวันออกของประเทศไทยมีฝนจำนวนลดลงและเกิดความแห้งแล้ง จะเห็นได้ว่า กลุ่มน้ำบางปะกง (ฤดูฝน) ดังภาพประกอบ 26 ในภาวะลานีญามีปริมาณฝนสูงกว่าภาวะปกติ และภาวะเอลนีโญในทุกเดือน ยกเว้นเดือนกันยายนที่ภาวะปกติมีปริมาณฝนสูงที่สุด เพราะได้รับผลกระทบจากพายุดีเปรสชัน ช่วงฤดูร้อนปริมาณฝนในภาวะลานีญาก็ยังสูงสุดในทุกภาวะ ซึ่งในเดือนเมษายนมีพายุฤดูร้อนส่งผลให้มีปริมาณฝนสูงเพิ่มขึ้น ในภาวะเอลนีโญปริมาณฝนก็ยังคงน้อยที่สุด อีกทั้งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ทางเหนือจะมีเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ส่วนทางตอนใต้และทางตะวันออกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำมีเทือกเขาซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดชลบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาสายต่างๆ

กลุ่มน้ำโตนเลสาป ดังภาพประกอบ 27 ช่วงฤดูฝนภาวะลานีญามีปริมาณฝนสูงกว่าทุกภาวะ ส่วนในช่วงฤดูร้อนภาวะปกติมีปริมาณฝนสูงกว่าทุกภาวะ เนื่องจากมีสภาพพื้นที่ตอนบนเป็นแนวเทือกเขาบรรทัด ซึ่งกั้นเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดปราจีนบุรี เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำต่างๆ หลายสาย ทำให้เกิดความชื้นสูงประกอบกับภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นเทือกเขากันเอาไว้ ลมก็จะพัดความชื้นขึ้นไปตามความชันของพื้นที่หน้าเขา เมื่อมวลอากาศขึ้นถูกพัดสูงขึ้นไปตามความชันก็จะเกิดการเย็นตัวลงจนก่อตัวกลายเป็นเมฆแล้วอิมตัวก็จะตกเป็นฝนตรงบริเวณพื้นที่หน้าเขา เมื่อความชื้นกลั่นตัวกลายเป็นฝนบริเวณหน้าเขา ลมก็จะพัดพาอากาศที่มีความชื้นน้อยขึ้นไปตามยอดเขาต่อ เมื่อถึงยอดเขา มวลอากาศจะค่อย ๆ อุ่นตัวขึ้นไปตามความลาดเอียงที่ลดลงของพื้นที่หลังเขา ทำให้บริเวณนี้ไม่มีการเกิดเมฆและกลายเป็นพื้นที่ฝนตกน้อย ส่งผลให้บริเวณด้านหลังของเทือกเขามีสภาพแห้งแล้ง

กลุ่มน้ำปราจีนบุรีดังภาพประกอบ 28 ฤดูฝนมีปริมาณสูงทุกภาวะ เช่น ในเดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน ในภาวะปกติมีปริมาณฝนมากกว่าภาวะลานีญา เนื่องจากเป็นช่วงได้รับผลกระทบของพายุ ช่วงฤดูร้อนในสภาวะลานีญามีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นทุกเดือนโดยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่เดือนเมษายน อีกทั้งเป็นพื้นที่ต้นน้ำมีต้นกำเนิดจากทิวเขาสันกำแพง ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่กลุ่มน้ำ ทางตอนใต้มีเนินเขา เขาเตี้ย และมีเทือกเขาติดต่อกันไม่ยาวนาน และยังมีความกดอากาศต่ำที่พาดผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยจะเลื่อนขึ้นมาพาดผ่านประเทศไทยตอนบน ทำให้มีฝนตกชุกขึ้น

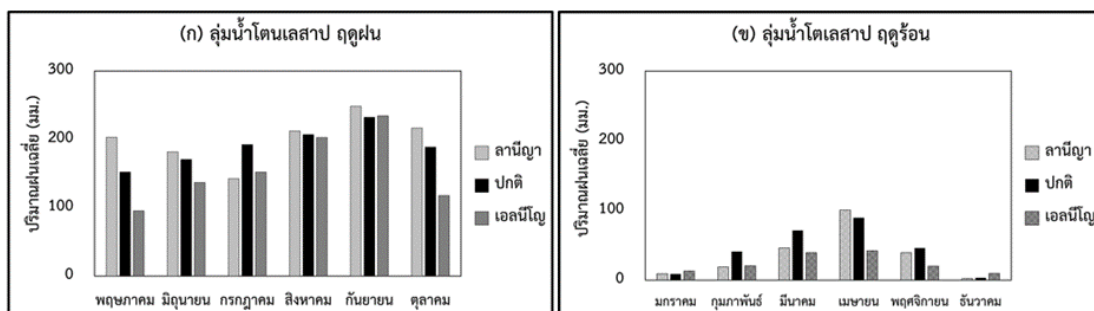
กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกดังภาพประกอบ 29 มีปริมาณฝนสูงในทุกภาวะ เนื่องจากมีหลายสถานีตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำนี้ ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ส่วน

ใหญ่เป็นแนวเทือกเขามักจะทอดตัวอยู่ตามแนวเหนือ-ใต้ สลับกับที่ราบและมีแนวเขาทอดยาวตลอดแนวทางฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ จากตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาจะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลแคบๆ บางช่วงชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปากแม่น้ำและมีป่าชายเลน ส่วนพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรีและตอนบนของจังหวัดระยองจะเป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ทำให้มีความชื้นมีปริมาณสูงเกิดไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นเมฆและรวมตัวตกเป็นฝน



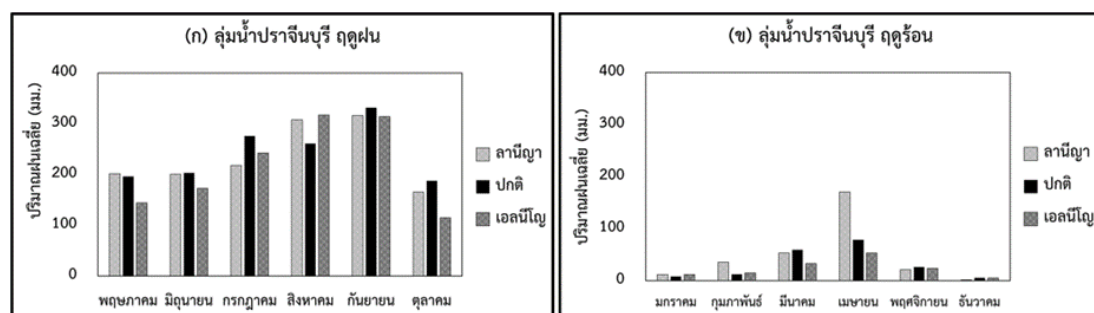
ภาพประกอบ 26 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำบางปะกง

(ก) ฤดูฝน และ (ข) ฤดูร้อน



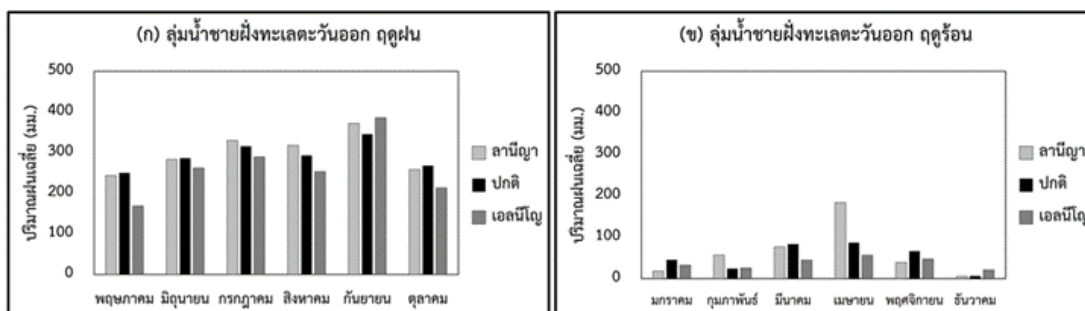
ภาพประกอบ 27 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำโตนเลสาป

(ก) ฤดูฝน และ (ข) ฤดูร้อน



ภาพประกอบ 28 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี

(ก) ฤดูฝน และ (ข) ฤดูร้อน



ภาพประกอบ 29 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตามฤดูกาลของกลุ่มน้ำลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

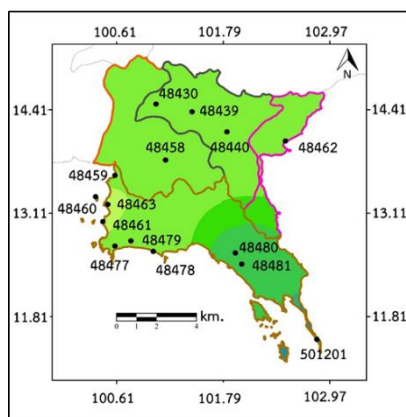
(ก) ฤดูฝน และ (ข) ฤดูร้อน

4.2.3 การแปรปรวนของปริมาณฝนสะสมรายเดือนจากปรากฏการณ์เอนโซ

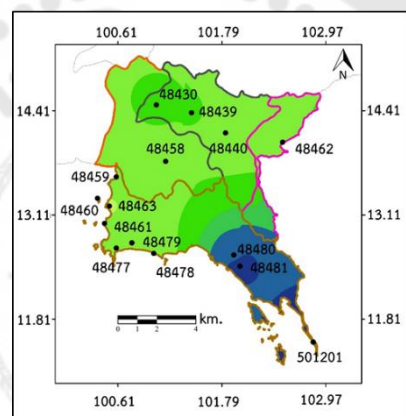
4.2.3.1 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนสะสมรายเดือนในภาคตะวันออก

ข้อมูลปริมาณฝนสะสมรายเดือนแบ่งเป็น 3 ภาวะ ได้แก่ ภาวะลานีญา ภาวะปกติ และภาวะเอลนีโญ ภาวะลานีญาปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 119.64 มิลลิเมตร ภาวะปกติปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 149.58 มิลลิเมตร และภาวะเอลนีโญปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 96.94 มิลลิเมตร ดังตาราง 4 เนื่องจากภาวะลานีญาเกิดน้อยกว่าภาวะปกติ อีกทั้งใน ภาวะปกติส่วนใหญ่เกิดในช่วงฤดูฝน จึงส่งผลให้ภาวะปกติมีค่าปริมาณฝนสะสมมากกว่าภาวะ ลานีญา นอกจากนี้ยังพบว่า ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมีปริมาณฝนสะสมรายเดือนสูงสุดในทุก ภาวะของปรากฏการณ์เอนโซ โดยสูงสุดที่ภาวะปกติเท่ากับ 187.97 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาตาม รายสถานีตรวจวัดอากาศที่อยู่ในลุ่มน้ำนี้ทั้งหมด 10 สถานี ประกอบไปด้วย สถานีชลบุรี (48459) สถานีเกาะสีชัง (48460) สถานีพญา (48461) สถานีสัตหีบ (48477) สถานีแหลมฉบัง (48463) สถานีระยอง (48478) สถานีห้วยโป่ง (48479) สถานีจันทร์บุรี (48480) สถานีพลี (48481) และ สถานีคลองใหญ่ (501201) ดังภาพประกอบ 30 พบว่า สถานีคลองใหญ่ (501201) มีปริมาณ ฝนสะสมสูงสุดในทุกภาวะของปรากฏการณ์เอนโซ เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง อยู่ด้านหน้าของเทือกเขาจันทร์บุรี จึงรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากอ่าวไทย ทำให้มีฝน ตกในปริมาณสูงมากกว่าสถานีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ลุ่มน้ำโดนเลสาบมีปริมาณฝนสะสมราย เดือนต่ำที่สุดในทุกภาวะของปรากฏการณ์เอนโซ โดยต่ำสุดที่ภาวะเอลนีโญเท่ากับ 79.73 มิลลิเมตร ดังแสดงในตาราง 4 เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศเป็นเขตเงาฝนมีสภาพพื้นที่ตอนบน เป็นแนวเทือกเขาบรรทัด ซึ่งกั้นเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดปราจีนบุรีทำให้ได้รับปริมาณฝน ที่ต่ำที่สุด

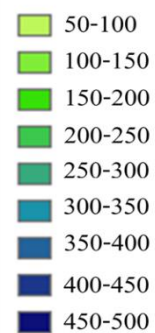
(ก) ภาวะแล้งน้ำ



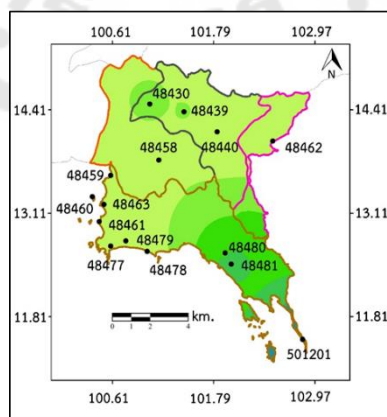
(ข) ภาวะปกติ



ปริมาณฝน (มม.)



(ค) ภาวะเอลนีโญ



● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำโดนเสลาบ

ภาพประกอบ 30 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายเดือน ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562

(ก) ภาวะแล้งน้ำ (ข) ภาวะปกติ (ค) ภาวะเอลนีโญ

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายเดือน ค่าเฉลี่ยดัชนีฝน ค่าเฉลี่ยสหสัมพันธ์

ลุ่มน้ำ	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสะสมรายเดือน			ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน			ค่าเฉลี่ยสหสัมพันธ์		
	ลานีญา	ปกติ	เอลนีโญ	ลานีญา	ปกติ	เอลนีโญ	ลานีญา	ปกติ	เอลนีโญ
บางปะกง	107.32	137.20	89.06	0.92	0.76	1.07	0.24	0.04	-0.07
โตนเลสาป	101.53	131.54	79.73	1.01	0.75	1.06	0.11	-0.08	-0.13
ปราจีนบุรี	113.09	141.60	88.63	1.02	0.82	1.03	0.22	0.04	-0.11
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	156.64	187.97	130.36	1.05	0.88	1.18	0.11	-0.05	-0.08

4.2.3.2 ค่าความแปรปรวนของฝนสะสมรายเดือนจากปรากฏการณ์เอนโซ

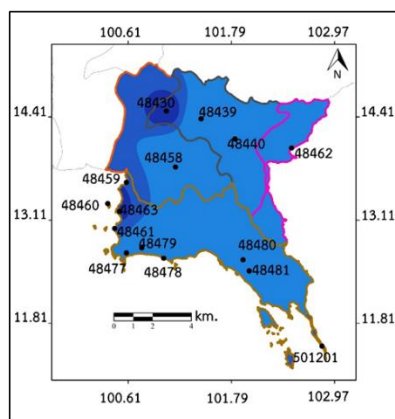
จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) คือ ค่าแสดงความแปรปรวนของปริมาณฝนสะสมรายเดือน และค่าสหสัมพันธ์ (correlation: r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี Oceanic Niño Index (ONI) กับ ค่าดัชนีฝนที่แสดงแนวโน้มของความแปรปรวนปริมาณฝนทั้งนี้ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงตัวแปรสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันมาก และมีทิศทางเดียวกัน แต่ถ้า r มีค่าใกล้ -1 แสดงว่า ตัวแปรสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันมากแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน จากการศึกษาพบว่า ภาวะปกติมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนระหว่าง 0.75 – 0.88 และค่า r มีความสัมพันธ์กันน้อยมากจึงกล่าวได้ว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนี ยกเว้นลุ่มน้ำปราจีนบุรี สถานีจันทบุรี (48480) สถานีพลิว (48481) และสถานีคลองใหญ่ (501201) ส่งผลให้ปริมาณฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า สถานีสัตหีบ (48477) สถานีห้วยโป่ง (48479) มีแนวโน้มส่งผลให้ปริมาณฝนลดลง ดังภาพประกอบ 32ข ในภาวะลานีญาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ลุ่มน้ำโตนเลสาป 26% ดังตารางที่ 5 ยกเว้นสถานีชลบุรี (48459) และสถานีระยอง (48478) ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนี ภาวะปกติพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนี ยกเว้นลุ่มน้ำปราจีนบุรี สถานีจันทบุรี (48480) สถานีพลิว (48481) และสถานีคลองใหญ่ (501201) ส่งผลให้ปริมาณฝนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า สถานีสัตหีบ (48477) สถานีห้วยโป่ง (48479) มีแนวโน้มส่งผลให้ปริมาณฝนลดลง ดังภาพประกอบ 32ก ภาวะ

เอลนีโญมีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยลดลงสูงสุดที่กลุ่มน้ำบางปะกง และกลุ่มน้ำโตนเลสาป 31% และพื้นที่ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันเชิงลบส่งผลให้ปริมาณลดลง โดยลดลงสูงสุดที่กลุ่มน้ำโตนเลสาป ดังภาพประกอบ 32ค

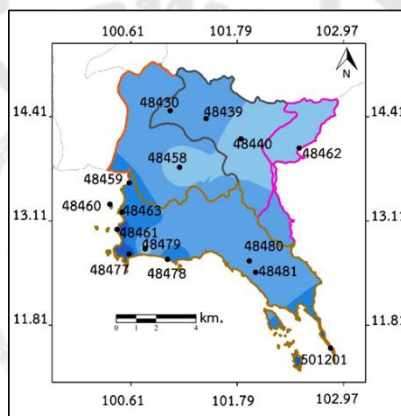
ตาราง 5 ร้อยละความแปรปรวนปริมาณฝนในภาวะลานีญาและภาวะเอลนีโญ เมื่อเทียบกับภาวะปกติ

กลุ่มน้ำ	แปรปรวน	แปรปรวน
	ภาวะลานีญา (%)	ภาวะเอลนีโญ (%)
บางปะกง	+16%	-31%
โตนเลสาป	+26%	-31%
ปราจีนบุรี	+20%	-21%
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	+17%	-30%

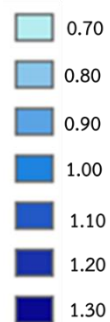
(ก) ภาวะลานีญา



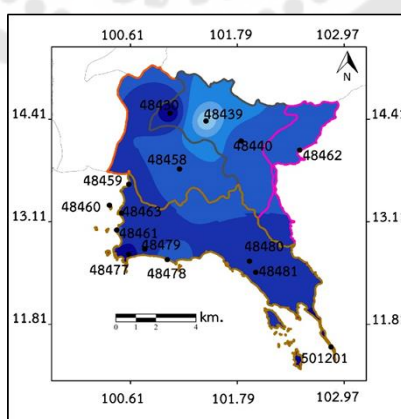
(ข) ภาวะปกติ



ค่าดัชนีฝน



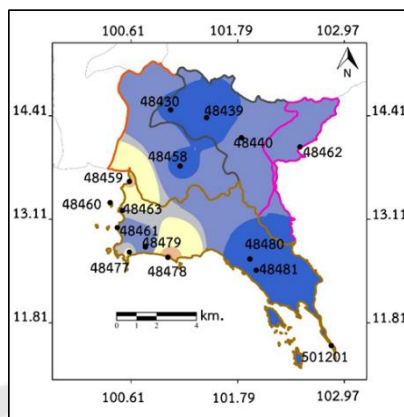
(ค) ภาวะเอลนีโญ



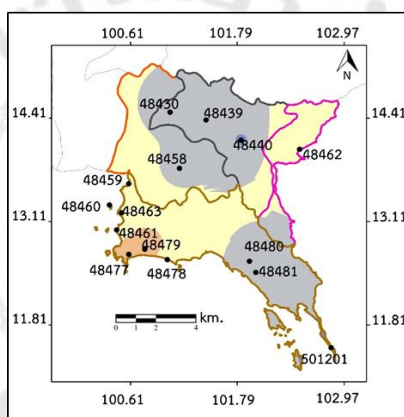
● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำโดนเลสาบ

ภาพประกอบ 31 ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนจำนวน 15 สถานี ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ (ค) ภาวะเอลนีโญ

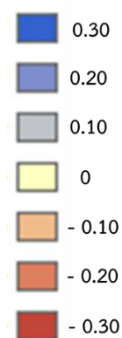
(ก) ภาวะลานีญา



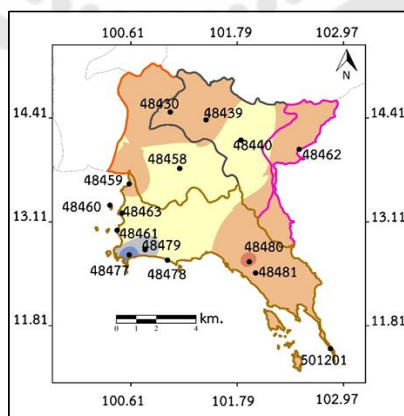
(ข) ภาวะปกติ



ค่าสหสัมพันธ์



(ค) ภาวะเอลนีโญ



● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำดอนเหลาป

ภาพประกอบ 32 ค่าสหสัมพันธ์จำนวน 15 สถานี ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ (ค) ภาวะเอลนีโญ

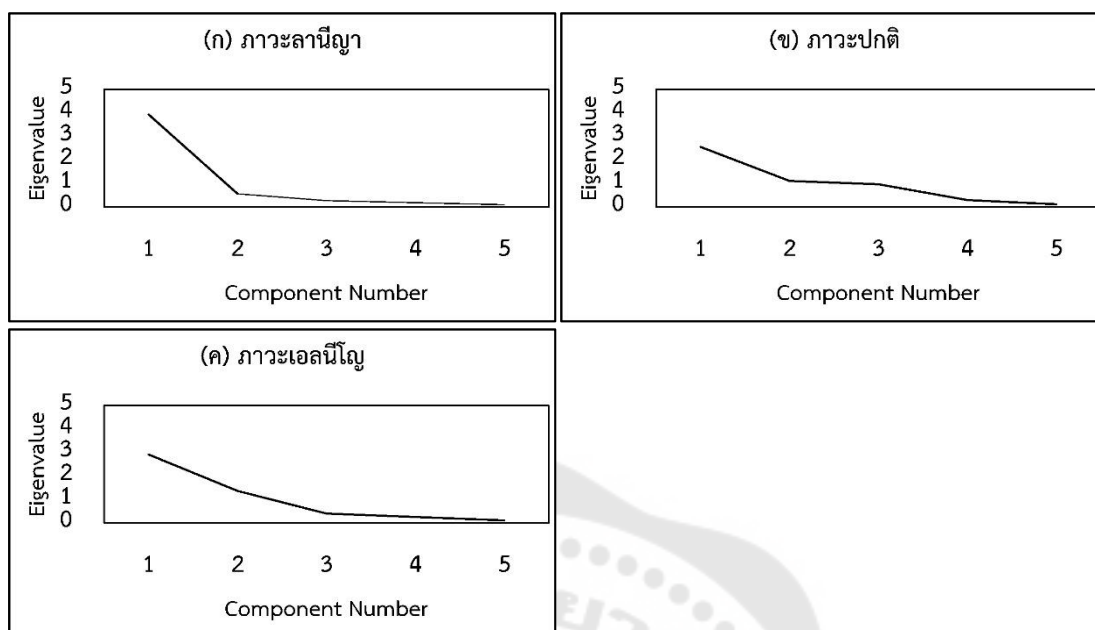
จากการศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอนไซม์ต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วยลุ่มน้ำจำนวน 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำโดนเลสาป ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ผลการวิจัยพบว่า ในภาวะลานีญาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ลุ่มน้ำโดนเลสาป 26% ภาวะเอลนีญามีแนวโน้มลดลงทุกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยลดลงสูงสุดที่ลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำโดนเลสาป 31%

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เอนไซม์กับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝน

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นวิธีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นทำให้สามารถแยกความแตกต่างจากตัวอย่างหนึ่งออกจากอีกตัวอย่างหนึ่งได้ โดยอาศัยตัวแปรที่สัมพันธ์กัน ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลความชื้น และข้อมูลความเร็วลม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักพบว่า องค์ประกอบ (PC) ที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 หรือ มีค่าอธิบายความแปรปรวน (percentage of variance) มากกว่า 10% คือ องค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 6 – 13 แสดงค่าไอเกนและค่าความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบในลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำโดนเลสาป ลุ่มน้ำปราจีนบุรี และ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ตามลำดับ พบว่าฝนสะสมรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับอิทธิพลจาก 2 องค์ประกอบหลัก โดย PC1 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุดจากค่าความแปรปรวนที่มีค่ามากที่สุด PC2 มีอิทธิพลต่อฝนรองลงมา ในแต่ละองค์ประกอบนั้นจะนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรสำคัญที่ส่งผลให้องค์ประกอบมีอิทธิพลต่อปริมาณฝนจากค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรกับแต่ละองค์ประกอบนั้นๆ โดยผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.4 เป็นค่าที่เหมาะสมในการแบ่งระหว่างตัวแปรที่มีอิทธิพลและไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละองค์ประกอบ

4.3.1 ลุ่มน้ำบางปะกง

ตาราง 6 แสดงค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำบางปะกง พบว่า ภาวะปกติในกลุ่มน้ำบางปะกง PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 2.75% ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 54.93% PC2 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 1.03% ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 13.27% ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ทั้งนี้พบว่า PC1 และ PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุด ซึ่ง PC3, PC4 และ PC5 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนน้อยมาก จึงไม่นำมาศึกษาต่อ ดังตาราง 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร พบว่า มีจำนวน 3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณฝนสูงขึ้น คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ และ ความชื้น โดยภาวะปกติ เมื่อสภาพอากาศในกลุ่มน้ำบางปะกงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่ความกดอากาศมีค่าลดลง ทำให้เกิดฝนจากกระบวนการพาความร้อนในแนวตั้ง (convectonal rainfall) ในทางตรงกันข้าม PC2 ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา ด้วยสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและลมแรง ส่งผลให้อากาศไม่สามารถจุไอน้ำในอากาศได้เพิ่มขึ้น ทำให้ฝนตกน้อยลงได้ในกลุ่มน้ำบางปะกง ในขณะที่เมื่อเกิดภาวะลานีญาในกลุ่มน้ำบางปะกง PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 3.61% สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 72.29% (ตาราง 6) พบว่า ตัวแปรทั้ง 4 ได้แก่ คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นและความเร็วลม ส่งอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณสูงขึ้น โดยภาวะลานีญาส่งผลให้อากาศในกลุ่มน้ำบางปะกงขณะนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่ความกดอากาศและความเร็วลมมีค่าลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากกระแสน้ำอุ่นที่สะสมตัวบริเวณชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ทำให้เกิดฝนจากกระบวนการพาความร้อนในแนวตั้งมากขึ้น ส่งผลให้ในภาวะลานีญากลุ่มน้ำบางปะกงมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม PC2 ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมาค่าไอเกน 0.66% อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 13.27% ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ดังนั้น สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและลมแรงในภาวะลานีญา ทำให้ปริมาณฝนลดลงได้ในกลุ่มน้ำบางปะกงนั้นมีอิทธิพลน้อยกว่าภาวะปกติ จึงทำให้มีฝนตกเพิ่มขึ้น 7.31% จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในผลข้อที่ 4.2.3 ส่วนในภาวะเอลนีโญ PC1 แสดงอิทธิพลด้วยตัวแปรที่ทำให้เกิดฝนตกเช่นเดียวกับภาวะปกติมีค่าไอเกน 2.54% แต่มีสัดส่วนความแปรปรวนลดลงเป็น 50.90% และ PC2 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ฝนตกน้อยลงจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น เนื่องจากลมตะวันออกอ่อนกำลังลงไม่พัดพากระแสความร้อนจากมหาสมุทรฝั่งตะวันออกมายังฝั่งตะวันตกตามปกติ ทำให้อากาศมีความชื้นน้อยและฝนไม่ตก ซึ่งมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 33.16%



ภาพประกอบ 33 สกรีนพล็อต (scree plot) กลุ่มน้ำบางปะกง
โดย (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

ตาราง 6 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำบางปะกง

องค์ประกอบหลัก	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)
PC1	3.61	72.29	2.75	54.93	2.54	50.90
PC2	0.66	13.27	1.03	20.58	1.66	33.16
PC3	0.46	9.29	0.79	15.90	0.34	6.83
PC4	0.18	3.52	0.27	5.50	0.28	5.51
PC5	0.08	1.63	0.16	3.10	0.18	3.60

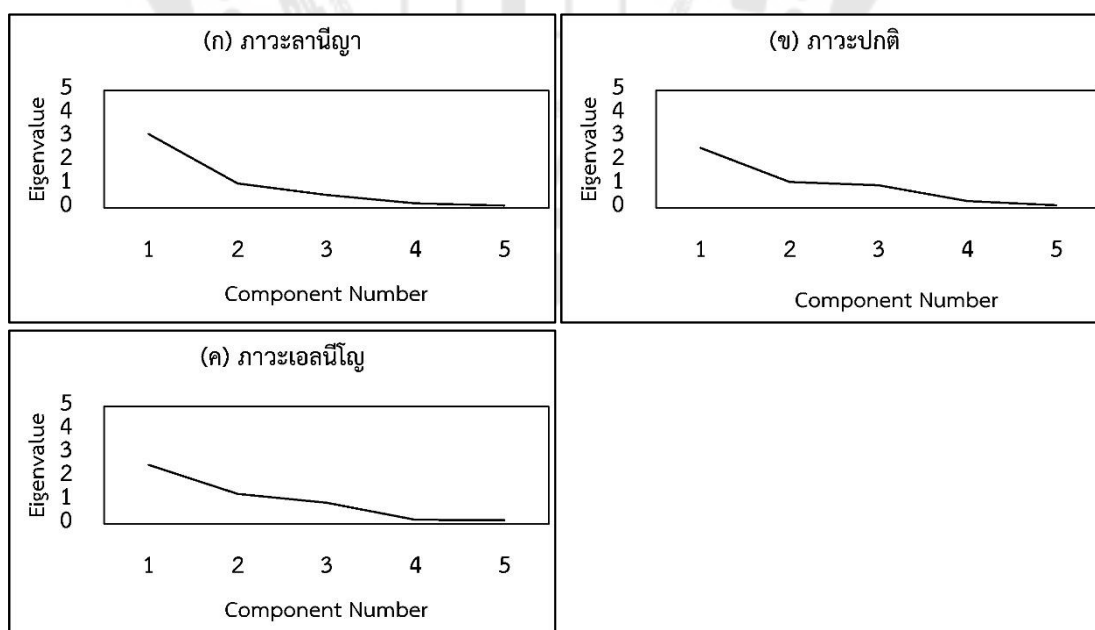
ตาราง 7 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำบางปะกง

กลุ่มน้ำบางปะกง	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
ปริมาณฝน	0.91	-0.24	0.88	-0.10	0.85	-0.32
อุณหภูมิ	0.83	0.43	0.71	0.54	0.42	0.86
ความกดอากาศ	-0.89	-0.33	-0.85	-0.38	-0.90	-0.30
ความชื้น	0.95	-0.05	0.90	-0.35	0.88	-0.33
ความเร็วลม	-0.85	0.45	-0.33	0.89	-0.28	0.26

4.3.2 กลุ่มน้ำโตนเลสาป

ตาราง 8 แสดงค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำโตนเลสาป พบว่า ภาวะปกติในกลุ่มน้ำโตนเลสาป PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 2.51% ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 50.23% PC2 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 1.13% ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ 22.53% ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ทั้งนี้พบว่า PC1 และ PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุด ซึ่ง PC3, PC4 และ PC5 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนน้อยมาก จึงไม่นำมาศึกษาต่อ ดังตาราง 9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร พบว่า มีจำนวน 3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณฝนสูงขึ้น คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ และ ความชื้น โดยภาวะปกติกลุ่มน้ำโตนเลสาปมีกระบวนการเกิดฝนจากลมพาอากาศที่มีความชื้นสูงไปปะทะภูเขา เกิดการยกตัวของกลุ่มอากาศทำให้มีอุณหภูมิจะลด ทำให้เกิดฝนจากกระบวนการฝนปะทะภูเขา (orographic rain) ในทางตรงกันข้าม PC2 ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา ด้วยสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและลมแรง ส่งผลให้อากาศไม่สามารถจุไอน้ำในอากาศได้เพิ่มขึ้น ทำให้ฝนตกน้อยลงได้ในกลุ่มน้ำโตนเลสาปในขณะที่เมื่อเกิดภาวะลานีญาในกลุ่มน้ำโตนเลสาป PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 3.21% สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ 64.21% (ตาราง 9) พบว่าตัวแปรทั้ง 4 ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น และความเร็วลม ยังคงเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณสูงขึ้น โดยภาวะลานีญาส่งผลให้อากาศในกลุ่มน้ำโตนเลสาปขณะนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่

ความกดอากาศและความเร็วลมมีค่าลดลง ซึ่งยังคงเป็นผลมาจากกระแสน้ำอุ่นที่สะสมตัวบริเวณชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ส่งผลให้ในภาวะลานีญาปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำโตนเลสาปมีปริมาณเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม PC2 มีค่าไอเกน 0.97% สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ 19.43% ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ฝนตกน้อยลง ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ดังนั้น สภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและลมแรงในภาวะลานีญา ทำให้ปริมาณฝนลดลงได้ในลุ่มน้ำโตนเลสาปนั้นมีอิทธิพลน้อยกว่าภาวะปกติ จึงทำให้มีฝนตกเพิ่มขึ้น 3.1% จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในผลข้อที่ 4.2.3 ส่วนในภาวะเอลนีโญ PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 2.39% ที่อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ 47.78% มีจำนวน 2 ตัวแปรที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณฝนสูงขึ้น คือความกดอากาศ และ ความชื้น ในทางตรงกันข้าม PC2 มีค่าไอเกน 1.54% ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมาอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ 30.77% ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ฝนตกน้อยลงจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมากขึ้น เนื่องจากลมตะวันออกอ่อนกำลังลงไม่พัดพากระแส น้ำอุ่นไม่จากมหาสมุทรฝั่งตะวันออกมายังฝั่งตะวันตกตามปกติ ทำให้อากาศมีความชื้นน้อยและฝนไม่ตก ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมในการเกิดฝน



ภาพประกอบ 34 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มน้ำโตนเลสาป
โดย (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

ตาราง 8 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำโดนเลสาป

องค์ประกอบหลัก	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)
PC1	3.21	64.21	2.51	50.23	2.39	47.78
PC2	0.97	19.43	1.13	22.53	1.54	30.77
PC3	0.54	10.77	0.97	19.31	0.74	14.75
PC4	0.18	3.64	0.29	5.76	0.17	3.36
PC5	0.10	1.95	0.11	2.18	0.17	3.34

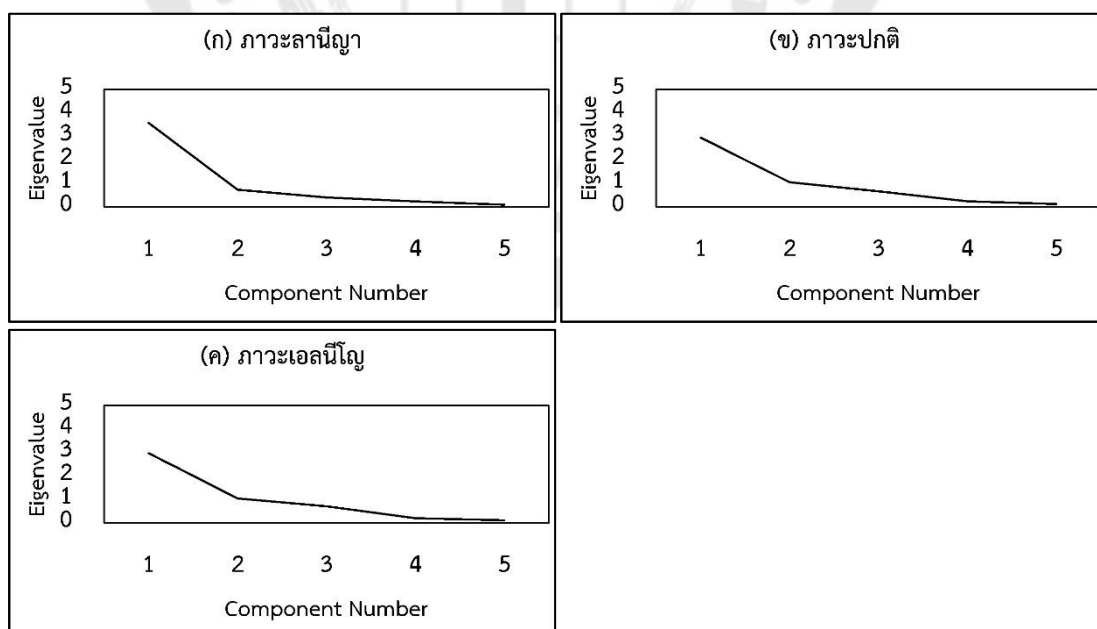
ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำโดนเลสาป

กลุ่มน้ำโดนเลสาป	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
ปริมาณฝน	0.82	0.47	0.85	-0.32	0.91	-0.26
อุณหภูมิ	0.69	-0.65	0.42	0.86	0.35	0.76
ความกดอากาศ	-0.90	0.06	-0.90	-0.30	-0.91	-0.28
ความชื้น	0.83	0.48	0.88	-0.33	0.86	-0.41
ความเร็วลม	-0.70	0.40	-0.28	0.26	0.11	0.62

4.3.3 กลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ตาราง 10 แสดงค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี พบว่า ภาวะปกติในกลุ่มน้ำบางปะกง PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 2.85% ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ 57.08% PC2 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 1.10% ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ 22.03% ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ทั้งนี้พบว่า PC1 และ PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุด ซึ่ง PC3, PC4 และ PC5 เป็นองค์ประกอบ

หลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนน้อยมาก จึงไม่นำมาศึกษาต่อ ดังตาราง 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร พบว่า มีจำนวน 4 ตัวแปรที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณฝนสูงขึ้น คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น และความเร็วลม ดังนั้น กระบวนการเกิดฝนในลุ่มน้ำปราจีนบุรีเกิดจากพาความร้อนในแนวตั้งเช่นเดียวกันกับลุ่มน้ำบางปะกงในภาวะปกติ PC2 ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ฝนตกน้อยนั้น สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ 22.03% เมื่อเกิดภาวะลานีญาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี PC1 เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ฝนตก สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้เพิ่มขึ้นเป็น 65.07% (ตารางที่ 11) และ PC2 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ฝนตกน้อยลง ซึ่งมีสัดส่วนลดลงเป็น 15.49% ในทางตรงข้ามภาวะเอลนีโญ PC1 แสดงอิทธิพลด้วยตัวแปรที่ทำให้เกิดฝนตกเช่นเดียวกับภาวะปกติและภาวะลานีญา แต่มีสัดส่วนลดลงเป็น 54.66% ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด และ PC2 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ฝนตกน้อยลง ทำให้อากาศมีความชื้นน้อยและฝนไม่ตก ซึ่งมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 22.04% จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในผลข้อที่ 4.2.3 ทำให้ภาวะลานีญามีปริมาณฝนสูงกว่า ในภาวะปกติ และภาวะเอลนีโญจึงมีฝนตกน้อย



ภาพประกอบ 35 สกรีนพล็อต (scree plot) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี
โดย (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

ตาราง 10 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

องค์ประกอบหลัก	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)
PC1	3.25	65.07	2.85	57.08	2.73	54.66
PC2	0.77	15.49	1.10	22.03	1.10	22.04
PC3	0.62	12.35	0.68	13.51	0.79	15.84
PC4	0.27	5.31	0.25	4.91	0.24	4.75
PC5	0.09	1.77	0.12	2.47	0.14	2.72

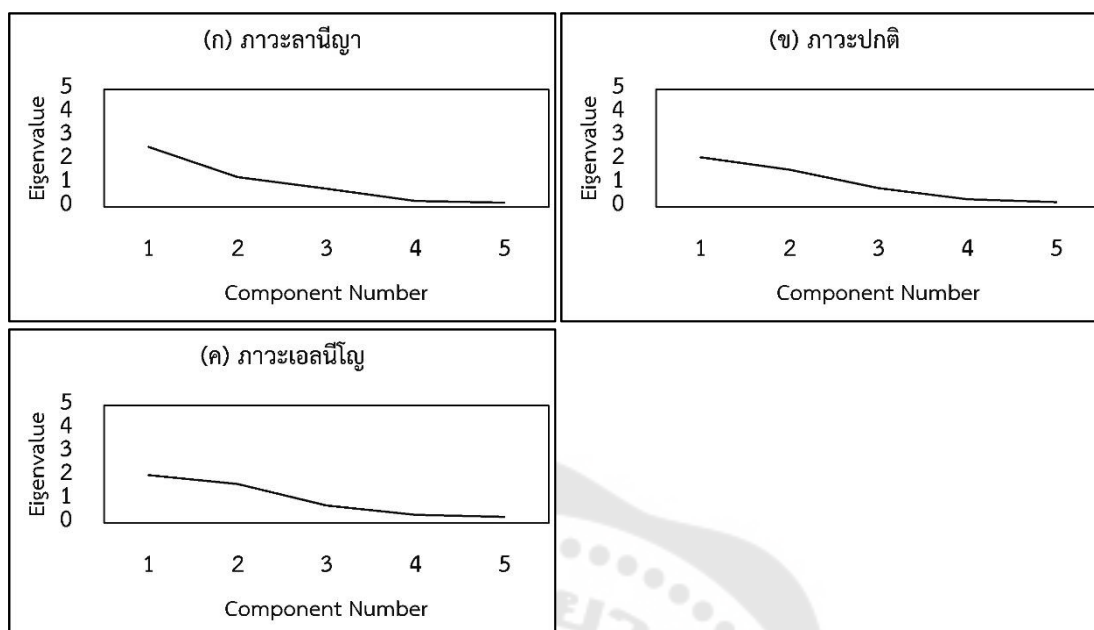
ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

กลุ่มน้ำปราจีนบุรี	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
ปริมาณฝน	0.82	0.41	0.86	0.33	0.81	0.42
อุณหภูมิ	0.72	-0.65	0.44	-0.88	0.44	-0.86
ความกดอากาศ	-0.93	0.07	-0.91	0.13	-0.90	0.17
ความชื้น	0.90	0.34	0.89	0.35	0.91	0.29
ความเร็วลม	-0.84	0.14	-0.65	0.13	-0.67	0.11

4.3.4 กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ตารางที่ 12 แสดงค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ภาวะปกติในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 1.99% ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้ 39.82 % PC2 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 1.56% ที่เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในกลุ่มน้ำบางปะกงได้ 31.21% ซึ่งลดลงจากภาวะ

ปกติ ทั้งนี้พบว่า PC1 และ PC2 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุด ซึ่ง PC3, PC4 และ PC5 เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนน้อยมาก จึงไม่นำมาศึกษาต่อดังตาราง 13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร พบว่า มีจำนวน 3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณฝนสูงขึ้น คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ และ ความชื้น โดยภาวะปกติ เมื่อสภาพอากาศในลุ่มน้ำบางปะกงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่ความกดอากาศมีค่าลดลง ทำให้เกิดฝนจากกระบวนการพาความร้อนในแนวตั้ง (convectonal rainfall) ในทางตรงกันข้าม PC2 ที่ เป็นองค์ประกอบหลักรองลงมา ด้วยสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและลมแรง ส่งผลให้อากาศไม่สามารถจุไอน้ำในอากาศได้เพิ่มขึ้น ทำให้ฝนตกน้อยลงได้ในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ในขณะที่เมื่อเกิดภาวะลานีญาในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก PC1 เป็นองค์ประกอบหลักมีค่าไอเกน 2.48% สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกเพิ่มขึ้นเป็น 49.65% (ตาราง 13) พบว่า ตัวแปรทั้ง 4 ได้แก่ คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น และ ความเร็วลม ส่งอิทธิพลให้ฝนใน PC1 มีปริมาณสูงขึ้น โดยภาวะลานีญาส่งผลให้อากาศในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในขณะนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น ในขณะที่ความกดอากาศและความเร็วลมมีค่าลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของกระแสน้ำอุ่นที่สะสมตัวบริเวณชายฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ส่งผลให้ในภาวะลานีญาลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม PC2 ค่าไอเกน 1.29%อธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้ลดลงเป็น 25.71% ซึ่งลดลงจากภาวะปกติ ดังนั้น ภาวะลานีญาจึงทำให้มีฝนตกเพิ่มขึ้น 5.50% จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในผลข้อที่ 4.2.3 ส่วนในภาวะเอลนีโญ PC1 แสดงอิทธิพลด้วยตัวแปรที่ทำให้เกิดฝนตกเช่นเดียวกับภาวะปกติ แต่มีสัดส่วนลดลงเป็น 39.38% และ PC2 มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 32.47% จึงทำให้มีปริมาณฝนลดลง 1.26% ดังการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฝนในข้อ 4.2.3



ภาพประกอบ 36 สกรีนพล็อต (scree plot) กลุ่มแม่น้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก
โดย (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

ตาราง 12 ค่าไอเกนและความแปรปรวนของทั้ง 5 องค์ประกอบของกลุ่มแม่น้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

องค์ประกอบหลัก	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)	ค่าไอเกน	ค่าที่อธิบายความแปรปรวน (%)
PC1	2.48	49.65	1.99	39.82	1.97	39.38
PC2	1.29	25.71	1.56	31.21	1.62	32.47
PC3	0.80	15.97	0.84	16.79	0.80	15.90
PC4	0.26	5.23	0.39	7.76	0.36	7.29
PC5	0.17	3.45	0.22	4.42	0.25	4.96

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์ (loading factor) ของตัวแปรในองค์ประกอบหลักของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

กลุ่มน้ำชายฝั่ง ทะเลตะวันออก	ภาวะลานีญา		ภาวะปกติ		ภาวะเอลนีโญ	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
ปริมาณฝน	0.91	-0.24	0.88	-0.10	0.85	-0.32
อุณหภูมิ	0.83	0.43	0.71	0.54	0.42	0.86
ความกดอากาศ	-0.89	-0.33	-0.85	-0.38	-0.90	-0.30
ความชื้น	0.95	-0.05	0.90	-0.35	0.88	-0.33
ความเร็วลม	-0.85	0.45	-0.33	0.89	-0.28	0.26

4.4 ประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร (Principal Component Analysis Regression: PCR)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ประกอบไปด้วย ข้อมูลปริมาณฝน (rainfall: R) ข้อมูลอุณหภูมิ (temperature: Temp) ข้อมูลความชื้น (relative humidity: RH) ข้อมูลความกดอากาศ (static pressure: SP) และข้อมูลความเร็วลม (wind speed: WS) จากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลจะถูกแบ่งออกด้วยสัดส่วนร้อยละ 50 ได้ข้อมูลจำนวน 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เพื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปรประมาณค่าปริมาณฝน และชุดที่ 2 เพื่อสอบเทียบความถูกต้องของปริมาณฝนที่ประมาณได้จากสมการ

4.4.1 ประมาณค่าปริมาณฝนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถคัดกรองและแบ่งกลุ่มตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบที่ส่งผลต่อกระบวนการเกิดฝนในแต่ละกลุ่มน้ำ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างสมการถดถอย เมื่อนำกลุ่มตัวแปรนั้นมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปรด้วยโปรแกรม SPSS จากข้อมูลในชุดที่ 1 ผลการวิเคราะห์สามารถสร้างสมการเพื่อประมาณค่าปริมาณฝน RPC1 และ RPC2 คือ ปริมาณฝนในองค์ประกอบที่ 1 และ 2 เมื่อนำ RPC1 และ RPC2 มารวมกันจะได้ปริมาณฝนรวมทั้งหมด คือ ปริมาณฝนรวมในกลุ่มน้ำที่ประมาณได้จากสมการ ดังตาราง 14 – 17

ตาราง 14 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำบางปะกง

ภาวะ	สมการถดถอยเชิงเส้น	R ²
ลานี่ญา	PC1: $RPC1 = (19.317Temp) + (15.343SP) + (8.745RH) + (-126.756WS) - 16389.049$	0.79
	PC2: $RPC2 = (16.878Temp) + (-199.22WS) - 28.707$	0.77
	Rain = $0.807 RPC1 + 0.262 RPC2 - 12.383$	0.79
ปกติ	PC1: $RPC1 = (34.732Temp) + (-3.866SP) + (17.505RH) + 3603.935$	0.64
	PC2: $RPC2 = (24.442Temp) + (-18.978WS) - 505.595$	0.06
	Rain = $1.101 RPC1 + (-0.006 RPC2) - 18.014$	0.64
เอลนีโญ	PC1: $RPC1 = (3.502Temp) + (-9.894SP) + (5.87RH) + 9539.948$	0.86
	PC2: $RPC2 = (23.562Temp) + (-58.278WS) - 472.102$	0.51
	Rain = $0.978PC1 + 0.037PC2 - 0.697$	0.86

ตาราง 15 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำโตนเลสาป

ภาวะ	สมการถดถอยเชิงเส้น	R ²
ลานี่ญา	PC1: $RPC1 = (-9.259 Temp) + (-11.358 SP) + (8.14 RH) + (-29.921 WS) + 11279.878$	0.60
	PC2: $RPC2 = (7.886Temp) + (10.572RH) - 881.626$	0.70
	Rain = $-0.436PC1 + 1.449PC2 + 30.087$	0.70
ปกติ	PC1: $RPC1 = (3.196Temp) + (-2.25SP) + (9.724RH) + 1581.178$	0.64
	PC2: $RPC2 = (9.843Temp) + -168.542$	0.03
	Rain = $0.927PC1 + 0.287PC2 - 32.65$	0.64
เอลนีโญ	PC1: $RPC1 = (-9.703SP) + (7.988RH) + 9314.059$	0.76
	PC2: $RPC2 = (10.529Temp) + (4.721WS) - 964.559$	0.75
	Rain = $0.662PC1 + 0.41PC2 - 9.527$	0.77

ตาราง 16 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ภาวะ	สมการถดถอยเชิงเส้น	R ²
ลานี่ญา	PC1: $R_{PC1} = (2.336Temp) + (2.659SP) + (14.464RH) + (-4.141WS) - 3698.87$	0.55
	PC2: $R_{PC2} = (61.017Temp) - 1527.761$	0.22
	Rain = $1.053PC1 + 0.393PC2 - 41.633$	0.57
ปกติ	PC1: $R_{PC1} = (-7.934Temp) + (-6.877SP) + (14.643RH) + (-13.975WS) + 6181.658$	0.68
	PC2: $R_{PC2} = (16.94Temp) - 336.914$	0.03
	Rain = $0.941PC1 + 0.092PC2 - 14.679$	0.68
เอลนีโญ	PC1: $R_{PC1} = (-16.616Temp) + (-18.312SP) + (9.232RH) + (-21.635WS) + 18423.04$	0.73
	PC2: $R_{PC2} = (11.6Temp) - 211.165$	0.01
	Rain = $1.041PC1 + 0.155PC2 - 26.161$	0.73

ตาราง 17 สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ภาวะ	สมการถดถอยเชิงเส้น	R ²
ลานี่ญา	PC1: $R_{PC1} = (-43.946Temp) + (-26.474SP) + (18.332RH) + 26690.968$	0.67
	PC2: $R_{PC2} = (-79.176Temp) + (-82.016SP) + (-23.444WS) + 85196.071$	0.45
	Rain = $0.912PC1 + 0.134PC2 - 8.149$	0.68
ปกติ	PC1: $R_{PC1} = (-11.135SP) + (24.676RH) + 9507.502$	0.53
	PC2: $R_{PC2} = (-94.262Temp) + (79.645SP) + (-21.979WS) + 83288.459$	0.41
	Rain = $1.032PC1 - 0.106PC2 + 12.112$	0.51
เอลนีโญ	PC1: $R_{PC1} = (-9.713SP) + (27.618RH) + 7869.105$	0.57
	PC2: $R_{PC2} = (-44.842SP) + (-38.792WS) + 45576.876$	0.22
	Rain = $1.234PC1 + 0.151PC2 - 83.661$	0.61

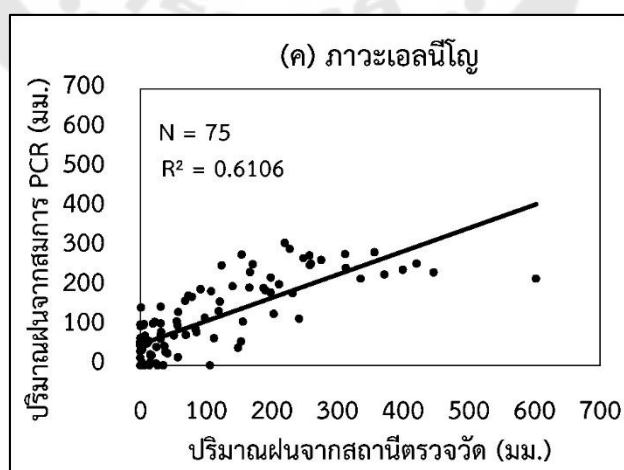
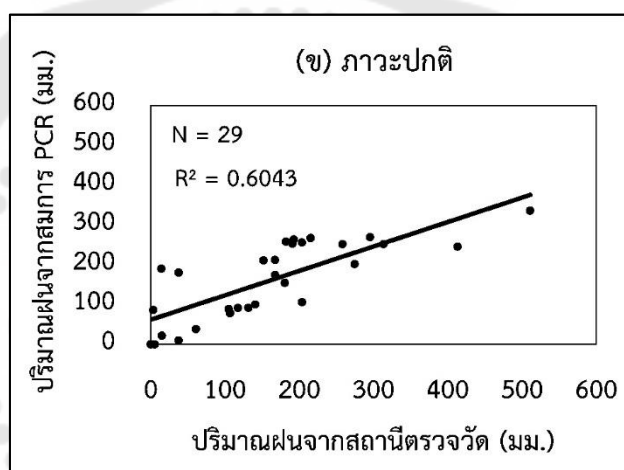
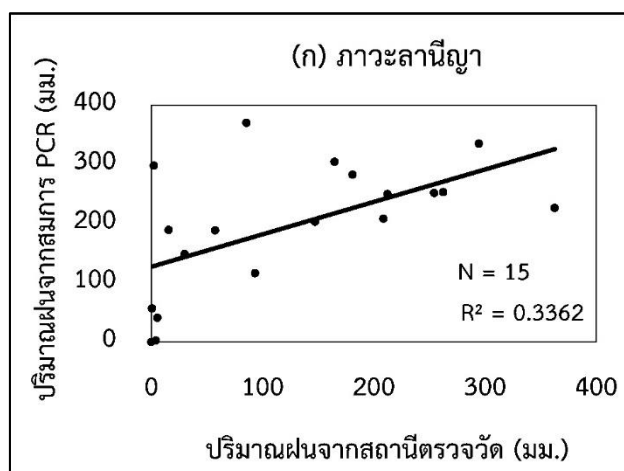
4.4.2. เปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้และไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

เมื่อนำผลสอบเทียบจากข้อมูลชุดที่ 2 ของการประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้ (ภาพประกอบ 37 – 40) และไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (ภาพประกอบ 41 – 44) ดังตาราง 18 พบว่า การประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้องค์ประกอบหลักสามารถคัดกรองและแบ่งกลุ่มตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบที่ส่งผลต่อกระบวนการเกิดฝนในแต่ละลุ่มน้ำได้ และให้ค่า r^2 สูง สามารถคำนวณปริมาณฝนได้อย่างแม่นยำมากกว่าการใช้สมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก พบใน

ลุ่มน้ำบางปะกงภาวะเอลนีโญ ลุ่มน้ำโตนเลสาปทุกภาวะ และลุ่มน้ำปราจีนบุรีภาวะเอลนีโญ ในขณะเดียวกันการประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักให้ค่า r^2 ที่ต่ำกว่า หรือให้ความแม่นยำน้อยกว่าการใช้สมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก พบในลุ่มน้ำบางปะกงภาวະลาณีญา ลุ่มน้ำบางปะกงภาวะปกติ ลุ่มน้ำปราจีนบุรีภาวะลาณีญา ลุ่มน้ำปราจีนบุรีภาวะปกติ และลุ่มชายฝั่งทะเลตะวันออกทุกภาวะ เนื่องจากองค์ประกอบหลักในลุ่มน้ำนั้นมีย้องค์ประกอบหลักที่ส่งผลต่อกระบวนการเกิดฝนในลุ่มน้ำนั้นซับซ้อนมากกว่าการศึกษาในครั้งนี้

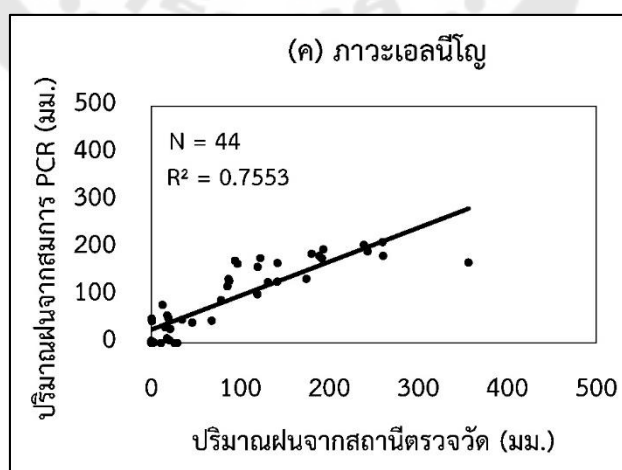
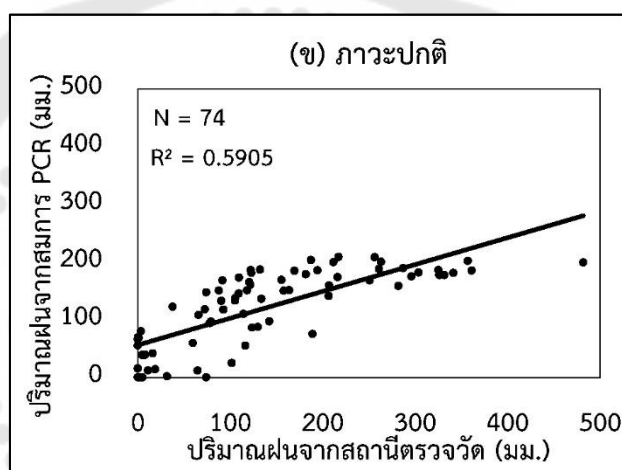
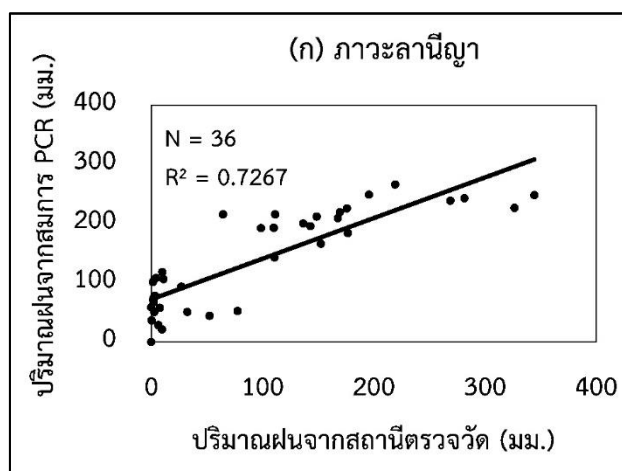
ตาราง 18 เปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณฝนด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบใช้และไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

ลุ่มน้ำ	สมการถดถอยพหุคูณ	ภาวะลาณีญา	ภาวะปกติ	ภาวะเอลนีโญ
บางปะกง	ใช้องค์ประกอบ	0.34	0.60	0.61
	ไม่ใช้องค์ประกอบ	0.40	0.60	0.56
โตนเลสาป	ใช้องค์ประกอบ	0.73	0.59	0.77
	ไม่ใช้องค์ประกอบ	0.72	0.58	0.76
ปราจีนบุรี	ใช้องค์ประกอบ	0.43	0.43	0.62
	ไม่ใช้องค์ประกอบ	0.47	0.70	0.61
ชายฝั่งทะเล ตะวันออก	ใช้องค์ประกอบ	0.65	0.48	0.11
	ไม่ใช้องค์ประกอบ	0.68	0.54	0.11



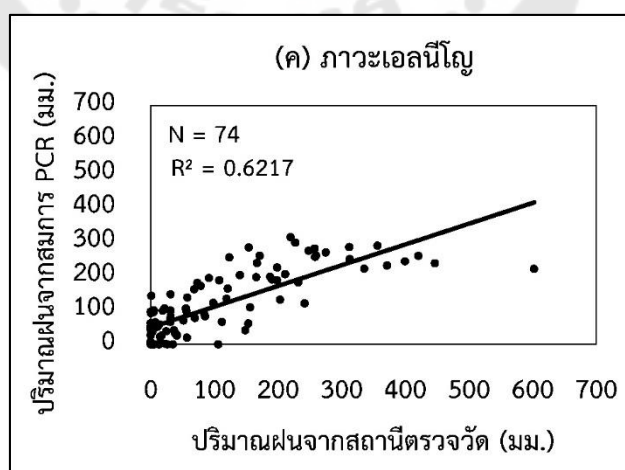
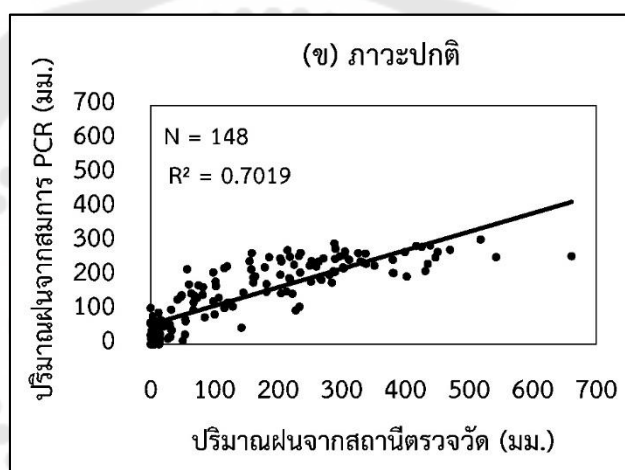
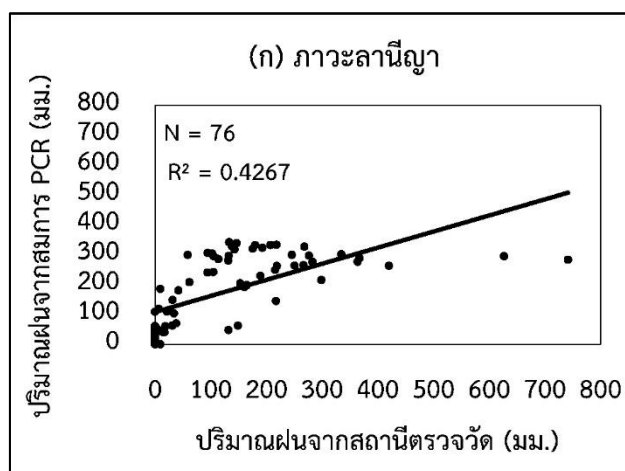
ภาพประกอบ 37 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำบางปะกง:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ



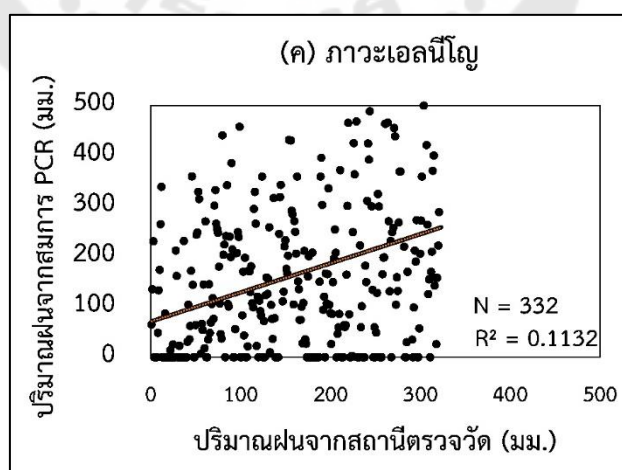
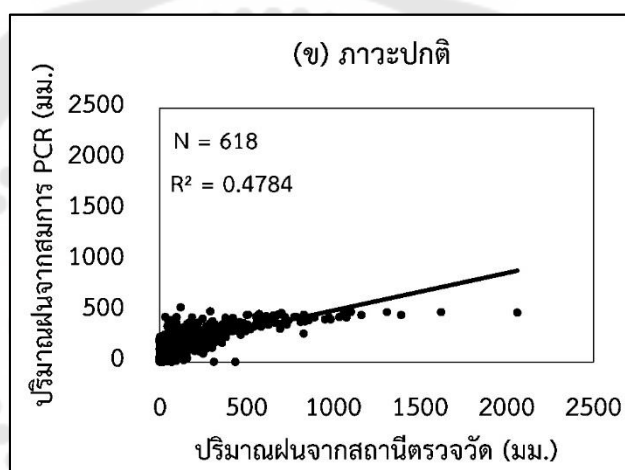
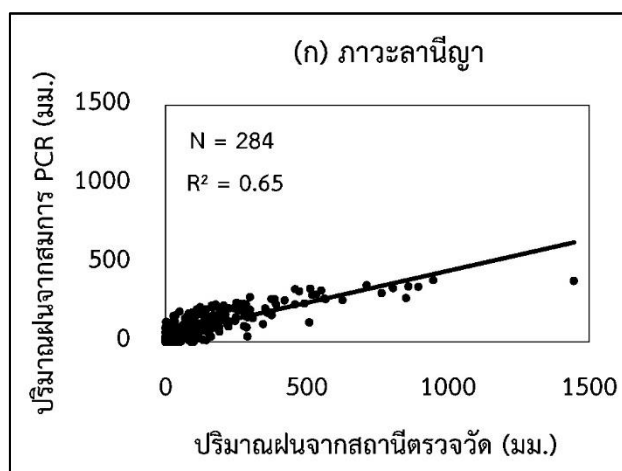
ภาพประกอบ 38 เปรียบเทียบปริมาณปลาในสมุทรแบบใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณปลาจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำโดนเลสาล:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ



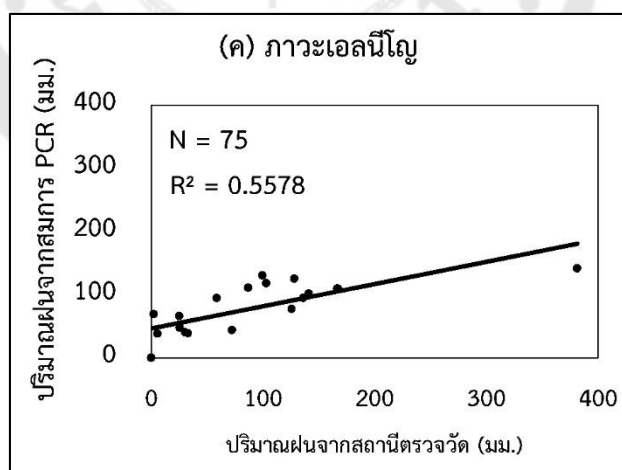
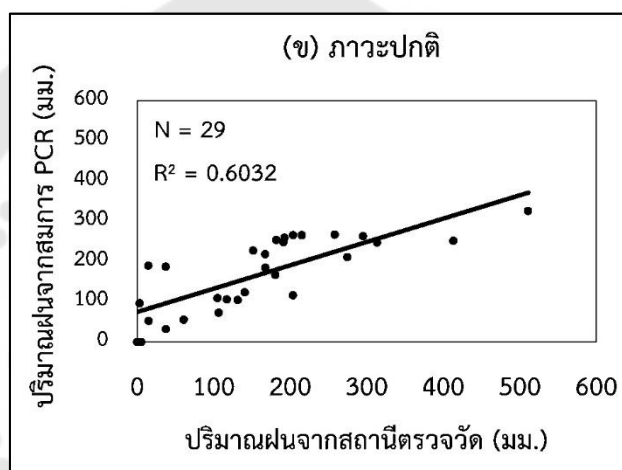
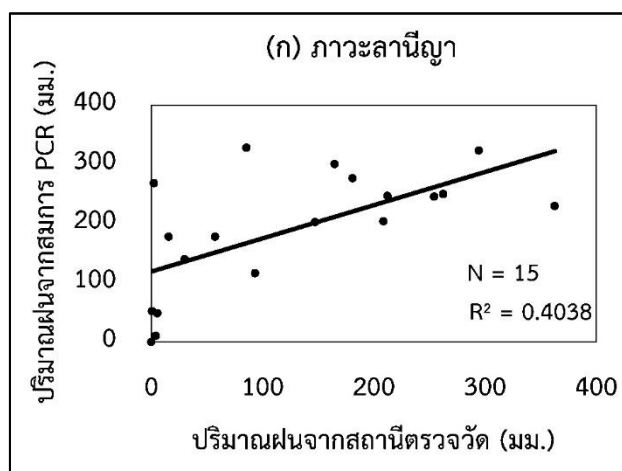
ภาพประกอบ 39 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ

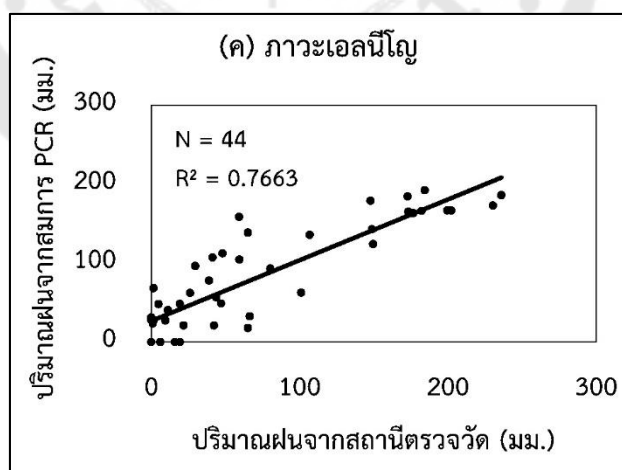
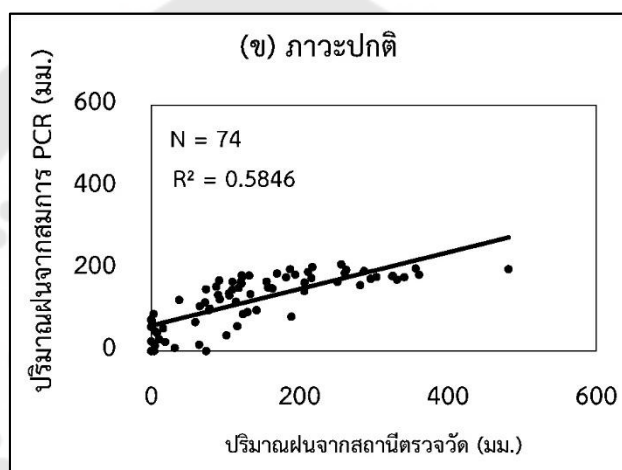
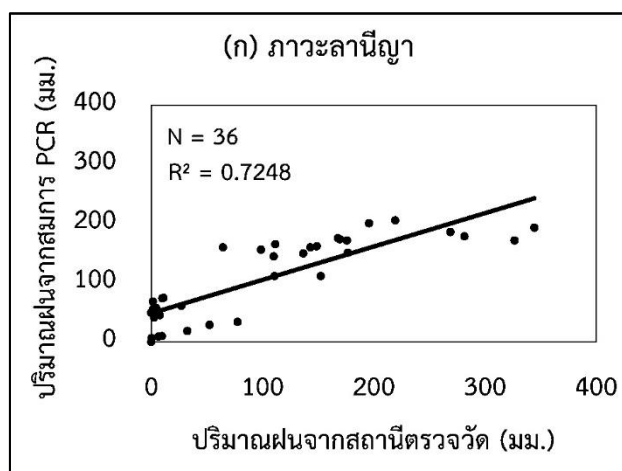


ภาพประกอบ 40 เปรียบเทียบปริมาณฝนในสมการแบบใช้การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ

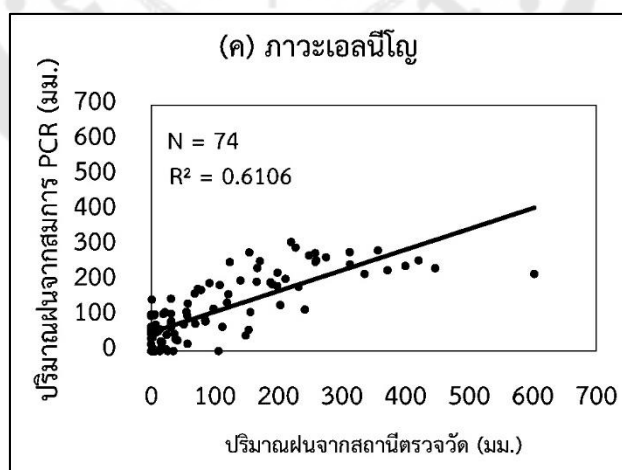
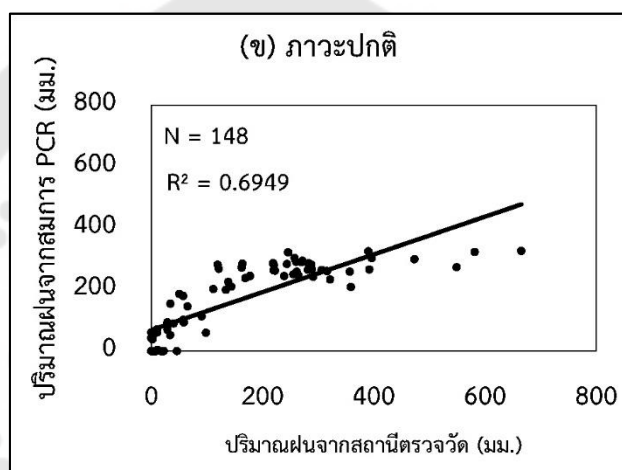
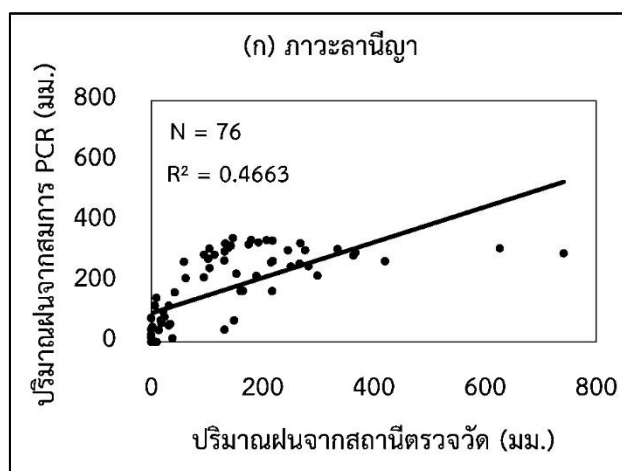


ภาพประกอบ 41 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำบางปะกง:
(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ



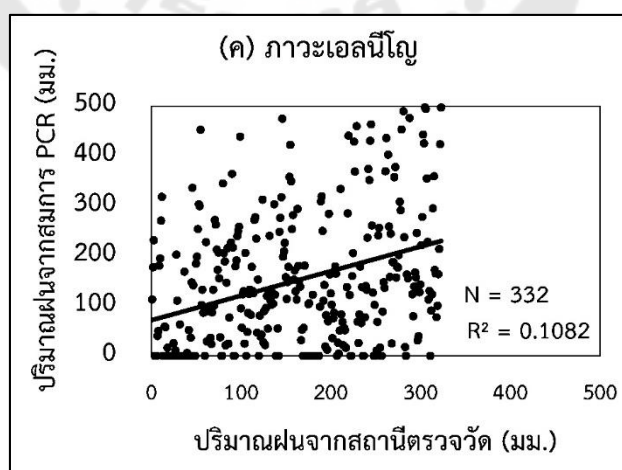
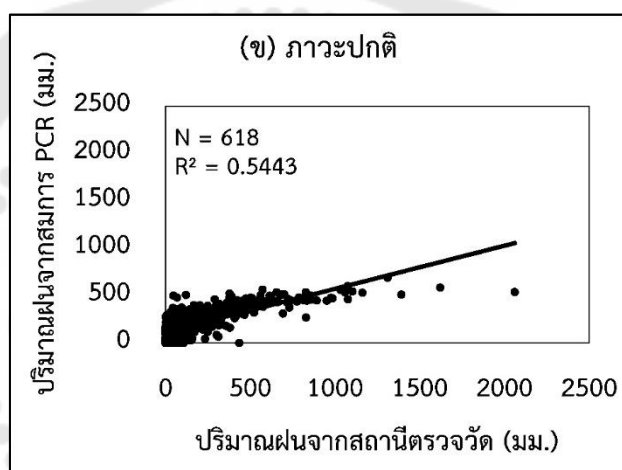
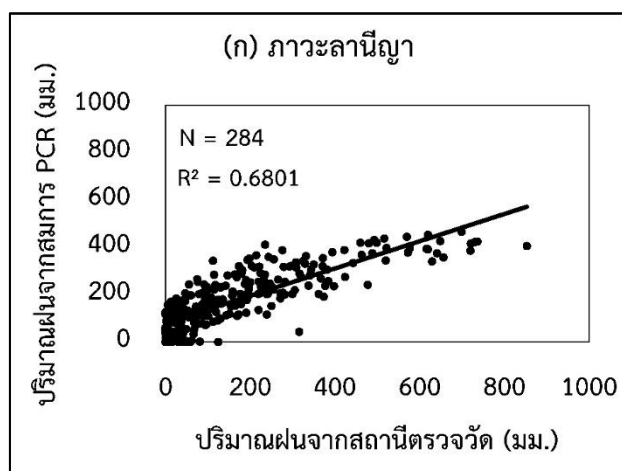
ภาพประกอบ 42 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำโดนเลสอป:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ



ภาพประกอบ 43 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี:

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ(ค) ภาวะเอลนีโญ

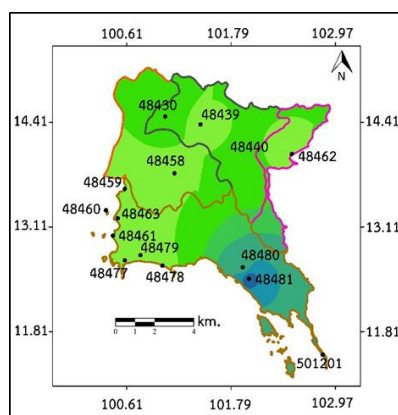


ภาพประกอบ 44 เปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบไม่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ชุดที่ 2 กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

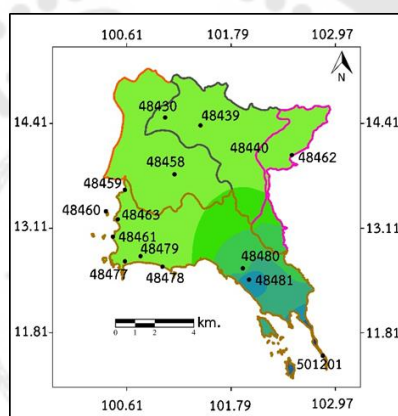
4.4.3 แผนที่ความแปรปรวนของปริมาณฝนจากปรากฏการณ์เอนโซในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากสมการ PCR

ภาพประกอบ 45 แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัด กรมอุตุนิยมวิทยา และภาพประกอบ 46 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า ในภาวะลานีญาปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR มีปริมาณฝนใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ สถานีบึงหมื่น (48439) สถานีสระแก้ว (48440) สถานีระยอง (48478) สถานีชลบุรี (48459) สถานีเกาะสีชัง (48460) สถานีจันทบุรี (48480) และสถานีคลองใหญ่ (501201) ส่วนภาพประกอบ 47 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา โดยคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นไปทางบวกนั้น คือ มีปริมาณฝนที่คำนวณจากสมการ PCR เพิ่มขึ้น 50 มิลลิเมตร ได้แก่ สถานีฉะเชิงเทรา (48458) สถานีแหลมฉบัง (48463) สถานีพัทยา (48461) สถานีห้วยโป่ง (48479) สถานีสัตหีบ (48477) และสถานีอรัญประเทศ (48462) ส่วนสถานีปราจีนบุรี (48430) และสถานีพลับ (48481) มีค่าความคลาดเคลื่อนไปในทางลบนั้นคือ มีปริมาณฝนที่คำนวณจากสมการลดลง 50 มิลลิเมตร ภาวะปกติปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR มีปริมาณฝนใกล้เคียงกับกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ สถานีจันทบุรี (48480) และสถานีพลับ (48481) แต่บางสถานีมีปริมาณฝนความคลาดเคลื่อนจากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยาไปทางบวก ได้แก่ สถานี ฉะเชิงเทรา (48458) สถานีอรัญประเทศ (48462) สถานีปราจีนบุรี (48430) สถานีบึงหมื่น (48439) สถานีสระแก้ว (48440) สถานีชลบุรี (48459) สถานีเกาะสีชัง (48460) สถานีพัทยา (48461) สถานีสัตหีบ (48477) สถานีแหลมฉบัง (48463) สถานีระยอง (48478) สถานีห้วยโป่ง (48479) และสถานีคลองใหญ่ (501201) ภาวะเอลนีโญทุกสถานีมีค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น โดยคลาดเคลื่อนสูงสุดที่สถานีพลับ (48481) 150 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สถานีห้วยโป่ง (48479) สถานีจันทบุรี (48480) 100 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า สถานีคลองใหญ่ (501201) ค่าความคลาดเคลื่อนลดลง 150 มิลลิเมตร

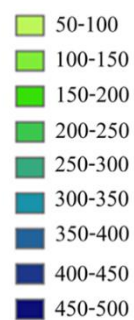
(ก) ภาวะแล้งน้ำ



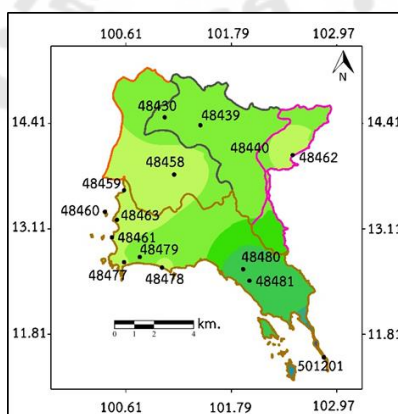
(ข) ภาวะปกติ



ปริมาณฝน (มม.)



(ค) ภาวะเอลนีโญ

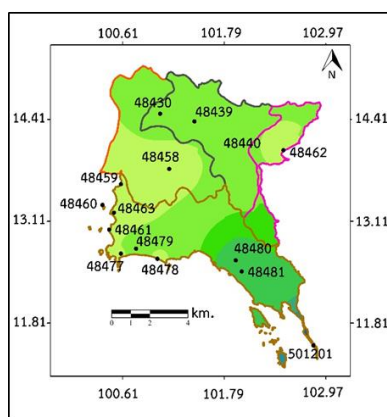


● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำโดนเลสาบ

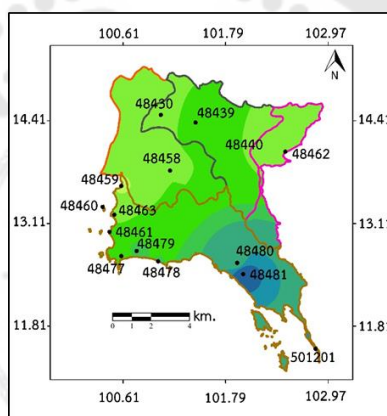
ภาพประกอบ 45 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัด

(ก) ภาวะแล้งน้ำ (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

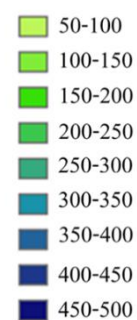
(ก) ภาวะแล้งน้ำ



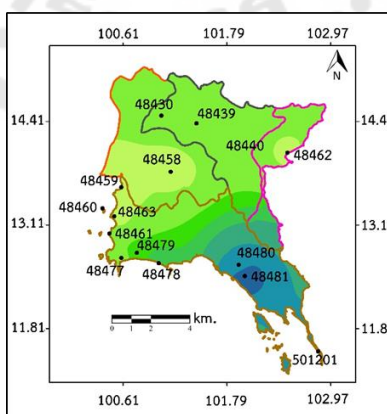
(ข) ภาวะปกติ



ปริมาณฝน (มม.)



(ค) ภาวะเอลนีโญ

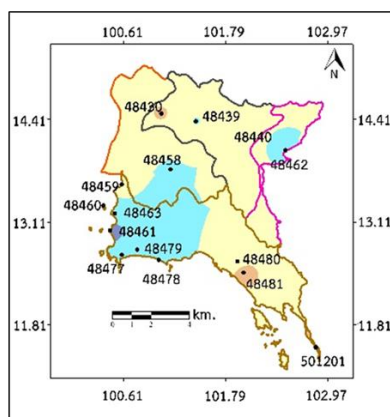


● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำโดนเสนาบ

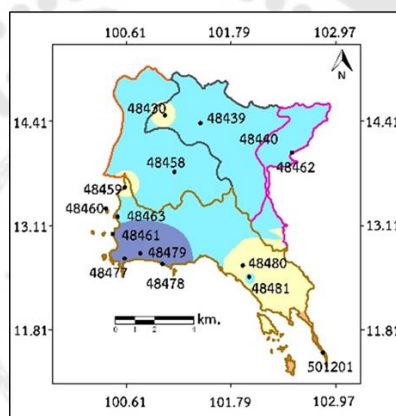
ภาพประกอบ 46 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสมการ PCR

(ก) ภาวะแล้งน้ำ (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

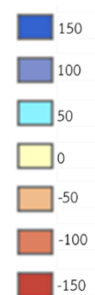
(ก) ภาวะลานีญา



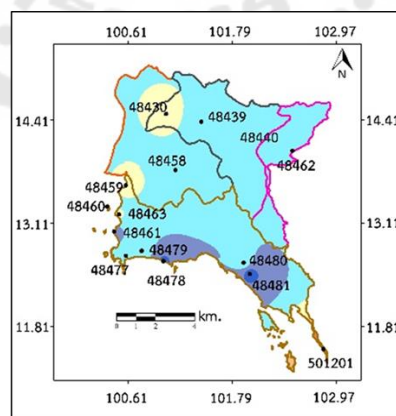
(ข) ภาวะปกติ



ปริมาณฝนเฉลี่ย
(มม.)



(ค) ภาวะเอลนีโญ



● สถานีตรวจวัดอากาศ □ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก □ กลุ่มน้ำบางปะกง □ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี □ กลุ่มน้ำดอนเสลาป

ภาพประกอบ 47 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (error)

(ก) ภาวะลานีญา (ข) ภาวะปกติ และ (ค) ภาวะเอลนีโญ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษาผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วย ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัด ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลความเร็วลม ในช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มน้ำจำนวน 4 กลุ่มน้ำ ได้แก่ กลุ่มน้ำโดนเลสาป กลุ่มน้ำปราจีนบุรี กลุ่มน้ำบางปะกง และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ตั้งแต่ช่วงเวลา พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 ผลการวิจัยพบว่า ภาวะลานีญาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดที่กลุ่มน้ำโดนเลสาป 26% ภาวะเอลนีโญมีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยลดลงสูงสุดที่กลุ่มน้ำบางปะกง และกลุ่มน้ำโดนเลสาป 31% วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ปัจจัยอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อการแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ และความชื้น เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดฝน โดยฝนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการพาความร้อนในแนวตั้ง (convective rainfall) ในกลุ่มน้ำบางปะกง กลุ่มน้ำปราจีนบุรี และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกตะวันออก แต่กลุ่มน้ำโดนเลสาปเป็นที่เกิดจากเกิดฝนจากกระบวนการฝนปะทะภูเขา (orographic rain) เนื่องจากมีสภาพพื้นที่ตอนบนเป็นแนวเทือกเขา นอกจากนี้ยังสามารถประมาณค่าปริมาณฝนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและสมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร (Principal Component Analysis Regression: PCR) เพื่อสามารถนำไปพยากรณ์ปริมาณฝนในอนาคตได้

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2562 พบว่า อิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญมีผลกระทบต่อปริมาณฝน ทำให้เกิดปรากฏการณ์ลานีญาและปรากฏการณ์เอลนีโญ โดยภาวะลานีญาทำให้เกิดฝนตกหนัก และภาวะเอลนีโญทำให้ฝนลดลง ทั้งนี้ในภาวะลานีญามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ ที่กลุ่มน้ำโดนเลสาปมีแนวโน้มความแปรปรวนโดยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นสูงสุด 31% ภาวะเอลนีโญมีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มน้ำเมื่อเทียบกับภาวะปกติ โดยลดลงสูงสุดที่กลุ่มน้ำบางปะกง และกลุ่มน้ำโดนเลสาป 31% ซึ่งเปรียบเทียบกับการศึกษาของปริญญา หล่อพิทยากร (2559) ได้ศึกษา ปริมาณฝนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในภาวะเอลนีโญ ในช่วงปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2556 โดยภาวะลานีญาส่งผลให้มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น บริเวณที่ได้รับอิทธิพลสูงสุดอยู่ในบริเวณสถานีชะเชิงเทรา ภาวะปกติทุกกลุ่มน้ำไม่มีความแปรปรวนของปริมาณฝน และภาวะเอลนีโญปริมาณฝนมากอยู่ในบริเวณสถานีสระแก้ว สถานีปราจีนบุรีและสถานีชะเชิงเทรา ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ผลการวิจัยที่ต่างและเหมือนกันคือ ภาวะลานีญาบริเวณที่ได้รับอิทธิพลสูงสุดอยู่ในบริเวณสถานีชะเชิงเทราซึ่งอยู่ในกลุ่มน้ำบางปะกง แต่การศึกษารายงานที่ได้รับอิทธิพลสูงสุดอยู่ในบริเวณกลุ่มโดนเลสาป ภาวะปกติทุกกลุ่มน้ำไม่มีความแปรปรวนของปริมาณฝน เป็นผลวิจัยที่เหมือนกัน และภาวะเอลนีโญปริมาณฝนมากอยู่ในบริเวณสถานีสระแก้ว อยู่ในกลุ่มน้ำโดนเลสาป แต่ผลการวิจัยกลุ่มน้ำโดนเลสาปและกลุ่มน้ำบางปะกงมีปริมาณฝนน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า สถานีคลองใหญ่ จังหวัดตราด มีปริมาณฝนตกสูงสุด เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง อยู่ด้านหน้าของเทือกเขาจันทบุรี จึงรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากอ่าวไทย ทำให้มีฝนตกในปริมาณสูงมากกว่าสถานีอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nounmusig (2017) ได้วิเคราะห์รูปแบบของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และความสัมพันธ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนกับดัชนีเอลนีโญ แล้วพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน เนื่องจากถึงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สถานีคลองใหญ่ จังหวัดตราดได้รับผลกระทบมากที่สุด อีกทั้งยังพบว่า ดัชนีเอลนีโญมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วงเดือนเมษายน พฤษภาคม และตุลาคม

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยาไม่ครบถ้วน เช่น บางสถานีขาดข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลความกดอากาศ ข้อมูลความชื้น และข้อมูลความเร็วลมเป็นเวลานาน ควรเพิ่มจำนวนข้อมูลโดยใช้ช่วงเวลาข้อมูลที่ยาวนานขึ้น เช่น จาก 30 ปี เป็น 50 ปี
2. ควรศึกษาปัจจัยอื่นๆ เช่น ดัชนีปรากฏการณ์เอนโซหลายตัวแปร (Multivariate ENSO Index: MEI) ค่าความผิดปกติของดัชนีการผันแปรของระบบอากาศซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index; SOI) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
3. สมการ PCR ที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้พยากรณ์ความแปรปรวนของปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละลุ่มน้ำได้ แต่มีความแม่นยำที่ระดับ 0.11 – 0.73



บรรณานุกรม

- Bridhikitti, A. (2019). Multi-decadal trends and oscillations of Southeast Asian monsoon rainfall in northern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 41(1).
- Coffs Harbour City Council. (2018). Water Cycle
<https://www.coffsharbour.nsw.gov.au/environment/Education-and-Resources/Pages/the-water-cycle.aspx>
- Feng, J., และ Wang, X.-C. (2017). Impact of two types of La Niña on boreal autumn rainfall around Southeast Asia and Australia. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 11(1), 1-6.
- Kirtphaiboon, S., Wongwiset, P., Limsakul, A., Sooktawee, S., และ Humphries, U. (2014). Rainfall Variability over Thailand Related to the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 5, 37-42.
- Komamura Sajin. (2015). การเกิดฝน.
<http://www.trueplookpanya.com/new/asktrueplookpanya/questiondetail/14210>
- Limsakul, A., และ Singhruck, P. (2016). Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand. *Atmospheric Research*, 169, 301-317.
- Lin, C.-C., Liou, Y.-J., และ Huang, S.-J. (2015). Impacts of Two-Type ENSO on Rainfall over Taiwan. *Advances in Meteorology*, 2015, 1-7.
- Lin, J., และ Qian, T. (2019). A New Picture of the Global Impacts of El Niño-Southern Oscillation. *Sci Rep*, 9(1), 17543.
- Manuel, P. (2007). Influence of DEM interpolation methods in drainage analysis, GIS Hydro 04Texas, USA.
- NASA Official. (2004). Cyclonic www.britannica.com/science/cyclone-meteorology
- NASA Official. (2019).
https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- Nicholls. (1987). Climate Crisis, The Societal Impacts Associated with the 1982-83

Worldwide Climate Anomalies,.

Nounmusig, W. (2018). Analysis of Rainfall in the Eastern Thailand. *International Journal of GEOMATE*, 14(46).

Phiphat, P. (2018). Principal Component Analysis: PCA.

<https://medium.com/ingenio/principal-components-analysis-pca-%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81-factor-analysis-fa-%E0%B8%A2%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%87-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-1-c395e55bdc3>

Quinn W.H., D. O. Z., Kent S. Short, and Richard T.W. Kuo Yang,. (1978). Historical Trends and Statistics of the Southern Oscillation, El Niño, and Indonesian Droughts.

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=19>

Rasmusson, E. M., and T.H. Carpenter. (1982). Variations in Tropical Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with the Southern Oscillation/El Nino.

Sriwicha, S., Busababodhin, P., และ Kumphon, B.-o. (2016). The impact of ENSO on rainfall in the Northeast of Thailand. *Burapha Science Journal (วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา)*, 21(3), 190-202.

Susilo, G. E., Yamamoto, K., Imai, T., Ishii, Y., Fukami, H., และ Sekine, M. (2013). The effect of ENSO on rainfall characteristics in the tropical peatland areas of Central Kalimantan, Indonesia. *Hydrological Sciences Journal*, 58(3), 539-548.

Thaiwater. (2018). ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในแต่ละภาคของประเทศไทย.

<https://www.thaiwater.net/current/YearlyReport2018/rain.html>

UISaufie A.Z, Y. A. S., Ramli N.A. (2011). Improving multiple linear regression model using principal component

analysis for predicting PM10 concentration in Seberang Prai, Pulau

Pinang.

Vu, T. V., Nguyen, H. T., Nguyen, T. V., Nguyen, H. V., Pham, H. T. T., และ Nguyen, L. T.

(2015). Effects of ENSO on Autumn Rainfall in Central Vietnam. *Advances in Meteorology*, 2015, 1-12.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2546ก). ปรากฏการณ์เอลนีโญ <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=19>

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2546ข). ปรากฏการณ์เอลนีโญ

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=17>

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563ก). แผนที่แสดงความแห้งแล้งจากดัชนีความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30

เซนติเมตร <https://www.tmd.go.th/agromet.php#>

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563ข). ภาพถ่ายดาวเทียม <https://www.tmd.go.th/agromet.php#>

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). ภูมิอากาศประเทศไทย.

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22>

ชัยรัตน์ มงคลสวัสดิ์, ดวงใจ ชูยะไข, และ ฐาปณี คำชัย. (ม.ป.ป). ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาของน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง ก้าวไกลกับเทคโนโลยีอวกาศดาวเทียม THEOS และภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนา, 15-24.

ปริญ หล่อพิทยากร. (2559). ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในกับปริมาณฝนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยในภาวะเอล นี. *Thai Science and Technology Journal*, 400-417.

ปริญ หล่อพิทยากร. (2560). อิทธิพลของเอลนีโญต่อปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยในช่วงปีพ. ศ. 2545-2559. *Thai Science and Technology Journal*, 553-570.

ภัทรา ตาไ. (2563). ปรากฏการณ์การเกิดลม พายุ อากาศ.

<https://pattaratawai.wordpress.com/%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%9D%E0%B8%99/>

ยุทธ ไกยวรรณ. (2559). สถิติเพื่อการวิจัย.

<https://bangkokresearchblog.files.wordpress.com/2017/05/pearson-correlation.pdf>

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2546). เอลนีโญ - ลานีญา.

http://www.lesa.biz/earth/hydrosphere/el_nino

ภาคผนวก



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พิมพ์วิมล ปรียกร
วัน เดือน ปี เกิด	19 มิถุนายน 2540
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสมุทรสาคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2555 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2558 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2562 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2564 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	27/12 ม.3 ต.นาดี อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000