



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความผันแปรรายทศวรรษ กลไก และการคาดการณ์สภาวะสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ
ในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้สภาวะโลกร้อน

Decadal variability mechanism and prediction of climate extremes
over Southeast Asia regions under warming scenarios

คณะผู้วิจัย (ไทย)

- 1) ผศ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ หัวหน้าโครงการวิจัย
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2) ดร.อัศมน ลิ้มสกุล ผู้ร่วมวิจัย
ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม
- 3) ดร.ศุภชัย นาคะพันธ์ ผู้ร่วมวิจัย
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 4) นายกฤตชัย ต่อศรี ผู้ร่วมวิจัย
สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน
- 5) นางสาวดวงนภา ลาภใหญ่ ผู้ช่วยวิจัย
ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

Investigators (China)

- 1) Assoc. Prof. Lin Wang Principal Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences
- 2) Prof. Wen Chen Co-Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences
- 3) Assoc. Prof. Debashis Nath Co-Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

มีนาคม 2564



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความผันแปรรายทศวรรษ กลไก และการคาดการณ์สภาวะสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ
ในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้สภาวะโลกร้อน

Decadal variability mechanism and prediction of climate extremes
over Southeast Asia regions under warming scenarios

คณะผู้วิจัย (ไทย)

- 1) ผศ.ดร.ชาคริต โชติอมรศักดิ์ หัวหน้าโครงการวิจัย
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2) ดร.อัศมน ลิ้มสกุล ผู้ร่วมวิจัย
ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม
- 3) ดร.ศุภชัย นาคะพันธ์ ผู้ร่วมวิจัย
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 4) นายกฤตชัย ต่อศรี ผู้ร่วมวิจัย
สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน
- 5) นางสาวดวงนภา ลาภใหญ่ ผู้ช่วยวิจัย
ศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

Investigators (China)

- 1) Assoc. Prof. Lin Wang Principal Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences
- 2) Prof. Wen Chen Co-Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences
- 3) Assoc. Prof. Debashis Nath Co-Investigator
Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy
of Sciences

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

มีนาคม 2564

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยโครงการ “ความผันแปรรายทศวรรษ กลไก และการคาดการณ์สภาวะสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้สภาวะโลกร้อน” ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และผู้อำนวยการ วช. ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 สัญญาเลขที่ วช.อว(อ)(กทต)/5/2563 ซึ่งโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของหลายฝ่าย ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ วช. ทุกท่านที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับแก้ข้อเสนอโครงการวิจัย รายงานความก้าวหน้า และรายงานฉบับสมบูรณ์ ขอขอบคุณบุคลากร วช. ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่อำนวยความสะดวกทุก ๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาโครงการวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหารและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และคณะสังคมศาสตร์ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการตลอดระยะเวลาการวิจัย ขอขอบคุณหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัยทุกท่านที่อนุเคราะห์บุคลากรเพื่อร่วมดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ทั้งศูนย์ภูมิภาคเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (RCCES) ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (ERTC) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม รวมทั้งเครือข่ายนักวิจัยร่วมประเทศจีน จากสถาบัน Institute of Atmospheric Physic, Chinese Academy of Sciences คณะผู้วิจัยหวังว่าผลงานจากโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่สนใจการศึกษาเกี่ยวกับการคาดการณ์สภาวะสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ ความผันแปรรายทศวรรษ และการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต รวมทั้งเป็นข้อมูลสนับสนุนต่อประชาชนทั่วไป นักวิจัย และนักวิชาการ ผู้ที่สนใจต่อประเด็นการศึกษาดังกล่าว

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2564

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นโครงการวิจัยความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-จีน (NRCT-NSFC) เพื่อศึกษาวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้กรอบ Climate Change & Climate Variability Research in Monsoon Asia (CMON3) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี มีวัตถุประสงค์ประกอบไปด้วย (1) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างทศวรรษของสภาพภูมิอากาศสุดขีด เช่น อุทกภัย และภัยแล้ง (2) ตรวจสอบกลไกทางกายภาพที่ผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในทศวรรษของสภาพภูมิอากาศสุดขีด และ (3) คาดการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดช่วง 10-30 ปีข้างหน้าจากภาวะโลกร้อนภายใต้สถานการณ์ RCP4.5 และ RCP8.5 โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย ข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU เพื่อวิเคราะห์เชิงปริมาณของเหตุการณ์สุดขีดในช่วง ค.ศ. 1970-2019 และวิเคราะห์ดัชนีภัย SPEI เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ ความเข้ม และขนาดของเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขีดที่เกิดขึ้นในอดีต และตรวจสอบกลไกทางพลศาสตร์และอุณหพลศาสตร์ที่ขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดเหล่านั้น โดยพิจารณาทั้งปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายใน รวมทั้งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังจะใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคเพื่อย่อส่วนแบบจำลอง CMIP5 แล้ววิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดในช่วงอนาคตปี ค.ศ. 2021-2050 ภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 สำหรับรายงานฉบับสมบูรณ์นี้เป็นผลการดำเนินงานในปีที่ 1 ซึ่งเป็นการศึกษาที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จตามกรอบวิจัยตามวัตถุประสงค์การศึกษาข้อที่ 1

จากผลการศึกษา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง โดยตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าความถูกต้องมากที่สุด รองลงมา คือ อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณน้ำฝน ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษารายการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดในอดีตโดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU ถือว่ายอมรับได้จากผลการวิเคราะห์ดัชนี SPEI และปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนี SPEI ระยะสั้นและระยะกลางมีค่าเป็นบวกซึ่งแสดงลักษณะสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชื้น แต่ดัชนี SPEI ระยะกลางมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์แยกเป็นรายเหตุการณ์ ส่วนจากผลการวิเคราะห์ดัชนี SPEI ระยะยาว พบว่า ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนของภาคใต้ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชื้น ขณะที่บริเวณอื่น ๆ ของประเทศ มีสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชื้น เมื่อพิจารณาปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อดัชนี SPEI พบว่าได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก โดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับค่าสหสัมพันธ์ของดัชนี SPEI กับศักยภาพการคายระเหย ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับดัชนี SPEI มีความสัมพันธ์กันเชิงบวก ศักยภาพการคายระเหยกับดัชนี SPEI มีความสัมพันธ์กันเชิงลบ จากผลการวิเคราะห์เหตุการณ์ภัยแล้งด้วยดัชนี SPEI และประเมินประสิทธิภาพของดัชนีภัยแล้งหลายช่วงเวลา โดยงานวิจัยนี้ได้จำแนกภัยแล้งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ภัยแล้งระดับ

Moderate dryness (D1) ภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) และภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ภัยแล้งระดับ D1 พบมากที่สุดในระดับระยะสั้น และดัชนีระยะกลาง ส่วนภัยแล้งระดับ D2 และ D3 เกิดขึ้นมากที่สุดในดัชนีระยะยาว สำหรับดัชนี SPEI ระยะสั้นสามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดี ส่วนดัชนีระยะกลางสามารถอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งในภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดี ขณะที่ดัชนีระยะยาวสามารถนำมาอธิบายภัยแล้งในภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคกลางได้ดี ส่วนผลการวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยในอดีตด้วยดัชนี SPEI (SPEI01, SPEI02, SPEI03) ซึ่งประเมินเหตุการณ์การเกิดอุทกภัยโดยพิจารณาที่ค่าดัชนี SPEI มากกว่า 1.50 ขึ้นไป พบว่า ประเทศไทยเกิดอุทกภัยอยู่ในช่วง 30-50 เหตุการณ์ โดยมีพื้นที่เกิดอุทกภัยสูงประกอบไปด้วย กลุ่มน้ำสาละวิน กลุ่มน้ำปิง กลุ่มน้ำวัง กลุ่มน้ำป่าสัก กลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ และกลุ่มน้ำภาคใต้ทั้งหมด ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤติมากของสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ พบว่าดัชนี SPEI03 สามารถคาดการณ์เหตุการณ์อุทกภัยรายเดือนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ดัชนี SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ ซึ่งทุกสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าสามารถใช้ดัชนี SPEI คาดการณ์อุทกภัยในช่วงต้นฤดูน้ำหลากได้ดี ค่าความถูกต้องร้อยละ 50-100 หลังจากเริ่มต้นฤดูน้ำหลากแล้วค่าความถูกต้องของการคาดการณ์อุทกภัยด้วยดัชนี SPEI จะมีค่าลดลงความถูกต้องน้อยกว่า ร้อยละ 50

คำสำคัญ: ความผันแปรรายทศวรรษ, กลไกพลศาสตร์และอุณหพลศาสตร์, สภาพภูมิอากาศสุดขั้ว, ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

Abstract

This project is a 3 year collaborative research project between Thai-Chinese researchers (NRCT-NSFC) to research climate change under the framework of Climate Change & Climate Variability Research in Monsoon Asia (CMON3). The objectives consist of (1) analyzing interdecadal changes in extreme climate events including floods and droughts. (2) investigating the physical mechanisms, which are driving the interdecadal changes in climatic extremes during 1970-2019 over Thailand. (3) carrying the decadal prediction for the next 10-30 years of extreme climate events over Thailand. The data used in this research include the CRU gridded observation data to quantitatively analyze 1970-2019 climate extreme events and calculate the SPEI drought index to determine changes in both the frequency, intensity, and magnitude of occurred climatic extreme events in the past and examine the dynamics and thermodynamic mechanisms that drive the dynamics of those extreme climatic events, considering both external drivers and internal variations. The Regional Climate Model will also be used to downscale the CMIP5 model and then analyze changes in future climatic extreme events during 2021-2050 under the RCP4.5 and RCP8.5 projected scenarios. This final report is the results of the 1st year study, which is completed for objective number 1.

According to the study results, it was found that the correlation between CRU gridded and station observed data were moderate to high correlation, with the minimum temperature variable being the most accurate, while the maximum temperature and precipitation were the ordered accurate, respectively. Therefore, the study of past climatic extreme events using the CRU gridded observed data is an acceptable approach. In the analysis of the SPEI index and related climatic factors, it was found that the short-term and medium-term SPEI index were the positive correlations, representing normal and humid climatic characteristics, but the correlation of medium-term SPEI index was highly variable, which needs to be analyzed on a case-by-case basis. As the long-term analysis of SPEI index, it was found that the east of the Northeast, Upper southern, and southwestern coast have the normal and dry climate while the rest of the country have a normal and more humid climate. When considering the climate factors that affect the SPEI index, it was found that it was mainly influenced by rainfall. It is determined by a higher correlation with the SPEI index correlation with the potential evaporation. The correlation between rainfall and SPEI index was positively correlated while the correlation of potential evaporation and SPEI index was negatively correlated. Based on

the results of the analysis of the drought events with the SPEI index and the effectiveness of the multi-period drought indexes which this research identified three levels of drought: Moderate dryness (D1), Severe dryness (D2), and Extreme dryness (D3), which was found by analysis that D1 drought was the most common. In the short-term index and medium-term index, D2 and D3 droughts occurred most frequently in the long-term index. The short-term SPEI index could be used to describe drought events in the central, northern, and northeastern regions and the southeastern coast as well. As the analysis of the past flood events with SPEI index (SPEI01, SPEI02, SPEI03), which assesses the flood events by considering the SPEI index value of more than 1.50, it was found that Thailand had floods in the range of 30-50 events. The high flooding area includes the Salween River Basin, Ping River Basin, Wang River Basin, Pasak River Basin, Phetchaburi River Basin, and all southern watersheds, while the results of the multi-period analysis of the SPEI index compared with the runoff and the critical water levels data at the specific observed stations of the watersheds, it was found that the SPEI03 index was able to predict the monthly flood well, followed by the SPEI02 index and SPEI01, respectively. All runoff observed stations can use the SPEI index to predict the early flood season well with 50-100% accuracy, while the forecast skill is decreased in the main flood season with less than 50% accuracy.

Keywords: Decadal variability, Dynamic and thermodynamic, Extreme climate events, SPEI multi-scalar

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	3
บทคัดย่อ	4
Abstract	6
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ประเด็นสำคัญและการขับเคลื่อน	3
1.3 วัตถุประสงค์การศึกษา	3
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร.....	4
2.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ดัชนีเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขีด (SPEI) และข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU.....	8
2.3 เกณฑ์ดัชนี SPEI เพื่อประเมินเหตุการณ์สุดขีด (SPEI criteria for extreme event detection).....	10
2.4 การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น (Trend analysis and linear fit)	13
2.5 WRF-CESM model simulations.....	14
2.6 การประเมินแบบจำลอง WRF-CESM.....	14
2.7 NCAR CESM Global Bias-Corrected CMIP5	15
2.8 CESM1-CAM5-BGC-Large Ensemble (LE).....	16
2.9 การจำแนกปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในต่อระบบภูมิอากาศ	17
2.10 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....	18
2.11 นิยามภัยแล้ง.....	20
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	22
3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	24
4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU	24

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน.....	25
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของศักยภาพการคายระเหยน้ำ.....	30
4.1.3 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดจาก CRU กับข้อมูลตรวจวัดจากอุตุนิยมหาวิทยาลัยประเทศไทย.....	34
4.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา.....	48
4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลากับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมหาวิทยาลัย.....	56
4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะสั้นกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมหาวิทยาลัย.....	56
4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะกลางกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมหาวิทยาลัย.....	62
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะยาวกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมหาวิทยาลัย.....	67
4.4 การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา.....	74
4.4.1 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1).....	74
4.4.2 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2).....	81
4.4.3 ความถี่ของการเกิดภัยแล้ง ระดับ Extreme dryness (D3).....	88
4.5 การวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้ม ของภัยแล้งหลายช่วงเวลา.....	95
4.5.1 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้น.....	95
4.5.2 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะกลาง.....	101
4.5.3 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะยาว.....	110
4.6 การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์ภัยแล้งเทียบกับสถานการณ์จริง.....	124
4.7 การวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา.....	130
4.7.1 ภาพรวมความถี่ของการเกิดอุทกภัย.....	130
4.7.2 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน.....	136
4.8 การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์อุทกภัยเทียบกับสถานการณ์จริง.....	173
4.8.1 ประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี.....	175
4.8.2 ประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือน.....	181

บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล.....	192
5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU	192
5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา	193
5.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลากับปัจจัยทางด้านอุตุนิยวิทยา.....	193
5.4 การวิเคราะห์เหตุการณ์ภัยแล้งและประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา	194
5.5 การวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยและประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา	197
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	199
บรรณานุกรม.....	202
ภาคผนวก.....	209
ภาคผนวก ก	210
ภาคผนวก ข.....	215
ภาคผนวก ค	233
ภาคผนวก ง.....	241

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การจำแนกความรุนแรงของเหตุการณ์แห้งแล้งและชุ่มชื้น โดยคำนวณจากค่า SPEI.....	11
ตารางที่ 2 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคเหนือ.....	36
ตารางที่ 3 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	37
ตารางที่ 4 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคกลาง	38
ตารางที่ 5 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก	38
ตารางที่ 6 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคตะวันออก	39
ตารางที่ 7 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก	39
ตารางที่ 8 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคเหนือ	40
ตารางที่ 9 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	41
ตารางที่ 10 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคกลาง	42
ตารางที่ 11 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก	42
ตารางที่ 12 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออก	43
ตารางที่ 13 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก.....	43
ตารางที่ 14 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคเหนือ.....	44
ตารางที่ 15 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	45
ตารางที่ 16 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคกลาง	46
ตารางที่ 17 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก.....	46
ตารางที่ 18 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออก	47
ตารางที่ 19 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก	47
ตารางที่ 20 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้นในพื้นที่ตัวอย่าง.....	97
ตารางที่ 21 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะกลางในพื้นที่ตัวอย่าง	103
ตารางที่ 22 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะยาวในพื้นที่ตัวอย่าง	113
ตารางที่ 23 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะสั้น	126

ตารางที่ 24 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะกลาง	127
ตารางที่ 25 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะยาว	129
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยปี 1970-2019 โดยใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา ณ บริเวณใกล้เคียงสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าประจำแต่ละลุ่มน้ำ	135
ตารางที่ 27 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี SW.5A.....	137
ตารางที่ 28 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี G.8	137
ตารางที่ 29 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี P.17	138
ตารางที่ 30 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี W.4A.....	138
ตารางที่ 31 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี Y.1C	139
ตารางที่ 32 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี N.1	139
ตารางที่ 33 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี C.2	140
ตารางที่ 34 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี CT.19	140
ตารางที่ 35 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี S.42.....	141
ตารางที่ 36 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี E.20A	141
ตารางที่ 37 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี M.7.....	142
ตารางที่ 38 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี KH.58A	142
ตารางที่ 39 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี K.11A.....	143
ตารางที่ 40 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี KGT.3.....	143
ตารางที่ 41 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี B.10	144
ตารางที่ 42 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี Z.10	144
ตารางที่ 43 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี X.217.....	145
ตารางที่ 44 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี X.234.....	145
ตารางที่ 45 ข้อมูลสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ.....	174
ตารางที่ 46 การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี ณ สถานีสำรวจปริมาณน้ำท่า	177
ตารางที่ 47 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี SW.5A	182

ตารางที่ 48 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี G.8.....	183
ตารางที่ 49 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี P.17.....	183
ตารางที่ 50 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี W.4A	184
ตารางที่ 51 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี Y.1C.....	184
ตารางที่ 52 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี N.1.....	185
ตารางที่ 53 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี C.2.....	185
ตารางที่ 54 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี CT.19	186
ตารางที่ 55 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี S.42.....	186
ตารางที่ 56 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี E.20A.....	187
ตารางที่ 57 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี M.7.....	187
ตารางที่ 58 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี KH.58A.....	188
ตารางที่ 59 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี K.11A	188
ตารางที่ 60 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี KGT.3	189
ตารางที่ 61 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี B.10.....	189
ตารางที่ 62 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี Z.10.....	190
ตารางที่ 63 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี X.217	190
ตารางที่ 64 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี X.234	191

สารบัญรูป

รูปที่ 1 การวิเคราะห์คุณลักษณะภัยแล้งโดยใช้ Runs Theory	12
รูปที่ 2 ความแปรผันไปจากสภาวะปกติของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรวมบนพื้นผิวดินและมหาสมุทรโลก	18
รูปที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ (พื้นล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)	19
รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้นและการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสม ปี 1901-2010.....	20
รูปที่ 5 เงื่อนไขของการเกิดภัยแล้งและผลกระทบที่เกิดขึ้นจำแนกตามประเภทภัยแล้ง	21
รูปที่ 6 พื้นที่ศึกษาและรหัสพิกัดกริด	26
รูปที่ 7 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนมกราคม-เมษายน	27
รูปที่ 8 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม.....	28
รูปที่ 9 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนกันยายน-ธันวาคม.....	29
รูปที่ 10 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนมกราคม-เมษายน	31
รูปที่ 11 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม.....	32
รูปที่ 12 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนกันยายน-ธันวาคม.....	33
รูปที่ 13 ค่าดัชนี SPEI01 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	50
รูปที่ 14 ค่าดัชนี SPEI03 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	51
รูปที่ 15 ค่าดัชนี SPEI06 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	52
รูปที่ 16 ค่าดัชนี SPEI12 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	53
รูปที่ 17 ค่าดัชนี SPEI18 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	54
รูปที่ 18 ค่าดัชนี SPEI24 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี.....	55
รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนเทียบกับ SPEI01.....	58
รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 2 เดือนเทียบกับ SPEI02.....	59
รูปที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยรายเดือนเทียบกับ SPEI01	60
รูปที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 2 เดือนเทียบกับ SPEI02.....	61
รูปที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 3 เดือนเทียบกับ SPEI03.....	63

รูปที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 6 เดือนเทียบกับ SPEI06.....	64
รูปที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 3 เดือนเทียบกับ SPEI03.....	65
รูปที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 6 เดือนเทียบกับ SPEI06.....	66
รูปที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 12 เดือนเทียบกับ SPEI12.....	68
รูปที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 18 เดือนเทียบกับ SPEI18.....	69
รูปที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 24 เดือนเทียบกับ SPEI24.....	70
รูปที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 12 เดือนเทียบกับ SPEI12	71
รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 18 เดือนเทียบกับ SPEI18	72
รูปที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 24 เดือนเทียบกับ SPEI24	73
รูปที่ 33 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI01.....	75
รูปที่ 34 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI03.....	76
รูปที่ 35 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI06.....	77
รูปที่ 36 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI12.....	78
รูปที่ 37 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI18.....	79
รูปที่ 38 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI24.....	80
รูปที่ 39 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI01	82
รูปที่ 40 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI03.....	83
รูปที่ 41 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI06.....	84
รูปที่ 42 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI12.....	85
รูปที่ 43 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI18.....	86
รูปที่ 44 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI24.....	87
รูปที่ 45 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI01	89
รูปที่ 46 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI03	90
รูปที่ 47 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI06	91
รูปที่ 48 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI12	92

รูปที่ 64 ค่าดัชนี SPEI18 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคกลาง จ.ลพบุรี พิกัด LON 100.75 LAT 15.25 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออก จ.จันทบุรี พิกัด LON 102.25 LAT 12.75	119
รูปที่ 65 ค่าดัชนี SPEI18 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.ชุมพร พิกัด LON 99.25 LAT 10.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันตก จ.ตรัง พิกัด LON 99.75 LAT 7.75	120
รูปที่ 66 ค่าดัชนี SPEI24 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ พิกัด LON 99.75 LAT 19.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น พิกัด LON 102.75 LAT 16.25	121
รูปที่ 67 ค่าดัชนี SPEI24 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคกลาง จ.ลพบุรี พิกัด LON 100.75 LAT 15.25 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออก จ.จันทบุรี พิกัด LON 102.25 LAT 12.75	122
รูปที่ 68 ค่าดัชนี SPEI24 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.ชุมพร พิกัด LON 99.25 LAT 10.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันตก จ.ตรัง พิกัด LON 99.75 LAT 7.7	123
รูปที่ 69 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI01.....	132
รูปที่ 70 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI02.....	133
รูปที่ 71 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI03.....	134
รูปที่ 72 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.5A และสถานี G.8.....	146
รูปที่ 73 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี P.17 และสถานี W.4A	147
รูปที่ 74 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.1C และสถานี N.1	148
รูปที่ 75 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี C.2 และสถานี CT.19	149
รูปที่ 76 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และสถานี E.20A.....	150
รูปที่ 77 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี M.7 และสถานี KH.58A.....	151
รูปที่ 78 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี K.11A และสถานี KGT.3.....	152
รูปที่ 79 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี B.10 และสถานี Z.10	153
รูปที่ 80 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี X.217 และสถานี X.234.....	154
รูปที่ 81 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.5A และสถานี G.8.....	155
รูปที่ 82 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี P.17 และสถานี W.4A	156
รูปที่ 83 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.1C และสถานี N.1	157
รูปที่ 84 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี C.2 และสถานี CT.19	158

รูปที่ 85 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และสถานี E.20A.....	159
รูปที่ 86 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี M.7 และสถานี KH.58A.....	160
รูปที่ 87 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี K.11A และสถานี KGT.3.....	161
รูปที่ 88 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี B.10 และสถานี Z.10	162
รูปที่ 89 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี X.217 และสถานี X.234.....	163
รูปที่ 90 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.5A และสถานี G.8.....	164
รูปที่ 91 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี P.17 และสถานี W.4A	165
รูปที่ 92 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.1C และสถานี N.1	166
รูปที่ 93 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี C.2 และสถานี CT.19	167
รูปที่ 94 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และสถานี E.20A.....	168
รูปที่ 95 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี M.7 และสถานี KH.58A.....	169
รูปที่ 96 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี K.11A และสถานี KGT.3.....	170
รูปที่ 97 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี B.10 และสถานี Z.10	171
รูปที่ 98 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี X.217 และสถานี X.234.....	172
รูปที่ 99 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI01.....	178
รูปที่ 100 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI02	179
รูปที่ 101 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI03	180

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 สภาพภูมิอากาศสุดขีดและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็น ปัญหาที่น่ากังวลอย่างยิ่งต่อประชาคมระหว่างประเทศ (Stocker et al., 2013) โดยผลกระทบเลวร้ายที่สุดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจรวมถึงการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง คลื่นความร้อนยาวนาน การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเพิ่มขึ้นของพายุหมุนเขตร้อน การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา การเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝน ตลอดจนการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งรุนแรง (Easterling et al., 2000; Seneviratne et al., 2012) สิ่งเหล่านี้ อาจทำลายนิเวศบริการ (Ecosystem Services) และการดำรงชีวิต ที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ พลวัตการย้ายถิ่น และอาจสร้างความขัดแย้งให้เกิดขึ้นได้ (Potential Conflicts) ดังนั้นในช่วงที่ผ่านมา ประเด็นหลักที่นักวิทยาศาสตร์นานาชาติให้ความสนใจจึงเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจและคาดการณ์ เหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดให้ดียิ่งขึ้น

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โลกได้ประสบกับสภาพภูมิอากาศสุดขีดที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ตัวอย่างเช่น ในปี 2010 ประเทศปากีสถานเกิดอุทกภัยบริเวณลุ่มแม่น้ำสินธุ (Hong, 2011) ในปี 2015-2016 ประเทศอินเดียเกิดคลื่นความร้อนรุนแรง ในปี 2013 ประเทศจีนเกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิสูงสุด สูงกว่า 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วงฤดูร้อนในปีดังกล่าวบริเวณภาคตะวันออกของประเทศจีนมีอากาศร้อนรุนแรงจากปัญหาภัยแล้งสุดขีด (Extreme Drought) (Sun et al., 2014) และในปี 2014 เดือนพฤศจิกายน ประเทศฟิลิปปินส์เกิดพายุไต้ฝุ่นไห่หยาน (Haiyan) ถือเป็นพายุไต้ฝุ่นที่รุนแรงที่สุดที่เคยถูกบันทึก จากการศึกษาของ Cai et al. (2015) แสดงให้เห็นว่า เหตุการณ์สุดขีดของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาอาจจะมีควมถี่มากขึ้นภายใต้การจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน (Present Scenario) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิและปริมาณฝนสุดขีด และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะส่งต่อภูมิภาคเอเชียและพลวัตของโลกสืบต่อไป

สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นหนึ่งในภูมิภาคที่มีประชากรสูงมากที่สุดในโลก เนื่องด้วยการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว การกลายเป็นเมือง การพัฒนาอุตสาหกรรม และยังเป็นภูมิภาคที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น ปัจจุบันภูมิภาคนี้มีประชากรอาศัยอยู่กว่า 500 ล้านคน และเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อ GDP ของโลก มีการทำเกษตรและดำรงชีวิตพึ่งพิงทรัพยากรน้ำ ตัวอย่างลุ่มแม่น้ำที่สำคัญ เช่น แยงซี (Yangtze) ฮวงโห (Huang He) เทอ (Huai He) ไห่ (Hai) และแม่โขง (Mekong) ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีสัดส่วนประชากรประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของประชากรโลก ดังนั้นภายใต้สภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภูมิภาคนี้จึงมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดสภาพภูมิอากาศแบบสุดขีด ซึ่งมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของภัยพิบัติทางธรรมชาติทั่วโลกสัมพันธ์กับเหตุการณ์สุดขีดของภัยแล้งและอุทกภัย โดยคาดว่าช่วงปี 2050 พื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของโลก รวมทั้งประชากรกว่า 4.7 พันล้านคน และ 45 เปอร์เซ็นต์ของ GDP จะต้องเผชิญกับปัญหาวิกฤตทรัพยากรน้ำ (Water Crisis) (HSBC Report, 2012) มากไป

กว่านั้นช่วงฤดูร้อนปี 2003 บริเวณลุ่มน้ำแยงซีและทางตอนใต้ของประเทศจีน (Southern Part) เกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นสูงกว่า 3.8 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันในอดีต ปรากฏการณ์ดังกล่าวส่งผลให้สูญเสียพื้นที่การผลิตทางเกษตรกว่า 5.622 ล้านเฮกเตอร์ ส่วนช่วงปี 2013 ก่อนเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พบว่าภาคพื้นดิน (Continuous) ทางตอนใต้ของประเทศจีน มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงฤดูร้อนปี 2006 พบว่าบริเวณเสฉวน-ฉงชิ่ง (Sichuan-Chongqing) รวมทั้งทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีนมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดภัยแล้งสุดขีดและสร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวกว่า 5 ล้านตัน รวมทั้งช่วงปี 2009 ถึงฤดูหนาวปี 2010 พบว่าเขตยูนกุยที่ตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีนต้องเผชิญกับภัยแล้งยาวนานกว่า 8 เดือน ทำให้เกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรงและเป็นสาเหตุให้สูญเสียพื้นที่เกษตรจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีนาปรังในประเทศในกลุ่มภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบสุดขีดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เช่น ช่วงพฤษภาคม ปี 2004 ถึงเดือนเมษายน 2005 ประเทศไทย เวียดนาม กัมพูชา ลาว อินโดนีเซีย และหลาย ๆ ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้องเผชิญกับปัญหาภัยแล้งรุนแรง และสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจคิดเป็นมูลค่ากว่าหลายร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ ต่อมาในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ปี 2016 พบว่า ประเทศเวียดนาม ไทย ลาว กัมพูชา และเมียนมา ต้องประสบปัญหาคลื่นความร้อนและภัยแล้ง ทำให้ระดับของแม่น้ำโขงลดลงต่ำกว่าค่าสถิติที่เคยบันทึกไว้และปรากฏการณ์ดังกล่าวได้สร้างความเสียหายกับผลผลิตข้าว นอกจากนี้ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ยังต้องเผชิญกับปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงฝนสุดขีด เช่น ช่วงปี 2011 เดือนกรกฎาคม ประเทศไทยเกิดอุทกภัยรุนแรงส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์ดังกล่าวกว่า 366 คน และมีผู้ได้รับผลกระทบในรูปแบบอื่น ๆ ประมาณ 2 ล้านคน ความเสียหายที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่ากว่า 100,000 ล้านบาท เช่นเดียวกับประเทศฟิลิปปินส์ในช่วงเดือนพฤษภาคม ปี 2013 เกิดพายุไต้ฝุ่น ระดับความรุนแรง 5 (Super Typhoon) ทำให้พื้นที่ประมาณ 44 จังหวัดของประเทศได้รับผลกระทบ มีผู้คนล้มตายกว่า 7,000 คน บาดเจ็บ 27,022 คน และจากเหตุการณ์นี้คาดว่าผู้ได้รับผลกระทบมากกว่า 16 ล้านคน

เนื่องจากภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นหนึ่งในพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญ เมื่อเกิดเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดจะมีผลกระทบอย่างมากต่อผลผลิตทางการเกษตรและความมั่นคงทางอาหารของประชาชนในภูมิภาค มากไปกว่านั้นพื้นที่เหล่านี้ยังอยู่ใน “21st Century Maritime Silk Road” ที่ประกอบด้วย จีนตอนใต้ คาบสมุทอินโด-จีน ไทย และประเทศอื่น ๆ โดยเส้นทางดังกล่าวเป็นความร่วมมือทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (Zhou Fang, 2014) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องประเมินเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของการเปลี่ยนแปลงในเหตุการณ์สุดขีดทางอุทกวิทยา โดยใช้แบบจำลองโลกร้อนที่ครอบคลุมทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งใช้ข้อมูลตรวจวัด (Observation-based) เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับอดีตซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญต่อการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงในเหตุการณ์สุดขีด เช่น วิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้น เป็นต้น นอกจากนี้การศึกษาจำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน และศักยภาพการคายระเหยน้ำ ซึ่งผลการศึกษานี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อช่วงเวลาการดำเนินงานตามนโยบายเพื่อบรรเทาปัญหา

สภาพภูมิอากาศ (Ricke & Caldeira, 2014) สุดท้ายนี้การคาดการณ์ความเสี่ยงในอนาคตอันใกล้ (Near-term) ภายใต้ภาพฉาย Warming และภาพฉาย Mitigation มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชากรส่วนใหญ่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพราะถือเป็นกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบสุดขีด

โดยภาพรวมประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสุดขีดนี้ มีความสำคัญอย่างมากที่จะต้องตรวจสอบความแปรปรวนในทศวรรษและกลไกพลวัตของสภาพภูมิอากาศสุดขีด รวมทั้งคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งผลจากการศึกษาประเด็นเหล่านี้จะมีประโยชน์อย่างมากไม่เพียงแต่สร้างความเข้าใจต่อเหตุการณ์สุดขีด แต่ยังสามารถนำมาสร้างเป็นกลยุทธ์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้อีกด้วย

1.2 ประเด็นสำคัญและการขับเคลื่อน

1. ภัยคุกคามของสภาวะโลกร้อนที่มีเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ-สังคมที่ส่งผลกระทบต่อเหตุการณ์สุดขีดที่คาดไม่ถึง

2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสุดขีดและผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถใช้กลไกทางกายภาพตรวจสอบเหตุการณ์ได้หรือไม่ โดยกลไกทางกายภาพหมายถึงปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

3. ในอนาคตอันใกล้ (ปี 2021-2050) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีโอกาสมิ้อากาศที่อุณหภูมิอากาศจะสูงกว่า 2 องศาเซลเซียสหรือไม่ รวมทั้งแนวโน้มวงโคจรของภูมิอากาศสุดขีดได้รับอิทธิพลจากปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์การศึกษา

1a. เพื่อสร้างดัชนีที่เหมาะสมต่อการชี้วัดเชิงปริมาณของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีด ทั้งคลื่นความร้อน ฝนตกหนัก และภัยแล้งรุนแรง โดยใช้ข้อมูลความละเอียดรายวัน

2a. ความเป็นไปของกลไกพลศาสตร์และอุณหภูมิศาสตร์ที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์สุดขีดทางอุทกวิทยา ครอบคลุมภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

3a. การคาดการณ์รายทศวรรษ (10-30 ปี) ของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จากสภาวะโลกร้อนตามภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 โดยจะประเมินแนวโน้มการเกิดขึ้นในอนาคตจากการขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศสุดขีด รวมทั้งผลกระทบร่วมอื่น ๆ

บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร

2.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในทางสถิติสภาพภูมิอากาศสุดขีดสามารถนิยามได้จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนาน ๆ ครั้ง เป็นค่าส่วนปลาย (End) ที่แสดงค่าสูง (Higher) และค่าต่ำ (Lower) ของฟังก์ชันการกระจายของความน่าจะเป็น ใช้วิเคราะห์บางตัวแปร เช่น อุณหภูมิผิวพื้น หรือ ปริมาณน้ำฝน โดยความถี่ที่เกิดขึ้นกับปลายทั้งสองข้างของกราฟการกระจายจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยหรือค่าศูนย์กลางการกระจาย (Solomon, 2007) อย่างไรก็ตามความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วของสภาพภูมิอากาศสุดขีดทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปล่อยก๊าซจากกิจกรรมของมนุษย์ในภูมิภาคเอเชียที่เพิ่มขึ้น ทำให้ประชาชนและเกษตรกรเปราะบางอย่างมากต่อคลื่นความร้อน ปริมาณน้ำฝนสุดขีด และความไม่มั่นคงทางอาหาร ดังนั้นการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นภายใต้สภาวะโลกร้อนโดยเน้นที่ผลกระทบร้ายแรงจากการปลดปล่อยที่ไม่คงที่จึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ทั่วโลกกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น ลุ่มน้ำหวงโห ลุ่มน้ำแยงซี ภาคตะวันออกของประเทศจีน ลุ่มน้ำแม่โขงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และที่ราบลุ่มแม่น้ำสินธุ-คงคาในประเทศอินเดีย บริเวณเหล่านี้ล้วนมีค่าการปลดปล่อยเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนนี้ไม่เพียงเป็นอันตรายต่อโลก แต่ยังเป็นอันตรายต่อภูมิภาคนั้น ๆ ส่งผลให้ค่าตรวจวัดอุณหภูมิผิวพื้น (SAT) ในหลาย ๆ พื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น (Nath et al., 2017)

ท่ามกลางสภาพภูมิอากาศรุนแรงที่สำคัญหลาย ๆ เหตุการณ์ พบว่าภัยแล้งและอุทกภัยเป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมมาอย่างยาวนานและหลากหลายกว่าภัยพิบัติธรรมชาติอื่น ๆ ภัยแล้งมักเกิดจากการขาดแคลนน้ำฝนหรืออากาศแห้งแล้ง (Dry weather) ยาวนานผิดปกติ ซึ่งการขาดน้ำฝนทำให้เกิดความไม่สมดุลทางอุทกวิทยาอย่างรุนแรง (Trenberth et al., 2014) ในทางกลับกัน อุทกภัยบ่อยครั้งมักเกิดจากน้ำขังและฝนตกรุนแรง ซึ่งมีผลอย่างมากกับความเค็มและความเป็นต่างของทรัพยากรน้ำใต้ผิวดิน (Groundwater resources) เหตุการณ์ภัยพิบัติสุดขีดสร้างความเสียหายต่อบริเวณที่ประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณลุ่มแม่น้ำ สามารถจำแนกผลกระทบจากเหตุการณ์สุดขีด (Dry events or Wet events) ได้ 4 หมวดหมู่ใหญ่ ๆ (Dai, 2011) ดังนี้ (1) ด้านอุตุนิมวิทยา (2) ด้านอุทกวิทยา (3) ด้านเกษตรกรรม และ (4) ด้านเศรษฐกิจและสังคม (Heim, 2002) จากการจำแนกผลกระทบ 4 ด้านข้างต้น พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากภัยแล้ง ต่างจากเหตุการณ์สุดขีดด้านอุทกวิทยาที่มักสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและการคายระเหย รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิผิวพื้น ซึ่งการศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับเหตุการณ์สุดขีดมักขึ้นอยู่กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายความรุนแรง (Intensity) เหตุการณ์สุดขีดได้ ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้น (SAT) จึงจำเป็นต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย (Dai, 2011)

ด้วยการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นทั้งในระดับภูมิภาคและระดับโลก ทำให้ทศวรรษที่ผ่านมาอากาศร้อนขึ้นและเกิดสภาวะสุดขีดจากความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในช่วงฤดูร้อนปี 2003 ทางตะวันออก

ของประเทศจีนมีการบันทึกว่าเป็นช่วงที่อากาศร้อนที่สุดและค่าเฉลี่ย อุณหภูมิในภูมิภาคเพิ่มขึ้น 0.82 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดปี 1950 นอกจากนี้คลื่นความร้อนที่เพิ่มขึ้นอย่างรุนแรงส่งผลกระทบต่อภูมิภาคและก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก รวมทั้งสภาพอากาศร้อนรุนแรงที่สุด 5 ครั้งเกิดขึ้นแล้วภายในศตวรรษ 21 (Sun et al., 2014) ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำทางตอนใต้ของจีนมีวันที่ฝนตกหนักเพิ่มขึ้น ขณะที่ลุ่มน้ำทางตอนเหนือกลับมีจำนวนวันที่ฝนตกหนักลดลงโดยเฉพาะหลังปี 2001 (Chen et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Zhang et al. (2014) ที่ใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำ Huang-Huai-Hai ของประเทศจีน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 5 วัน (Maximum 5-day precipitation) วันที่ฝนตก (Wet days) และวันที่ฝนตกติดต่อกัน (Consecutive wet days) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญกับวันที่แห้งแล้งติดต่อกัน (Consecutive dry days) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Sato et al. (2015) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบต่อเหตุการณ์สุดขั้วด้านอุทกวิทยาในประเทศญี่ปุ่นอีกด้วย

ส่วนการศึกษาเหตุการณ์สุดขั้วโดยใช้แบบจำลอง Pan, Zhang, Liu, & Gao (2016) ใช้แบบจำลอง CMIP5 เพื่อคาดการณ์ พบว่ามีเหตุการณ์อุทกภัยเพิ่มขึ้นแถบลุ่มน้ำแยงซี เนื่องจากทศวรรษที่ผ่านมาเหตุการณ์ฝนตกหนัก (Heavy rain) เพิ่มขึ้น ขณะที่เหตุการณ์ฝนตกเบา (Light rain) กลับมีความถี่ลดลง นอกจากนี้มีการศึกษาของ Gu et al. (2014) ที่คาดการณ์โดยใช้แบบจำลอง พบว่า ในประเทศจีนบริเวณลุ่มน้ำแยงซีมี “จุดความร้อน” จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่โดดเด่นกว่าบริเวณอื่น ๆ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้นประมาณ 3.5 องศาเซลเซียส ส่วนตอนเหนือของประเทศปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual precipitation) เพิ่มขึ้น แต่ทางตอนใต้ปริมาณน้ำฝนรายปีลดลง นอกจากนี้การคาดการณ์ยังพบว่ามีเหตุการณ์อุทกภัยรุนแรงถี่ขึ้นในบริเวณ 3 สถานี ได้แก่ ซุนตัน (Cuntan) ยีชาง (Yichang) และ ต้าถง (Datong)

ในห้วงเวลาปัจจุบันการศึกษาของ Masud, Soni, Shrestha, & Tripathi (2016) รายงานการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้วบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ช่วงปี 1960-2009 โดยใช้ดัชนีอุณหภูมิสุดขั้ว (Temperature extreme indices) พบว่าอุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้อมูลในอดีต ผลการศึกษาคาดว่าเกี่ยวข้องกับวันที่มีอากาศร้อน (Summer days) และคืนที่มีอากาศร้อน (Tropical Nights) เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยสังเกตจากจำนวนวันอากาศเย็น (Cool days) และจำนวนคืนอากาศเย็น (Cool nights) คาดว่าจะลดลง ขณะที่จำนวนวันอากาศอุ่น (Warm days) และคืนอากาศอบอุ่น (Warm nights) คาดว่าจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงจำนวนวันอากาศร้อนและคืนอากาศร้อนในข้างต้นไม่มีนัยสำคัญกับการลดลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี รวมทั้งไม่มีนัยสำคัญกับการลดลงของจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มม. และมากกว่า 20 มม. แต่ในกรณีภาพฉายอนาคตตั้งแต่ช่วงปี 2011-2099 กลับพบว่า ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 9.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปีฐาน ช่วงปี 1960-2010

ตัวอย่างเหตุการณ์ในปัจจุบันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศสุดขั้ว กรณีประเทศไทยเกิดขึ้นช่วงเดือนธันวาคม ปี 2016 ภาคใต้ของประเทศครอบคลุมพื้นที่กว่า 12 จังหวัด ประสบกับเหตุการณ์ฝนตกหนัก (Heavy rainfall) ยาวนานติดต่อกันหลายวัน ปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป

ส่งผลให้เกิดอุทกภัยและสร้างความเสียหายอย่างมากต่อภาคใต้ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อหลาย ๆ พื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ ภาคกลางของประเทศไทย คาบสมุทรมลายู และทางตอนเหนือของประเทศอินโดนีเซีย เหตุการณ์อุทกภัยครั้งดังกล่าวทำให้ต้องหยุดการให้บริการรถไฟ มีพื้นที่เกษตรเสียหายกว่า 2,400 เฮกเตอร์ ประชาชนได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์นี้มากกว่า 360,000 ราย และมีผู้เสียชีวิตจำนวน 14 ราย นอกจากนี้ยังพบการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อย่างกรณีลุ่มน้ำโขงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถือเป็นภัยคุกคามต่อความมั่นคงและความยั่งยืนของทรัพยากรน้ำ จากการศึกษาของ Hoang et al. (2015) แสดงให้เห็นว่าวัฏจักรอุทกวิทยาของแม่น้ำโขงทวีความรุนแรงมากขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต และนั่นเป็นสาเหตุทำให้เกิดเหตุการณ์ High flows ที่เพิ่มขึ้นทั้งขนาดและความถี่ ตรงกันข้ามกับเหตุการณ์ Low flows ที่เกิดขึ้นน้อยลง ซึ่งการเกิดเหตุการณ์ Low flows สูงจะช่วยลดความแห้งแล้งจากการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งและช่วยควบคุมความเค็มในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ส่วนเหตุการณ์ High flows ที่เพิ่มขึ้นทั้งขนาดและความถี่จะส่งผลให้เกิดการไหลบ่า (Discharge) รุนแรงเสี่ยงต่ออุทกภัยในลุ่มน้ำมากขึ้น ซึ่งการบริหารเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอุทกวิทยานี้มีความสำคัญต่อผลกระทบหลาย ๆ ด้าน ทั้งความปลอดภัย (Safety) การพัฒนาเศรษฐกิจ และพลวัตของระบบนิเวศ ดังนั้นจำเป็นต้องให้ความสนใจพิเศษต่อประเด็นการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการจัดการน้ำ

การศึกษาของ Dai (2013) รายงานข้อมูลอดีตของปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และดัชนีภัยแล้ง แสดงให้เห็นว่าหลาย ๆ พื้นที่แห้งแล้งเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 1950 ส่วนข้อมูลตรวจวัดทั่วโลกพบว่าความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นถึงปี 2010 มีความสอดคล้องกับผลพยากรณ์จากแบบจำลอง โดยแบบจำลองยังชี้ชัดว่าความรุนแรงและการกระจายของภัยแล้งในอีก 30-90 ปีข้างหน้าจะเกิดขึ้นกับหลาย ๆ พื้นที่ เป็นผลมาจากการลดลงของปริมาณน้ำฝนและการระเหย (Evaporation) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Huang, Yu, Dai, Wei, & Kang (2017) พบว่ามีแนวโน้มเกิดภัยแล้งรุนแรงและแผ่ขยายมากขึ้นในพื้นที่เขตแห้งแล้ง (Dry lands) ทั่วโลก ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่อยู่อาศัยของประชากรโลกมากกว่า 38 เปอร์เซ็นต์และเป็นหนึ่งในพื้นที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องจากทศวรรษที่ผ่านมาพื้นที่เขตแห้งแล้งมีความร้อนบริเวณผิวพื้นทั่วโลกเพิ่มขึ้น (ประมาณ 1.2-1.3 องศาเซลเซียส) สูงกว่าพื้นที่เขตชื้น (Wet lands) ประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 0.8-1.0 องศาเซลเซียส) และพื้นที่เขตแห้งแล้งกำลังเผชิญกับภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้นภายใต้อุณหภูมิที่สูงกว่า 2.0 องศาเซลเซียส รวมถึงพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำแยงซี ลุ่มน้ำหวงโห และลุ่มน้ำโขง อาณาเขตติดต่อกันจะเกิดภัยแล้งขยายตัวและเปราะบางต่อสภาพภูมิอากาศสุดขั้ว โดยการศึกษาของ Huang, Yu, Guan, Wang, & Guo (2016) แสดงอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นของพื้นที่เขตแห้งแล้ง (ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ภายในปลายทศวรรษนี้จะมีเขตแห้งแล้งครอบคลุมพื้นที่กว่าครึ่งของพื้นผิวโลก การขยายตัวของพื้นที่เขตแห้งแล้งนี้อาจทำให้การกักเก็บคาร์บอนลดลงและภาวะโลกร้อนในพื้นที่นั้น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจขยายทั่วทั้งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้นประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จึงอยู่ภายใต้การคุกคามของความแห้งแล้ง ดินเสื่อมโทรม และการกลายเป็นทะเลทราย ตรงกันข้ามบางพื้นที่กลับมีความเข้มข้น (Intensification) ในวัฏจักรอุทกวิทยาเพิ่มขึ้นประกอบกับภูมิอากาศอุ่นขึ้น นั่นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจายเชิงพื้นที่ของ

ปริมาณน้ำฝน จนเกิดความแตกต่างมากขึ้นระหว่างภูมิภาคแห้ง (Dry regions) กับภูมิภาคชื้น (Wet regions) สำหรับความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีนัยต่อการเกิดอุทกภัยจากภูมิอากาศร้อน (Climate warm) โดยเฉพาะภูมิภาคที่แห้งแล้งของโลก (Donat et al., 2016) จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่าที่ผ่านมามีเหตุการณ์สุดขั้วจากความแห้งแล้ง (Dry) และความชุ่มชื้น (Wet) เพิ่มมากขึ้น และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นอีกภายใต้สภาวะโลกร้อน

อย่างไรก็ตาม ควรมีการสังเกตเส้นทางการเคลื่อนที่ (Trajectory) ของภูมิอากาศโลก และความรุนแรงของเหตุการณ์สุดขั้วโดยพิจารณาจากอิทธิพลของความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศตามธรรมชาติ (Natural climatic variability) ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากมนุษย์ (Anthropogenic climate change) (Deser et al., 2014) ในที่นี้ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศตามธรรมชาติ คือ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นเฉพาะภายในระบบภูมิอากาศ (Climate system) เช่น Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) และอื่น ๆ (Deser et al., 2012) สำหรับช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมาพบว่ามีทั้งปัจจัยที่สร้างขึ้นภายใน (หมายถึง Natural climatic variability) และปัจจัยขับเคลื่อนจากภายนอก (หมายถึง Anthropogenic climate change) ล้วนส่งผลต่อแนวโน้มสภาพภูมิอากาศ ทั้งการเปลี่ยนแปลงในระดับโลกและระดับภูมิภาค โดยที่การพิจารณาระดับโลก (Global scale) ในช่วงเวลายาวนานมากกว่าทศวรรษ จะพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกหรือกิจกรรมมนุษย์มากกว่า (Santer et al. 2011; Meehl et al. 2013) แต่เมื่อพิจารณาระดับภูมิภาค (Regional scale) กลับพบว่าทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกล้วนมีอิทธิพลต่อแนวโน้มสภาพภูมิอากาศเท่า ๆ กัน ไม่ว่าจะเป็ นแนวโน้มสภาพภูมิอากาศระหว่างปีหรือแนวโน้มสภาพภูมิอากาศหลายทศวรรษ (มากกว่า 50 ปี) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบละติจูดกลางและละติจูดสูง (Hawkins and Sutton 2009; Deser et al. 2012a,b; IPCC 2014) ทั้งนี้ในระดับภูมิภาคการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากกิจกรรมมนุษย์อาจถูกปกปิด (Masked) จากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในสภาพภูมิอากาศ (Deser et al. 2012a,b; Wallace et al. 2014) ดังนั้นในมุมมองของการบรรเทาและปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ จำเป็นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของความแปรปรวนภายในกับปัจจัยภายนอกจากกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อแนวโน้มภูมิอากาศภูมิภาคในระยะยาว (IPCC 2014)

ส่วนใหญ่การศึกษาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับเหตุการณ์สุดขั้วทางอุทกวิทยาใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก และนิยมใช้ดัชนีภัยแล้ง 2 ดัชนี คือ Palmer Drought Severity Index (PDSI) และ Standardized Precipitation Index (SPI) (Chowdhury et al., 1989; McKee et al., 1993; Guhathakurta 2003; Lloyd-Hughes and Saunders 2002; Pai et al. 2011) แต่ยังไม่มิดัชนีใดที่สามารถใช้วิเคราะห์ความรุนแรง (Severity) และความเข้ม (Intensity) ของเหตุการณ์สุดขั้ว รวมทั้งผลกระทบของเหตุการณ์ในระยะยาวได้ (Dai, 2011) ในทางกายภาพ ดัชนี PDSI แสดงถึง สมดุลน้ำและภูมิอากาศ (Climatic water balance) ซึ่งปกติจะประเมินการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความแห้งแล้งในภูมิภาค (Dai et al., 1998) รวมถึงคำนวณปริมาณน้ำฝน การคาย-ระเหย (Evapo-transpiration) และศักยภาพการอุ้มน้ำ (Water-holding capacity) อย่างไรก็ตามดัชนี PDSI เหมาะกับการวิเคราะห์สมดุลน้ำในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เท่านั้น (Specific time scale) ซึ่ง

ไม่เพียงพอสอดคล้องกับที่คุณลักษณะของเหตุการณ์สุดขั้วที่มีช่วงเวลาแตกต่างกัน (Different times scales) (Vicente-Serrano et al., 2010) แต่เหตุการณ์สุดขั้วโดยเฉพาะภัยแล้ง โดยทั่วไปมีหลายสเกล (Multi-scalar) (Mckee et al., 1993) ดังนั้น PDSI เพียงดัชนีเดียวจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้จำแนกความหลากหลายของภัยแล้งทุกสเกล ในทางกลับกันดัชนี SPI เหมาะสมต่อการนำมาใช้จำแนกเหตุการณ์สุดขั้วในภัยแล้งหลายสเกล แต่ดัชนีนี้วิเคราะห์เพียงปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก ไม่มีการพิจารณาปัจจัยภูมิอากาศอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การศักยการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิอากาศ ทำให้ดัชนี SPI ยังไม่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายความรุนแรงของภัยแล้งได้ดีมากนัก (Weakly) แต่ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยหลายผลงานที่อธิบายถึงบทบาทของอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นสาเหตุของความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในฤดูร้อนบริเวณแถบยุโรปกลาง นอกจากนี้ อุณหภูมิสุดขั้วยังส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของการระเหยน้ำจนเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลิตผลทางการเกษตรในยุโรปเกิดสภาวะขาดน้ำ (Water stress) (Ciais et al. 2005; Fischer et al., 2007) ยิ่งไปกว่านั้นภายใต้สภาวะโลกร้อน ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบ่งบอกถึงความรุนแรงของภัยแล้งได้ ดังนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอุณหภูมิผิวพื้น (Surface temperature) ร่วมด้วย (Dai, 2011) รวมทั้งการพิจารณาประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของดัชนีภัยแล้งอื่น ๆ ด้วย ในงานวิจัยนี้จึงจะพิจารณาดัชนีเพิ่มเติม เช่น Standardized Precipitation–Evapotranspiration Index (SPEI) เพื่อวิเคราะห์เชิงปริมาณของภัยแล้งหลายสเกล (Begueria et al., 2010; Vicente-Serrano et al., 2010) ซึ่งดัชนีดังกล่าวจะวิเคราะห์โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ เพื่อใช้แสดงความรุนแรงของเหตุการณ์สุดขั้วทั้งความแห้งแล้ง (Dry) และชุ่มชื้น (Wet)

จากการทบทวนเอกสารในข้างต้น โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบลักษณะและกลไกพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสุดขั้วรายทศวรรษครอบคลุมภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่หมายรวมถึงคลื่นความร้อน (Heatwave) ฝนตกหนัก (Heavy rain) และภัยแล้ง (Drought) ในขณะเดียวกันโครงการนี้จะอธิบายว่าเหตุใดทศวรรษที่ผ่านมาจึงเกิดภูมิอากาศสุดขั้วบ่อยครั้ง (Frequent) และรุนแรง (Severe) รวมทั้งวิเคราะห์เชิงปริมาณของปัจจัยความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศกับปัจจัยภายนอกจากกิจกรรมมนุษย์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน และภูมิอากาศสุดขั้ว ส่วนสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดสภาพภูมิอากาศสุดขั้วในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ช่วง 10-30 ปีข้างหน้า

2.2 ดัชนีเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขั้ว (SPEI) และข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU

The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) เป็นส่วนขยายจากค่า SPI พัฒนาโดยสถาบัน Pirenaico de Ecologia ประเทศสเปน ดัชนี SPEI จะพิจารณาทั้งปริมาณน้ำฝนและศักยการระเหยน้ำ (Potential Evapotranspiration, PET) เพื่อประเมินความแห้งแล้งที่ต่างจากค่า SPI ซึ่งดัชนี SPEI สามารถวัดความรุนแรงของความแห้งแล้งได้ ทั้งความเข้มข้นและรอบการเกิดเหตุการณ์ สามารถบอกถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเหตุการณ์ และเปรียบเทียบความรุนแรงได้ทั้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ (Nkemdirim & Weber, 1999) นอกจากนี้ SPEI ยังสามารถพิจารณาศักยภาพการระเหยเป็นไอของน้ำที่ส่งผลกระทบต่อความ

รุนแรงของความแห้งแล้ง ค่า SPEI บ่งชี้ถึงความรุนแรงของความแห้งแล้งที่เพิ่มขึ้นเนื่องด้วยความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยเป็นไอของน้ำที่เพิ่มมากขึ้น (Keyantash & Dracup, 2002) ปัจจุบันได้มีการสร้างซอฟต์แวร์เพื่อการคำนวณค่า SPEI แบบอัตโนมัติในช่วงเวลากว้าง ๆ ซึ่งสามารถใช้งานอย่างสาธารณะในเว็บไซต์ของ Spanish National Research Council

ดัชนี SPEI เป็นการรวมประสิทธิผลของดัชนี PDSI และ SPI เพราะดัชนี SPEI สามารถคำนวณความต้องการคายระเหยและประเมินความรุนแรงของเหตุการณ์ในหลายสเกลได้เป็นอย่างดี ซึ่งการคำนวณหาค่าดัชนี SPEI มาจากฝนเฉลี่ยรายเดือน (P) และศักย์การคายระเหยน้ำ (PET) โดยศักย์การคายระเหยน้ำมาจากค่าอุณหภูมิผิวพื้นเฉลี่ยรายเดือนที่คำนวณโดยใช้แนวคิด Thornthwaite method (Thornthwaite 1948) ที่เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น log-logistic สามารถสร้างพารามิเตอร์ได้ 3 ตัว เพื่อใช้คำนวณหาค่าดัชนี SPEI ที่เป็นมาตรฐานในช่วงเวลาแตกต่างกันได้ ซึ่งค่า SPEI สามารถวิเคราะห์ภัยแล้งได้หลากหลายช่วงเวลา ทั้งช่วงระยะสั้น (Shorter scale) เช่น SPEI1 SPEI3 และ SPEI6 ช่วงระยะยาว (Longer scale) เช่น SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 สำหรับการวิเคราะห์ช่วงระยะสั้นภัยแล้งที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนความชื้นในดินและความเพียงพอของน้ำต่ออากาศการเกษตร ส่วนภัยแล้งช่วงระยะยาวมักเกี่ยวกับอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวจะรุนแรงสูงสุดในรอบเวลาประมาณ 4 ปี (Beguería et al., 2010; Dai, 2011; Vicente-Serrano et al., 2010) ดังนั้น ดัชนี SPEI จึงมีความเหมาะสมต่อการตรวจจับ ติดตาม และประเมินเหตุการณ์สุดขีดที่ได้รับผลกระทบมาจากสภาวะโลกร้อน

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์ดัชนี SPEI ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ทั้งช่วงระยะสั้น ได้แก่ SPEI1 SPEI3 และ SPEI6 และวิเคราะห์ดัชนี SPEI ช่วงระยะยาว ได้แก่ SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 การคำนวณจะใช้ชุดคำสั่ง “SPEI Package” ในโปรแกรม R โดยที่ใช้ข้อมูลตัวแปรปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (P) และศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือน (PET) จากข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU4.04 เป็นฐาน ซึ่งการคำนวณค่าดัชนี SPEI มีรายละเอียด (Polong et al., 2019) ดังนี้

(1) คำนวณความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำฝนรายเดือน (P) และศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือน (PET) โดยที่ PET จาก CRU4.04 คำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith formula (Harris et al., 2020)

$$D_j = P_j - PET_j \quad (1)$$

(2) คำนวณความแตกต่างสะสม (The accumulated difference, $X_{i,j}^k$) ระหว่างปริมาณน้ำฝนและศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือน ของแต่ละช่วงเวลา (k-month timescales) โดยที่ $X_{i,j}^k$ เป็นค่าความแตกต่างสะสมระหว่างปริมาณน้ำฝนและศักย์การคายระเหยน้ำที่ timescales เป็น k-month ในเดือน j-month และในปี i-th year และกำหนดให้ $D_{i,j}$ เป็นค่าความแตกต่างราย 1 เดือนของปริมาณน้ำฝนลบกับศักย์การคายระเหยน้ำ ในเดือนที่ j และปีที่ i

$$X_{i,j}^k = \sum_{l=13-k+j}^{12} D_{i-1,l} + \sum_{l=1}^j D_{i,l} \quad , if j < k \quad (2)$$

$$X_{i,j}^k = \sum_{i=j-k+1}^j D_{i,j} \quad , if j \geq k$$

(3) ทำการ Normalize ข้อมูลค่าความแตกต่างสะสม $X_{i,j}^k$ เพราะอาจจะมีบางค่าติดลบ จากนั้นใช้ฟังก์ชัน log-logistic Probability distribution $F(x)$ ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 3 ตัว ได้แก่ *Scale* (α) , *Shape* (β) และ *Position* (γ) เพื่อคำนวณหาดัชนี SPEI ที่เป็นมาตรฐานในช่วงเวลาแตกต่างกัน โดยทั้ง 3 พารามิเตอร์ สามารถคำนวณได้ตามสมการของ (Vicente-Serrano et al., 2010) ส่วนการคำนวณฟังก์ชัน $F(x)$ ใช้สมการ ดังนี้

$$F(X) = \left[1 + \left(\frac{\alpha}{x-\gamma} \right)^\beta \right]^{-1} \quad (3)$$

(4) คำนวณค่าความเป็นไปได้ หรือค่า p โดยใช้ค่าที่ได้รับจากการ Normalize ในฟังก์ชัน $F(x)$ จากนั้นนำค่า p มาคำนวณตามสมการหาค่า w เพื่อใช้เป็นค่าพารามิเตอร์หลักประกอบการคำนวณตามสมการหาดัชนี SPEI โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้ หากกรณีที่ค่า $p \leq 0.5$ คำนวณหาค่า w โดยใช้สมการที่ (5) และ คำนวณค่าดัชนี SPEI โดยใช้สมการที่ (6) ส่วนกรณีที่ค่า $p > 0.5$ คำนวณหาค่า w โดยใช้สมการที่ (7) และ คำนวณค่าดัชนี SPEI โดยใช้สมการที่ (8) ซึ่งทั้งสมการที่ (6) และสมการที่ (8) มีค่าคงที่ ดังนี้ $C_0 = 2.515517$, $C_1 = 0.802853$, $C_2 = 0.010328$, $d_1 = 1.432788$, $d_2 = 0.189269$, $d_3 = 0.001308$ (Gao et al., 2017)

$$p = 1 - F(X) \quad (4)$$

$$w = \sqrt{-2 \ln p} \quad (5)$$

$$SPEI = w - \frac{C_0 + C_1 w + C_2 w^2}{1 + d_1 w + d_2 w^2 + d_3 w^3} \quad (6)$$

$$w = \sqrt{-2 \ln(1 - p)} \quad (7)$$

$$SPEI = \frac{C_0 + C_1 w + C_2 w^2}{1 + d_1 w + d_2 w^2 + d_3 w^3} \quad (8)$$

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน และศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือน จาก Climatic Research Unit Timeseries version 4.04 (CRU TS4.04) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลล่าสุด ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก บันทึกข้อมูลตั้งแต่ปี 1901-2019 โดยชุดข้อมูลของ CRU เป็นผลการวิเคราะห์ที่อยู่บนพื้นฐานข้อมูลสถิติจาก 4,000 สถานีตรวจวัด เป็นชุดข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.5 องศา (Gridded resolution 0.5 degree)

2.3 เกณฑ์ดัชนี SPEI เพื่อประเมินเหตุการณ์สุดขั้ว (SPEI criteria for extreme event detection)

คำนวณดัชนี SPEI ในแต่ละเดือน (Each month) ครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่ปี 1970-2019 ตามฐานข้อมูลเวอร์ชันล่าสุดของ CRU 4.04 ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการคำนวณดัชนี SPEI ในช่วงเวลาตามฐานข้อมูล

CRU โดยคำนวณแบบหลายสเกลเป็น 1, 3, 6, 12, 18 และ 24 เดือน จำแนกเหตุการณ์สุดขั้วที่เกิดขึ้นทั้งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ค่า SPEI จากงานของ Potop et al. (2014) สำหรับเหตุการณ์สุดขั้วแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แห้งแล้ง (Dry) และชุ่มชื้น (Wet) มีการให้นิยามไว้ดังนี้ ช่วงเวลาแห้งแล้ง (Dry episode) คือ ระยะเวลา 1 เดือนหรือยาวนานกว่านั้น มีค่า SPEI เท่ากับหรือต่ำกว่า -1 ส่วนช่วงเวลาที่ชุ่มชื้น (Wet episode) คือ ระยะเวลา 1 เดือนหรือยาวนานกว่านั้น ค่า SPEI เท่ากับหรือมากกว่า 1 นอกเหนือจากนั้น คือ ค่า SPEI ที่อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 แสดงว่าเป็นช่วงเหตุการณ์ปกติ (Normal episode)

ในข้างต้นเป็นเพียงการจำแนกเหตุการณ์ภัยแล้งที่แบ่งออกเป็นเหตุการณ์แห้งแล้ง (Dry) และชุ่มชื้น (Wet) แต่ภายใต้เหตุการณ์ดังกล่าวยังสามารถจำแนกระดับความรุนแรงออกเป็น 7 ระดับ โดยใช้การคำนวณค่า SPEI เป็นฐาน (Polong et al., 2019; Somorowska, 2016) รายละเอียดดังนี้

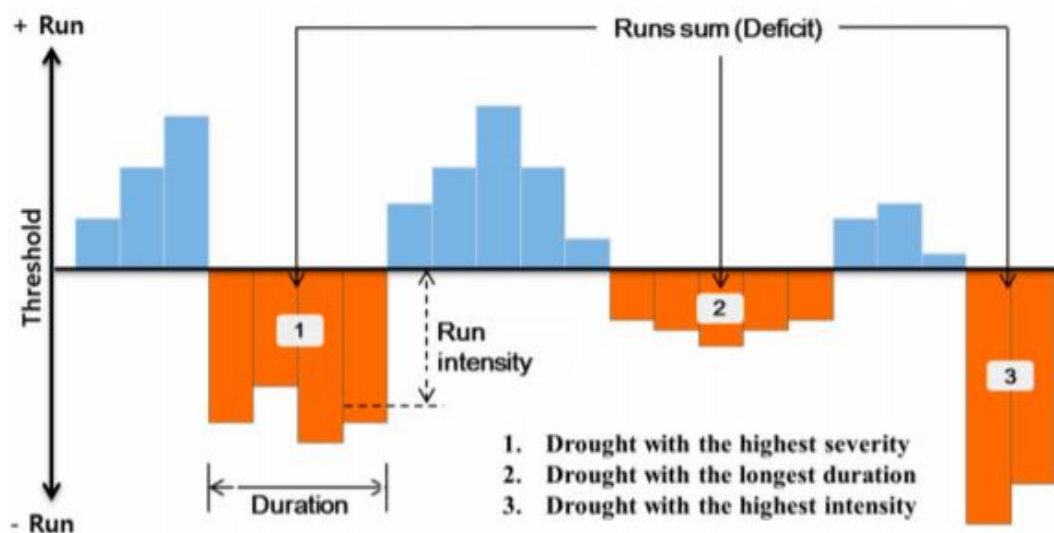
ตารางที่ 1 การจำแนกความรุนแรงของเหตุการณ์แห้งแล้งและชุ่มชื้น โดยคำนวณจากค่า SPEI

Category	SPEI value
Extreme dryness	Less than -2.00
Severe dryness	-1.99 to -1.50
Moderate dryness	-1.49 to -1.00
Near normal	-0.99 to 0.99
Moderate wetness	1.00 to 1.49
Severe wetness	1.50 to 1.99
Extreme wetness	More than 2

นอกจากการคำนวณระดับความรุนแรงของเหตุการณ์แห้งแล้งและชุ่มชื้นตามตารางที่ 1 ดังนี้ SPEI ยังสามารถนำมาใช้อธิบายคุณลักษณะเหตุการณ์แห้งแล้งและชุ่มชื้นที่หลากหลายทั้ง ความยาวนาน (Duration) ความรุนแรง (Severity) ความเข้ม (Intensity) และความถี่ (Frequency) ของการเกิดเหตุการณ์แห้งแล้งและชุ่มชื้น (Lee et al., 2017; Polong et al., 2019)) ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม Runs Theory (รูปที่ 1) รายละเอียดดังนี้ การวิเคราะห์ความยาวนานของเหตุการณ์ (Duration) เป็นการนับความต่อเนื่องของเหตุการณ์ที่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ให้เหตุการณ์แห้งแล้ง ค่า $SPEI \leq -1$ ส่วนเหตุการณ์ชุ่มชื้น ค่า $SPEI \geq 1.5$ ส่วนการวิเคราะห์ความถี่ของเหตุการณ์ (Frequency) เป็นการคำนวณจากจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ ตามเกณฑ์ในตารางที่ 1 ทหารด้วยจำนวนเดือนทั้งหมด ส่วนการวิเคราะห์ความรุนแรงของเหตุการณ์ (Severity) เป็นการหาค่าผลรวมของ SPEI ที่เกิดขึ้นภายในความยาวนานของเหตุการณ์ภัยแล้งในแต่ละครั้งใช้สมการที่ (9) และสุดท้ายการวิเคราะห์ความเข้ม (Intensity) คือการนำค่าความรุนแรงของเหตุการณ์หารด้วยความยาวนานของเหตุการณ์ตามสมการที่ (10)

$$S = \sum_{i=1}^{Duration} Index \quad (9)$$

$$I = \frac{Severity}{Duration} \quad (10)$$



รูปที่ 1 การวิเคราะห์คุณลักษณะภัยแล้งโดยใช้ Runs Theory

ที่มา: Lee et al., (2017)

โดยทั่วไปแล้วดัชนี SPEI มักจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ภัยแล้ง ในหลายพื้นที่ทั่วโลก เช่น การศึกษาภัยแล้งในทางตอนเหนือของแซมเบีย (Tirivarombo et al., 2018) อินเดีย (Alam et al., 2017) เคนย่า (Polong et al., 2019) โปแลนด์ (Somorowska, 2016) จีน (Gao et al., 2017; Zhang et al., 2018; Zhao et al., 2017) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่ได้นำดัชนี SPEI มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาอุทกภัย เช่น การศึกษาอุทกภัยในจีน (Sun et al., 2017) แอฟริกาใต้ (Ayugi et al., 2020) ออสเตรเลีย (Zhao et al., 2017) เคนย่า (Polong et al., 2019) และซาสาร่า แอฟริกา (Bischiniotis et al., 2018)

สำหรับการศึกษาอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา แต่ละการศึกษาเลือกความแตกต่างของเวลาต่างกัน เช่น SPEI01 (Bischiniotis et al., 2018; Zhao et al., 2017) SPEI03 (Ayugi et al., 2020; Bischiniotis et al., 2018; Sun et al., 2017) SPEI06 (Bischiniotis et al., 2018; Polong et al., 2019) SPEI12 (Ayugi et al., 2020; Polong et al., 2019; Wang et al., 2017) นอกจากนี้แต่ละการศึกษายังกำหนดเกณฑ์บ่งชี้สถานการณ์อุทกภัยแตกต่างกัน เช่น SPEI > 0.5 (Sun et al., 2017) SPEI > 1.0 (Ayugi et al., 2020; Guerreiro et al., 2008; Polong et al., 2019) SPEI > 1.5 (Bischiniotis et al., 2018) ส่วนกรณีการเกิดน้ำท่วมรุนแรงสุดขีด (Extremely wet weather) คือ SPEI > 2.0 (Bischiniotis et al., 2018; Wang et al., 2017) ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ SPEI เพื่อวิเคราะห์การเกิดภัยแล้ง

งานวิจัยครั้งนี้เห็นว่าการจะวิเคราะห์สถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยควรใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา จึงเดือนใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาประกอบด้วย SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 เพื่อจากบริบทของประเทศไทยเป็นการเกิดเหตุการณ์อุทกภัยในระยะเวลาสั้น ๆ และมักเกิดเป็นประจำในช่วงฤดูฝนเท่านั้น จึงเลือกวิเคราะห์เฉพาะดัชนีระยะสั้นถึงระยะกลาง ส่วนเกณฑ์สำหรับบ่งชี้การเกิดอุทกภัยเป็นการประยุกต์จากหลายงานวิจัย ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งอุทกภัยเป็น 2 ระดับ คือ อุทกภัยรุนแรง กำหนดให้ค่า SPEI > 1.5 และอุทกภัยรุนแรงสุดขีด กำหนดให้ค่า SPEI > 2.5 เป็นต้นไป

2.4 การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น (Trend analysis and linear fit)

การวิเคราะห์แนวโน้มทั่วไปมักใช้วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple linear regression) หมายถึง การคาดการณ์แนวโน้มของข้อมูลในแนวเส้นตรงที่เส้นตรงนี้ลากผ่านจุดข้อมูลแต่ละจุดให้ได้มากที่สุดหรือมีระยะห่างระหว่างจุดกับเส้นน้อยที่สุด เส้นดังกล่าวจึงเป็นเส้นตรงที่ดีที่สุด สามารถคำนวณได้ตามสมการ (11) ที่กำหนดให้ X_i คือ ตัวแปรอิสระ B คือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรตาม และ A คือ ค่าของตัวแปรตามเมื่อตัวแปรอิสระทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์ สำหรับค่า A และค่า B นั้น สามารถประมาณได้โดยใช้วิธีการ Linear least square fitting method ซึ่งแนวโน้มที่ได้รับพิจารณาจากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test แบบสองหาง (Two tails) ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

$$Y_i = BX_i + A \quad (11)$$

นอกจากการวิเคราะห์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย ในงานวิจัยนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ (Mann-Kendall test) เป็นการทดสอบทางสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจสอบหาค่าแนวโน้มอนุกรมเวลา (time series trend) ของข้อมูลด้านอุทก-อุตุนิยมวิทยา (Hydro-meteorological) โดยสามารถกำหนดใช้ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Levels) ที่ร้อยละ 90 95 และ 99 ตัวอย่างการศึกษาของ (Somorowska, 2016) นำวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ มาวิเคราะห์แนวโน้มของดัชนี SPEI โดยพิจารณาจากค่านัยสำคัญทางสถิติ (Statistical significance, Z) เมื่อค่า Z เป็นลบ แสดงว่าค่าดัชนี SPEI มีแนวโน้มลดลง (Decreasing trend) มีความหมายว่า พื้นที่นั้น ๆ มีแนวโน้มแห้งแล้ง ส่วนกรณีที่ค่า Z เป็นบวก แสดงว่าค่าดัชนี SPEI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Increasing trend) มีความหมายว่า พื้นที่นั้น ๆ แนวโน้มชุ่มชื้นขึ้น สำหรับในงานวิจัยวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ โดยใช้ชุดคำสั่งสำเร็จรูปจาก NCL (<https://www.ncl.ucar.edu/Applications/>) ที่มีหลักการคิดวิเคราะห์และสมการอ้างอิงจากงานของ (Mondal et al., 2012) งานดังกล่าวได้ทำการดัดแปลงวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ โดยทำ pre-whitening เพื่อลด autocorrelated และทำการประมาณค่าเส้นแนวโน้มโดยใช้วิธี Theil-Sen วิธีนี้จะใช้การลากเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดที่สุ่มขึ้นมา ทำให้เกิดเส้นตรงขึ้นมาจำนวนมาก จากนั้นวิเคราะห์แนวโน้มเส้นตรงเฉลี่ยจากข้อมูลเส้นตรงทั้งหมด

2.5 WRF-CESM model simulations

ศูนย์วิจัยบรรยากาศแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Center for Atmospheric Research, NCAR) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองอากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction, NWP) ในชื่อ WRF (The Weather Research and Forecasting) ซึ่งแบบจำลอง WRF เป็นแบบจำลองรุ่นล่าสุดที่ถูกออกแบบมาเพื่อการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบรรยากาศ ขณะเดียวกันยังถูกใช้เป็นระบบพยากรณ์อากาศเพื่อการศึกษาวิจัยด้านบรรยากาศในช่วงสั้นๆ (Ansell, Mass, & Hakim, 2011) และล่าสุดถูกพัฒนาประยุกต์ให้เป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model) ที่มีความละเอียดสูงและสามารถจำลองสภาพภูมิอากาศได้ระยะยาวขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาหลายสิบปีได้ (Chotamonsak, Salathé, Kreasuwan, Chantara, & Siriwitayakorn, 2011; Salathé, Leung, Qian, & Zhang, 2010)

ในงานวิจัยนี้แบบจำลอง WRF จะถูกใช้เป็นแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค (Regional Climate Model, RCM) เพื่อใช้ย่อส่วน (Downscale) แบบจำลองระดับโลก Community Earth System Model ชื่อย่อ CESM พัฒนาโดย NCAR และการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากเฟส 5 หรือ Coupled Model Intercomparison Experiment ชื่อย่อ CMIP5 ซึ่งได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากรายงานการประเมิน ฉบับที่ 5 (AR5) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง CESM สำหรับสภาพภูมิอากาศในอดีต (Historical) ช่วงปี 1975-2005 และข้อมูลจากแบบจำลอง CESM เพื่อคาดการณ์อนาคต ช่วงปี 2020-2050 โดยวิเคราะห์จากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกัน 2 ภาพฉาย คือ 1) Representative Concentration Pathway 4.5 (RCP4.5) และ 2) Representative Concentration Pathway 8.5 (RCP8.5) โดยนิยามของ Moss et al. (2010) RCP4.5 หมายถึง การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 4.5 W/m² ส่งผลกระทบบระดับปานกลางเมื่อสิ้นสุดศตวรรษที่ 21 ส่วน RCP8.5 หมายถึง การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 8.5 W/m² ที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงเมื่อสิ้นสุดศตวรรษที่ 21 เป็นต้น สำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง WRF-CESM เพื่อหาค่า PET และค่าดัชนีสภาพภูมิอากาศสุดขั้วอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษาประเทศไทย

2.6 การประเมินแบบจำลอง WRF-CESM

เมื่อทำการเปรียบเทียบชุดข้อมูลตรวจวัดกับผลจากแบบจำลองที่ผ่านการย่อส่วน (Downscaled data) อาจเกิดความไม่แน่นอนของผลการจำลอง (Uncertainties) ซึ่งสามารถเกิดจากปัจจัย ดังนี้ คือ 1) การจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น (Local) และระดับภูมิภาค (Regional) อาจได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิประเทศท้องถิ่นไม่สามารถแสดงในแบบจำลองระดับภูมิภาคได้อย่างสมบูรณ์ 2) แบบจำลองภูมิอากาศในระดับภูมิภาคอาจมีความเอนเอียง (Bias) ของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ เนื่องจากตัวแทนของกระบวนการทางภูมิอากาศที่นำมาใช้ไม่เพียงพอ และ 3) ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกิดจากการทับซ้อน

(Superposition) ของกิจกรรมมนุษย์ทำให้เกิดแนวโน้มและความแปรปรวนตามธรรมชาติความถี่ต่ำภายในระบบภูมิอากาศ (Inherent natural low frequency variability)

เพื่อเอาชนะข้อจำกัดดังกล่าวเราได้ใช้วิธีการต่อไปนี้ อันดับแรกตรวจสอบแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบกับความแปรปรวนธรรมชาติความถี่ต่ำที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง จากนั้นทำการประมาณค่า (Interpolate) ผลจากแบบจำลอง WRF-CMIP5 ไปที่ความละเอียดกริดของ CRU ทั่วทั้งพื้นที่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต่อมาจะทำการคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนและค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน ในรูปแบบ Running mean เป็นระยะเวลา 11 ปี ครอบคลุมทุกกริดเซลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การคำนวณดังกล่าวดำเนินการทั้งในข้อมูลตรวจวัดจาก CRU และข้อมูลจากแบบจำลอง WRF-CMIP5 ของช่วงในอดีต (Historical model simulations) ซึ่งพารามิเตอร์ที่กล่าวไว้ข้างต้นทั้งค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนและค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือน จะถูกนำมาใช้ประเมินค่าเฉลี่ยความเอนเอียงแบบจำลอง (Model bias) ของแต่ละกริดเซลทั่วทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากนั้นหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแบบจำลองที่ผ่านการปรับแก้ความถูกต้องแล้ว (Bias corrected model) กับข้อมูลตรวจวัด โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่มีค่าความสัมพันธ์ดี (Best correlation) ต้องมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลา 11 ปี ของ Running mean กระบวนการดำเนินงานข้างต้นจะทำให้ได้รับแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

2.7 NCAR CESM Global Bias-Corrected CMIP5

การปรับแก้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับโลก Community Earth System Model (CESM1) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลเฟส 5 หรือ CMIP5 ที่ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากรายงานการประเมิน ฉบับที่ 5 (AR5) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ตัวแปรทั้งหมดในชุดข้อมูลนี้ต้องมีการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial conditions) และเงื่อนไขขอบ (Boundary conditions) เพื่อให้การคาดการณ์ในแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF เป็นมาตรฐานกลางตามรูปแบบไฟล์ข้อมูล WRF model ซึ่งข้อมูลที่ได้รับเป็นค่าประมาณจากระดับความสูง (ความกดอากาศ) ที่แตกต่างกันถึง 26 ชั้น และมีไฟล์ข้อมูลทุก ๆ 6 ชั่วโมง สำหรับการปรับแก้ข้อมูลใช้วิธีการ (Method) ตามการศึกษาของ Brurere et al. (2014) ข้อมูลที่ใช้ปรับแก้มีดังนี้ 1) European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) และ 2) Interim Reanalysis (ERA-Interim) ข้อมูลทั้ง 2 แหล่ง ครอบคลุมตั้งแต่ปี 1981-2005 ส่วนโครงการวิจัยนี้จะสร้างแบบจำลองเพื่อจำลองสภาพภูมิอากาศย้อนหลังเป็นเวลา 30 ปี ตั้งแต่ 1975-2005 และสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกัน 2 ภาพฉาย คือ RCP4.5 และ RCP8.5 ตั้งแต่ 2021-2050 โดยจะใช้เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบจากแบบจำลอง CESM (CMIP5) เป็นตัวขับเคลื่อนแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF

2.8 CESM1-CAM5-BGC-Large Ensemble (LE)

Community Earth System Model Large Ensemble (CESM-LE) ถูกออกแบบโดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตและอนาคตอันใกล้ (ปี 1920-2080) โดยวิเคราะห์จากความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศ (Internal climate variability) บ่อยครั้งที่ความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศผันผวน (Confused) จนส่งผลให้แบบจำลองผิดพลาด Tebaldi et al., (2011) และบางครั้งก็ยากที่จะปรับลดความผันผวนเหล่านั้น ทั้งนี้ในทุกแบบจำลอง CESM-LE จะใช้แบบจำลอง CMIP5 ควบคู่กับแบบจำลองภูมิอากาศอื่น (CMIP5 coupled climate model) เช่น CESM1 ร่วมกับ CAM5 แบบจำลองนี้ในทุกองค์ประกอบมีความละเอียดแนวราบ (Resolution horizontal) ประมาณ 1 องศา โดยที่แบบจำลองควบคู่ CESM1 (CAM5) ประกอบด้วย บรรยากาศ (Atmosphere) มหาสมุทร (Ocean) พื้นดิน (Land) และธารน้ำแข็ง (Sea ice) (Hurrell et al., 2013) นอกจากการคำนวณวัฏจักรคาร์บอนบนพื้นดินแล้ว CESM-LE ยังสามารถคำนวณเกี่ยวกับชีวธรณีเคมี (Biogeochemistry, BGC) ภายในระบบนิเวศมหาสมุทร และวัฏจักรคาร์บอนในบรรยากาศได้ด้วย (Lawrence et al. 2012; Long et al. 2013; Moore et al. 2013; Lindsay et al. 2014) ในแต่ละชุดข้อมูล CESM-LE มีเส้นพยากรณ์ (Trajectory) ที่แตกต่างกัน เพราะแต่ละเส้นพยากรณ์มีความแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากการกำหนดเงื่อนไขข้อมูลเริ่มต้นพยากรณ์ภูมิอากาศแตกต่างกัน จึงต้องมีการปรับให้แต่ละเส้นข้อมูลที่แตกต่างกันเป็นชุดข้อมูลที่มีความราบเรียบมากขึ้น (Round-off) อีกนัยหนึ่งกล่าวว่า การกระจายของชุดข้อมูล CESM-LE เป็นผลจากความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวเพราะหลังจากที่เงื่อนไขเริ่มต้นของการพยากรณ์ภูมิอากาศหมดอิทธิพล การพยากรณ์ข้อมูล (Member) ภายในชุดข้อมูลล้วนแตกต่างกันออกไปเป็นผลมาจากความผันผวนของการหมุนเวียนบรรยากาศ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกิดจากกระบวนการสุ่ม (Lorenz 1963; Deser et al. 2012b) ดังนั้น CESM-LE จึงช่วยประเมินอิทธิพลที่สัมพันธ์กันบนระบบภูมิอากาศระหว่างปัจจัยความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศ (Internal climate variability) กับปัจจัยขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Forced climate change)

สำหรับปัจจัยขับเคลื่อน (historical forcings) เพื่อพยากรณ์อดีตช่วง 1920-2005 ประยุกต์จากงานของ Lamarque et al. (2010) และปัจจัยขับเคลื่อนของภาพฉาย RCP8.5 (RCP8.5 forcing) ประยุกต์จากงานของ Meinshausen et al. (2011) และ Lamarque et al. (2011) เพื่อพยากรณ์ตั้งแต่ปี 2006-2080 ซึ่งแบบจำลอง CESM-LE คำนวณความเข้มข้นโอโซนจากแบบจำลองควบคู่คู่-เคมี CESM1- WACCM (Whole Atmosphere Community Climate Model) โดยที่กำหนดสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน ตามการศึกษาของ Kay et al. (2015)

สำหรับในโครงการวิจัยความร่วมมือนี้ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองระดับโลก CESM-LE จะถูกดำเนินการโดยทีมนักวิจัยจากประเทศจีน โดยวิเคราะห์ครอบคลุมภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวม

ประเทศจีนตอนใต้ ส่วนที่นักวิจัยประเทศไทยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลอง WRF-CESM และเน้นวิเคราะห์ในพื้นที่ครอบคลุมประเทศไทยเท่านั้น

2.9 การจำแนกปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในต่อระบบภูมิอากาศ

การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของบางแบบจำลอง (Individual model) อาจจะเป็นผลมาจากการทับซ้อน (Superposition) ของปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกตามธรรมชาติ (External natural forcings) ความแปรปรวนภายในของสภาพภูมิอากาศ (Internal climate variability) และปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกจากกิจกรรมมนุษย์ (Anthropogenic external forcing) เช่น การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (GHG) ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปแบบสมการ 12 ดังนี้

$$\text{Tot.trend} = (\text{Ext.Nat.forc.} + \text{Ext.anthro.forc.}) + \text{Int.Clim.variab.} \quad (12)$$

ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทนำ ทุกสมาชิกการจำลองในชุดข้อมูล CESM-LE อยู่ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้นที่เหมือนกัน เช่น ปัจจัยขับเคลื่อนการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Radiative forcing) เหมือนกัน จะมีแค่อุณหภูมิอากาศเริ่มต้นที่แตกต่างกันเล็กน้อย หลังจากการจดจำเงื่อนไขเริ่มต้นหายไป (Initial condition memory lost) สมาชิกแต่ละตัวจะมีผลพยากรณ์ยุ่งเหยิง (Evolves chaotically) และกระจัดกระจาย (Spread) ซึ่งเป็นผลมาจากความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศอย่างเดียว เพื่อแสดงให้เห็นถึงประเด็นดังกล่าวเราได้แยกแนวโน้มภาพรวมของแต่ละแบบจำลอง โดยนำการตอบสนองต่อปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในมารวมด้วย (Desar et al., 2014) สำหรับปัจจัยภายนอกหมายถึงกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ก๊าซเรือนกระจก ละอองลอย (Aerosols) เป็นต้น และปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ภูเขาไฟ เป็นต้น ดังนั้นการแยกส่วนสามารถทำได้ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของสมาชิกในทุกชุดข้อมูล (Represent external forced response) ซึ่งเป็นค่าคงที่จากทุก ๆ การรัน ลบกับค่าแนวโน้ม Ensemble mean ที่มาจากความแปรปรวนภายในสภาพภูมิอากาศ (Represents internal climatic variability) สามารถเขียนสมการได้ ดังนี้

$$(\text{Nat.Variab}) = (\text{Tot.Trend}) - \text{Ensemble Mean Trend.} \quad (13)$$

การประเมินเชิงปริมาณของความแปรปรวนภายในและการขับเคลื่อนภายนอกทำได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ signal-to-noise (SNR) ซึ่งนิยามของวิธีการดังกล่าว คือ แนวโน้มค่าสัมบูรณ์ (Absolute value) ของปัจจัยขับเคลื่อนหรือค่าเฉลี่ยชุดพยากรณ์ (Ensemble mean)หารด้วยแนวโน้มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของสมาชิกแต่ละชุดพยากรณ์ (Individual ensemble members) ดังนั้นสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับขนาด (Magnitude) ของปัจจัยขับเคลื่อน และปัจจัยภายในที่เป็นองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต แต่ยังไม่ได้แสดงถึงแรงขับเคลื่อนภายในที่เชื่อมโยงกับมิติเชิงพื้นที่

$$\text{SNR} = \text{Forced/Natural} = \text{Mean/Std} \quad (14)$$

จากชุดพยากรณ์ขนาดใหญ่เหล่านี้ เราจะได้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของอุณหภูมิ (เพิ่มหรือลด) ในช่วงเวลาในอดีต รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลายทศวรรษที่ผ่านมาโดยการนับจำนวน

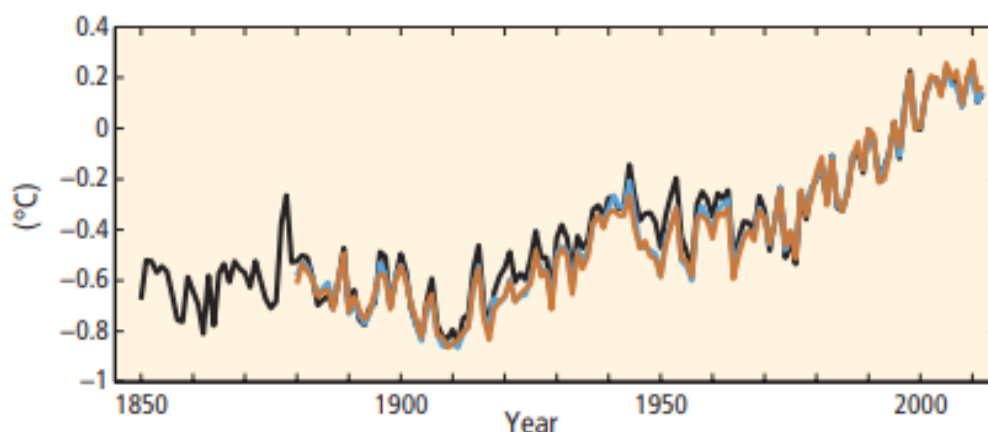
เหตุการณ์พยากรณ์ที่มีแนวโน้มเป็นบวก (Positive trend) ทารด้วยเหตุการณ์พยากรณ์ทั้งหมดในแต่ละแบบจำลอง ซึ่งเหตุการณ์พยากรณ์มาจากวิธีการจำลองแบบชุดทั้งสิ้น (Model ensembles) เพราะการเลือกผลพยากรณ์จากสมาชิกตัวใดตัวหนึ่งอาจได้ผลลัพธ์ตรงข้ามกับแนวโน้มภาพรวม ซึ่งความแปรปรวนที่เกิดขึ้นอาจได้รับอิทธิพลจากความไม่แน่นอนเชิงพื้นที่ของความแปรปรวนภายใน เป็นต้น การวิเคราะห์แนวโน้มโลกร้อนใช้สมการที่ (15) แนวโน้มเชิงบวก แสดงว่า โลกมีแนวโน้มร้อนขึ้น (Warming) ส่วนแนวโน้มเชิงลบ แสดงว่า โลกมีแนวโน้มเย็นขึ้น (Cooling)

$$\% \text{ warming trend} = (\text{No. of runs with +ve trend}) / (\text{Total no. of runs}) \times 100 \quad (15)$$

สำหรับการวิเคราะห์จำแนกปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในต่อระบบภูมิอากาศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้โครงการวิจัยความร่วมมือนี้ จะถูกดำเนินการโดยทีมนักวิจัยจากประเทศจีน ซึ่งหากได้ผลการวิเคราะห์แล้วจะได้นำเสนอผลในรายงานฉบับต่อไป

2.10 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ IPCC บ่งชี้ว่ามนุษย์มีอิทธิพลต่อระบบอากาศอย่างชัดเจน และในปัจจุบันการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์มีค่าสูงกว่าอดีตมาก ระบบอากาศที่ร้อนขึ้นเห็นได้อย่างชัดเจนนับตั้งแต่ปี 1950 โดยข้อมูลตรวจวัดจากหลายแหล่งพบการเปลี่ยนแปลงอากาศร้อนขึ้นเกินกว่าที่เคยเกิดในรอบสหัสวรรษที่ผ่านมา ทั้งความร้อนที่เพิ่มขึ้นในบรรยากาศและมหาสมุทร ส่งผลให้หิมะและน้ำแข็งลดลงรวมทั้งระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบอุณหภูมิผิวพื้นครอบคลุมพื้นดินและมหาสมุทร โดยใช้การคำนวณแนวโน้มเชิงเส้นตรงจะพบว่าอุณหภูมิผิวพื้น ปี 1880-2012 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.85 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2)

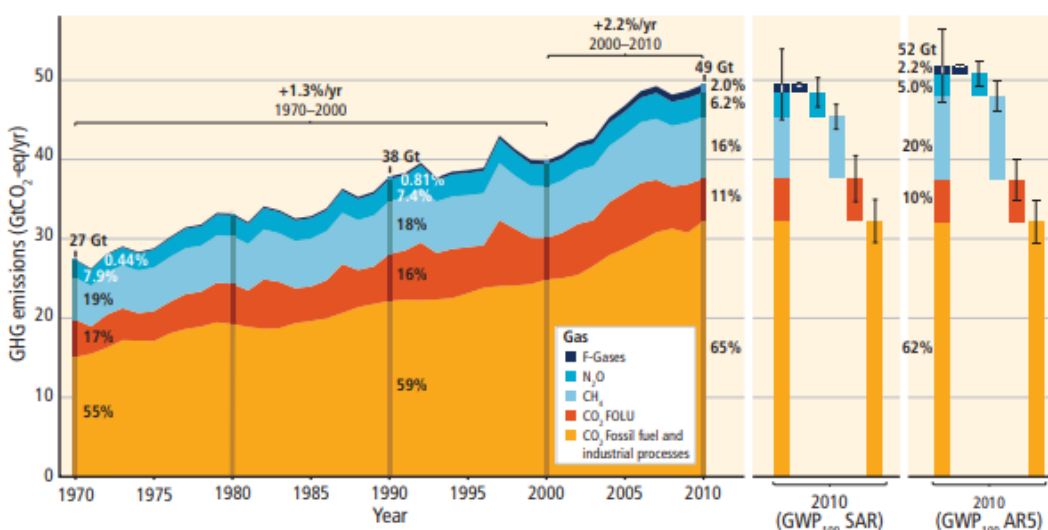


รูปที่ 2 ความแปรผันไปจากสภาวะปกติของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรวมบนพื้นผิวดินและมหาสมุทรโลก
ที่มา: IPCC (2014)

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ซึ่งการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผา

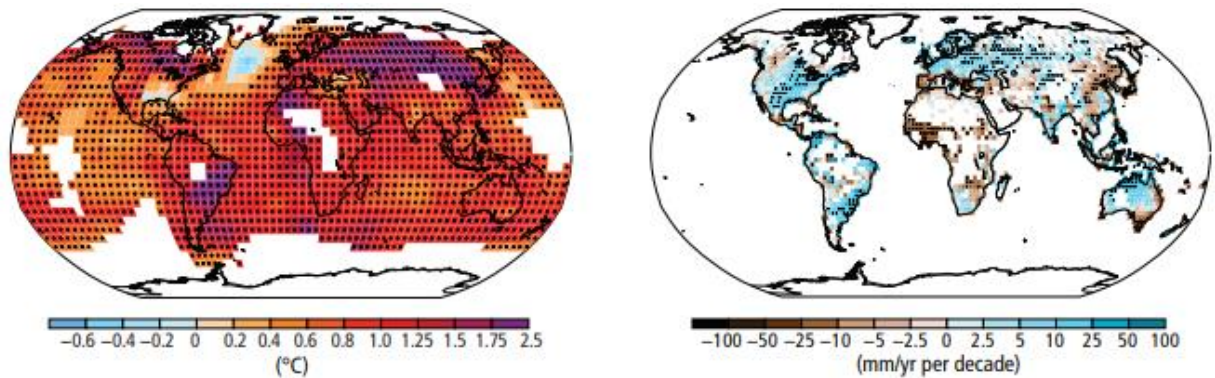
ใหม่เชื้อเพลิงฟอสซิลและจากกระบวนการในอุตสาหกรรม คิดเป็นประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวโลกเกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจและประชากรโลกเพิ่มขึ้นสูง ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหลายภาคส่วนทั้งการปลดปล่อยจากการผลิตอิเล็กทรอนิกส์ สิ่งปลูกสร้าง การขนส่ง อุตสาหกรรม และภาคพลังงาน รวมทั้งการปลดปล่อยจากภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ที่ดิน เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) (40%, 150%, 20% ตามลำดับ) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของระบบอากาศที่ขับเคลื่อนโดยมนุษย์จึงเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อภูมิอากาศร้อนขึ้นในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 จวบจนถึงปัจจุบัน โดยที่ผลรวมของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 1970-2010 และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 2000-2010 (รูปที่ 3)

รูปที่ 4 (ซ้าย) แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวพื้น (Surface temperature) ตั้งแต่ช่วงปี 1901-2010 ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นตรง โดยกริดที่แสดงค่าสีต้องมีข้อมูลมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปและนัยสำคัญเป็น 0.1 ส่วนกริดที่มีข้อมูลต่ำกว่าที่กำหนดจะไม่กำหนดค่าสี จากรูปดังกล่าวพบว่าสอดคล้องกับคำกล่าวในข้างต้นที่ระบุว่า อุณหภูมิผิวพื้นของโลกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.85 องศาเซลเซียส (0.65-1.06 องศาเซลเซียส) ในช่วงปี 1880-2012 ขณะที่รูป 4 (ขวา) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี (Annual accumulation precipitation) จากข้อมูลค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในช่วงปี 1901-1950 ยังถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นระดับต่ำ แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงหลังปี 1950 เป็นต้นไป ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนถือว่ามีแนวโน้มที่ดีขึ้น ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับปานกลาง และหากพิจารณาบริบทของซีกโลกเหนือจะพบว่าบริเวณละติจูดกลาง (Mid-latitude) ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนช่วงปี 1901-1950 มีความเชื่อมั่นระดับปานกลาง และขยับขึ้นเป็นความเชื่อมั่นระดับสูงเมื่อเข้าสู่ช่วงหลังปี 1950 แต่บริเวณละติจูดอื่น ๆ ยังถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นที่ค่อนข้างต่ำกว่า



รูปที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ (พันล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)
ที่มา: IPCC (2014)

สำหรับผลกระทบจากสภาวะที่อากาศร้อนขึ้นในรายงานของ IPCC กล่าวว่ากิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อวัฏจักรน้ำตั้งแต่ปี 1960 เพราะกิจกรรมของมนุษย์ส่งอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นในชั้นบรรยากาศ (ความชื้นระดับปานกลาง) และยังส่งอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝนในระดับโลก (ความชื้นระดับปานกลาง) รวมทั้งส่งผลต่อความชื้นฝนและเหตุการณ์ฝนตกหนักในภาคพื้นทวีป (ความชื้นระดับปานกลาง) นอกจากนี้สภาวะที่อากาศร้อนขึ้นยังส่งผลกระทบต่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจาก 2 ปัจจัย คือ การขยายขอบเขตของพื้นที่อุณหภูมิอากาศร้อนและการลดลงของธารน้ำแข็ง (ความชื้นระดับสูง)



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวพื้นและการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสม ปี 1901-2010

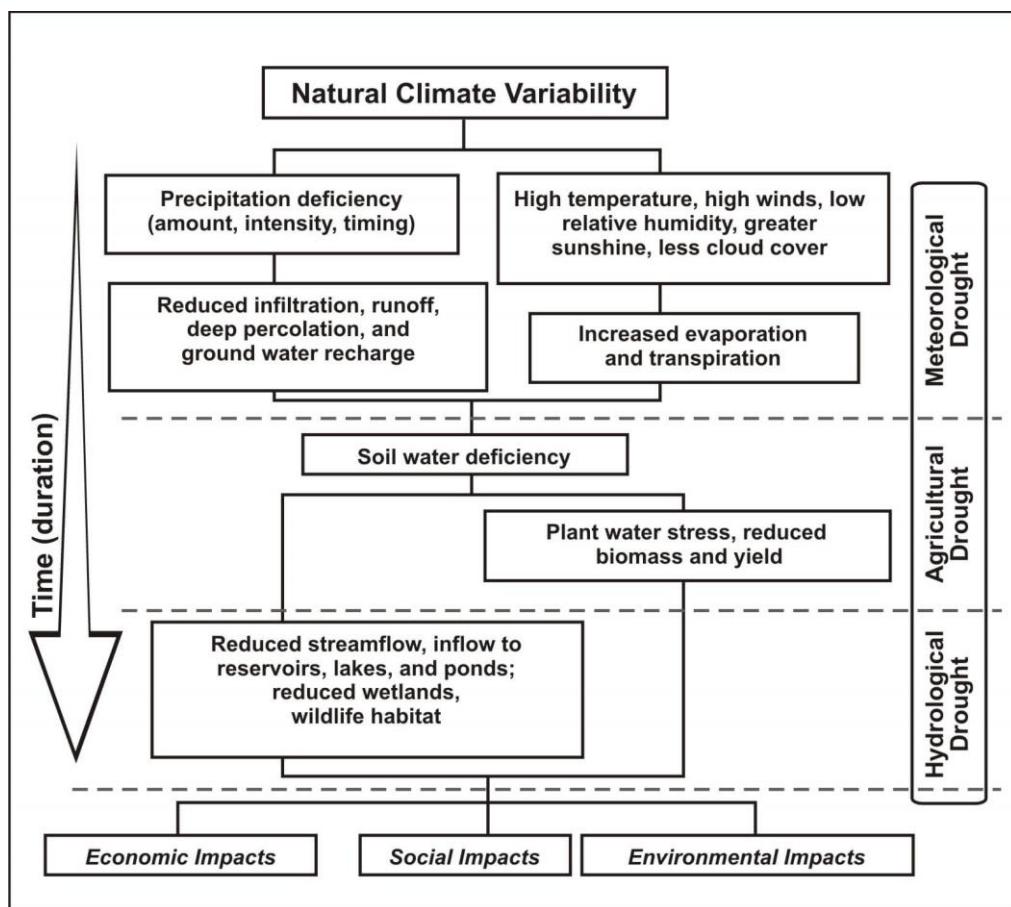
ที่มา: IPCC (2014)

ส่วนผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสภาวะสุดขั้วพบว่า จำนวนวันที่มีอากาศหนาวเย็น (Cold days) ลดลง ซึ่งตัวแปรดังกล่าวเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิช่วงกลางคืน สอดคล้องกับอุณหภูมิช่วงกลางวันพบว่าจำนวนวันที่มีอากาศร้อน (Warm days) เพิ่มขึ้น ส่วนตัวแปรปริมาณน้ำฝนพบว่าในอเมริกาเหนือและยุโรป มีความถี่และความเข้มฝนของเหตุการณ์ฝนตกหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับความชื้นจำเพาะที่เพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศของบริเวณภาคพื้นทวีปตั้งแต่ปี 1970 และเหตุการณ์ทวีความรุนแรงขึ้นในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 อีกทั้งยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบฝนอาจส่งอิทธิพลต่อความถี่และความรุนแรงของอุทกภัย อย่างไรก็ตามการเกิดอุทกภัยไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสุดขั้ว (Extreme precipitation) เพียงอย่างเดียว แต่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับศักยภาพการจัดการแหล่งน้ำของมนุษย์ รวมทั้งการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งกักเก็บน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำด้วย ส่วนทางด้านภัยแล้งพบว่าแนวโน้มการคาดการณ์ภัยแล้งในระดับโลกยังมีความน่าเชื่อถือระดับต่ำ เนื่องจากการศึกษามักจะประสบปัญหาการขาดแคลนข้อมูลตรวจวัดภัยแล้งโดยตรง ปัญหาการเลือกนิยามหรือให้ความหมายกับขอบเขตของภัยแล้งที่ไม่ชัดเจน รวมทั้งปัญหาความแตกต่างทางด้านภูมิศาสตร์กับการวิเคราะห์การเกิดภัยแล้งเชิงพื้นที่

2.11 นิยามภัยแล้ง

ภัยแล้ง หมายถึง ช่วงเวลาที่ขาดแคลนน้ำเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในช่วงฤดูการเพาะปลูก หรือหมายถึงระยะเวลาของสภาพแห้งแล้งที่สร้างความเสียหายให้แก่พืช Wilhite and Glantz (1985) ได้จัดกลุ่ม

ภัยแล้งออกเป็น 4 ประเภท รูปที่ 5 ดังนี้ 1) ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Drought) คือ ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยามักเกี่ยวข้องกับการขาดแคลนฝน ทั้งปริมาณน้ำฝน ความเข้มฝน และระยะเวลาที่ฝนตก ซึ่งการขาดแคลนน้ำฝนนั้นส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของน้ำที่ซึมลงไปดิน การเติมเต็มของน้ำ และน้ำท่า นอกจากนี้ภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยายังมีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิสูงสุด ความเร็วลมสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ แสงแดดมาก และปริมาณเมฆปกคลุมน้อย ปัจจัยดังกล่าวล้วนส่งผลกระทบต่อคายและการระเหยของน้ำที่เพิ่มขึ้น 2) ภัยแล้งทางการเกษตร (Agricultural Drought) คือ ภัยแล้งทางการเกษตรเชื่อมโยงกับภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยา โดยภัยแล้งทางด้านเกษตรจะพิจารณาจากการขาดแคลนน้ำในดินที่ส่งผลกระทบต่อความเครียดจากการขาดน้ำของพืชและการลดลงของผลผลิต 3) ภัยแล้งทางอุทกวิทยา (Hydrological Drought) คือ การวิเคราะห์ภัยแล้งที่สัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณน้ำท่า และการลดลงของขนาดพื้นที่ชุ่มน้ำ ในแหล่งน้ำหลายระดับ เช่น แม่น้ำสายหลัก แม่น้ำสาขา เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และบ่อน้ำ เป็นต้น และ 4) ภัยแล้งทางเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic Drought) คือ ภัยแล้งที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม โดยพิจารณาจากภัยแล้งทางอุตุนิยมวิทยา ภัยแล้งทางการเกษตร และภัยแล้งทางอุทก ที่ส่งอิทธิพลต่ออุปสงค์ อุปทานของสินค้าทางเศรษฐกิจ เช่น น้ำ อาหารสัตว์ ัญพืช ปลา และการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ความแปรปรวนทางเศรษฐศาสตร์ของสินค้าที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเกี่ยวข้องกับวิกฤตภัยแล้งทั้งสิ้น



รูปที่ 5 เงื่อนไขของการเกิดภัยแล้งและผลกระทบที่เกิดขึ้นจำแนกตามประเภทภัยแล้ง
ที่มา: National Drought Mitigation Center (2020)

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้ว เช่น คลื่นความร้อน อุทกภัย ความแห้งแล้ง ที่เป็นผลเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมายรวมถึงภาคใต้ของประเทศไทย ประเทศไทย และประเทศอื่น ๆ โดยเราจะทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรายทศวรรษของเหตุการณ์สุดขั้ว ในตัวแปรอุณหภูมิผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน และศักยภาพการคายระเหยน้ำ โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดที่แตกต่างกันแต่ช่วงเวลาเป็นฐาน หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบกลไกพลศาสตร์และอุณหภูมิศาสตร์ที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์สุดขั้วทางอุทกวิทยา โดยพิจารณาการมีส่วนร่วมของปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายใน นอกจากนี้เราจะคาดการณ์ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ (10-30 ปี) ของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้วโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF เพื่อย่อส่วนแบบจำลอง CMIP5 แล้วพยากรณ์อนาคตภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 ซึ่งเนื้อหาการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงรายทศวรรษของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้วจากสภาวะโลกร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในที่นี้เราจะวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงรายทศวรรษจากค่าเฉลี่ยในอดีต (Historical mean) และค่าสุดขั้ว (Extreme) คือ มากกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 และต่ำกว่ากว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของตัวแปรอุณหภูมิผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน และการคายระเหย เราจะทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณของเหตุการณ์สุดขั้วทางอุทกวิทยาในช่วง 1975-2016 จากการวิเคราะห์ดัชนี SPEI ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิผิวพื้นที่ใช้ข้อมูลตรวจวัดจาก CRU และข้อมูลอดีตจากการย่อส่วนแบบจำลอง WRF-CMIP5 เรามีวัตถุประสงค์จะตรวจสอบวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ ความเข้ม และขนาด ซึ่งเหตุการณ์สุดขั้วเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้นเนื่องจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นเพิ่มขึ้น ทำให้กระทบต่อภาคการเกษตร (3-6 เดือน) อุทกวิทยา (9-12 เดือน) และเศรษฐกิจ-สังคม (มากกว่า 24 เดือน) ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2) กลไกทางกายภาพทั้งบทบาทของปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายในที่ก่อให้เกิดสภาวะสุดขั้ว เราจะทำการตรวจสอบกลไกทางกายภาพที่ขับเคลื่อนการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สุดขั้วทางอุทกวิทยาในช่วงปี 1975-2005 ครอบคลุมทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งสภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นทั่วโลกได้ส่งผลกระทบต่อหลากหลายต่อเขตภูมิอากาศชื้น (Wet) และแห้งแล้ง (Dry) เราจึงจะวิเคราะห์และตรวจสอบความเป็นไปได้ของกลไกพลศาสตร์และอุณหภูมิศาสตร์ โดยพิจารณาจากการมีส่วนร่วมระหว่างปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายใน นอกจากนี้จะวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นดินกับอากาศและประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนโดยใช้สมการ Clausius-Clapeyron รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของความแห้งแล้งที่ได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนและการคายระเหย

3) การคาดการณ์รายทศวรรษของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีดโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค WRF-CMIP5 ซึ่งเราจะคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตแบบรายทศวรรษของตัวแปรอุณหภูมิผิวพื้น ปริมาณน้ำฝน การคายระเหย และดัชนี SPEI ครอบคลุมภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคเพื่อย่อส่วนแบบจำลอง CMIP5 แล้วคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในช่วงอนาคตอันใกล้ ปี 2021-2050 ที่เกิดขึ้นภายใต้ภาพฉาย RCP4.5 และ RCP8.5 อันดับแรก ผลลัพธ์จากแบบจำลอง WRF-CMIP5 เราจะทำการปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูล (Bias corrected) โดยพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัดและใช้วิธีวิเคราะห์หองค์ประกอบ ถัดมาเราจะคำนวณศักยภาพการคายระเหยน้ำ (PET) และดัชนี SPEI เพื่อระบุลักษณะการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สภาวะสุดขีดเนื่องจากสภาวะโลกร้อน จากนั้นประเมินภัยคุกคามของสภาวะโลกร้อนที่เป็นผลจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เราจะประเมินผลกระทบเหตุการณ์สุดขีดในอนาคตที่เกิดโดยพิจารณาพร้อมระหว่างปัจจัยขับเคลื่อนภายนอกและความแปรปรวนภายใน

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการศึกษา “ความผันแปรรายทศวรรษ กลไก และการคาดการณ์สภาวะสุดขีดของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภายใต้สภาวะโลกร้อน” ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU 2) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลากับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา 4) การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา 5) การวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มข้นของภัยแล้งหลายช่วงเวลา 6) การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์ภัยแล้งเทียบกับสถานการณ์จริง 7) การวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา และ 8) การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์อุทกภัยเทียบกับสถานการณ์จริง

4.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (Monthly precipitation, PRE) และศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือน (Evapotranspiration, PET) จาก Climatic Research Unit Time Series version 4.04 (CRU TS4.04) เป็นชุดข้อมูลล่าสุดที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก บันทึกข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1901-2019 ในชุดข้อมูลของ CRU เป็นผลการวิเคราะห์ที่อยู่บนพื้นฐานข้อมูลสถิติจาก 4,000 สถานีตรวจวัด มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.5×0.5 องศา (Gridded resolution 0.5×0.5 degree) โดยงานวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาวิจัยครอบคลุมประเทศไทย ตามรูปที่ 6 ที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ละติจูด ลองจิจูด ขนาดพิกเซลข้อมูล พื้นที่ครอบคลุม และรหัสกริดอ้างอิง ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับพิกัดละติจูด ลองจิจูด ของแต่ละกริดจะแสดงในภาคผนวก ก

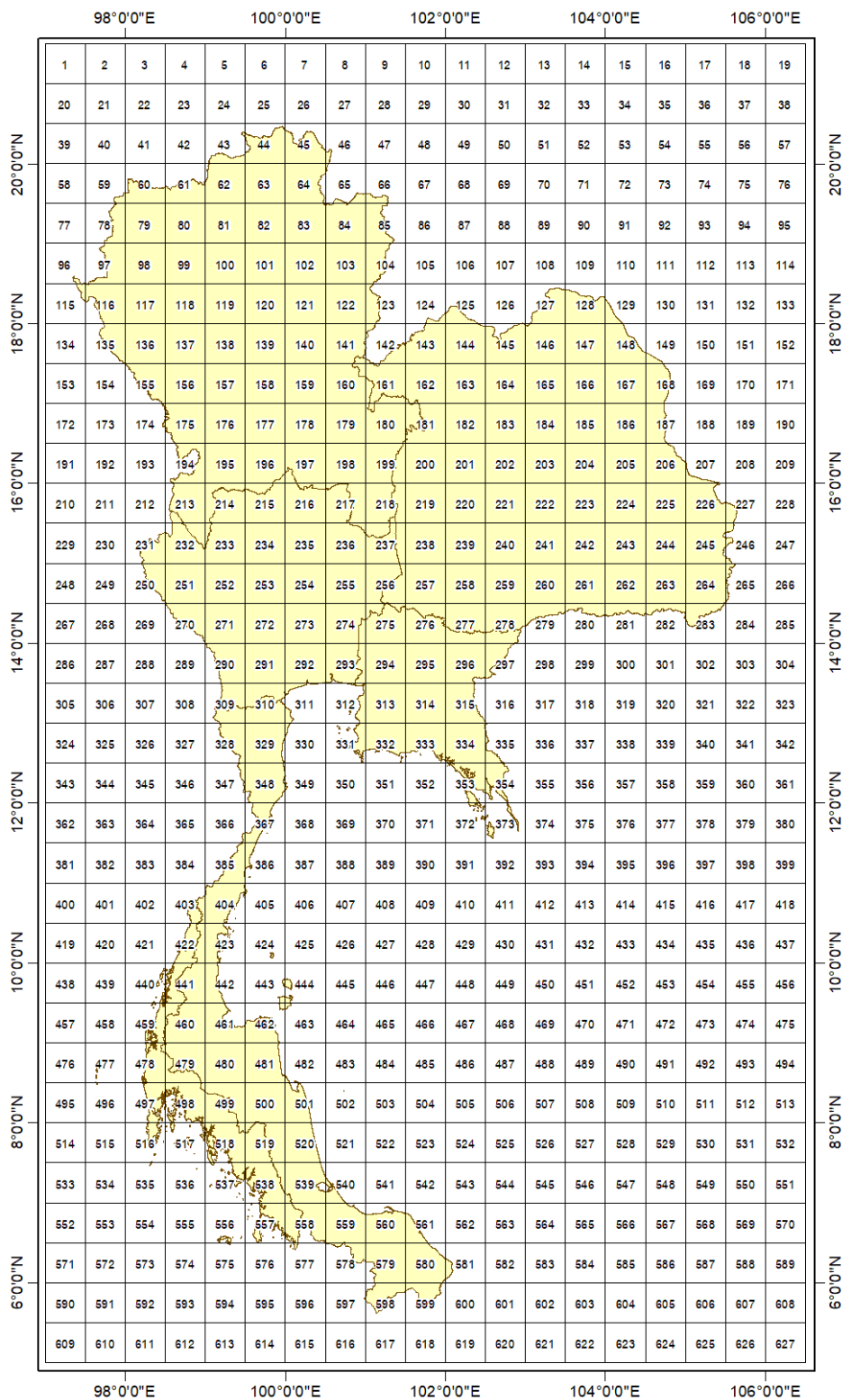
ในหัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตทั้งการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Spatiotemporal) ครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2019 เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวโลกเกิดการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจและประชากรโลกเพิ่มขึ้นสูง ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหลายภาคส่วน ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ปัจจัยเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อภูมิอากาศร้อนขึ้นในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 จนถึงปัจจุบัน โดยผลรวมของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมา และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 2000 (IPCC, 2014) ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้วิธีการทางสถิติเป็นฐานร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ สถิติที่ใช้วิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ (Mann-kendall Test) ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วย การหาค่าเฉลี่ย แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และค่าความน่าจะเป็น เป็นต้น โดยอธิบายผลการศึกษาเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน และ 2) การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของศักยภาพการคายระเหยน้ำ รายละเอียดดังนี้

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน

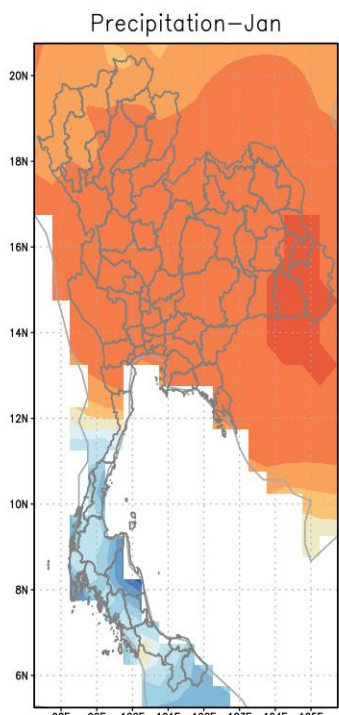
ผลการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในอดีต (รูปที่ 7-9) พบว่า ในช่วงปี 1970-2019 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนแต่ละภูมิภาคแตกต่างกันออกไป แต่บางพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนใกล้เคียงกัน เช่น ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ในช่วง 100-150 มิลลิเมตรต่อเดือน ยกเว้นทางฝั่งตะวันตกของภาคกลางที่มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนสูงกว่าบริเวณอื่น ปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 200-300 มิลลิเมตรต่อเดือน ส่วนภาคตะวันออก ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ที่ประมาณ 150-200 มิลลิเมตรต่อเดือน ขณะที่ภาคใต้ทั้งสองฝั่งนั้นมีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนสูงกว่าภูมิภาคอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด ในภาพรวมภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ที่ประมาณ 200-250 มิลลิเมตรต่อเดือน

จะเห็นว่าตลอดช่วงระยะเวลาปี 1970-2019 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอย่างต่อเนื่องพิจารณาได้จากผลวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์ ที่แสดงค่าแนวโน้ม (Trend) และค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน ดังรูปที่แสดงในภาคผนวก ข ซึ่งเป็นการยกตัวอย่างผลการวิเคราะห์ทางสถิติของชุดข้อมูล (Time series) ในพื้นที่ 6 กริดอ้างอิง ครอบคลุม 6 ภูมิภาค และภายใต้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติในแต่ละกริดเซลล์นี้จะถูกนำอธิบายความแตกต่างของปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ (ภาคผนวก รูป ค-1) ซึ่งผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเพียงเล็กน้อย หลาย ๆ ภูมิภาคแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเข้าใกล้ 0) เช่น ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ส่วนภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ในช่วง 1-4 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังนั้นถ้าพิจารณาจากค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนของภาคใต้ จะพบว่า ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 12 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นสูงที่สุด ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 48 มิลลิเมตรต่อปี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยตลอดช่วง 50 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก มีบางพื้นที่แนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นแต่ไม่เกิน 50 มิลลิเมตรต่อปี ขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน

ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา สามารถพิจารณาได้จากภาคผนวก รูป ง-1 ความน่าจะเป็นของข้อมูลทำให้ทราบว่าแต่ละพื้นที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามชุดข้อมูลนั้น ๆ (Each time series) โอกาสเกิดมากหรือน้อยเท่าใด ซึ่งผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของตัวแปรปริมาณน้ำฝน พบว่า การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทย ทั้งภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีค่าความน่าจะเป็นสูง ประมาณ 0.91-1.00 ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่ำกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ค่าอยู่ที่ประมาณ 0.81-1.00 นอกจากนี้ทางฝั่งตะวันออกของภูมิภาคนี้ยังมีค่าความน่าจะเป็นที่ต่ำมาก ไม่เกิน 0.5

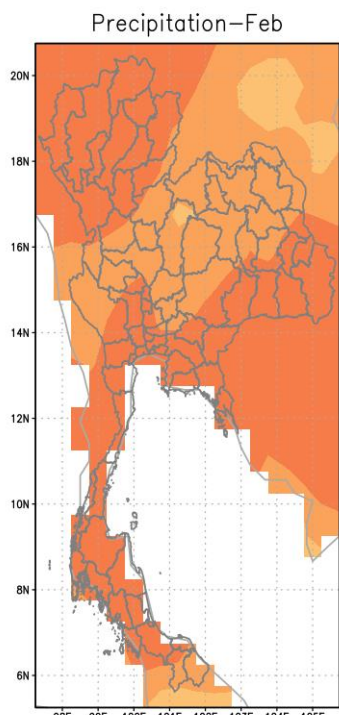


รูปที่ 6 พื้นที่ศึกษาและรหัสพิกัดกริด

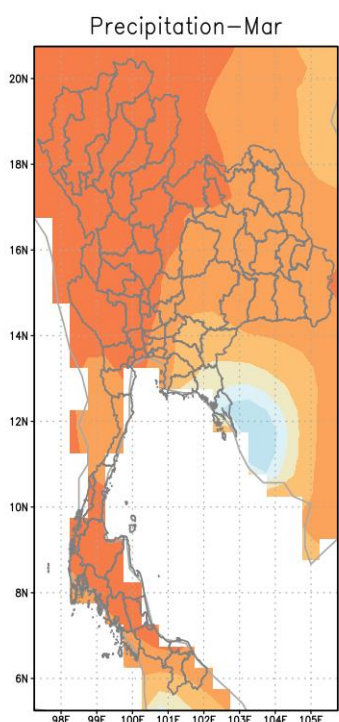


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

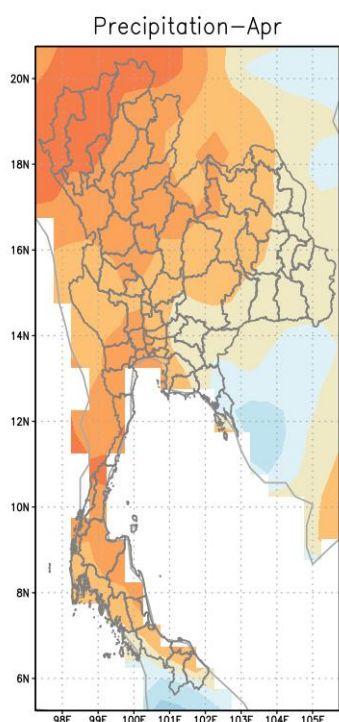


2021-03-17-16:54



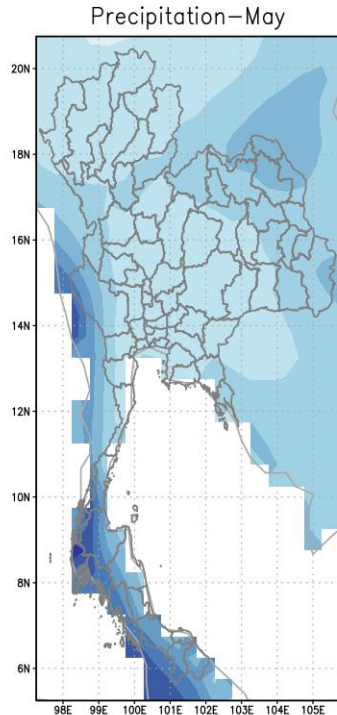
GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA



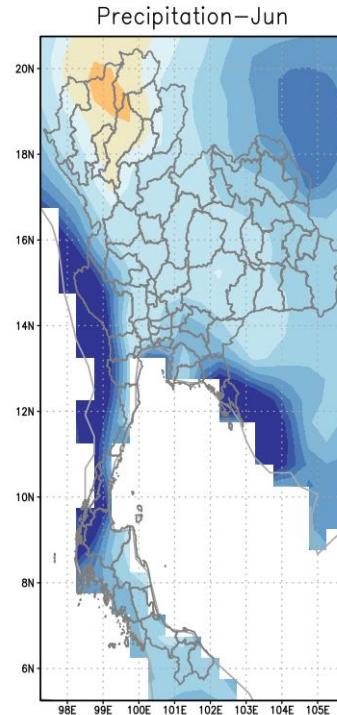
2021-03-17-16:54

รูปที่ 7 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนมกราคม-เมษายน

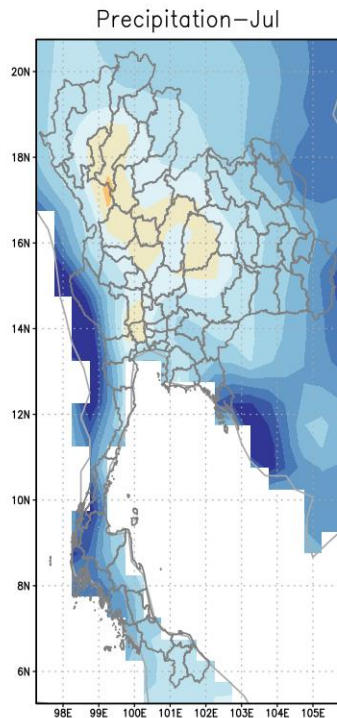


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

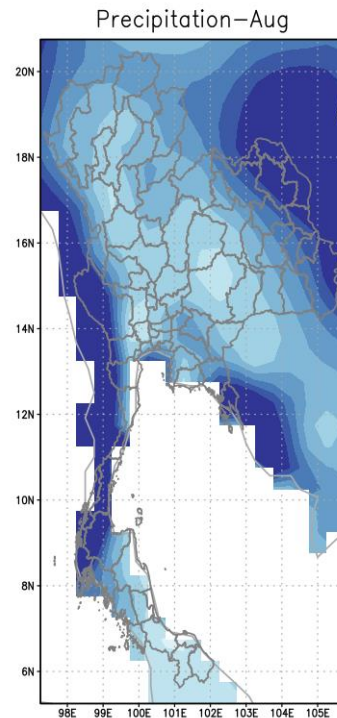


2021-03-17-16:54



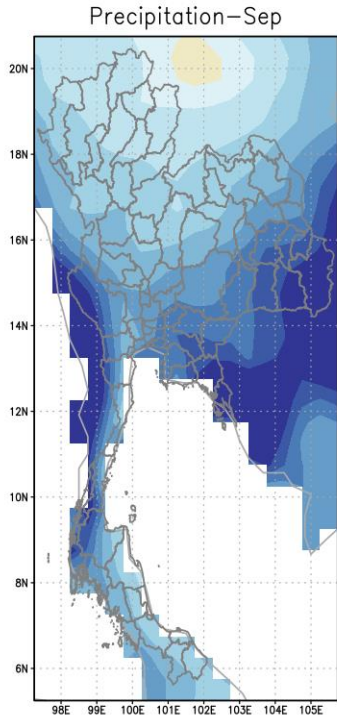
GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA



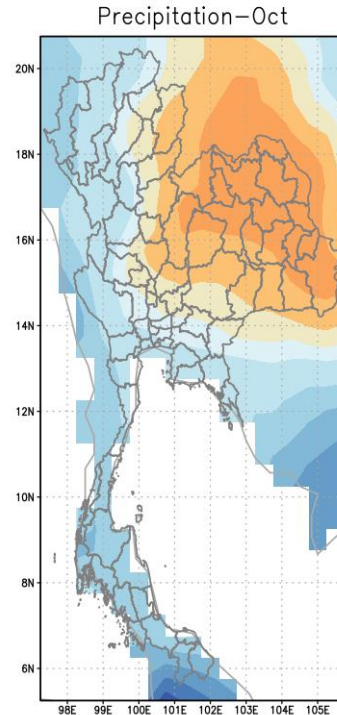
2021-03-17-16:54

รูปที่ 8 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม

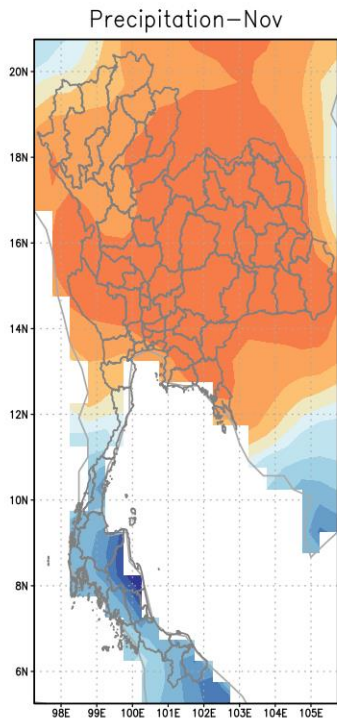


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

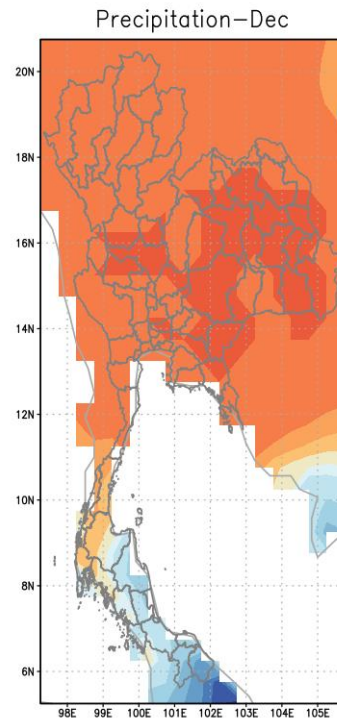


2021-03-17-16:54



GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

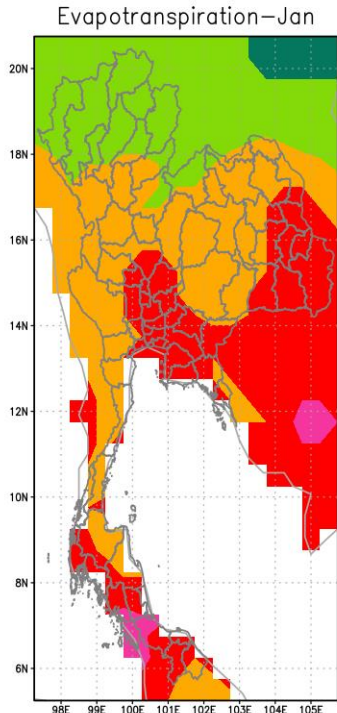


2021-03-17-16:54

รูปที่ 9 ค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนกันยายน-ธันวาคม

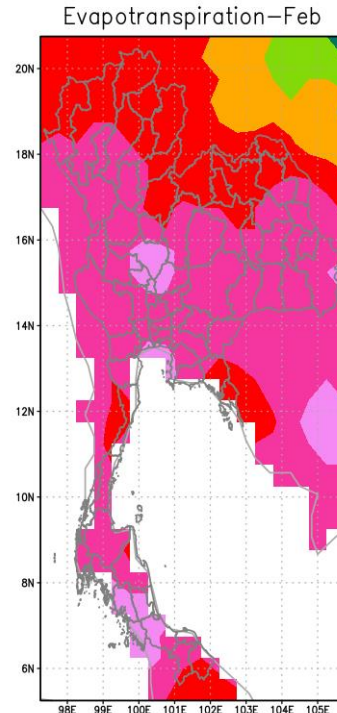
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของศักย์การคายระเหยน้ำ

ผลการวิเคราะห์ศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือนในอดีต (รูปที่ 10-12) พบว่า ศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือนของประเทศไทย ในช่วงเวลาที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3-4 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ มีศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือนต่ำที่สุด ค่าอยู่ในช่วง 3-3.5 มิลลิเมตรต่อเดือน ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ภาคใต้ มีศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือนอยู่ในช่วง 3.5-4 มิลลิเมตรต่อเดือน และเมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือน (ภาคผนวก รูป ค-2) พบว่า ในช่วงเวลาที่ศึกษาประเทศไทยมีแนวโน้มค่าศักย์การคายระเหยน้ำรายเดือนลดลงเล็กน้อย ประมาณ 0.001-0.003 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยที่ค่าความน่าจะเป็น (ภาคผนวก รูป ง-2) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าช่วงเวลาที่ศึกษานี้ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงศักย์การคายระเหยน้ำของพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทย ยังคงมีค่าความน่าจะเป็นที่ค่อนข้างต่ำ ค่าอยู่ในช่วงไม่เกิน 0.50 แต่อย่างไรก็ตามยังมีหลายพื้นที่ที่ค่าความน่าจะเป็นค่อนข้างสูง ค่ามากกว่า 0.8 ขึ้นไป เช่น บางส่วนของภาคกลาง บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก จากผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นนี้ส่งผลให้พื้นที่ภาคกลางที่เดิมมีค่าศักย์การคายระเหยค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่นและค่าความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะเกิดขึ้นมีมากกว่าบริเวณอื่นเป็นพื้นที่เฝ้าระวังและมีแนวโน้มเกิดภัยแล้งทางการเกษตรมากกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากค่าศักย์การคายระเหยส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตทางการเกษตร

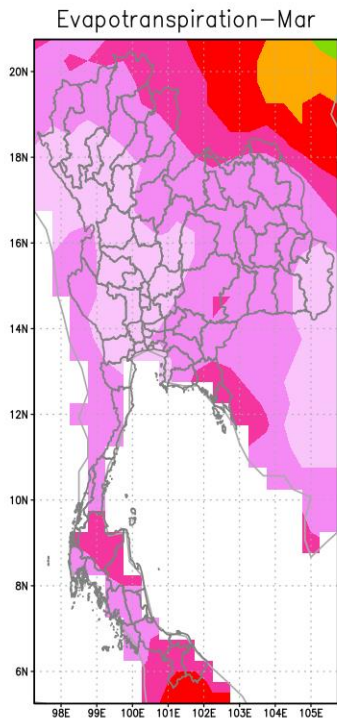


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

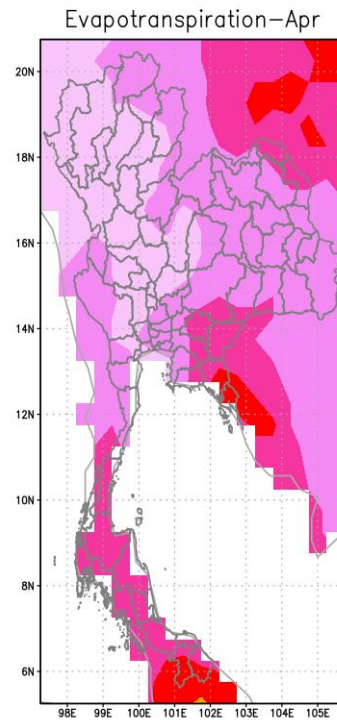


2021-03-17-16:54



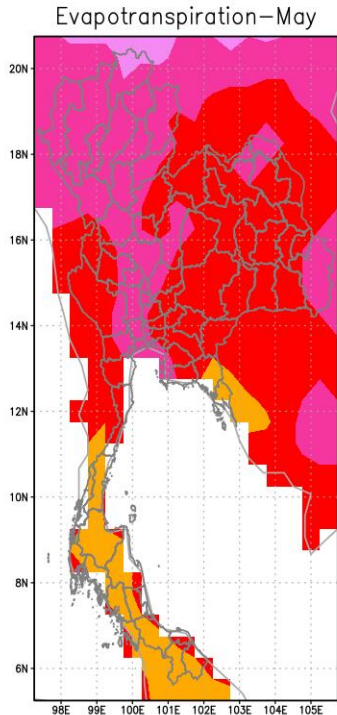
GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA



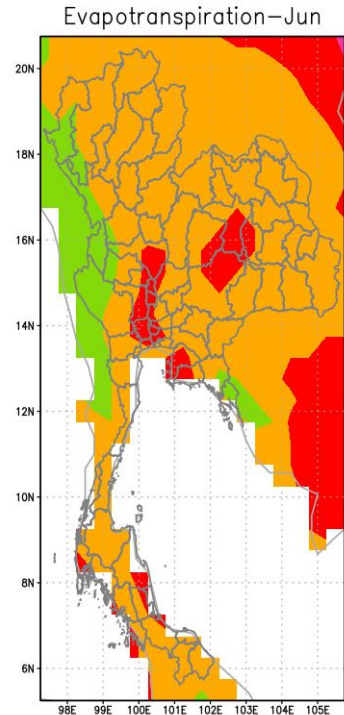
2021-03-17-16:54

รูปที่ 10 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนมกราคม-เมษายน

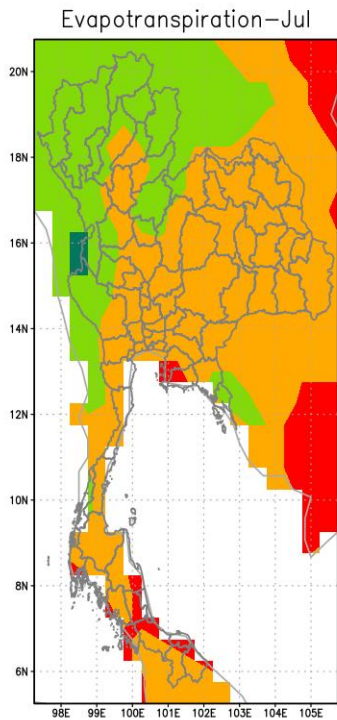


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

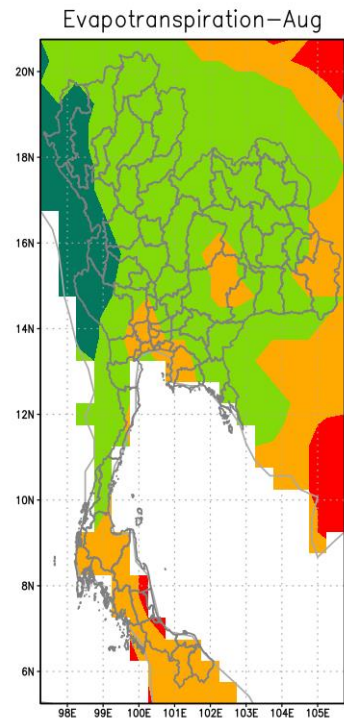


2021-03-17-16:54



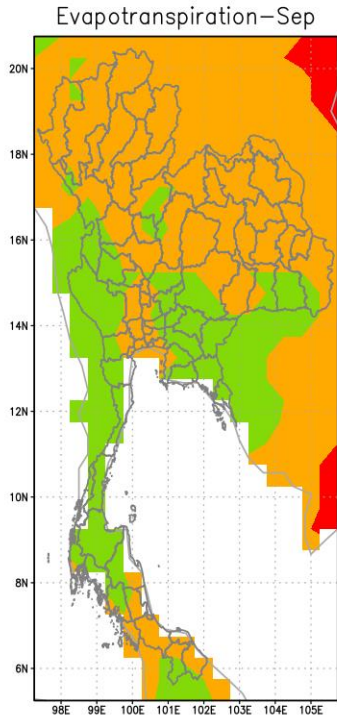
GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA



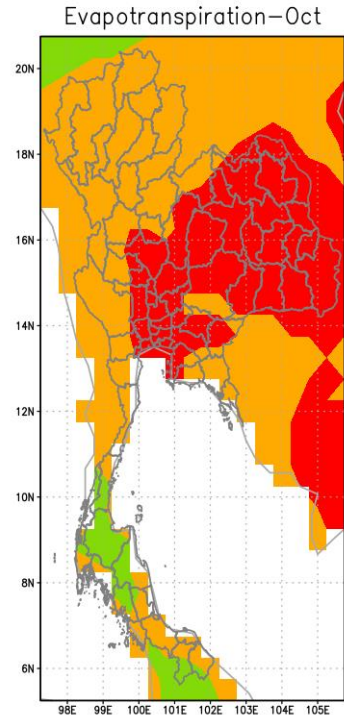
2021-03-17-16:54

รูปที่ 11 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม

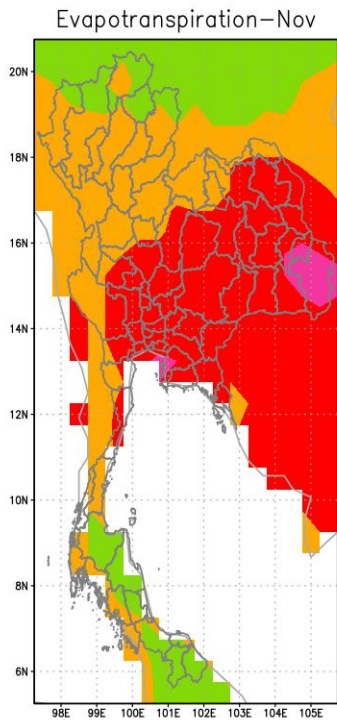


GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA

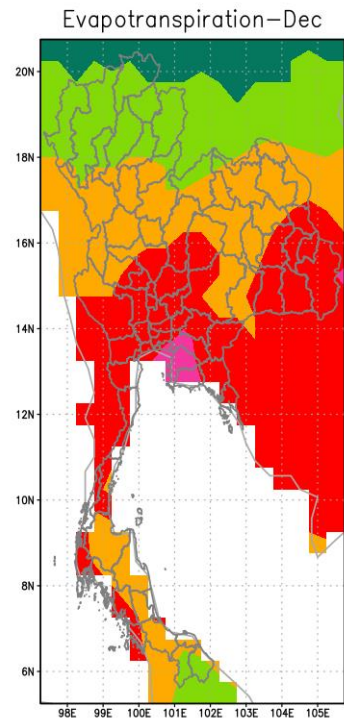


2021-03-17-16:54



GrADS/COLA

2021-03-17-16:54 GrADS/COLA



2021-03-17-16:54

รูปที่ 12 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ย 50 ปี เดือนกันยายน-ธันวาคม

4.1.3 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดจาก CRU กับข้อมูลตรวจวัดจากอุตุนิมวิทยาประเทศไทย

งานวิจัยนี้ได้ทำการสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดจาก CRU กับข้อมูลข้อมูลตรวจวัดจากอุตุนิมวิทยาประเทศไทย จำนวน 3 ตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับดัชนี SPEI และสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดที่เผยแพร่โดยกรมอุตุนิมวิทยาประเทศไทย การสอบเทียบความถูกต้องจะใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติเพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1 และ 1 เสมอ โดยสหสัมพันธ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 หรือ -1 เรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ โดยจุดทั้งหมดจะอยู่บนแนวเส้นตรงพอดี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างแท้จริง สามารถจำแนกความสัมพันธ์ได้ 3 ลักษณะ คือ สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations, $r > 0$) หมายความว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลง ตัวแปรอีกตัวจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations, $r < 0$) หมายความว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงข้ามกัน คือ เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตัวแปรอีกตัวจะเปลี่ยนแปลงตรงข้ามเสมอ และสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations, $r = 0$) หมายความว่า ตัวแปรสองตัวที่ทำการวิเคราะห์ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ยังมีการคำนวณค่า rmse (root mean square error) เพื่อตรวจสอบความแปรปรวนระหว่างชุดข้อมูลที่น่ามาสอบเทียบ และการคำนวณค่า bias เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างค่าจาก CRU และค่าจากสถานีตรวจวัด หากค่า bias เป็นลบ แสดงว่าค่าจาก CRU ต่ำกว่าค่าจากสถานีตรวจวัดนั้น ๆ หากค่า bias เป็นบวก ค่าจาก CRU สูงกว่าค่าจากสถานีตรวจวัดนั้น ๆ โดยงานวิจัยนี้จะสอบเทียบข้อมูลช่วงปีอดีตตั้งแต่ 1970-2016 จำนวน 46 ปี ซึ่งยึดตามฐานข้อมูลตรวจวัดที่ทางคณะผู้วิจัยได้รับได้รับการอนุเคราะห์จากกรมอุตุนิมวิทยา

สำหรับผลการสอบเทียบความถูกต้องของตัวแปรปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ตารางที่ 2-7 พบว่า ภาคเหนือ มีค่า r อยู่ในช่วง 0.26-0.63 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 81.3 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -10.1 มิลลิเมตรต่อเดือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่า r อยู่ในช่วง 0.37-0.73 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 91.9 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -3.2 มิลลิเมตรต่อเดือน ภาคกลาง มีค่า r อยู่ในช่วง 0.38-0.63 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 91.4 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 10.6 มิลลิเมตรต่อเดือน ภาคตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.30-0.65 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 119 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -9.9 มิลลิเมตรต่อเดือน ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง -0.07-0.67 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 116.2 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 8 มิลลิเมตรต่อเดือน และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.23-0.61 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 111 มิลลิเมตรต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -5.7 มิลลิเมตรต่อเดือน

อันดับต่อมาเป็นผลการสอบเทียบความถูกต้องของตัวแปรอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน ตารางที่ 8-13 พบว่า ภาคเหนือ มีค่า r อยู่ในช่วง 0.55-0.74 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.7 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.6 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่า r

อยู่ในช่วง 0.53-0.79 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.2 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคกลาง มีค่า r อยู่ในช่วง 0.46-0.77 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.3 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.1 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.32-0.71 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.2 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.33-0.80 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 0.7 องศาเซลเซียสต่อเดือน และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.36-0.62 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.0 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.4 องศาเซลเซียสต่อเดือน

ส่วนทางด้านผลการสอบเทียบความถูกต้องของตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน ตารางที่ 14-19 พบว่า ภาคเหนือ มีค่า r อยู่ในช่วง 0.48-0.83 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 2.2 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.9 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่า r อยู่ในช่วง 0.57-0.79 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.9 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.1 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคกลาง มีค่า r อยู่ในช่วง 0.46-0.76 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.5 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.7 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.54-0.74 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 1.3 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.2 องศาเซลเซียสต่อเดือน ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.33-0.76 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 0.7 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.2 องศาเซลเซียสต่อเดือน และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่า r อยู่ในช่วง 0.37-0.70 มีค่า rmse เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ 0.7 องศาเซลเซียสต่อเดือน และค่า bias เฉลี่ยทั้งภูมิภาค ประมาณ -0.6 องศาเซลเซียสต่อเดือน

ตารางที่ 2 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
300201	Mae Hong Son	0.60	81.96	-1.49
300202	Mae Sariang	0.57	87.50	8.19
303201	Chiang Rai	0.60	94.82	-22.81
303301	Chiang Rai Agromet	0.59	93.48	-14.63
310201	Phayao	0.50	74.75	2.32
327202	Doi Ang Khang	0.63	78.88	-48.92
327501	Chiang Mai	0.49	74.95	-5.96
328201	Lampang	0.46	73.73	-4.31
328202	Thoen	0.35	83.40	-15.67
328301	Lampang Agromet	0.49	71.66	-13.69
329201	Lamphun	0.46	69.66	1.11
330201	Phrae	0.45	77.67	-2.82
331201	Nan	0.52	83.20	-1.36
331301	Nan Agromet	0.53	82.83	-5.55
331401	Tha Wang Pha	0.59	85.23	-4.97
331402	Tung Chang	0.61	83.00	-23.14
351201	Uttaradit	0.47	89.69	-18.75
373201	Sukhothai	0.52	84.45	-12.22
373301	Si Samrong Agromet	0.43	87.35	-1.08
376201	Tak	0.35	82.50	0.28
376202	Mae Sot	0.47	88.02	-25.16
376203	Bhumibol Dam	0.26	84.48	-4.70
376301	Doi Mu Soe Agromet	0.59	82.65	-28.24
376401	Umphang	0.61	87.29	-7.17
378201	Phitsanulok	0.52	79.25	-15.32
379201	Phetchabun	0.46	73.07	-2.50
379401	Lomsak	0.44	66.58	-2.71
379402	Wichian Buri	0.44	73.24	-11.36
380201	Kamphaeng Phet	0.47	82.34	-9.36

ตารางที่ 3 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
352201	Nong Khai	0.57	107.90	-10.51
353201	Loei	0.50	75.89	-9.17
353301	Loei Agromet	0.49	76.33	-6.69
354201	Udon Thani	0.56	91.22	-8.26
356201	Sakon Nakhon	0.55	122.81	3.37
356301	Sakon Nakhon Agromet	0.57	120.67	10.52
357201	Nakhon Phanom	0.60	153.40	-26.19
357301	Nakhon Phanom Agromet	0.60	150.23	6.52
360201	Nongbualamphu	0.54	76.45	-7.61
381201	Khon Kaen	0.46	76.83	-7.68
381301	Tha Phra Agromet	0.44	77.63	-0.83
383201	Mukdahan	0.53	119.09	8.39
386301	Phichit Agromet	0.50	75.80	-11.57
387401	Kosumphisai	0.49	82.47	-3.68
388401	Kamalasai	0.48	94.60	-0.05
403201	Chaiyaphum	0.37	75.39	-4.72
405201	Roi Et	0.50	94.31	-2.20
405301	Roi Et Agromet	0.56	87.45	1.64
407301	Ubon Ratchathani Agromet	0.62	118.32	9.55
407501	Ubon Ratchathani Airport	0.57	106.06	-8.67
409301	Si Saket Agromet	0.52	97.43	-3.58
410201	Si Saket Agromet	0.73	71.30	4.00
431201	Nakhon Ratchasima	0.44	71.00	2.80
431301	Pakchong Agromet	0.48	86.10	16.98
431401	Chok Chai	0.47	70.06	0.43
432201	Surin	0.49	78.87	-19.96
432301	Surin Agromet	0.50	78.22	-22.79
432401	Tha Tum	0.52	91.17	-4.85
436201	Bureram	0.49	80.87	-7.04
436401	Nangrong	0.49	69.06	-10.85
440201	Aranyaprathet	0.53	77.01	-2.60
440401	Srakaew	0.61	86.59	14.05

ตารางที่ 4 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคกลาง

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
400201	Nakhon Sawan	0.48	70.74	-8.08
400301	Takfa Agromet	0.52	70.77	-10.34
402301	Chainat Agromet	0.47	74.55	3.44
415301	Ayutthaya Agromet	0.49	81.41	13.68
419301	Pathumthani Agromet	0.49	90.80	7.59
424301	Ratcha Buri Agromet	0.41	88.93	16.97
425201	Suphan Buri	0.44	79.40	5.94
425301	U Thong Agromet	0.43	76.89	5.35
426201	Lop Buri	0.49	80.84	7.26
426401	Bua Chum	0.43	76.61	-2.15
429201	Bangkok Pilot	0.42	137.89	89.29
429301	Samutprakan	0.63	83.06	-10.67
429601	Suvarnabhumi Airport	0.62	87.03	26.60
450201	Kanchana Buri	0.38	78.54	1.88
450401	Thong Phaphum	0.59	203.54	101.54
451301	Kam Paeng Saen Agromet	0.44	75.81	6.11
455201	Bangkok	0.52	92.30	-18.24
455203	Bangkok Port	0.54	90.06	-17.57
455301	Bang Na Agromet	0.52	92.58	-10.38
455601	Don Muang Airport	0.46	95.65	2.94

ตารางที่ 5 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
561201	Phangnga	0.61	160.13	-39.03
564201	Phuket	0.38	97.64	12.43
564202	Phuket Airport	0.42	102.19	-7.46
566201	Ko Lanta Island	0.36	110.40	1.05
566202	Krabi Airport	0.54	111.32	30.05
567201	Trang	0.23	107.91	-2.77
570201	Satun	0.24	87.63	-34.29

ตารางที่ 6 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคตะวันออก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
417201	Nakhon Nayok	0.64	89.72	-145.74
423301	Chachoengsao Agromet	0.55	106.65	30.66
430201	Prachin Buri	0.57	100.86	-22.33
430401	KabinBuri	0.56	104.26	11.14
459201	Chon Buri	0.50	132.15	57.58
459202	Ko Sichang Island	0.46	135.73	67.06
459203	Patthaya	0.40	135.54	78.32
459204	Sattahip	0.33	139.26	60.70
459205	Laem Chabang	0.42	137.95	80.08
478201	Rayong	0.30	87.77	-3.24
478301	Huai Pong Agromet	0.36	85.40	-7.20
480201	Chanthaburi	0.65	149.95	-32.76
480301	Phliu Agromet	0.63	152.75	-53.41
501201	Khlong Yai	0.48	107.97	-259.35

ตารางที่ 7 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
500201	Prachuap Khiri Khan	0.24	74.58	13.40
500202	Hua Hin	0.31	91.48	37.22
500301	Nong Phlub Agromet	0.32	91.28	28.38
517201	Chum Phon	0.35	106.59	22.43
517301	Sawi Agromet	0.33	107.79	21.39
532201	Ranong	0.67	167.91	-75.53
551401	Phrasang	0.19	107.08	42.61
552201	Nakhonsi Thammarat	0.46	120.84	-36.22
552301	Nakhonsi Thammarat Agromet	0.33	171.46	-5.29
552401	Chawang	-0.07	140.58	33.73
560301	Phatthalung Agromet	0.43	133.96	5.41
568301	Kho Hong Agromet	0.32	93.60	20.45
568401	Sa Dao	0.35	83.92	41.22
568501	Songkhla	0.29	94.31	14.90
568502	Hat Yai Airport	0.43	82.19	17.83
580201	Pattani	0.40	131.90	0.96
581301	Yala Agromet	0.37	124.17	-30.16
583201	Narathiwat	0.45	168.48	-7.88

ตารางที่ 8 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
300201	Mae Hong Son	0.66	1.85	-1.58
300202	Mae Sariang	0.63	1.91	-1.19
303201	Chiang Rai	0.68	1.79	-0.56
303301	Chiang Rai Agromet	0.65	1.84	-0.42
310201	Phayao	0.67	1.83	-1.08
327202	Doi Ang Khang	0.66	1.76	6.93
327501	Chiang Mai	0.67	1.73	-1.41
328201	Lampang	0.66	1.79	-1.28
328202	Thoen	0.59	1.83	-2.29
328301	Lampang Agromet	0.60	1.89	-0.79
329201	Lamphun	0.65	1.83	-1.48
330201	Phrae	0.67	1.66	-1.28
331201	Nan	0.63	1.72	-1.66
331301	Nan Agromet	0.61	1.77	-0.66
331401	Tha Wang Pha	0.64	1.74	-1.92
331402	Tung Chang	0.55	1.79	-1.39
351201	Uttaradit	0.66	1.63	-1.08
373201	Sukhothai	0.68	1.63	-0.15
373301	Si Samrong Agromet	0.70	1.64	0.24
376201	Tak	0.67	1.83	-1.01
376202	Mae Sot	0.67	1.75	-1.84
376203	Bhumibol Dam	0.66	1.85	-1.30
376301	Doi Mu Soe Agromet	0.67	1.72	3.89
376401	Umphang	0.67	1.78	-0.70
378201	Phitsanulok	0.74	1.39	-1.90
379201	Phetchabun	0.63	1.60	0.11
379401	Lomsak	0.64	1.47	0.06
379402	Wichian Buri	0.67	1.47	-1.03
380201	Kamphaeng Phet	0.68	1.61	-0.01

ตารางที่ 9 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
352201	Nong Khai	0.62	1.63	-0.42
353201	Loei	0.64	1.53	-1.64
353301	Loei Agromet	0.64	1.53	-1.47
354201	Udon Thani	0.62	1.62	-0.21
356201	Sakon Nakhon	0.59	1.57	0.06
356301	Sakon Nakhon Agromet	0.54	1.66	-0.04
357201	Nakhon Phanom	0.56	1.57	-0.22
357301	Nakhon Phanom Agromet	0.53	1.57	-0.05
360201	Nongbualamphu	0.64	1.70	-0.65
381201	Khon Kaen	0.65	1.63	-0.03
381301	Tha Phra Agromet	0.64	1.66	0.09
383201	Mukdahan	0.61	1.65	-0.84
386301	Phichit Agromet	0.72	1.41	-1.12
387401	Kosumphisai	0.67	1.60	-0.48
388401	Kamalasai	0.63	1.47	0.08
403201	Chaiyaphum	0.65	1.68	0.06
405201	Roi Et	0.65	1.53	0.00
405301	Roi Et Agromet	0.61	1.57	0.18
407301	Ubon Ratchathani Agromet	0.64	1.46	-0.50
407501	Ubon Ratchathani Airport	0.67	1.49	-0.16
409301	Si Saket Agromet	0.69	1.50	0.21
410201	Si Saket Agromet	0.79	1.37	-1.22
431201	Nakhon Ratchasima	0.73	1.53	-0.48
431301	Pakchong Agromet	0.66	1.50	1.19
431401	Chok Chai	0.70	1.60	-0.14
432201	Surin	0.68	1.52	0.24
432301	Surin Agromet	0.71	1.45	0.02
432401	Tha Tum	0.72	1.54	0.11
436201	Buriram	0.67	1.51	0.09
436401	Nangrong	0.70	1.58	-0.15
440201	Aranyaprathet	0.69	1.40	-0.22
440401	Srakaew	0.62	1.30	-0.20

ตารางที่ 10 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคกลาง

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
400201	Nakhon Sawan	0.71	1.57	-0.14
400301	Takfa Agromet	0.71	1.46	0.11
402301	Chainat Agromet	0.75	1.41	0.20
415301	Ayutthaya Agromet	0.66	1.37	-0.47
419301	Pathumthani Agromet	0.65	1.38	-0.36
424301	Ratcha Buri Agromet	0.46	1.18	-1.03
425201	Suphan Buri	0.74	1.28	-0.28
425301	U Thong Agromet	0.75	1.45	-0.37
426201	Lop Buri	0.72	1.35	-0.41
426401	Bua Chum	0.70	1.51	-0.84
429201	Bangkok Pilot	0.55	1.35	2.45
429301	Samutprakan	0.65	1.11	1.58
429601	Suvarnabhumi Airport	0.66	1.06	0.23
450201	Kanchana Buri	0.68	1.60	-0.97
450401	Thong Phaphum	0.68	1.59	-2.21
451301	Kam Paeng Saen Agromet	0.77	1.40	-0.01
455201	Bangkok	0.65	1.06	-0.05
455203	Bangkok Port	0.60	1.07	-0.22
455301	Bang Na Agromet	0.71	0.99	0.28
455601	Don Muang Airport	0.62	1.10	0.11

ตารางที่ 11 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
561201	Phangnga	0.62	0.98	-0.13
564201	Phuket	0.40	0.81	-0.44
564202	Phuket Airport	0.36	0.86	-0.15
566201	Ko Lanta Island	0.57	1.08	0.07
566202	Krabi Airport	0.53	0.99	-0.59
567201	Trang	0.59	1.12	-1.07
570201	Satun	0.50	1.11	-0.33

ตารางที่ 12 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
417201	Nakhon Nayok	0.66	1.34	9.38
423301	Chachoengsao Agromet	0.56	1.20	0.23
430201	Prachin Buri	0.66	1.32	-1.20
430401	KabinBuri	0.59	1.24	-0.53
459201	Chon Buri	0.66	1.22	-0.46
459202	Ko Sichang Island	0.71	1.14	1.43
459203	Patthaya	0.70	1.11	1.09
459204	Sattahip	0.49	1.35	-0.25
459205	Laem Chabang	0.43	1.37	0.81
478201	Rayong	0.32	0.90	-0.25
478301	Huai Pong Agromet	0.40	0.87	-0.16
480201	Chanthaburi	0.51	1.03	-0.67
480301	Phliu Agromet	0.47	1.06	-0.38
501201	Khlong Yai	0.39	1.30	-0.80

ตารางที่ 13 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
500201	Prachuap Khiri Khan	0.53	1.08	-0.82
500202	Hua Hin	0.73	0.91	-0.93
500301	Nong Phlub Agromet	0.40	1.20	-1.88
517201	Chum Phon	0.66	0.97	-0.29
517301	Sawi Agromet	0.69	0.93	-0.11
532201	Ranong	0.61	1.10	-1.79
551401	Phrasang	0.46	1.17	-1.06
552201	Nakhonsi Thammarat	0.80	0.82	-1.67
552301	Nakhonsi Thammarat Agromet	0.75	1.01	0.06
552401	Chawang	0.33	1.23	-1.50
560301	Phatthalung Agromet	0.76	0.90	0.08
568301	Kho Hong Agromet	0.76	0.64	-0.40
568401	Sa Dao	0.73	0.86	-0.53
568501	Songkhla	0.72	0.69	0.23
568502	Hat Yai Airport	0.78	0.81	-0.25
580201	Pattani	0.72	1.04	-0.10
581301	Yala Agromet	0.65	1.13	-0.67
583201	Narathiwat	0.77	0.81	-0.50

ตารางที่ 14 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
300201	Mae Hong Son	0.77	2.37	-1.13
300202	Mae Sariang	0.76	2.44	-0.82
303201	Chiang Rai	0.82	2.27	-0.71
303301	Chiang Rai Agromet	0.83	2.22	-0.49
310201	Phayao	0.76	2.42	-1.26
327202	Doi Ang Khang	0.48	3.30	1.84
327501	Chiang Mai	0.75	2.42	-2.11
328201	Lampang	0.79	2.18	-0.87
328202	Thoen	0.74	2.02	-1.84
328301	Lampang Agromet	0.72	2.40	-0.82
329201	Lamphun	0.77	2.27	-1.15
330201	Phrae	0.76	2.29	-1.79
331201	Nan	0.79	2.34	-1.18
331301	Nan Agromet	0.81	2.28	-0.36
331401	Tha Wang Pha	0.81	2.35	-1.90
331402	Tung Chang	0.83	2.13	-1.37
351201	Uttaradit	0.75	2.06	-1.47
373201	Sukhothai	0.77	1.61	-0.44
373301	Si Samrong Agromet	0.80	1.68	-0.25
376201	Tak	0.71	2.20	-1.45
376202	Mae Sot	0.77	2.09	-2.03
376203	Bhumibol Dam	0.72	2.09	-1.36
376301	Doi Mu Soe Agromet	0.77	1.97	1.61
376401	Umphang	0.80	2.04	-0.44
378201	Phitsanulok	0.71	1.89	-2.70
379201	Phetchabun	0.76	1.88	0.23
379401	Lomsak	0.77	1.79	0.17
379402	Wichian Buri	0.74	1.83	-1.09
380201	Kamphaeng Phet	0.77	1.60	-0.35

ตารางที่ 15 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
352201	Nong Khai	0.76	2.08	0.31
353201	Loei	0.78	2.11	-1.41
353301	Loei Agromet	0.75	2.21	-0.69
354201	Udon Thani	0.76	2.09	0.10
356201	Sakon Nakhon	0.76	2.23	-0.28
356301	Sakon Nakhon Agromet	0.76	2.22	0.88
357201	Nakhon Phanom	0.76	2.19	-0.32
357301	Nakhon Phanom Agromet	0.76	2.14	0.63
360201	Nongbualamphu	0.74	2.15	0.29
381201	Khon Kaen	0.75	1.98	0.00
381301	Tha Phra Agromet	0.76	1.92	0.38
383201	Mukdahan	0.79	2.17	-0.75
386301	Phichit Agromet	0.75	1.61	-2.41
387401	Kosumphisai	0.76	2.05	0.19
388401	Kamalasai	0.57	2.39	-0.12
403201	Chaiyaphum	0.73	1.74	-0.03
405201	Roi Et	0.76	2.00	-0.26
405301	Roi Et Agromet	0.76	1.95	0.05
407301	Ubon Ratchathani Agromet	0.73	1.72	0.76
407501	Ubon Ratchathani Airport	0.73	1.80	0.17
409301	Si Saket Agromet	0.77	1.67	0.16
410201	Si Saket Agromet	0.67	1.73	-0.51
431201	Nakhon Ratchasima	0.71	1.91	-0.55
431301	Pakchong Agromet	0.77	1.41	1.39
431401	Chok Chai	0.74	1.83	-0.18
432201	Surin	0.72	1.78	-0.19
432301	Surin Agromet	0.75	1.70	0.33
432401	Tha Tum	0.75	1.83	0.11
436201	Buriram	0.70	1.81	0.73
436401	Nangrong	0.74	1.74	0.02
440201	Aranyaprathet	0.67	1.57	-0.33
440401	Srakaew	0.68	1.38	-0.19

ตารางที่ 16 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคกลาง

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
400201	Nakhon Sawan	0.71	1.74	-0.19
400301	Takfa Agromet	0.67	1.75	-0.63
402301	Chainat Agromet	0.74	1.54	-0.37
415301	Ayutthaya Agromet	0.66	1.30	-0.01
419301	Pathumthani Agromet	0.65	1.28	-0.62
424301	Ratcha Buri Agromet	0.76	1.09	0.18
425201	Suphan Buri	0.68	1.45	0.03
425301	U Thong Agromet	0.76	1.45	0.05
426201	Lop Buri	0.65	1.48	-0.86
426401	Bua Chum	0.72	1.76	-0.50
429201	Bangkok Pilot	0.46	1.60	-3.00
429301	Samutprakan	0.63	1.26	-1.61
429601	Suvarnabhumi Airport	0.64	1.20	-0.86
450201	Kanchana Buri	0.68	1.65	-0.63
450401	Thong Phaphum	0.71	1.67	-1.14
451301	Kam Paeng Saen Agromet	0.71	1.57	0.19
455201	Bangkok	0.59	1.44	-0.67
455203	Bangkok Port	0.54	1.33	-1.51
455301	Bang Na Agromet	0.65	1.36	-0.39
455601	Don Muang Airport	0.67	1.33	-0.52

ตารางที่ 17 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
561201	Phangnga	0.70	0.76	-0.31
564201	Phuket	0.60	0.59	-1.69
564202	Phuket Airport	0.63	0.60	-0.74
566201	Ko Lanta Island	0.51	0.61	-1.15
566202	Krabi Airport	0.37	0.76	0.60
567201	Trang	0.56	0.69	-0.41
570201	Satun	0.38	0.68	-0.51

ตารางที่ 18 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคตะวันออกเฉียง

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
417201	Nakhon Nayok	0.61	1.14	5.73
423301	Chachoengsao Agromet	0.73	1.17	1.12
430201	Prachin Buri	0.69	1.44	-1.50
430401	KabinBuri	0.73	1.38	0.34
459201	Chon Buri	0.61	1.49	-1.23
459202	Ko Sichang Island	0.54	1.58	-1.76
459203	Patthaya	0.56	1.40	-1.77
459204	Sattahip	0.56	1.46	-1.02
459205	Laem Chabang	0.57	1.37	-0.81
478201	Rayong	0.74	1.33	-0.33
478301	Huai Pong Agromet	0.74	1.37	0.81
480201	Chanthaburi	0.69	1.14	-1.09
480301	Phliu Agromet	0.61	1.24	-0.38
501201	Khlong Yai	0.58	1.24	-1.32

ตารางที่ 19 การสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียง

Station ID	Station name	correlation	rmse	bias
500201	Prachuap Khiri Khan	0.73	1.12	-0.62
500202	Hua Hin	0.72	1.09	-1.62
500301	Nong Phlub Agromet	0.75	1.02	1.34
517201	Chum Phon	0.71	0.83	-0.07
517301	Sawi Agromet	0.76	0.77	0.65
532201	Ranong	0.70	0.65	-1.48
551401	Phrasang	0.46	0.84	-0.02
552201	Nakhonsi Thammarat	0.58	0.71	-1.33
552301	Nakhonsi Thammarat Agromet	0.55	0.57	0.47
552401	Chawang	0.51	0.60	0.51
560301	Phatthalung Agromet	0.41	0.59	-0.24
568301	Kho Hong Agromet	0.59	0.61	-0.35
568401	Sa Dao	0.33	0.54	1.03
568501	Songkhla	0.58	0.62	-1.24
568502	Hat Yai Airport	0.65	0.58	0.10
580201	Pattani	0.72	0.62	0.08
581301	Yala Agromet	0.53	0.69	0.52
583201	Narathiwat	0.45	0.65	-0.47

4.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

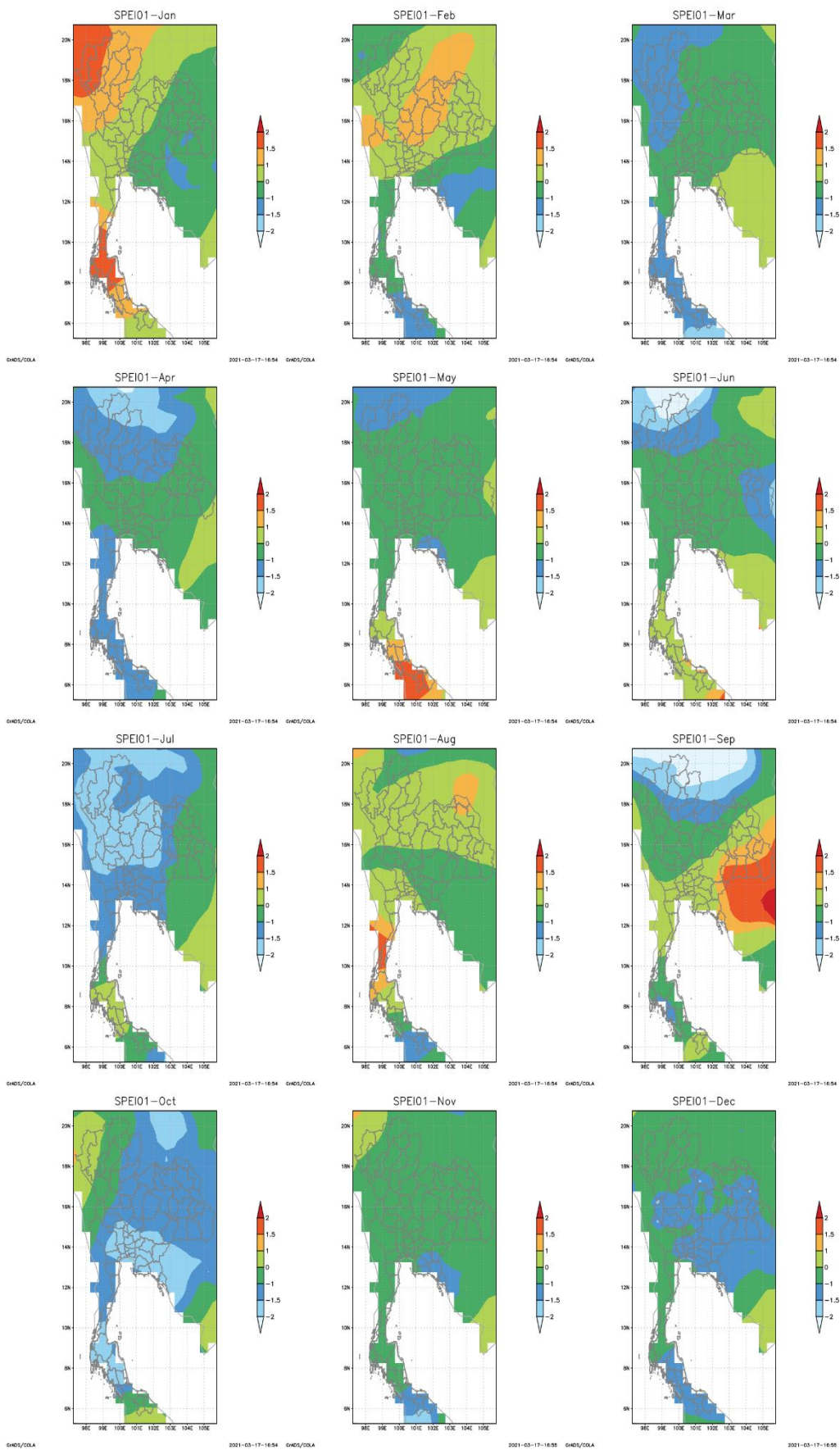
ดัชนี SPEI เป็นดัชนีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายได้ทั้งสถานการณ์สภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง (Dry events) และสถานการณ์สภาพภูมิอากาศชุ่มชื้น (Wet events) รวมทั้งยังสามารถใช้เพื่ออธิบายความแตกต่างกันในด้านระยะเวลาการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ดัชนี SPEI เพื่อบ่งชี้สถานการณ์ระยะสั้น ได้แก่ SPEI 1 เดือน (SPEI01) , SPEI 2 เดือน (SPEI02) ส่วนดัชนี SPEI เพื่อบ่งชี้สถานการณ์ระยะกลาง ได้แก่ SPEI 3 เดือน (SPEI03), SPEI 6 เดือน (SPEI06) และดัชนี SPEI เพื่อบ่งชี้สถานการณ์ระยะยาว ได้แก่ SPEI 12 เดือน (SPEI12), SPEI 18 เดือน (SPEI18) และ SPEI 24 เดือน (SPEI24) สำหรับสถานการณ์ภูมิอากาศระยะสั้นมักมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตรที่เป็นพืชอายุสั้น ขณะที่สถานการณ์ภูมิอากาศมักจะมีอิทธิพลภาคการเกษตรทั้งพืชอายุสั้นและพืชยืนต้น อาจรวมถึงอิทธิพลต่อภาคเกษตรตั้งแต่เริ่มฤดูเพาะปลูกตลอดจนถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยวจึงมักสัมพันธ์กับผลผลิตทางการเกษตรโดยตรง ส่วนสถานการณ์ภูมิอากาศระยะยาวมักมีอิทธิพลต่ออุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ เป็นต้น

ความหมายของค่าดัชนี SPEI มีดังนี้ ดัชนี SPEI ที่มีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า -1.00 แสดงว่า สภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง (Dry climate process) ส่วนดัชนี SPEI ที่มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่า 1.00 แสดงว่า สภาพภูมิอากาศชุ่มชื้น (Wet climate process) สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมของ Polong et al. (2019) และ Somorowska (2016) รายละเอียดตามตารางที่ 1 สำหรับในหัวข้อ 4.2 นี้เป็นการอธิบายผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI ครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2019 โดยสถิติที่นำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย การหาค่าเฉลี่ย ค่าความน่าจะเป็น และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง รายละเอียดผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้ ในสถานการณ์ภูมิอากาศระยะสั้น SPEI01 (รูปที่ 13) พบว่า ค่าเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่มียุคอยู่ในช่วง 0.1 ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์สภาพภูมิอากาศปกติ (Normal climate process) ส่วนผลการวิเคราะห์แนวโน้ม (ภาคผนวก รูป ค-3) พบว่า SPEI01 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อยู่ในช่วง 0.001-0.004 โดยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง คือ 0.8 ขึ้นไป อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง SPEI01 (ภาคผนวก รูป ง-3) พบว่าบางพื้นที่แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

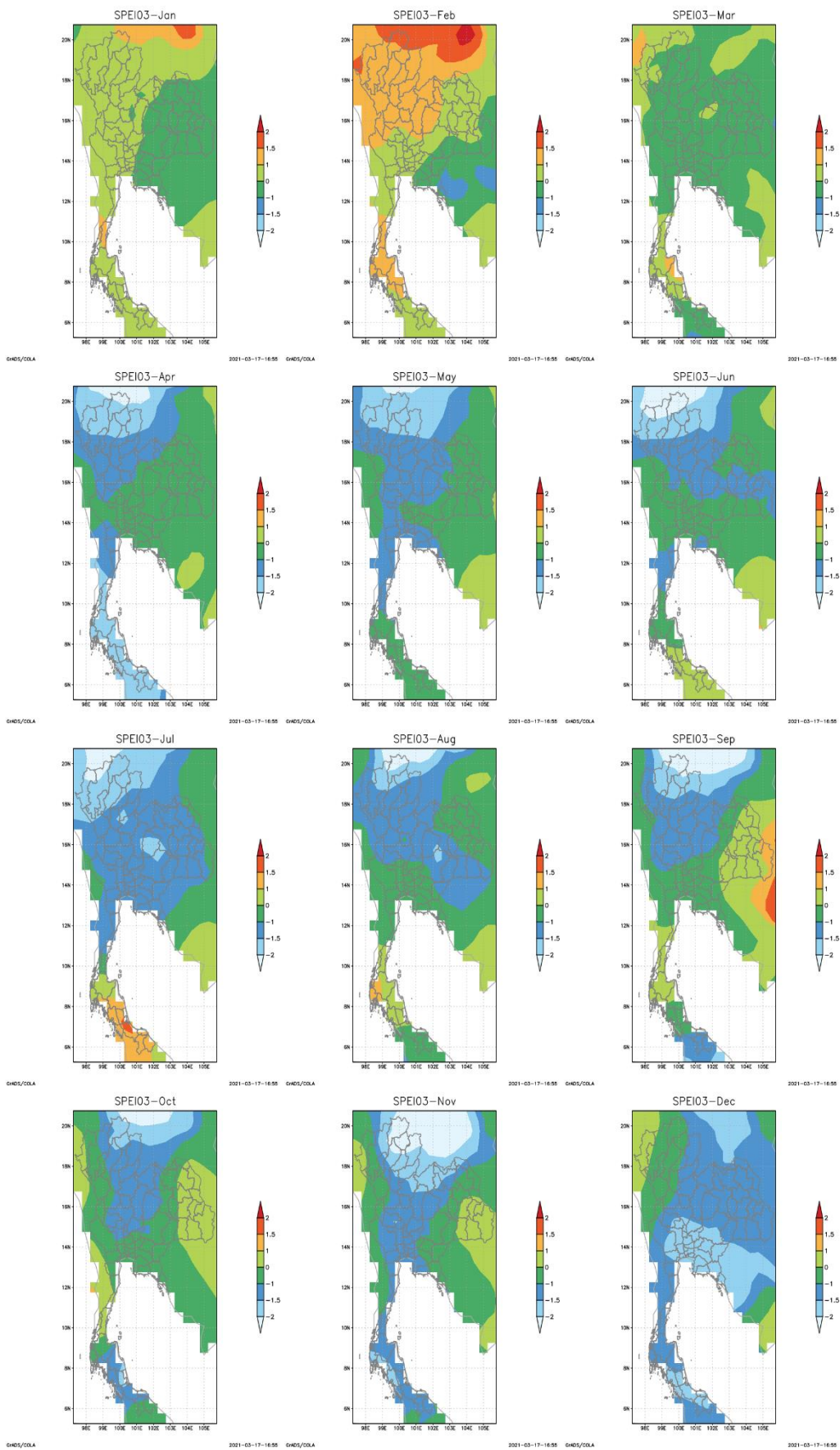
ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์สถานการณ์ภูมิอากาศด้วยดัชนี SPEI ระยะกลาง ประกอบด้วย SPEI03 และ SPEI06 พบว่า จากค่าเฉลี่ยของ SPEI03 และ SPEI06 (รูปที่ 14-15) ค่ายังคงอยู่ในช่วงปกติ คือ -0.1 ถึง 0.1 แต่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของทั้ง SPEI03 และ SPEI06 จะเห็นว่าทิศทางของข้อมูลแตกต่างกัน โดยที่ค่าเฉลี่ย SPEI03 ทุกพื้นที่ในประเทศไทยเป็นบวก แสดงว่าในภาพรวมแล้วสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของ SPEI06 บางพื้นที่กลับมีค่าเป็นลบ เช่น ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนกลางของภาคใต้ แสดงว่าบริเวณดังกล่าวมีภาพรวมสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างแห้งแล้ง และเมื่อพิจารณาค่าแนวโน้ม (ภาคผนวก รูป ค-4 และ รูป ค-5) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีแนวโน้มค่า SPEI03 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย อยู่ในช่วง 0.001-0.004 แต่ยังคงมีบางพื้นที่ในภาค

ตะวันออกและภาคใต้ตอนบนที่มีค่าแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่ไม่เกิน 0.002 ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนที่เกิดขึ้นใน SPEI06 เป็นไปในทิศทางเดียวกับ SPEI03 คือพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังคงมีค่า SPEI06 เพิ่มขึ้น แต่ขอบเขตพื้นที่ที่มีค่าแนวโน้ม ลดลงขยายวงกว้างมากขึ้นเห็นได้อย่างชัดเจนในทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บางส่วนของภาคเหนือ และภาคใต้ตอนบน เป็นต้น ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงเพียงเล็กน้อยไม่เกิน 0.002 ส่วนการวิเคราะห์ความน่าจะเป็น (ภาคผนวก รูป ง-4 และ รูป ง-5) พบว่า หลายพื้นที่ที่มีค่าความน่าจะเป็นค่อนข้างสูงที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ ภาคใต้ยกเว้นตอนบนของภูมิภาค ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางตอนบน และทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่าสูงกว่า 0.8 ขึ้นไป ส่วนพื้นที่บริเวณอื่น ๆ มีค่าความน่าจะเป็นค่อนข้างต่ำกว่า 0.5 ดังนั้น ข้อสังเกตที่ได้รับจากการวิเคราะห์ดัชนี SPEI ระยะกลาง คือ SPEI06 จะมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า SPEI03 รวมทั้งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ SPEI06 มีแนวโน้มลดลงขยายเป็นพื้นที่กว้างมากกว่า แต่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงยังมีค่าความน่าจะเป็นที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่ผลการวิเคราะห์ SPEI ระยะกลางนี้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงจึงยากต่อการอธิบายสถานการณ์ภูมิอากาศระยะกลางที่เกิดขึ้นจริง อย่างไรก็ตามหากแบ่งช่วงเวลาการศึกษาให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น อาจได้รับข้อสรุปที่แตกต่างออกไป

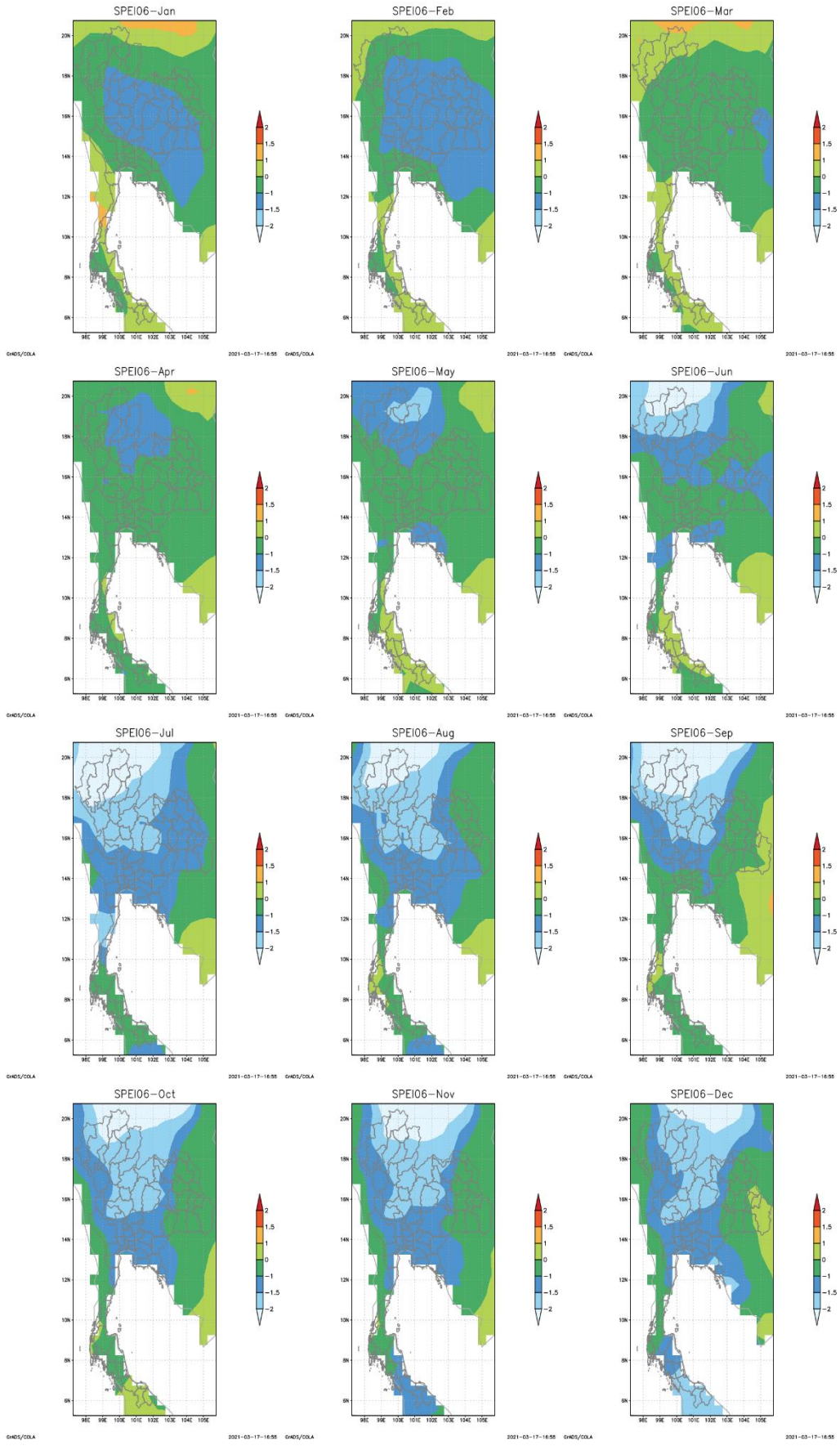
สุดท้ายเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ภูมิอากาศด้วยดัชนี SPEI ระยะยาว ประกอบด้วย SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 พบว่า จากรูปที่ 16-18 ค่า SPEI ยังคงอยู่ในช่วงสถานการณ์ภูมิอากาศปกติเมื่อเทียบกับเกณฑ์การจำแนก SPEI ตามวรรณกรรมของ Polong et al. (2019) และ Somorowska (2016) เนื่องจากค่าเฉลี่ยของ SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ของทั้งประเทศไทยยังอยู่ในช่วงคือ -0.1 ถึง 0.1 โดยที่การกระจายเชิงพื้นที่ของค่า SPEI ระยะยาวมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน คือ ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของภาคใต้ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าเฉลี่ยเป็นลบแสดงว่าสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างแห้งแล้ง ส่วนบริเวณอื่น ๆ ของประเทศ มีค่าเฉลี่ยเป็นบวกบอก แสดงว่าสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น ถัดมาเป็นผลการวิเคราะห์ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (ภาคผนวก รูป ค-6, ค-7, ค-8) และค่าความน่าจะเป็น (ภาคผนวก รูป ง-6, ง-7, ง-8) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีแนวโน้มดัชนี SPEI ระยะยาวเพิ่มขึ้น โดยที่ภาคใต้มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นสูงที่สุด จากนั้นเมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็นพบว่า ส่วนใหญ่มีความน่าจะเป็นค่อนข้างสูงกว่า 0.7 ขึ้นไป แต่ยังคงมีบางพื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ภาคเหนือตอนบน และทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นพบว่า SPEI24 มีค่าดีที่สุดรองลงมา คือ SPEI18 และ SPEI12 ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับดัชนี SPEI ระยะกลางจะพบว่า SPEI ระยะยาวสามารถวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าโดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ยาวนานหลายทศวรรษ แต่ข้อสรุปดังกล่าวอาจมีข้อยกเว้นในพื้นที่ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนบนของภาคเหนือ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีค่าความน่าจะเป็นจะค่อนข้างต่ำ พื้นที่เหล่านั้นจึงควรแบ่งช่วงเวลาศึกษาให้ละเอียดมากขึ้นหากจะวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระยะยาว เพื่อพิจารณาความแปรปรวนของสภาพอากาศที่ระหว่างฤดูกาล ระหว่างปี หรือระหว่างทศวรรษ



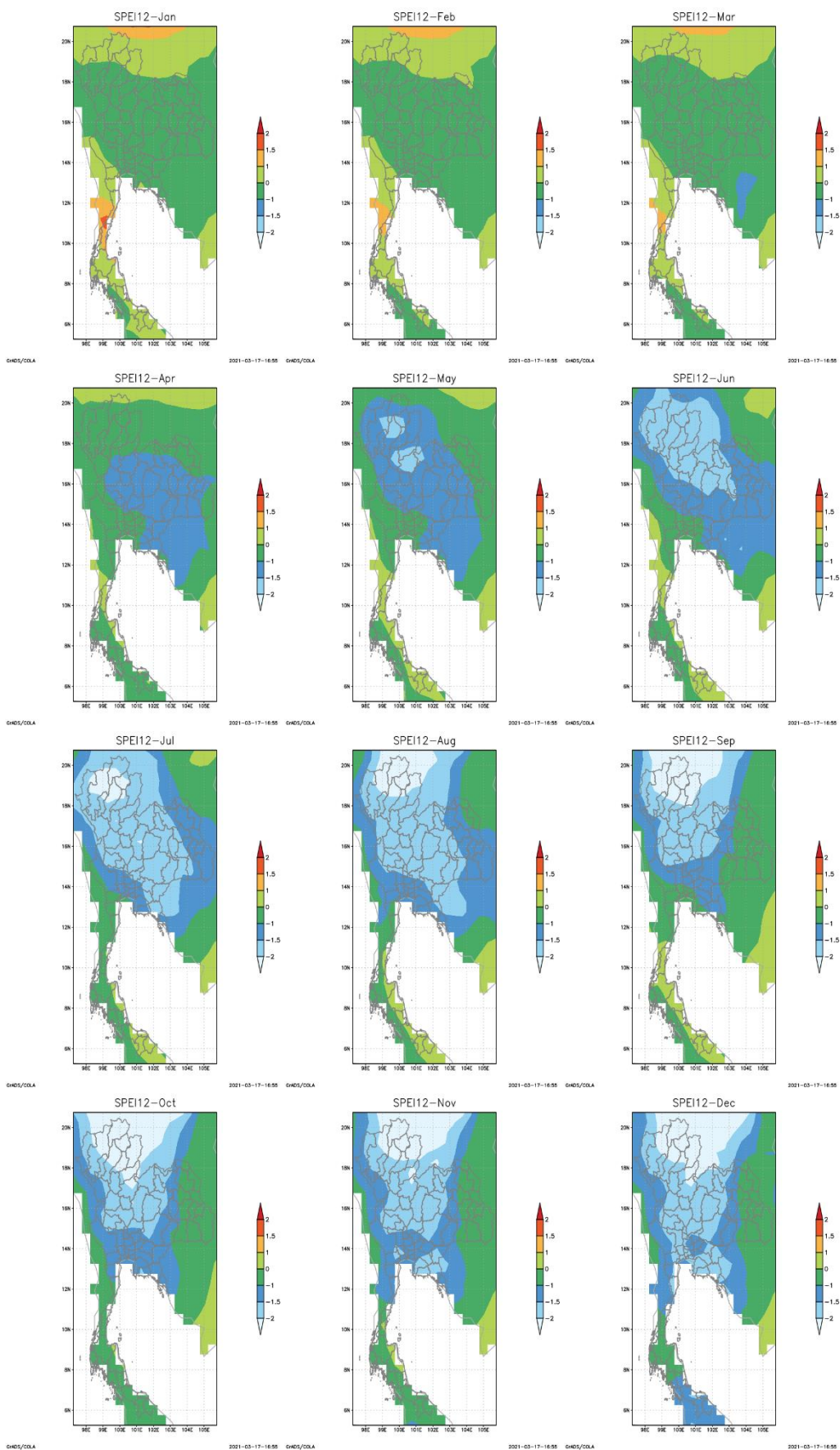
รูปที่ 13 ค่าดัชนี SPEI01 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี



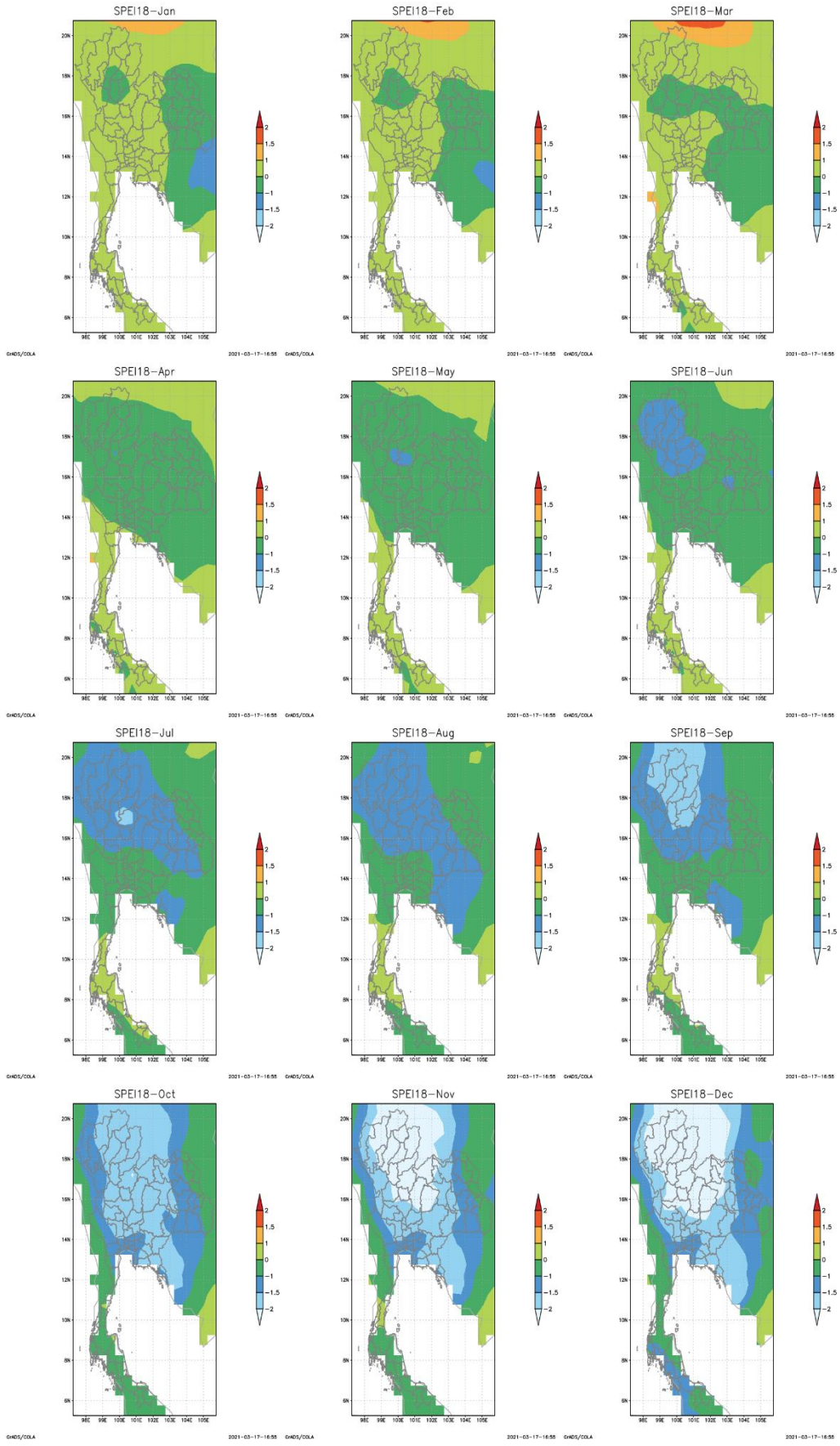
รูปที่ 14 ค่าดัชนี SPEI03 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี



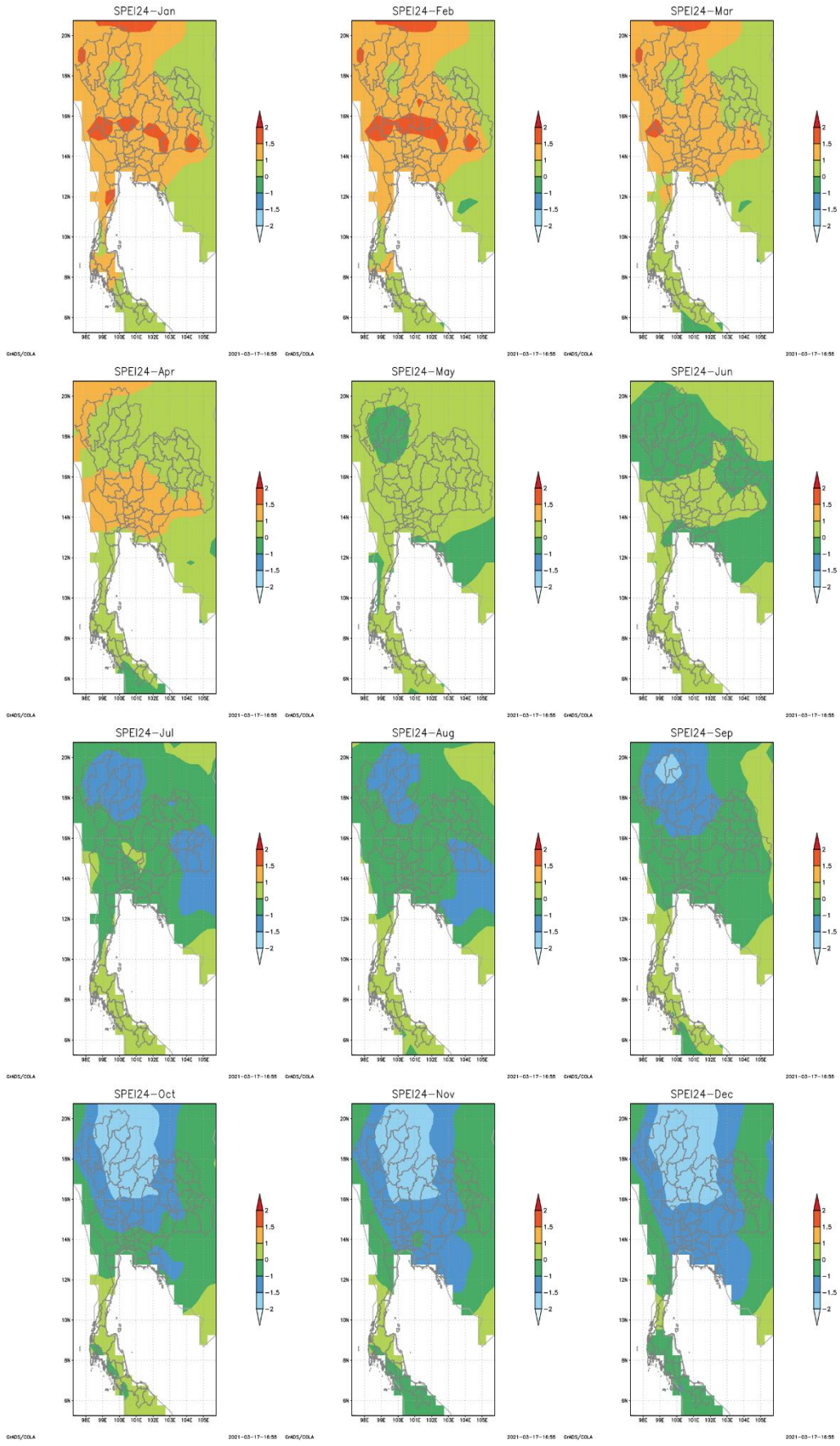
รูปที่ 15 ค่าดัชนี SPEI06 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี



รูปที่ 16 ค่าดัชนี SPEI12 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี



รูปที่ 17 ค่าดัชนี SPEI18 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี



รูปที่ 18 ค่าดัชนี SPEI24 เฉลี่ยรายเดือน 50 ปี

4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลากับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

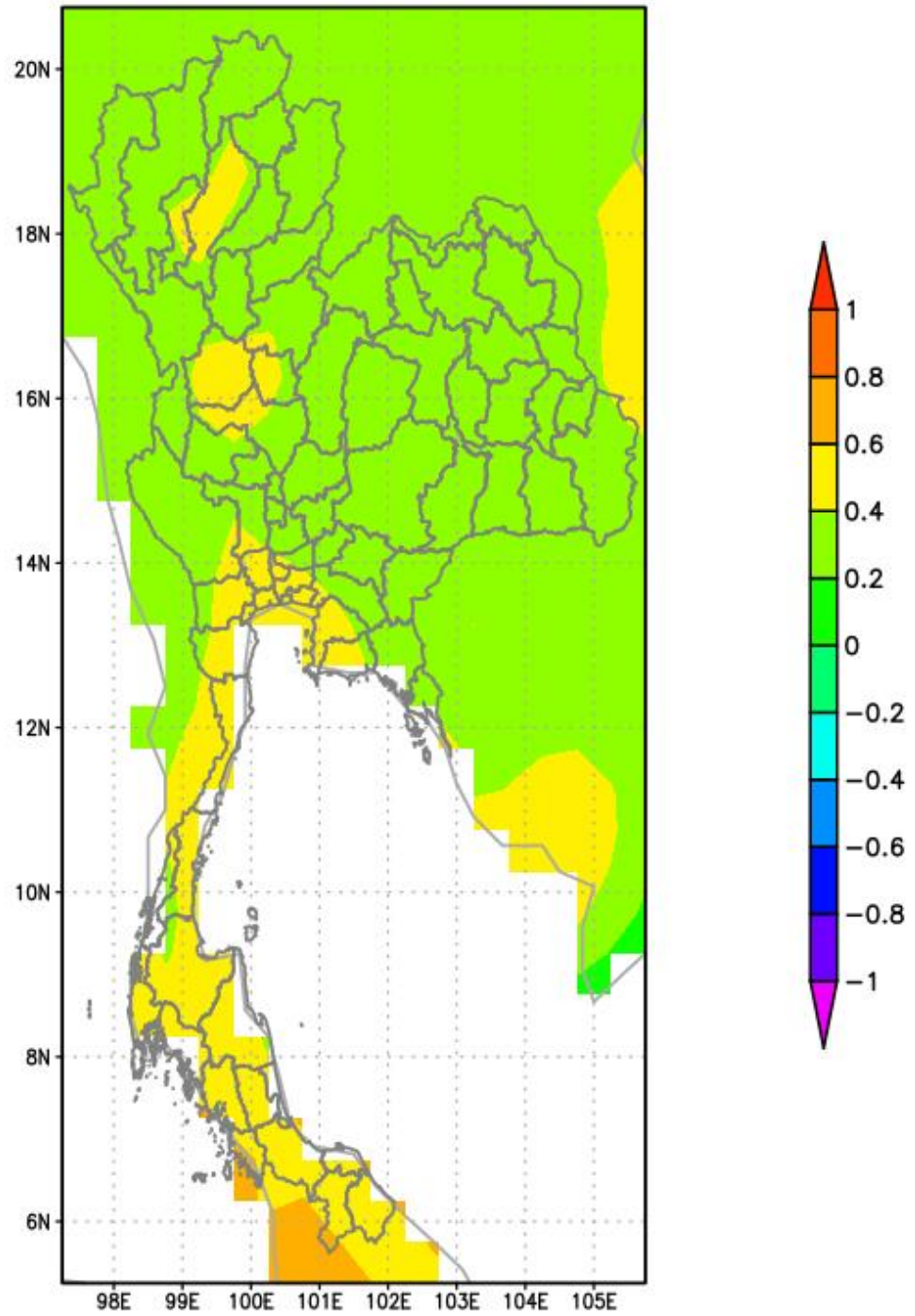
ในหัวข้อนี้เป็นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาทั้งสภาพภูมิอากาศระยะสั้น (SPEI01, SPEI02) สภาพภูมิอากาศระยะกลาง (SPEI03, SPEI06) และสภาพภูมิอากาศระยะยาว (SPEI12, SPEI18, SPEI24) กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน และศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือน เพื่อตรวจสอบกลไกทางอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศแต่ละระยะโดยใช้วิธีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย SPEI กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Time correlation) หลักการหาค่าความสัมพันธ์ตามช่วงเวลาเบื้องต้นอธิบายได้ดังนี้ SPEI01 สอบเทียบความสัมพันธ์กับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายเดือน (Average 1-month) ส่วน SPEI03 สอบเทียบความสัมพันธ์กับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายเดือน 3 เดือน (Running average 3-months) และเช่นกันใน SPEI24 จะทำการสอบเทียบความสัมพันธ์กับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยราย 24 เดือน (Running average 24-months) เป็นต้น

โดยค่าผลการวิเคราะห์ที่ได้รับจากหลักการข้างต้น เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 และ 1 สหสัมพันธ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 หรือ -1 เรียกว่าสหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ โดยจุดทั้งหมดจะอยู่บนแนวเส้นตรงพอดี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างแท้จริง สามารถจำแนกความสัมพันธ์ได้ 3 ลักษณะ คือ สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations, $r > 0$) หมายความว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลง ตัวแปรอีกตัวจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations, $r < 0$) หมายความว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงข้ามกัน คือ เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตัวแปรอีกตัวจะเปลี่ยนแปลงตรงข้ามเสมอ และสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations, $r = 0$) หมายความว่า ตัวแปรสองตัวที่ทำการวิเคราะห์ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อันต่อไปเป็นการอธิบายผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI เทียบกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาจำแนกผลวิเคราะห์ออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะสั้นเทียบกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา 2) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะกลางเทียบกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะยาวเทียบกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะสั้นกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

อันดับแรกเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีระยะสั้น SPEI01 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (Average 1-month) ดัชนีระยะสั้น SPEI02 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมราย 2 เดือน (Average 2-month) (รูปที่ 19-20) พบว่าจากผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดัชนี SPEI01 กับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือน และค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดัชนี SPEI02 กับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 2 เดือน ล้วนมีค่า r อยู่ในช่วง 0.2-0.6 โดยที่ภาพรวมของดัชนีระยะสั้น SPEI01 จะมีค่าความสัมพันธ์ที่สูงกว่า SPEI02 เล็กน้อย ซึ่งจากค่าความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI ระยะสั้นกับปริมาณน้ำฝนสะสมสามารถกล่าวได้ว่าทั้งดัชนี SPEI01 และ SPEI02 กับตัวแปรปริมาณน้ำฝนสะสมมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ดังนั้นเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนี SPEI01 และ SPEI02 มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งค่า SPEI เพิ่มขึ้น

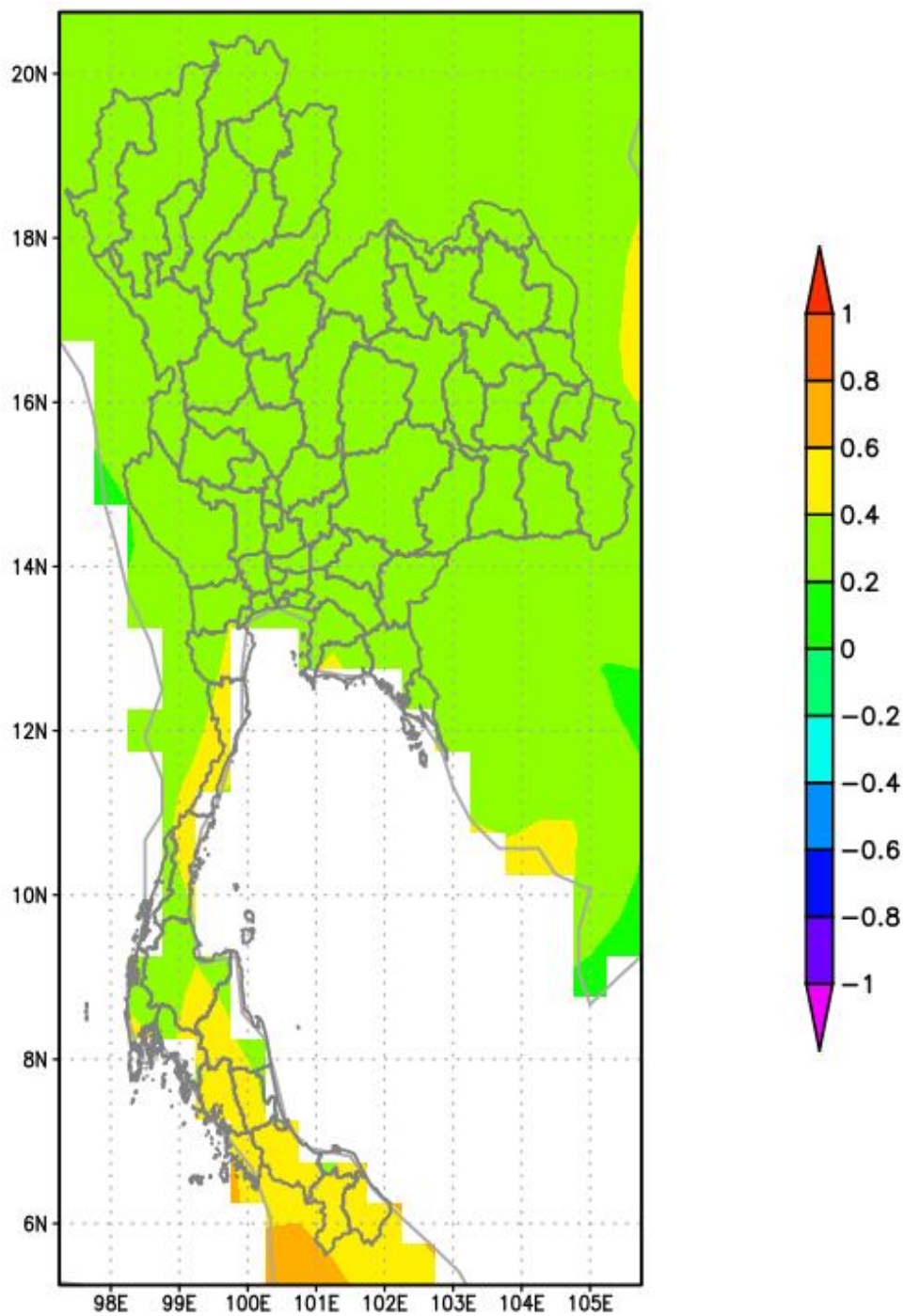
หมายถึงชุ่มชื้นมากขึ้น แต่ระดับความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยข้างต้นยังอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น โดยภาคใต้ทั้งฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ คือค่า r อยู่ในช่วง 0.4-0.6 ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI01 เทียบกับดัชนีการคายระเหยรายเดือน และความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI02 เทียบกับดัชนีการคายระเหยราย 2 เดือน (รูปที่ 21-22) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัยมีค่า r อยู่ในช่วง -0.2 ถึง 0 แสดงว่า ดัชนี SPEI01 กับตัวแปรดัชนีการคายระเหยรายเดือน และดัชนี SPEI02 กับตัวแปรดัชนีการคายระเหยราย 2 เดือน มีความสัมพันธ์กันในลบ ทำให้เมื่อดัชนีการคายระเหยเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนี SPEI ลดลง ซึ่งค่า SPEI ที่ลดลงหมายถึงแห้งแล้งมากขึ้น อย่างไรก็ตามระดับความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI01 SPEI02 กับตัวแปรดัชนีการคายระเหยยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ



GrADS/COLA

2020-10-21-01:00

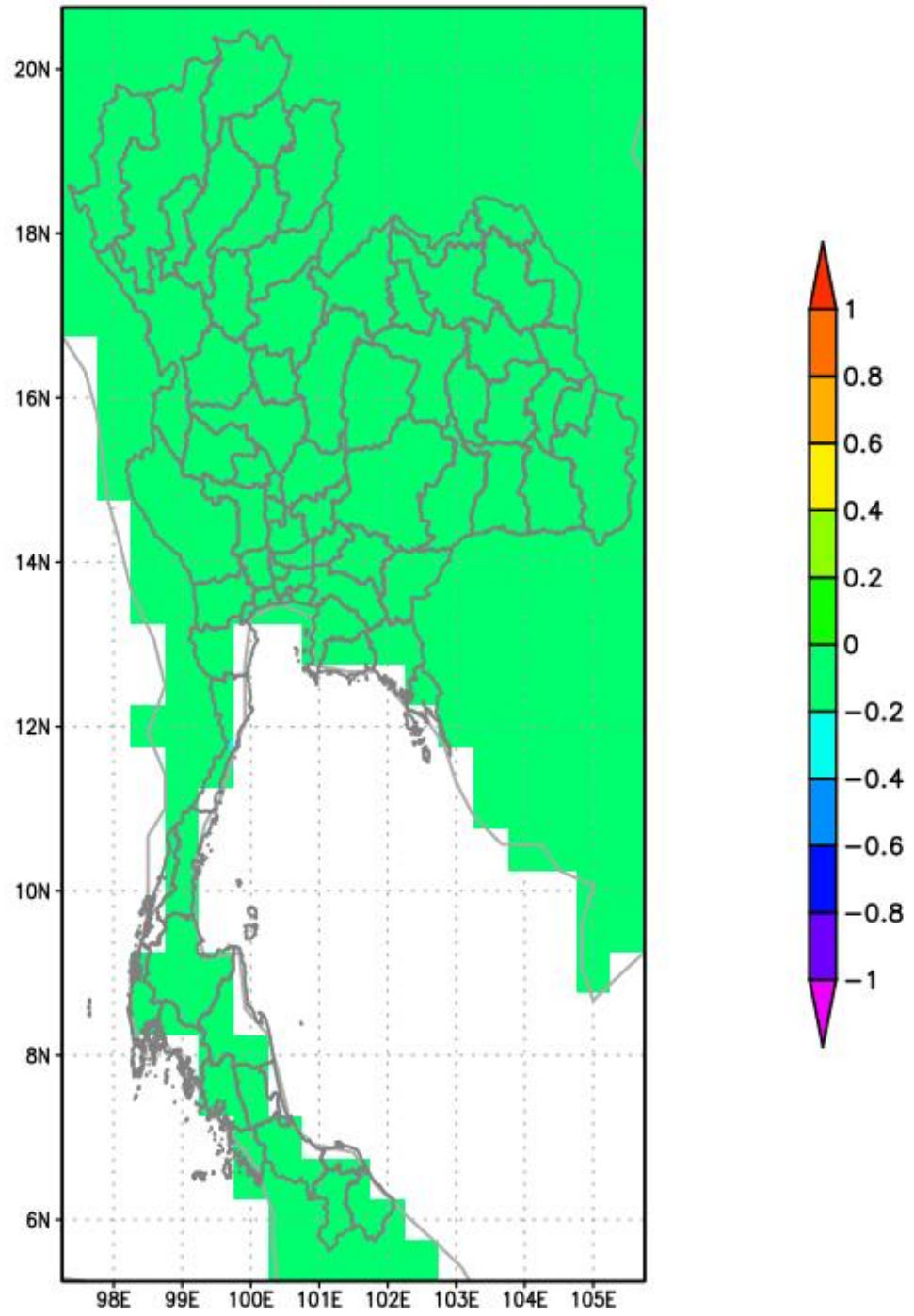
รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนเทียบกับ SPEI01



GrADS/COLA

2021-02-10-14:48

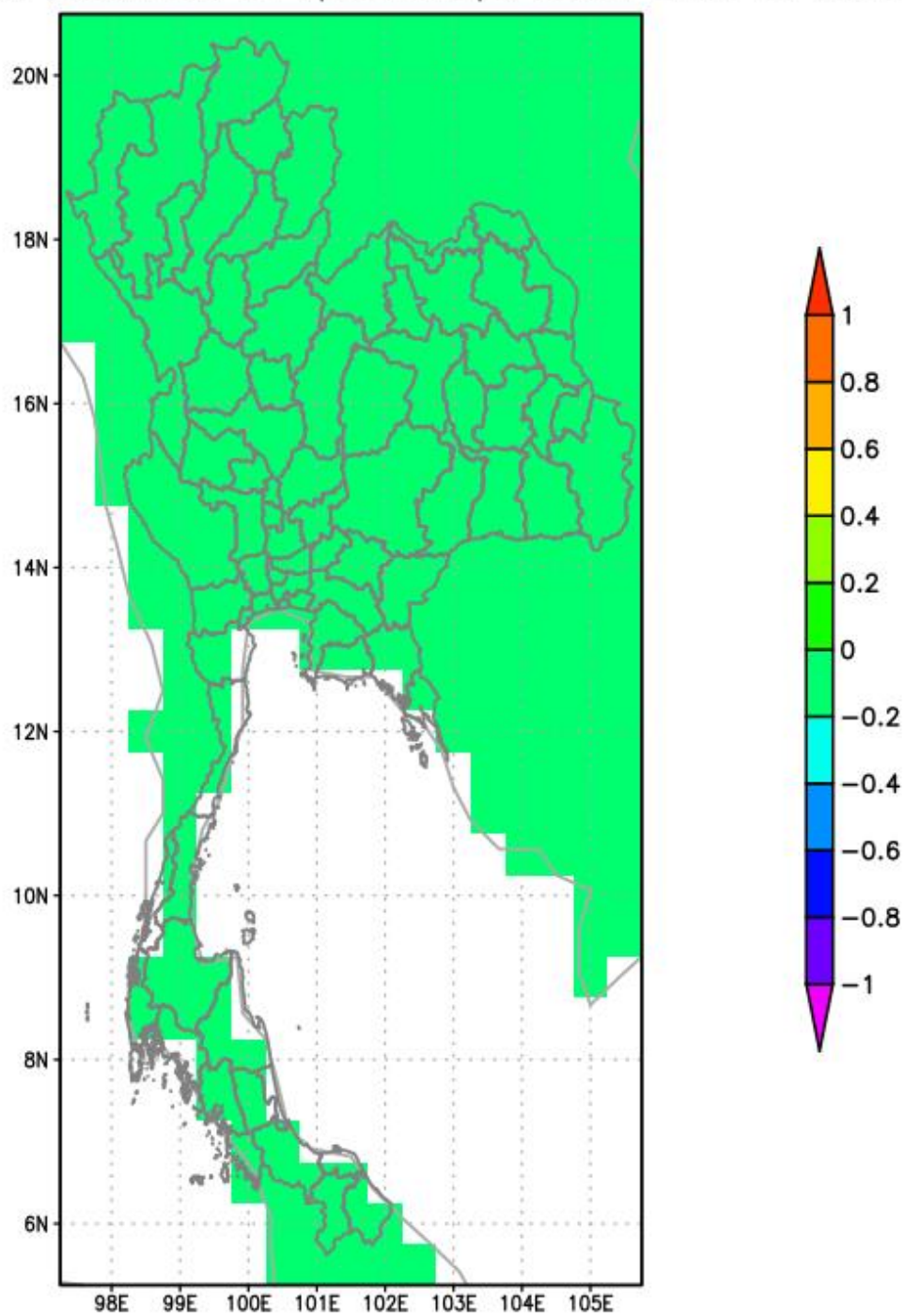
รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 2 เดือนเทียบกับ SPEI02



GrADS/COLA

2020-10-21-01:00

รูปที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยรายเดือนเทียบกับ SPEI01



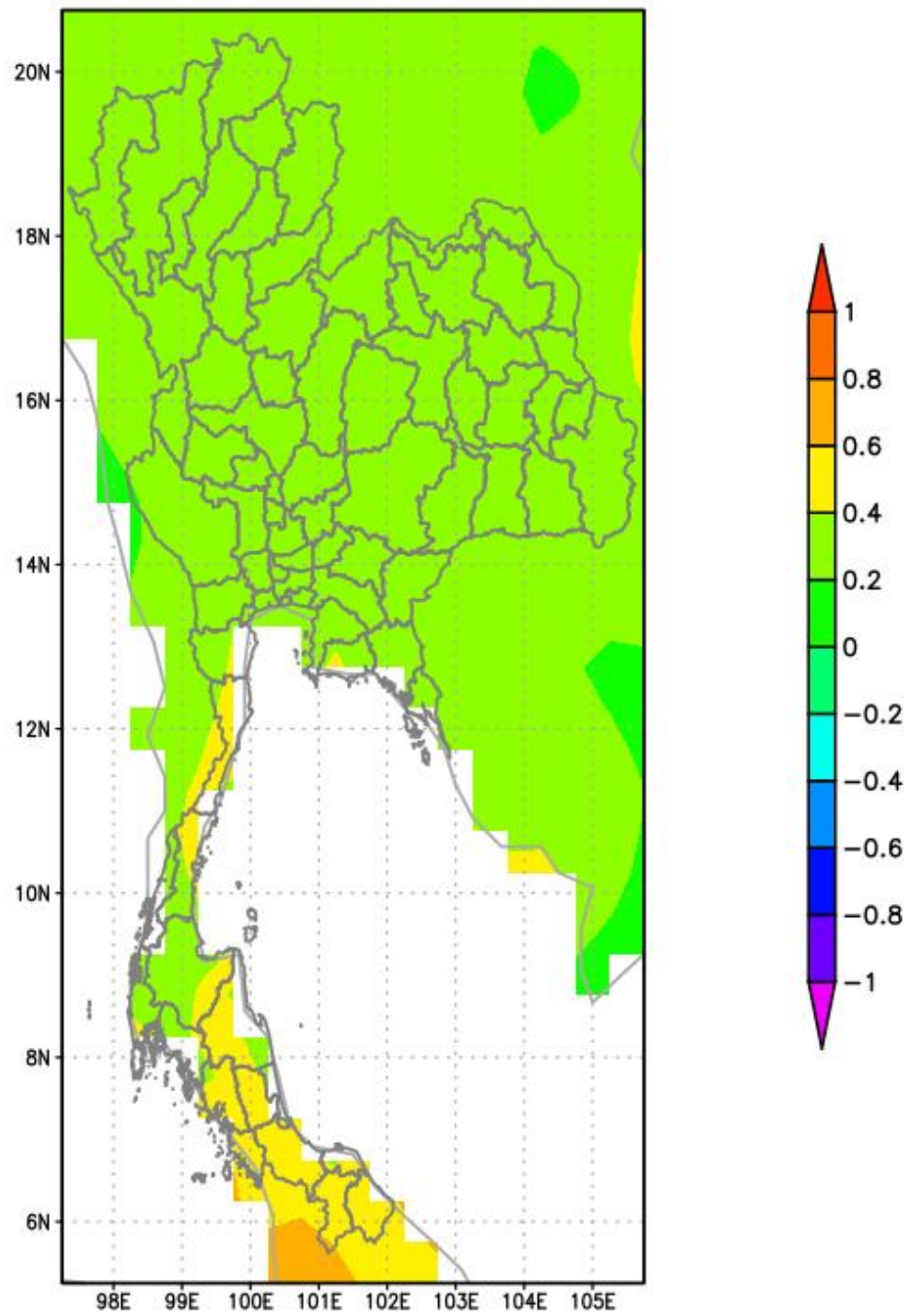
GrADS/COLA

2021-02-10-14:48

รูปที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างศึก์การคายระเหยเฉลี่ยราย 2 เดือนเทียบกับ SPEI02

4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะกลางกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

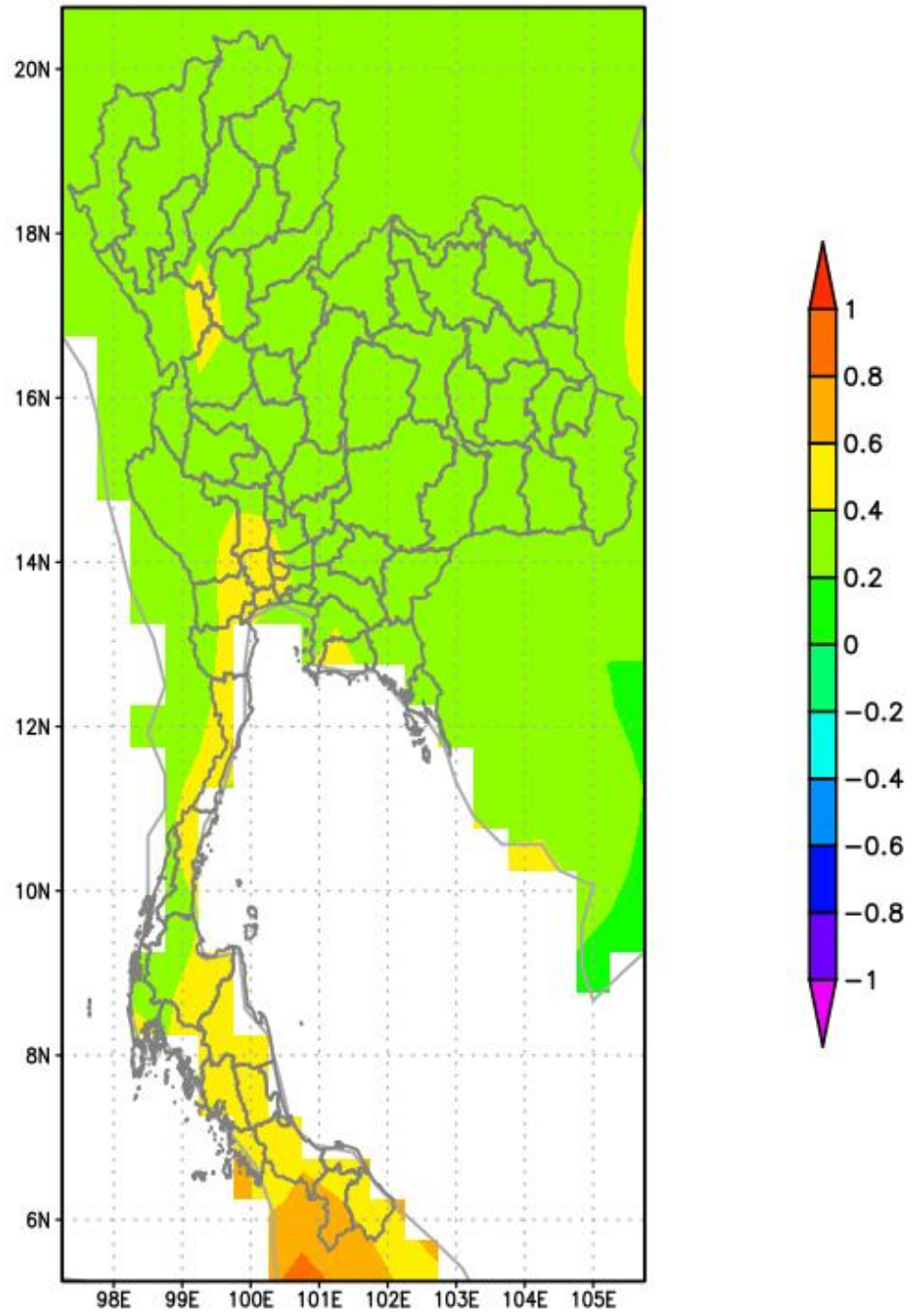
สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะกลาง ได้แก่ SPEI03 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 3 เดือน (Running average 3-month) (รูปที่ 23) และความสัมพันธ์ระหว่าง SPEI06 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 6 เดือน (Running average 6-month) (รูปที่ 24) พบว่าความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI03 กับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 3 เดือน และความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI06 กับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 6 เดือน มีค่าความสัมพันธ์ (r values) ใกล้เคียงกัน และค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีการกระจายเชิงพื้นที่สัมพันธ์กัน คือ บริเวณใด ๆ มีค่าความสัมพันธ์ต่ำจะสัมพันธ์กัน และบริเวณใด ๆ ที่มีความสัมพันธ์ปานกลางจะสัมพันธ์กัน โดยที่ภาพรวมแล้วผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์มีค่า r อยู่ในช่วง 0.2-0.6 แสดงว่า ดัชนี SPEI03 และ SPEI06 กับตัวแปรปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 3 เดือน และเฉลี่ยราย 6 เดือนมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ดัชนี SPEI ระยะกลางมีค่าเพิ่มขึ้นตาม อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาที่ระดับความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI ระยะกลางกับปริมาณน้ำฝนยังพบว่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่า r อยู่ในช่วง 0.2-0.4 (รูปที่ 23-24) ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าภาคอื่น ๆ อย่างชัดเจน ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI03 เทียบกับดัชนีการคายระเหยเฉลี่ยราย 3 เดือน (รูปที่ 25) และความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI06 เทียบกับดัชนีการคายระเหยเฉลี่ยราย 6 เดือน (รูปที่ 26) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีระยะกลางกับดัชนีการคายระเหยมีค่า r อยู่ในช่วง -0.2 ถึง 0 แสดงว่าดัชนีระยะกลางกับดัชนีการคายระเหยรายเดือนมีความสัมพันธ์กันในลบ ดังนั้นเมื่อดัชนีการคายระเหยเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนี SPEI ระยะกลางลดลง โดยค่า SPEI ที่ลดลงหมายถึงแห้งแล้งมากขึ้น ทั้งนี้ระดับความสัมพันธ์ของดัชนี SPEI ระยะกลางกับตัวแปรดัชนีการคายระเหยยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

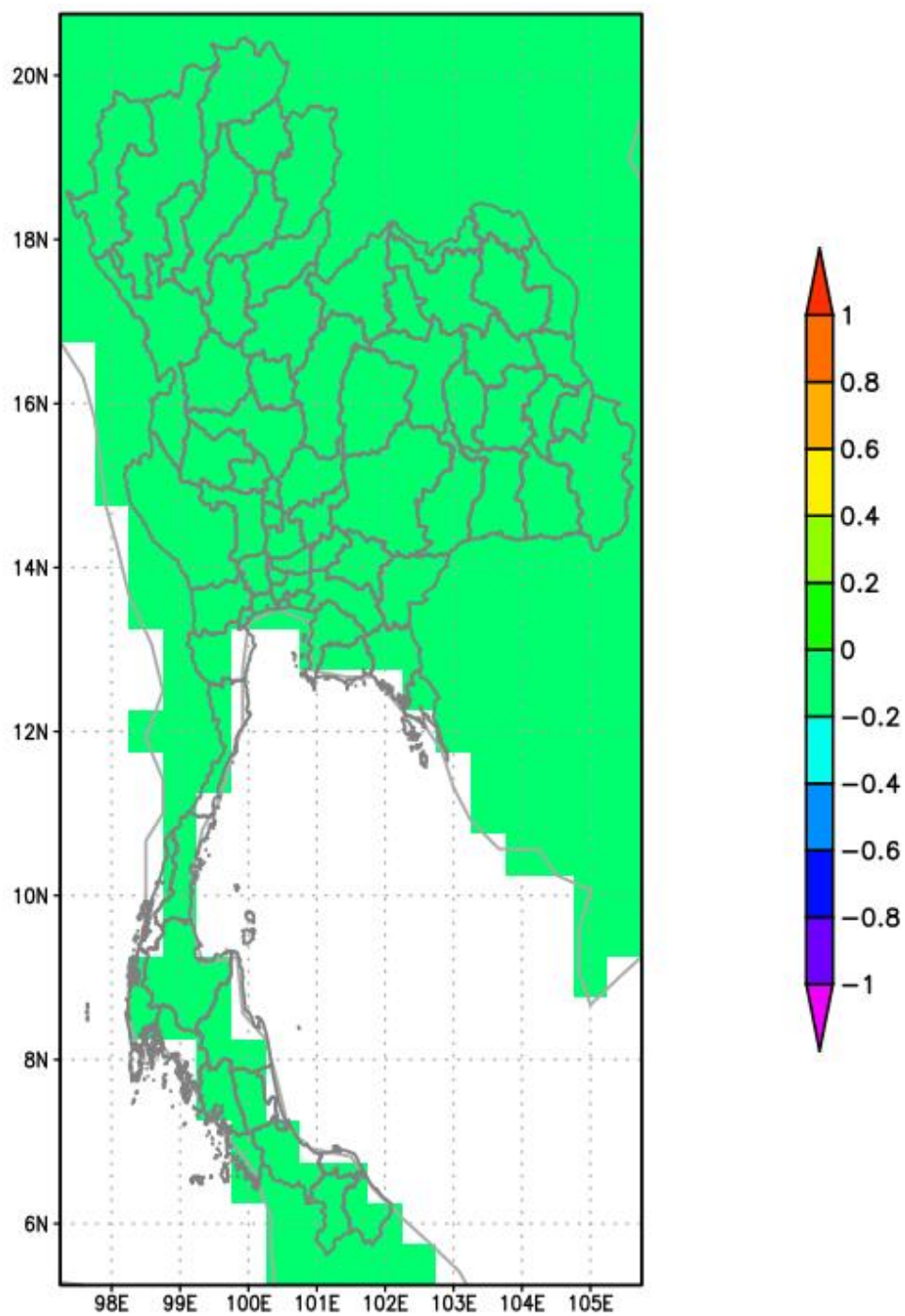
รูปที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 3 เดือนเทียบกับ SPEI03



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

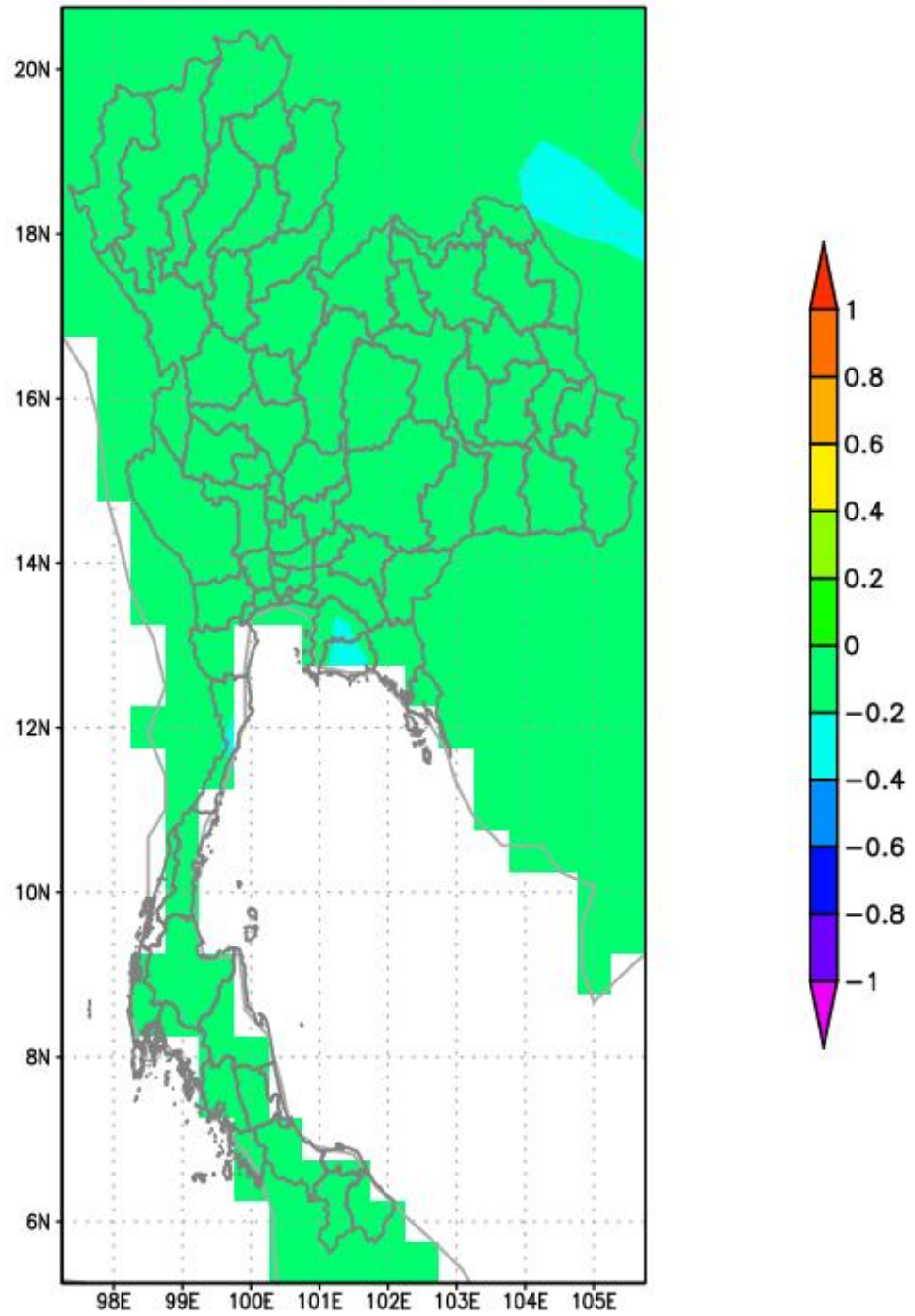
รูปที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 6 เดือนเทียบกับ SPEI06



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

รูปที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างศึกย์การคายระเหยเฉลี่ยราย 3 เดือนเทียบกับ SPEI03



GrADS/COLA

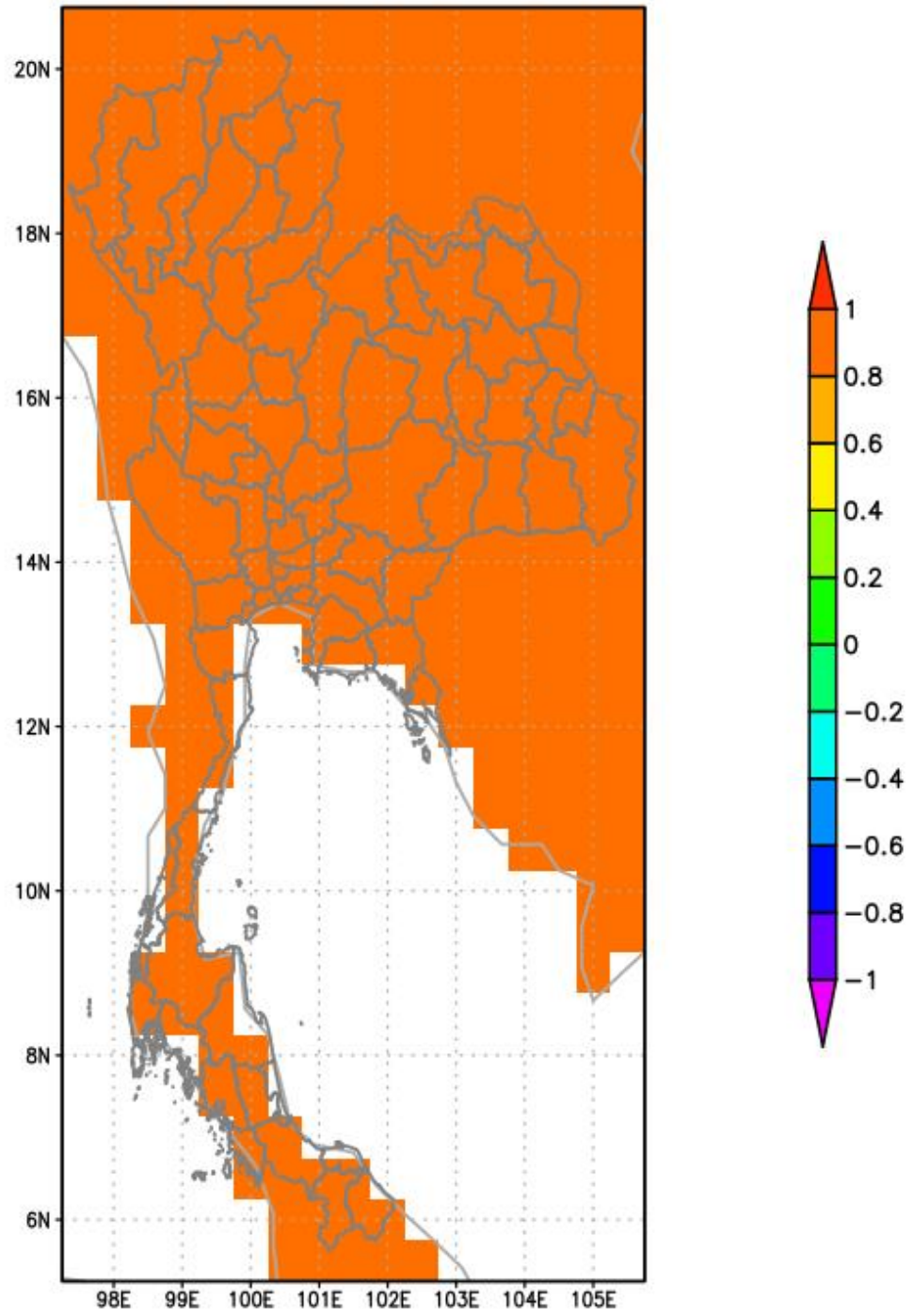
2020-10-21-13:29

รูปที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 6 เดือนเทียบกับ SPEI06

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI ระยะยาวกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI12 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 12 เดือน (Running average 12-month) รูปที่ 28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI18 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 18 เดือน (Running average 18-month) และรูปที่ 29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI24 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 24 เดือน (Running average 24-month) พบว่าผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI12 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 12 เดือน และความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI24 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 24 เดือน ทุกพื้นที่ในประเทศไทยล้วนมีค่าความสัมพันธ์สูง โดยค่า r อยู่ในช่วง 0.8-1.0 ขณะที่ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI18 เทียบกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 18 เดือน มีค่าความสัมพันธ์ลดลงมาอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูงค่า r อยู่ในช่วง 0.4-0.8 และเมื่อพิจารณาแผนที่ความสัมพันธ์รูปที่ 28 พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคกลางและภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ อย่างชัดเจน ส่วนทิศทางการสัมพันธ์พบว่าดัชนี SPEI ระยะยาวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 12 เดือน เฉลี่ยราย 18 เดือน และเฉลี่ยราย 24 เดือน แสดงว่าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนี SPEI ระยะยาวมีค่าเพิ่มขึ้นหรือชุ่มชื้นเพิ่มขึ้น

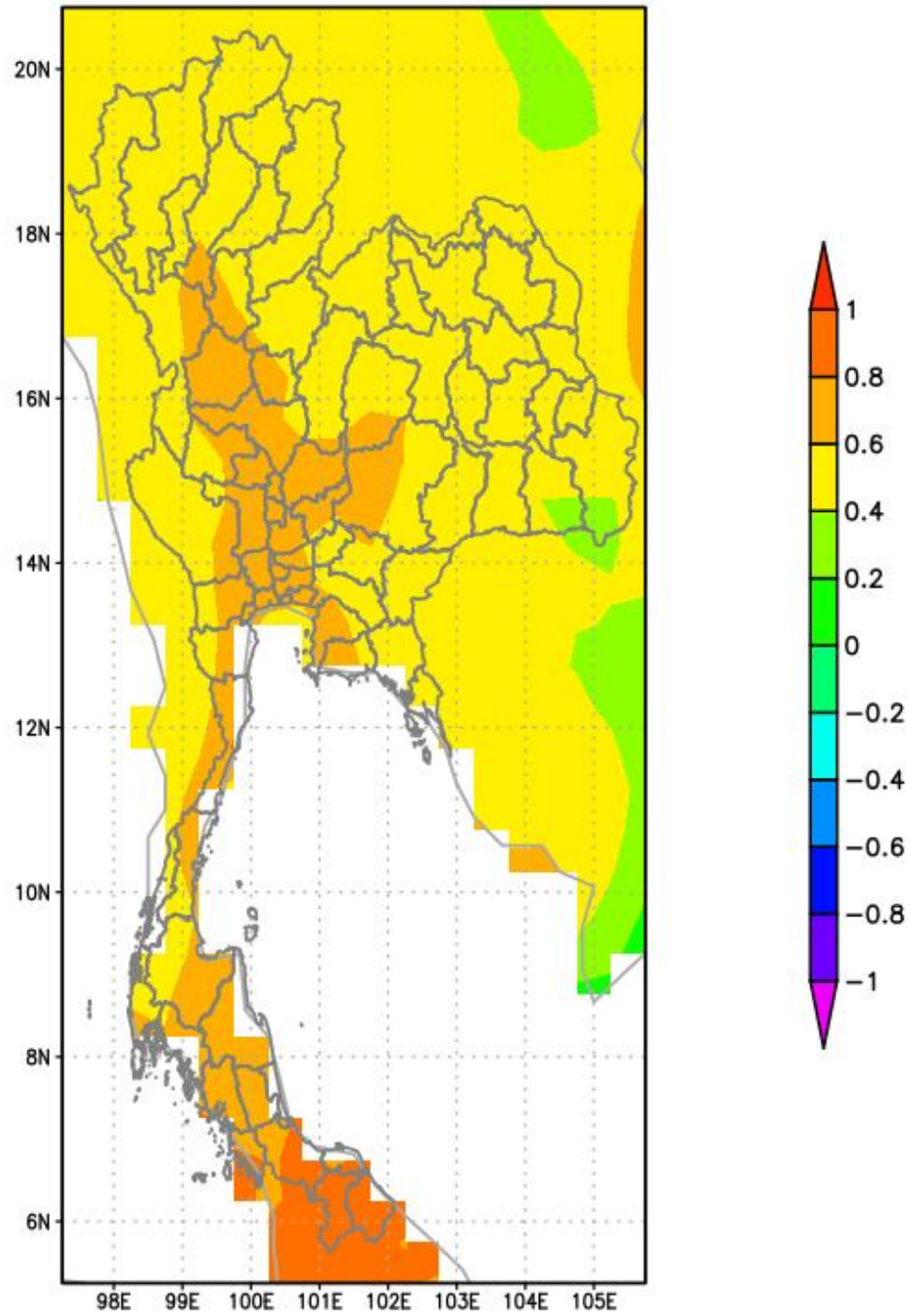
ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 เทียบกับดัชนีการคายระเหยเฉลี่ยราย 12 เดือน เฉลี่ยราย 18 เดือน และเฉลี่ยราย 24 เดือน ตามลำดับ (รูปที่ 30-32) พบว่าดัชนี SPEI ระยะยาวและดัชนีการคายระเหยมีทิศทางความสัมพันธ์ทางลบทั้งหมด ดังนั้นเมื่อดัชนีการคายระเหยเพิ่มขึ้นค่าดัชนี SPEI ระยะยาวจะลดลงแสดงว่าสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งมากยิ่งขึ้น ในภาพรวมค่าความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร อยู่ในช่วง -0.6 ถึง 0 ซึ่งหากพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ (r values) จะพบว่าทั้ง 3 ชุดข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์มีการกระจายเชิงพื้นที่ของค่าสหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน คือ บริเวณใด ๆ ที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงจะสอดคล้องกัน และบริเวณใด ๆ ที่มีสหสัมพันธ์ปานกลางก็จะสอดคล้องกันทั้งหมด จากการกระจายเชิงพื้นที่ดังกล่าวได้รับข้อสรุปว่าภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีค่าความสัมพันธ์ที่สูงกว่าภูมิภาคอื่น แต่ค่าความสัมพันธ์ยังถือว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ โดยค่า r อยู่ในช่วง -0.6 ถึง -0.2 รองลงมา คือ ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ที่ส่วนใหญ่มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในช่วง -0.4 ถึง 0 ซึ่งถือว่ามีค่าระดับความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างดัชนี SPEI ระยะยาวจะพบว่าความสัมพันธ์ดัชนี SPEI12 มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมา คือ SPEI24 และ SPEI18 ตามลำดับ



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

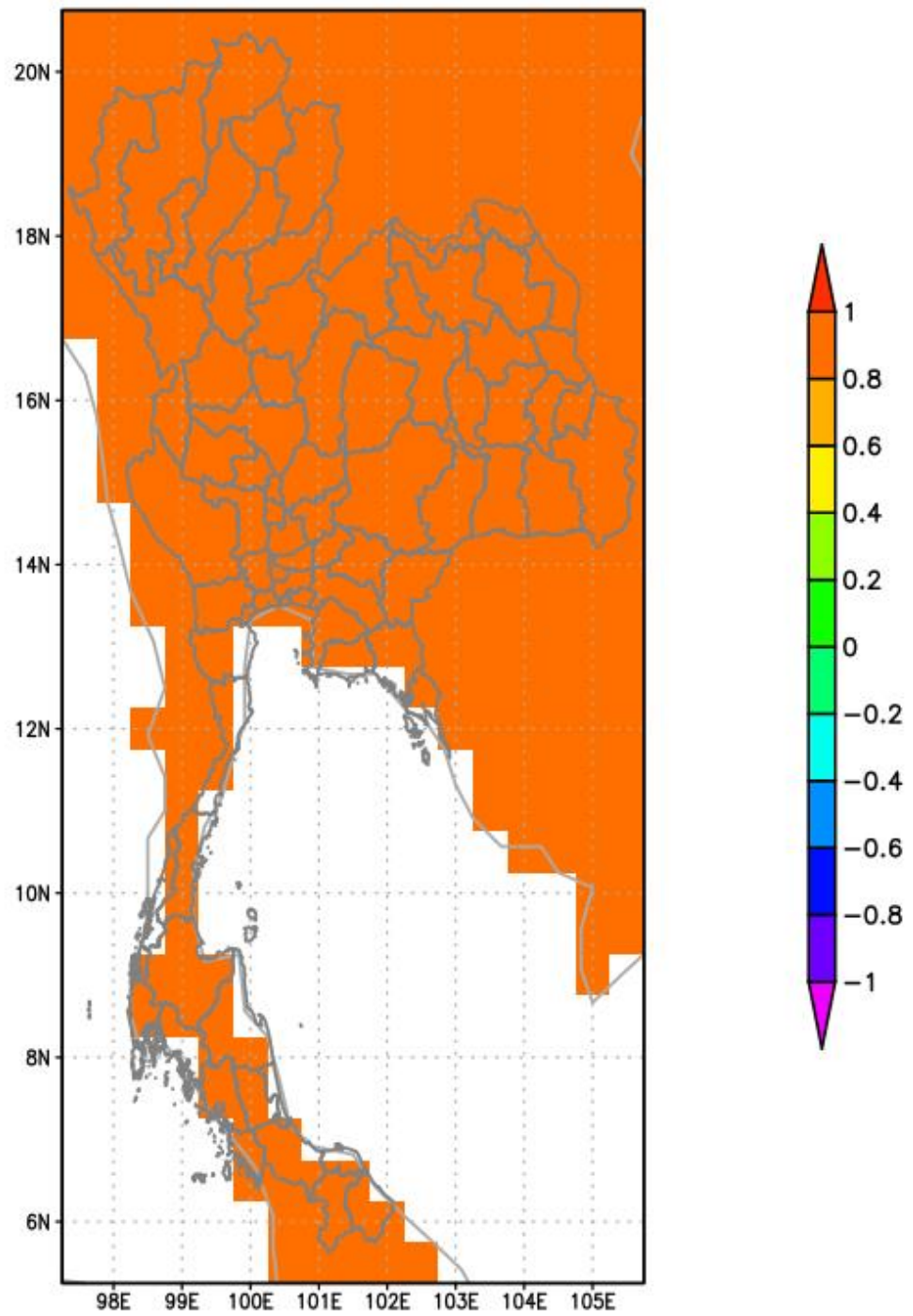
รูปที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 12 เดือนเทียบกับ SPEI12



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

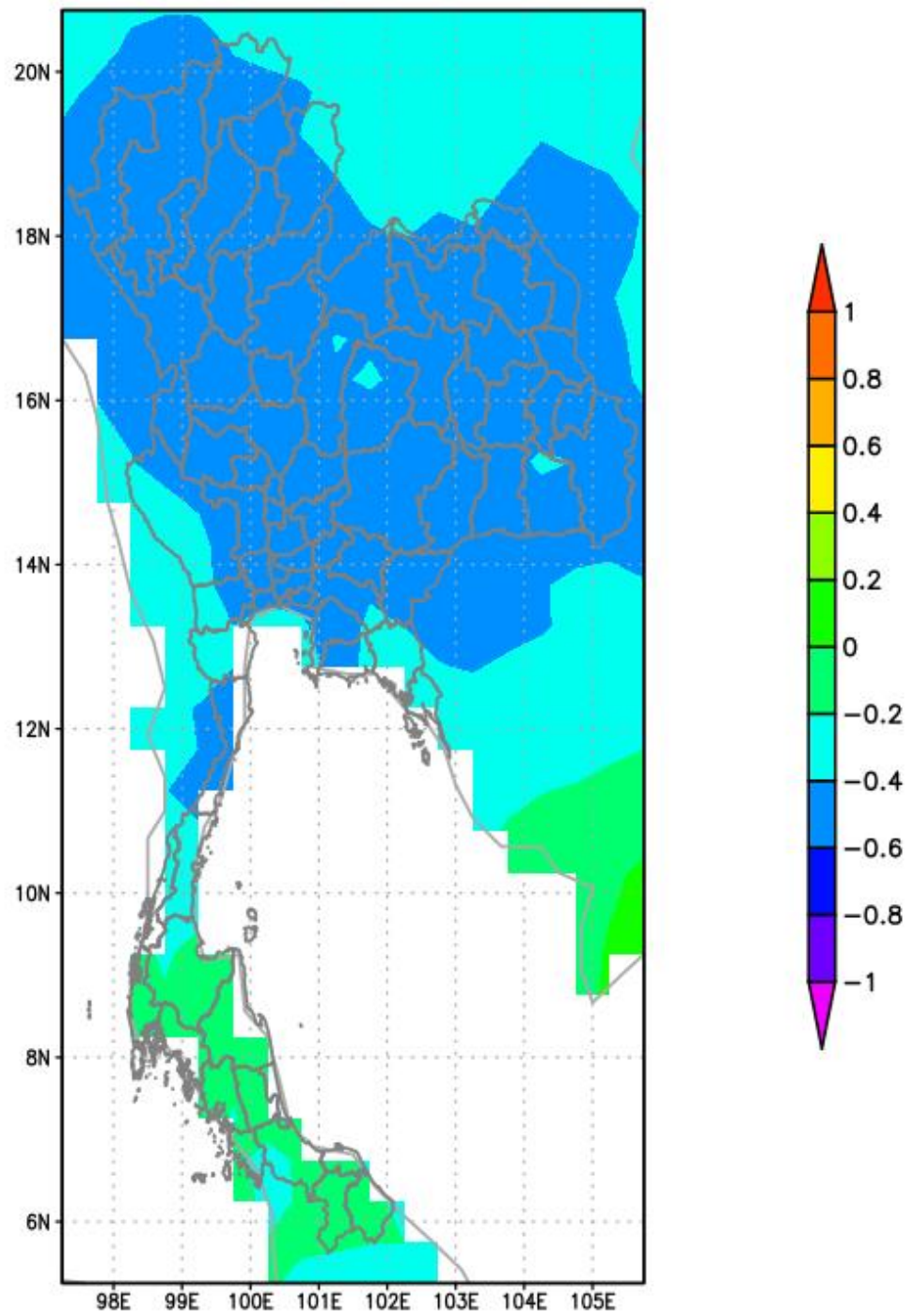
รูปที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 18 เดือนเทียบกับ SPEI18



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

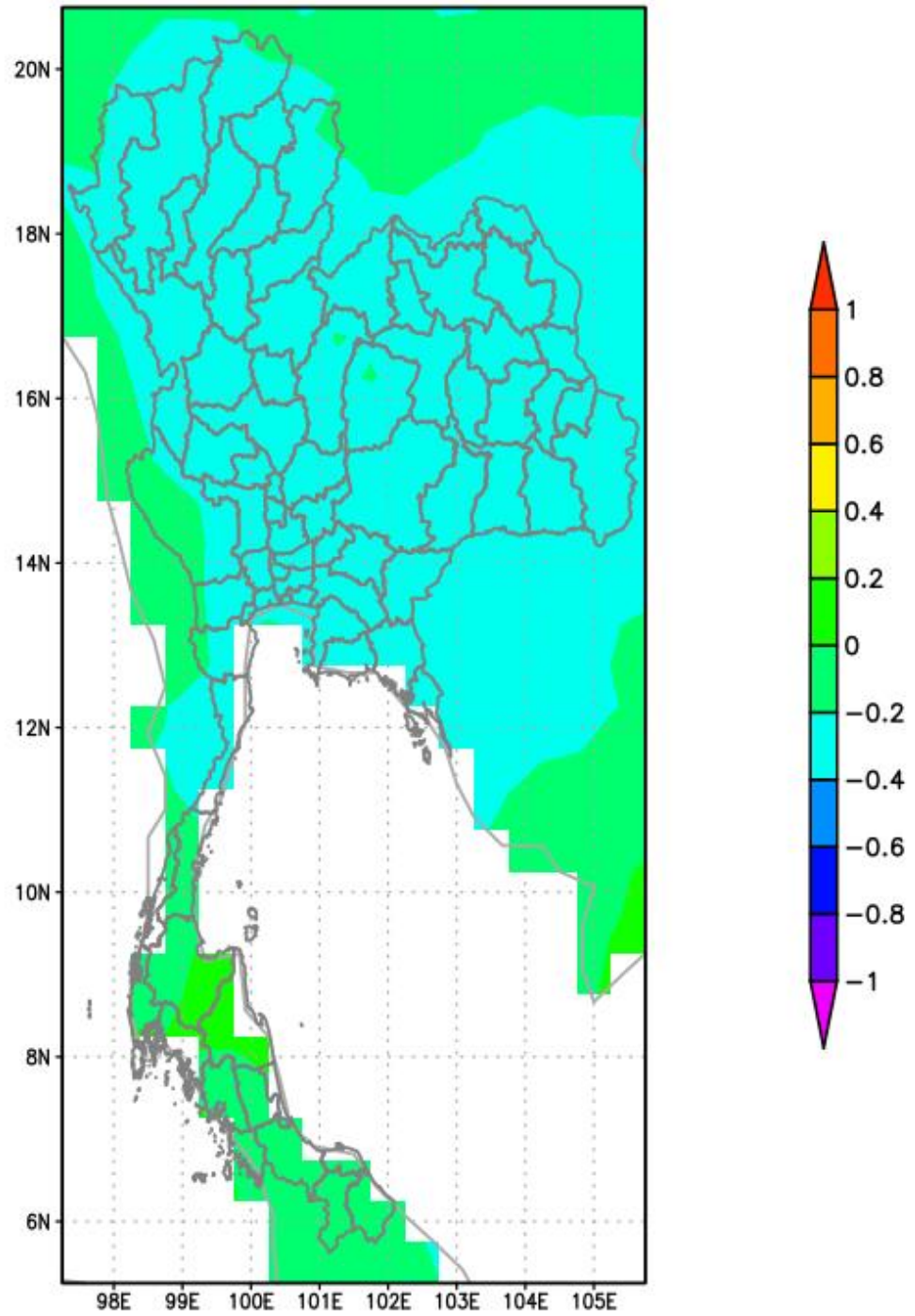
รูปที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยราย 24 เดือนเทียบกับ SPEI24



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

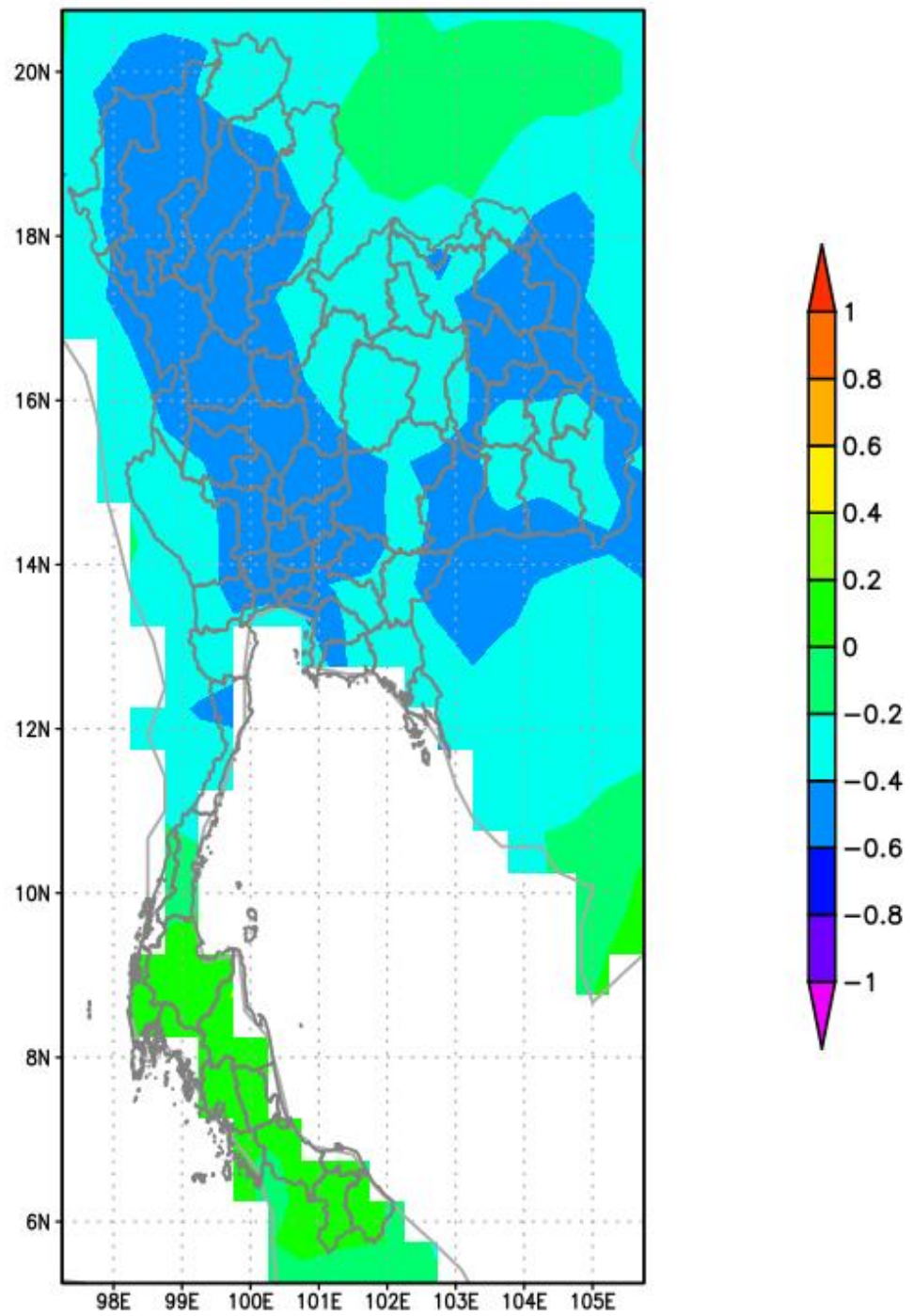
รูปที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 12 เดือนเทียบกับ SPEI12



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 18 เดือนเทียบกับ SPEI18



GrADS/COLA

2020-10-21-13:29

รูปที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพการคายระเหยเฉลี่ยราย 24 เดือนเทียบกับ SPEI24

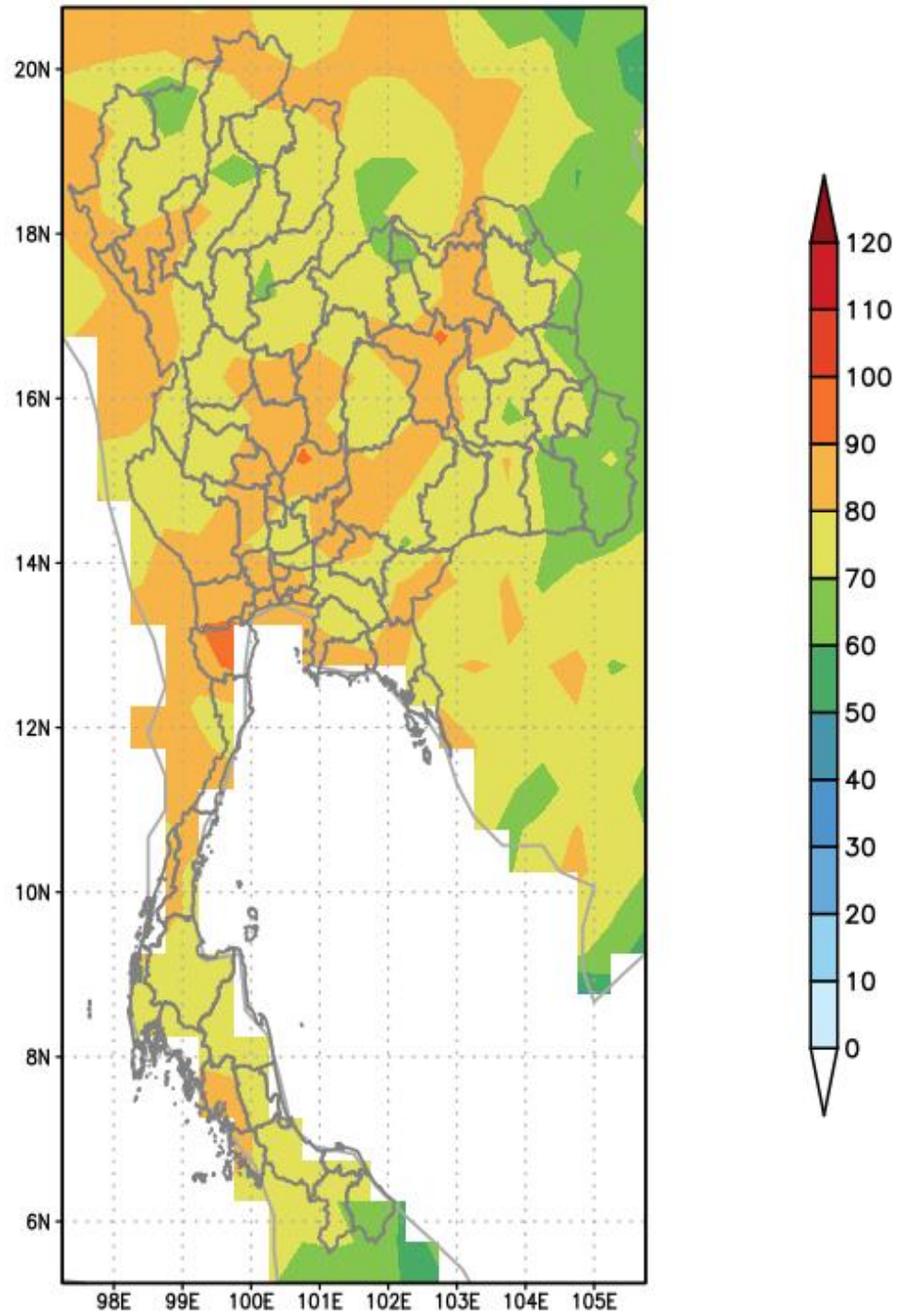
4.4 การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

สำหรับการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งครอบคลุมตั้งแต่ปี 1970-2019 โดยอาศัยเกณฑ์การจำแนกดัชนี SPEI ของ Polong et al. (2019) และ Somorowska (2016) (ตารางที่ 1) ซึ่งจำแนกค่าดัชนี SPEI ที่สอดคล้องกับการบ่งชี้สถานการณ์ภัยแล้งไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 1) Moderate dryness (D1) SPEI -1.49 ถึง -1.00 2) Severe dryness (D2) SPEI -1.99 ถึง -1.50 และ 3) Extreme dryness (D3) SPEI มากกว่าหรือเท่ากับ 2.00 เป็นต้นไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ความถี่ของภัยแล้งครอบคลุมหลายช่วงเวลา ได้แก่ ภัยแล้งระยะสั้น (SPEI01) ภัยแล้งระยะกลาง (SPEI03, SPEI06) และภัยแล้งระยะยาว (SPEI12, SPEI18, SPEI24)

4.4.1 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1)

ผลจากการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ที่มีค่า SPEI อยู่ในช่วง -1.49 ถึง -1.00 (รูปที่ 33-38) พบว่าในดัชนีระยะสั้น SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D1 จำนวน 70-90 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ตอนกลางของประเทศไทย ตอนบนของภาคใต้ ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคเหนือมีแนวโน้มเกิดภัยแล้งระยะสั้นบ่อยครั้งกว่าบริเวณอื่น ๆ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI03 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลางระดับ D1 จำนวน 60-80 เหตุการณ์ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI06 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลางระดับ D1 จำนวน 50-70 เหตุการณ์ สำหรับภัยแล้งระยะกลางนี้พบข้อสังเกตว่าภัยแล้งมักเกิดบ่อยครั้งในบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และตอนบนของภาคใต้ ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ดัชนีระยะยาว SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ในกรณีของดัชนี SPEI12 พบว่าเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D1 จำนวน 40-80 เหตุการณ์ โดยที่พื้นที่บางส่วนของภาคกลาง และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งเกิดขึ้นบ่อยครั้งกว่าบริเวณอื่น ๆ พื้นที่ดังกล่าวเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลางระดับ D1 มากถึง 70-90 เหตุการณ์ ส่วนทางด้านดัชนีระยะยาว SPEI18 พบว่ามีจำนวนครั้งของการเกิดภัยแล้งระดับ D1 น้อยกว่า SPEI12 แต่ยังคงมีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 40-80 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของดัชนี SPEI18 เกิดภัยแล้งระดับ D1 ประมาณ 50-70 เหตุการณ์ ยกเว้นบริเวณภาคกลางตอนบนที่พบการเกิดภัยแล้งระดับ D1 มากถึง 70-90 เหตุการณ์ อย่างไรก็ตามในดัชนี SPEI ระยะยาวที่นำมาวิเคราะห์จากผลการวิเคราะห์ได้บ่งชี้ว่าดัชนี SPEI24 มีจำนวนครั้งของการเกิดภัยแล้งระดับ D1 มากที่สุด เนื่องจากมีจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์อยู่ในช่วง 40-100 เหตุการณ์ ซึ่งดัชนี SPEI24 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D1 บ่อยที่สุด คิดเป็น 70-100 เหตุการณ์ รวมทั้งภาคกลางและพื้นที่บางส่วนของภาคเหนือก็พบว่าจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งสูงเทียบเท่ากัน อย่างไรก็ตามยังมีพื้นที่หลายส่วนที่พบว่าเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D1 ไม่สูงมากนัก เช่น บริเวณรอยต่อระหว่างภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เป็นต้น

SPEI01

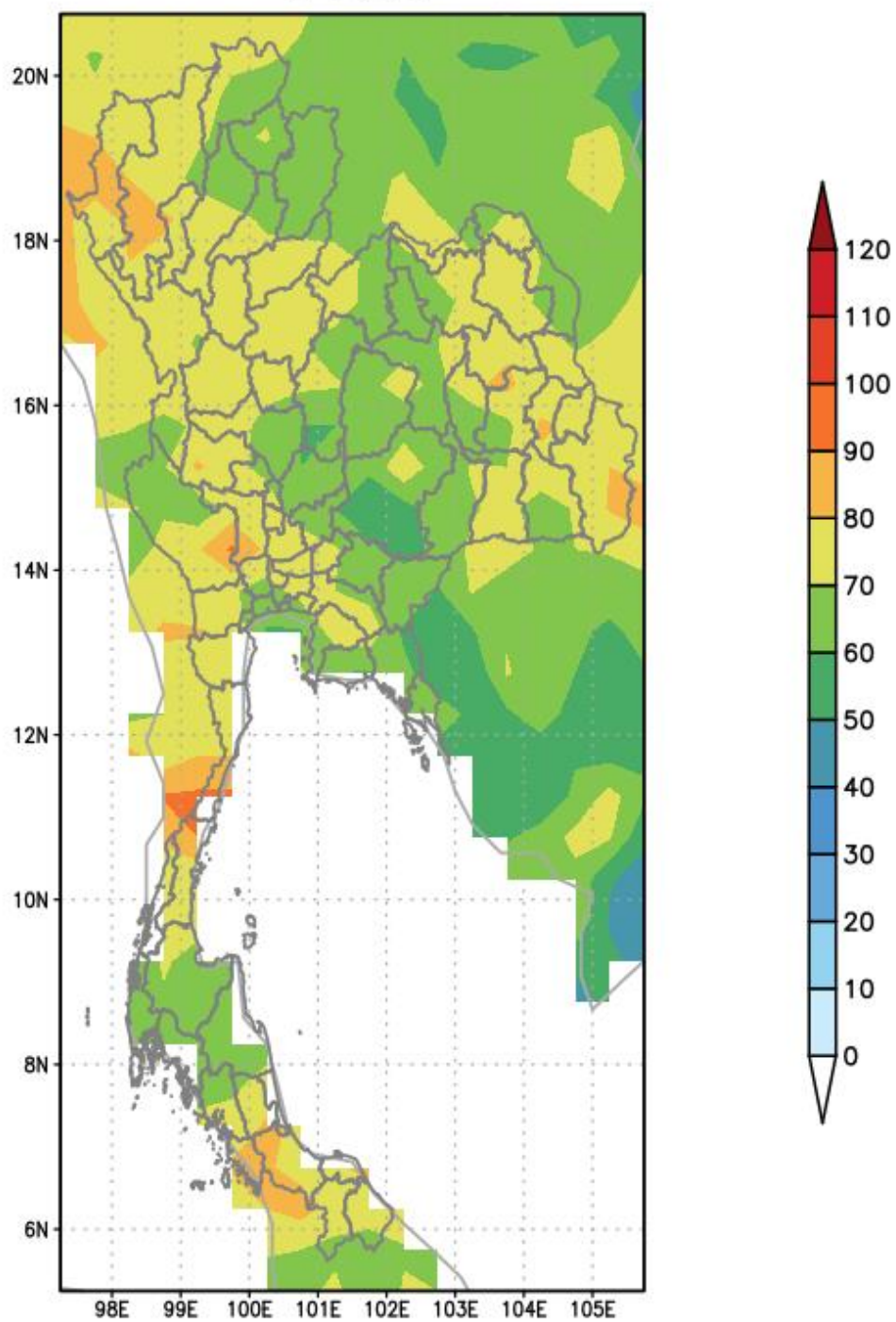


GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

รูปที่ 33 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI01

SPEI03

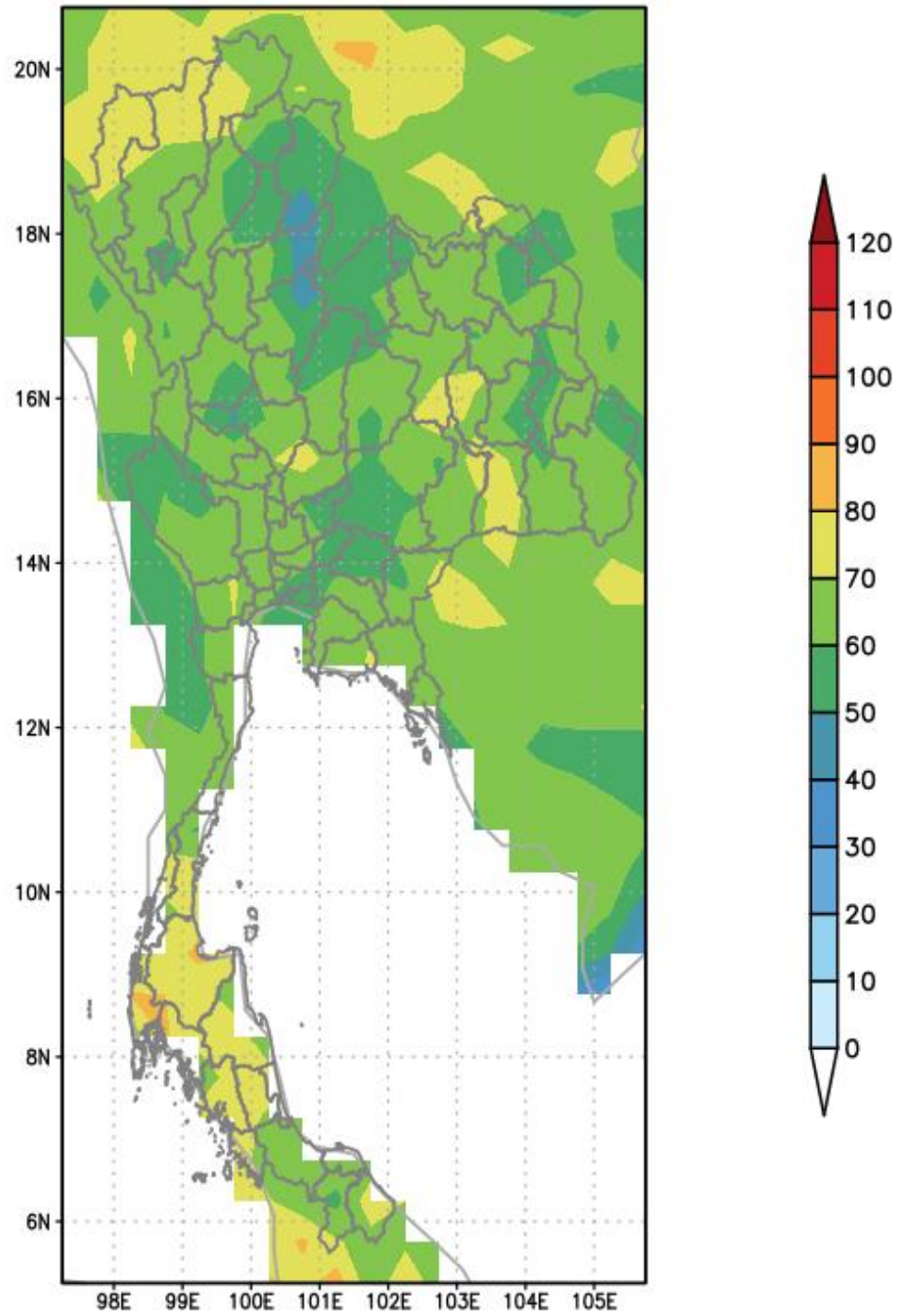


GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

รูปที่ 34 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI03

SPEI06

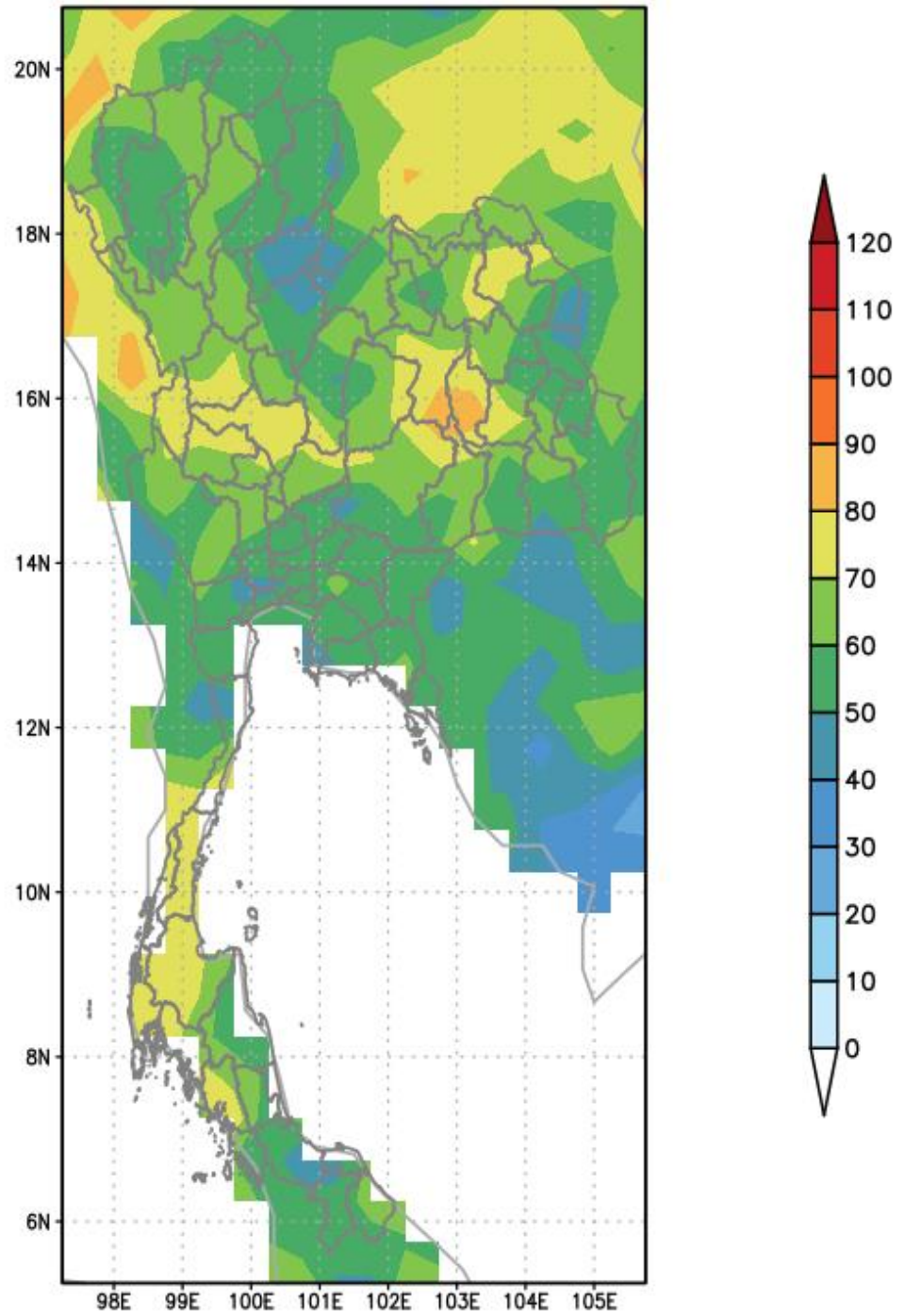


GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

รูปที่ 35 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI06

SPEI12

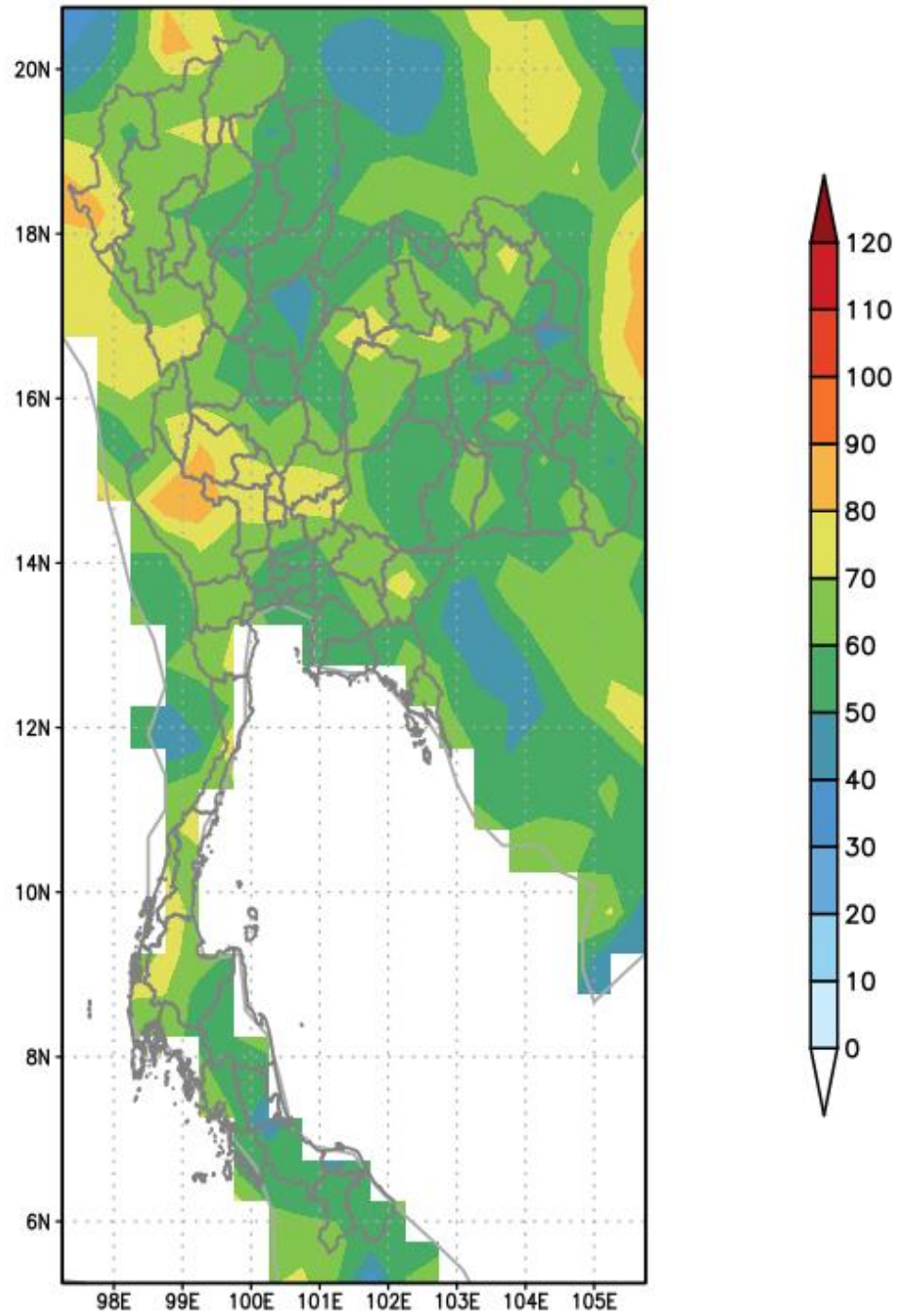


GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

รูปที่ 36 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI12

SPEI18

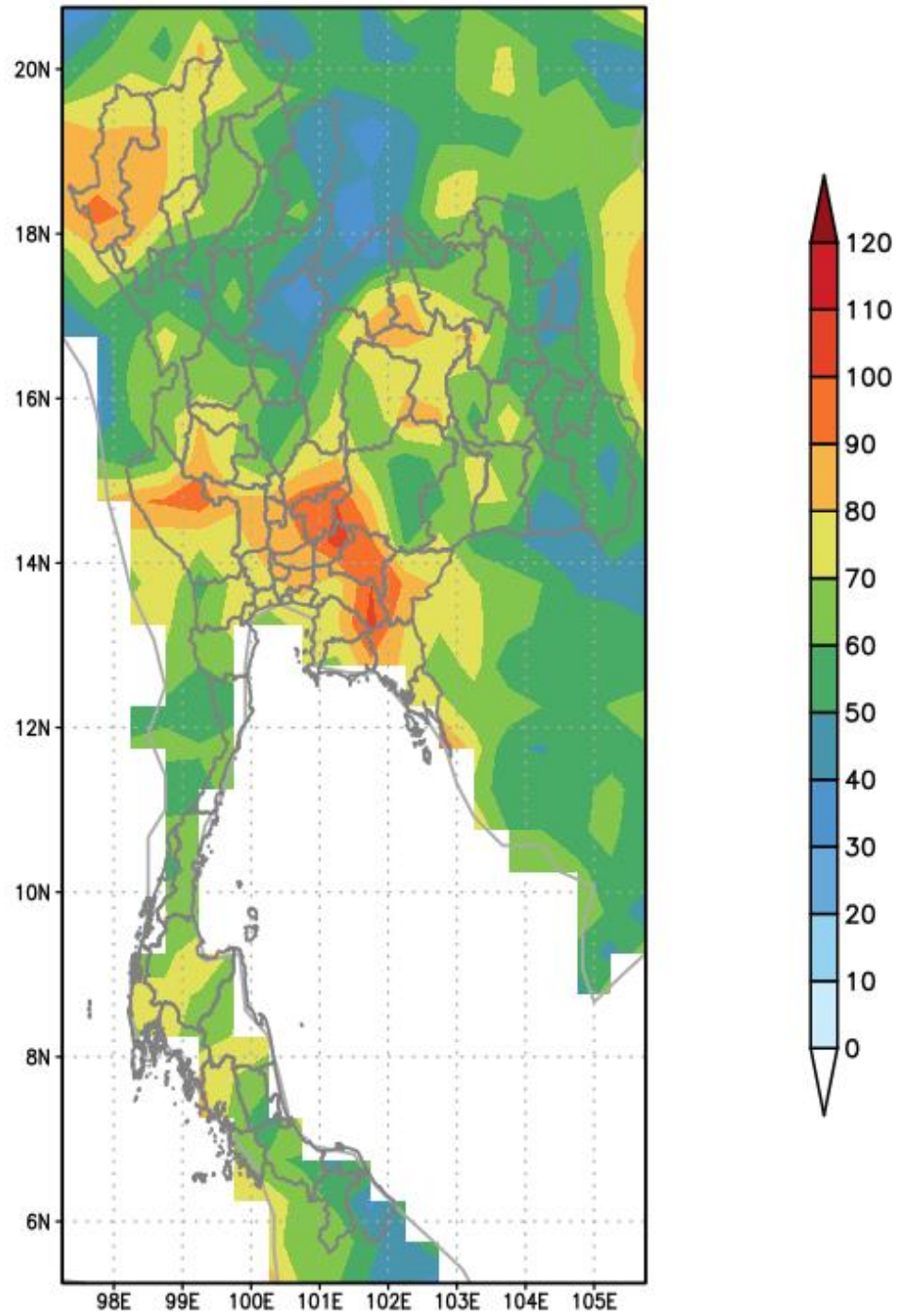


GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

รูปที่ 37 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI18

SPEI24



GrADS/COLA

2020-10-20-16:20

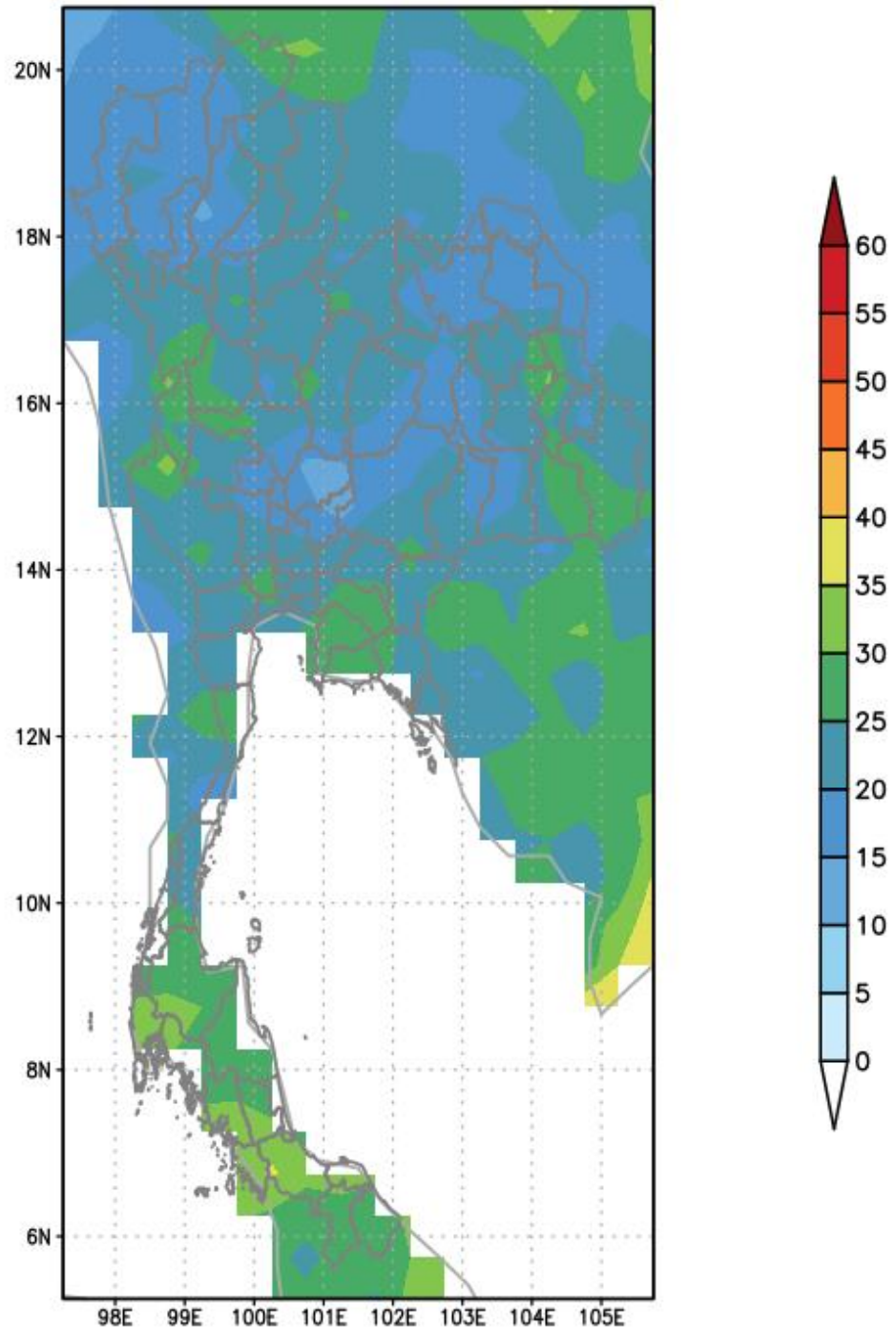
รูปที่ 38 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Moderate dryness (D1) ของดัชนี SPEI24

4.4.2 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2)

ผลจากการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ที่มีค่า SPEI อยู่ในช่วง -1.99 ถึง -1.50 (รูปที่ 39-44) พบว่า ในดัชนีระยะสั้น SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 จำนวน 15-30 เหตุการณ์ ยกเว้นบริเวณภาคใต้ทั้งสองฝั่งไม่รวมตอนบนของภูมิภาคที่เกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 บ่อยครั้งกว่าบริเวณอื่น ๆ จำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 ที่เกิดขึ้น 25-35 เหตุการณ์ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI03 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลางระดับ D2 จำนวน 20-35 เหตุการณ์ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI06 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลางระดับ D2 จำนวน 20-45 เหตุการณ์ สำหรับภัยแล้งระยะกลางนี้พบข้อสังเกตคือ ดัชนี SPEI06 เกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 มากกว่า SPEI03 แต่การกระจายเชิงพื้นที่ของความรุนแรงในเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 ในทั้ง 2 ดัชนียังคงคล้ายคลึงกัน คือ พื้นที่ใด ๆ ที่เกิดภัยแล้งระดับ D2 บ่อยครั้งจะสัมพันธ์กัน และพื้นที่ใด ๆ ที่เกิดภัยแล้งระดับ D2 น้อยครั้งจะสัมพันธ์กัน ซึ่งบริเวณที่มักเกิดภัยแล้งบ่อยครั้ง ได้แก่ ตอนล่างของภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือยกเว้นตอนบนของภูมิภาค

ส่วนดัชนีระยะยาว SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 พบว่าการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 มีจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแตกต่างกันออกไป ในกรณีของดัชนี SPEI12 พบว่า จำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 15-50 เหตุการณ์ โดยภาคใต้ทั้งสองฝั่ง ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตอนบน มีเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 เกิดขึ้นบ่อยที่สุด คิดเป็น 35-50 เหตุการณ์ ขณะที่พื้นที่อื่น ๆ มีเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 เกิดขึ้นประมาณ 15-30 เหตุการณ์ ส่วนทางด้านดัชนีระยะยาว SPEI18 ในภาพรวมพบว่ามีจำนวนครั้งของการเกิดภัยแล้งระดับ D2 น้อยกว่า SPEI12 จำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 20-45 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของดัชนี SPEI18 ที่เกิดภัยแล้งระดับ D2 มีภัยแล้งที่เกิดขึ้นประมาณ 20-35 เหตุการณ์ ยกเว้นบริเวณภาคใต้ที่พบการเกิดภัยแล้งระดับ D2 มากกว่าบริเวณอื่น ๆ อยู่ในช่วง 35-45 เหตุการณ์ ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ D2 ของดัชนี SPEI24 พบว่าในดัชนี SPEI24 ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์แต่ละภูมิภาคค่อนข้างแตกต่างกันมาก เนื่องจากช่วงความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งค่อนข้างกว้างมีค่าตั้งแต่ 10-55 เหตุการณ์ สังเกตจากพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคเหนือ ยกเว้นจังหวัดตาก กำแพงเพชร และสุโขทัย พื้นที่เหล่านี้ล้วนมีจำนวนการเกิดภัยแล้งระดับ D2 ที่น้อยกว่าบริเวณอื่นคิดเป็น 10-35 เหตุการณ์ ขณะที่ภาคใต้ทั้งสองฝั่งพบการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คิดเป็น 30-45 เหตุการณ์ ส่วนพื้นที่ตอนบนของภาคใต้ และบางส่วนของภาคเหนือ (ตาก กำแพงเพชร และสุโขทัย) มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D2 เกิดขึ้นบ่อยที่สุด คิดเป็น 35-55 เหตุการณ์

SPEI01

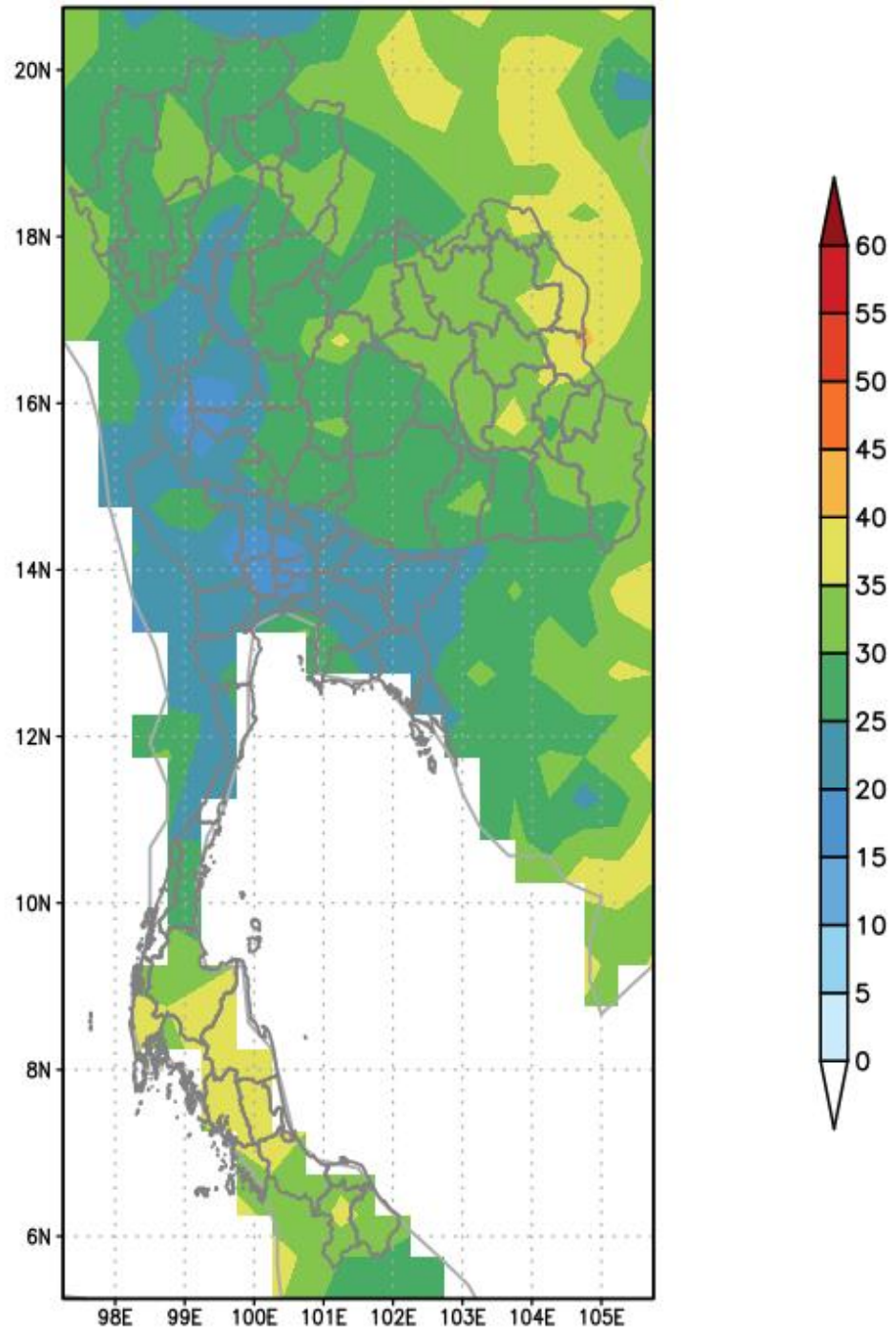


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 39 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI01

SPEI03

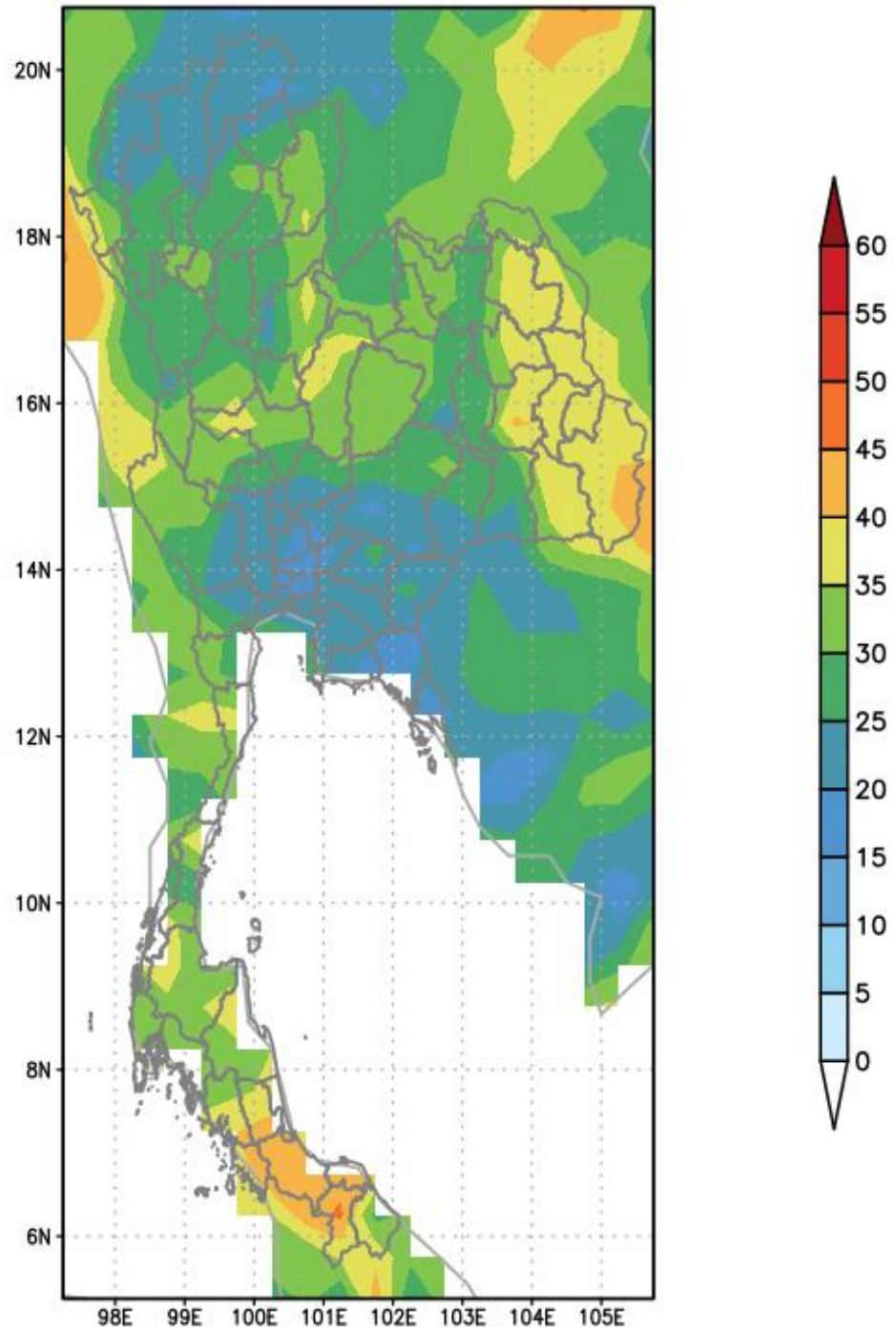


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 40 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI03

SPEI06

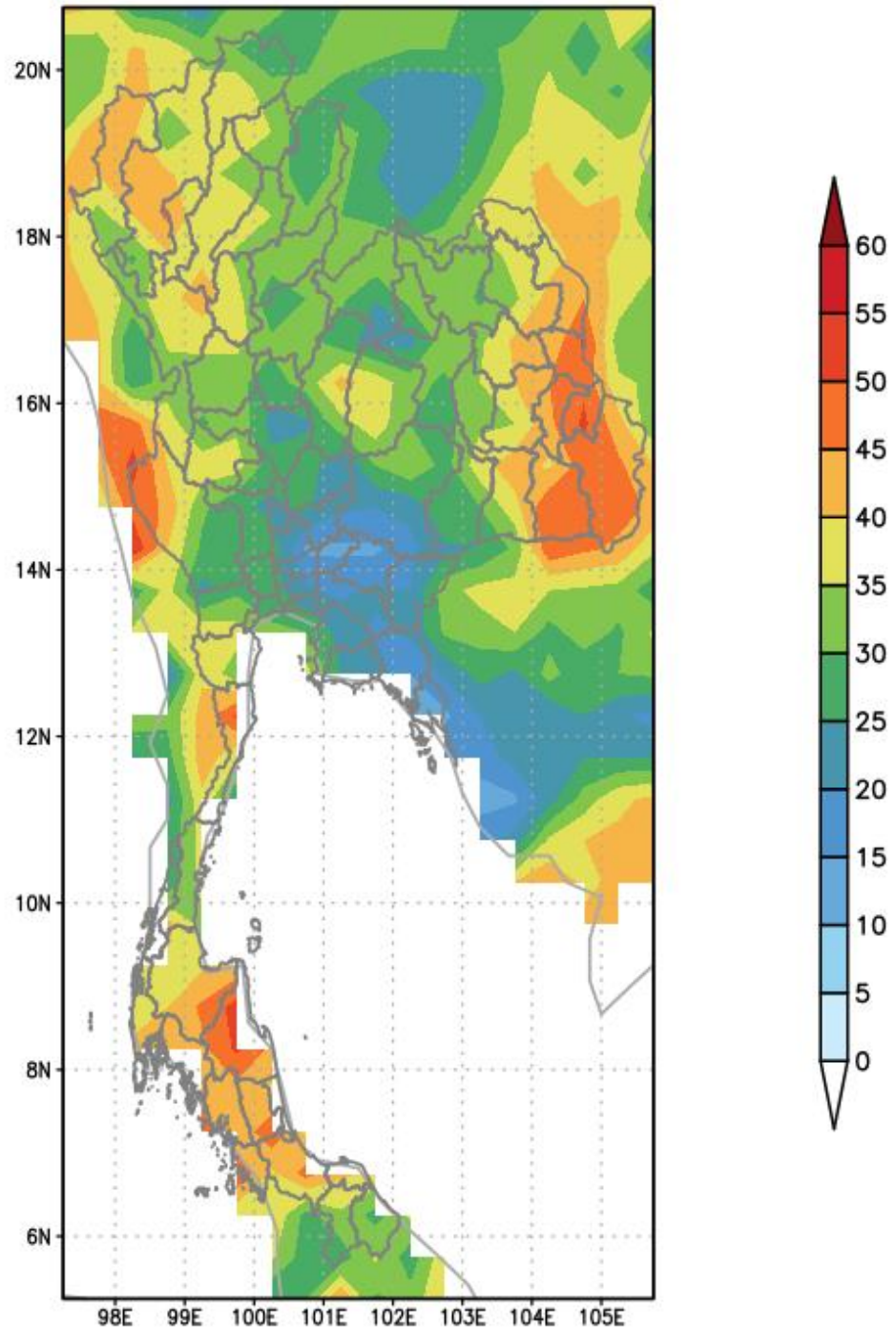


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 41 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI06

SPEI12

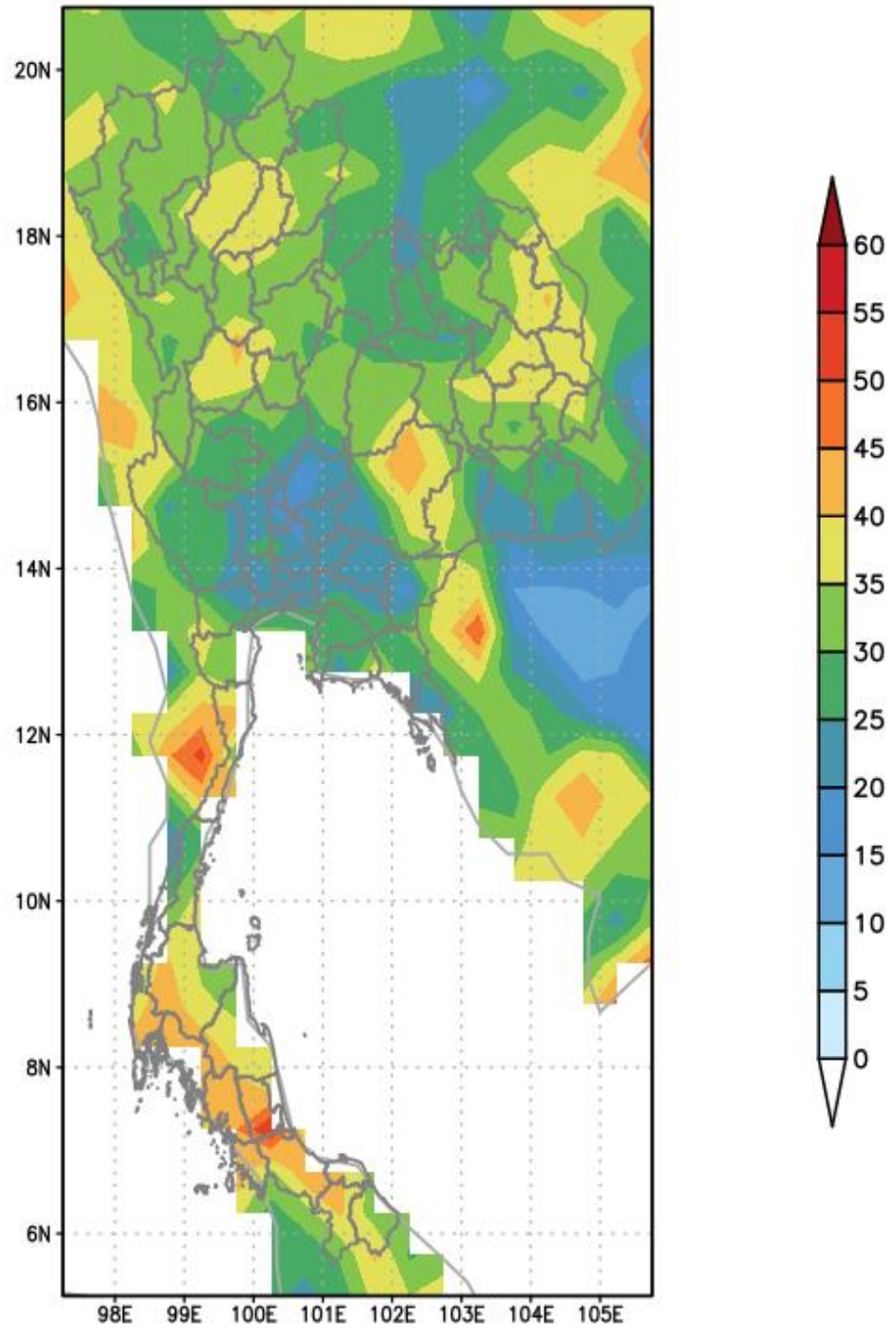


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 42 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI12

SPEI18

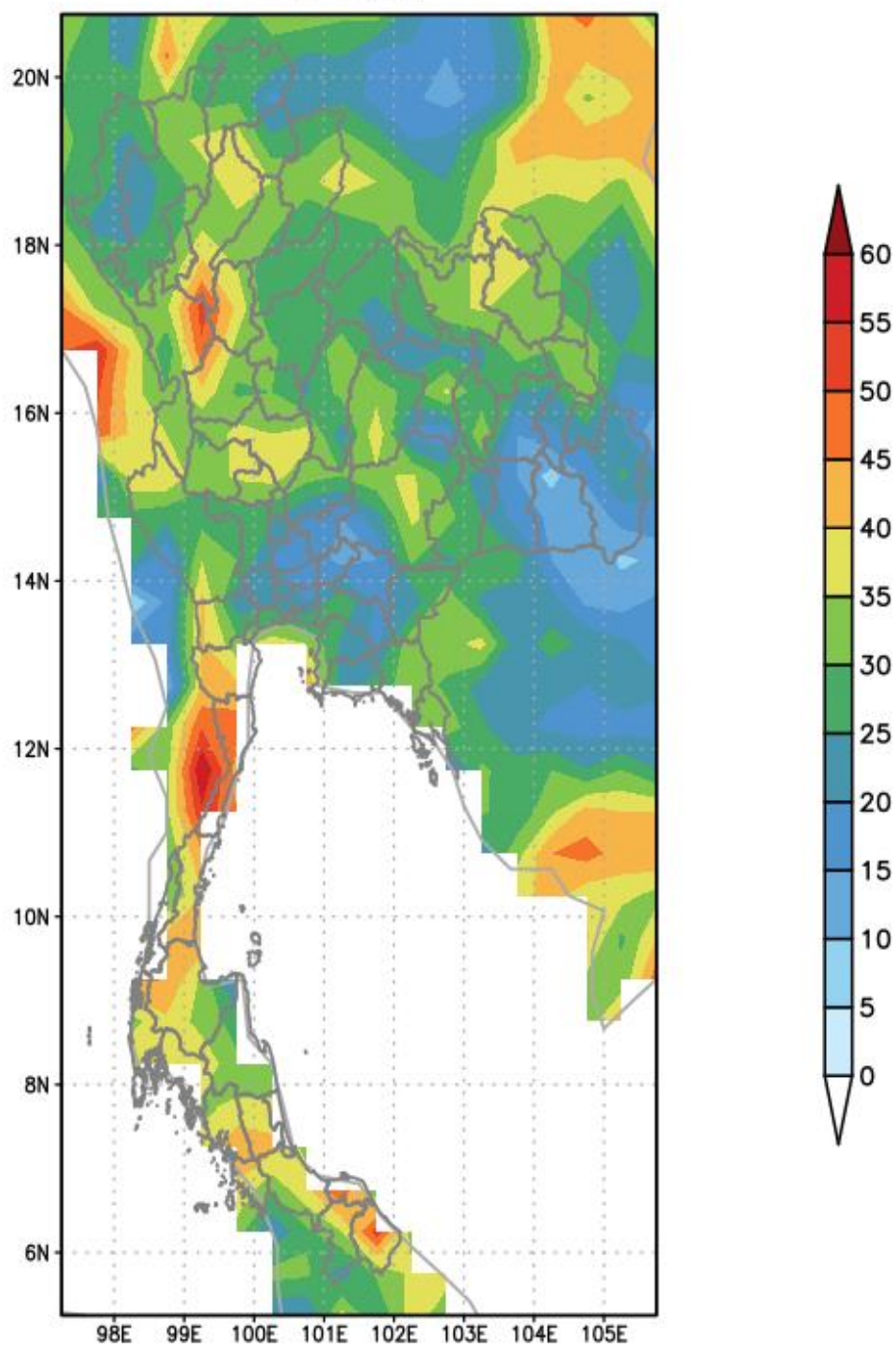


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 43 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI18

SPEI24



GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

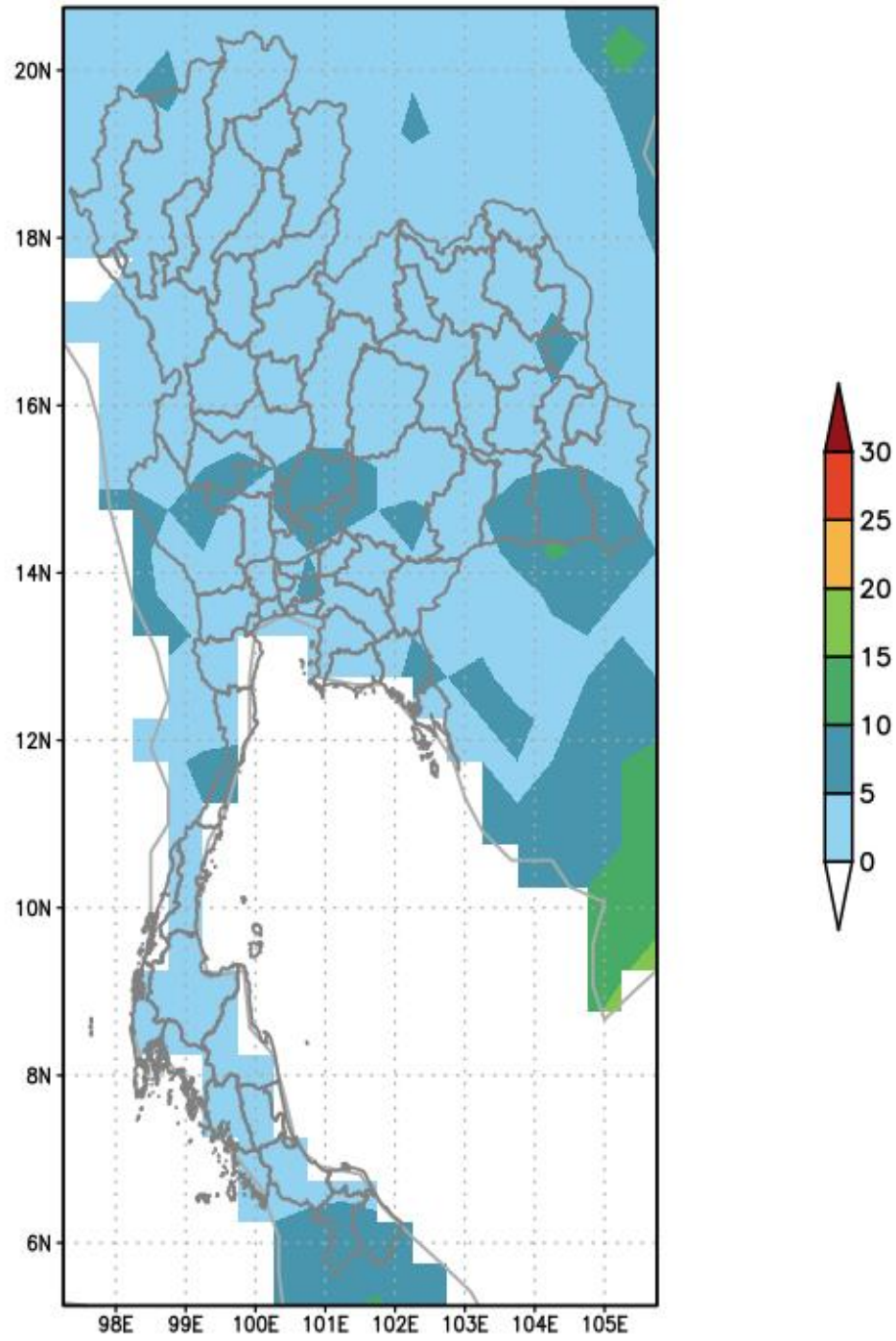
รูปที่ 44 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) ของดัชนี SPEI24

4.4.3 ความถี่ของการเกิดภัยแล้ง ระดับ Extreme dryness (D3)

ผลจากการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ที่มีค่า SPEI มากกว่า -2.00 (รูปที่ 45-50) พบว่า ในดัชนีระยะสั้น SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 จำนวน 1-10 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ที่พบการเกิดภัยแล้งระดับ D3 อยู่ในช่วง 5-10 เหตุการณ์ พบแค่บางส่วนของภาคกลาง และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI03 และ SPEI06 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 จำนวน 1-15 เหตุการณ์ การกระจายเชิงพื้นที่ของจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 ในดัชนีระยะกลางคล้ายคลึงกัน แต่ดัชนี SPEI06 จะมีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งที่มากกว่า SPEI03 และมีขอบเขตของพื้นที่ประสบภัยแล้งที่กว้างกว่า สำหรับดัชนี SPEI ระยะกลางจะพบว่าบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณจังหวัดเชียงราย พะเยา ลำปาง มีเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 เกิดขึ้นบ่อยที่สุดอยู่ในช่วง 5-15 เหตุการณ์ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่จะเกิดภัยแล้งระดับ D3 เพียง 5-10 ครั้งโดยประมาณ โดยเฉพาะภาคใต้ที่มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 น้อยที่สุด

อันดับต่อมาเป็นดัชนีระยะยาว SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 พบว่า การกระจายเชิงพื้นที่ของจำนวนการเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 ในแต่ละดัชนี SPEI แตกต่างกัน โดยที่ดัชนี SPEI24 มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 มากที่สุด รองลงมาคือ SPEI12 และ SPEI18 ตามลำดับ รายละเอียดดังนี้ กรณี SPEI12 ภาคกลางตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 มากที่สุดเกิดขึ้นประมาณ 10-20 เหตุการณ์ ในขณะที่บริเวณอื่น ๆ ภัยแล้งระดับ D3 จำนวน 1-10 เหตุการณ์ ต่อมากรณีของ SPEI18 พบว่า บริเวณจังหวัดน่าน พิษณุโลก กรุงเทพมหานครและปริมณฑล สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 เกิดขึ้นมากที่สุดเกิดขึ้น ประมาณ 10-15 เหตุการณ์ ขณะที่บริเวณอื่น ๆ ภัยแล้งระดับ D3 เกิดขึ้นประมาณ 1-10 เหตุการณ์ (ส่วนมาก 5-10 เหตุการณ์) สุดท้ายกรณี SPEI24 พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือฝั่งตะวันออก เกิดภัยแล้งระดับ D3 บ่อยที่สุดจำนวนครั้งที่เกิดภัยแล้งประมาณ 10-25 เหตุการณ์ โดยเฉพาะจังหวัดศรีสะเกษมีแนวโน้มมีรุนแรงมากที่สุด ส่วนบริเวณภาคเหนือครอบคลุมจังหวัดพะเยา น่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก รวมทั้งจังหวัดเลย มีจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งระดับ D3 เกิดขึ้นมากเช่นกัน คิดเป็น 10-15 เหตุการณ์ ขณะที่บริเวณอื่น ๆ ภัยแล้งระดับ D3 เกิดขึ้นประมาณ 1-10 เหตุการณ์ ซึ่งส่วนมากมักเกิดเพียง 1-5 เหตุการณ์

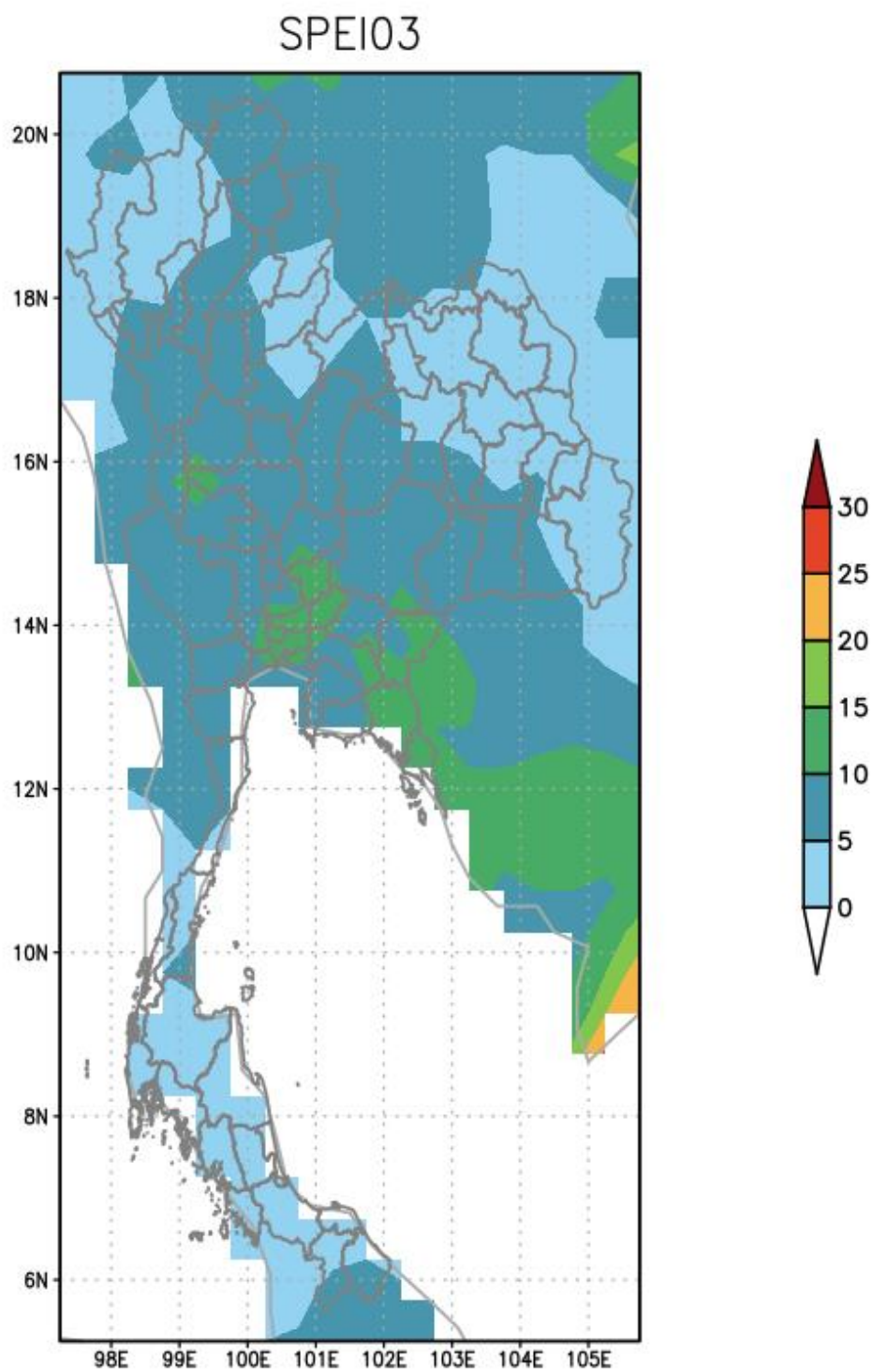
SPEI01



GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 45 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI01

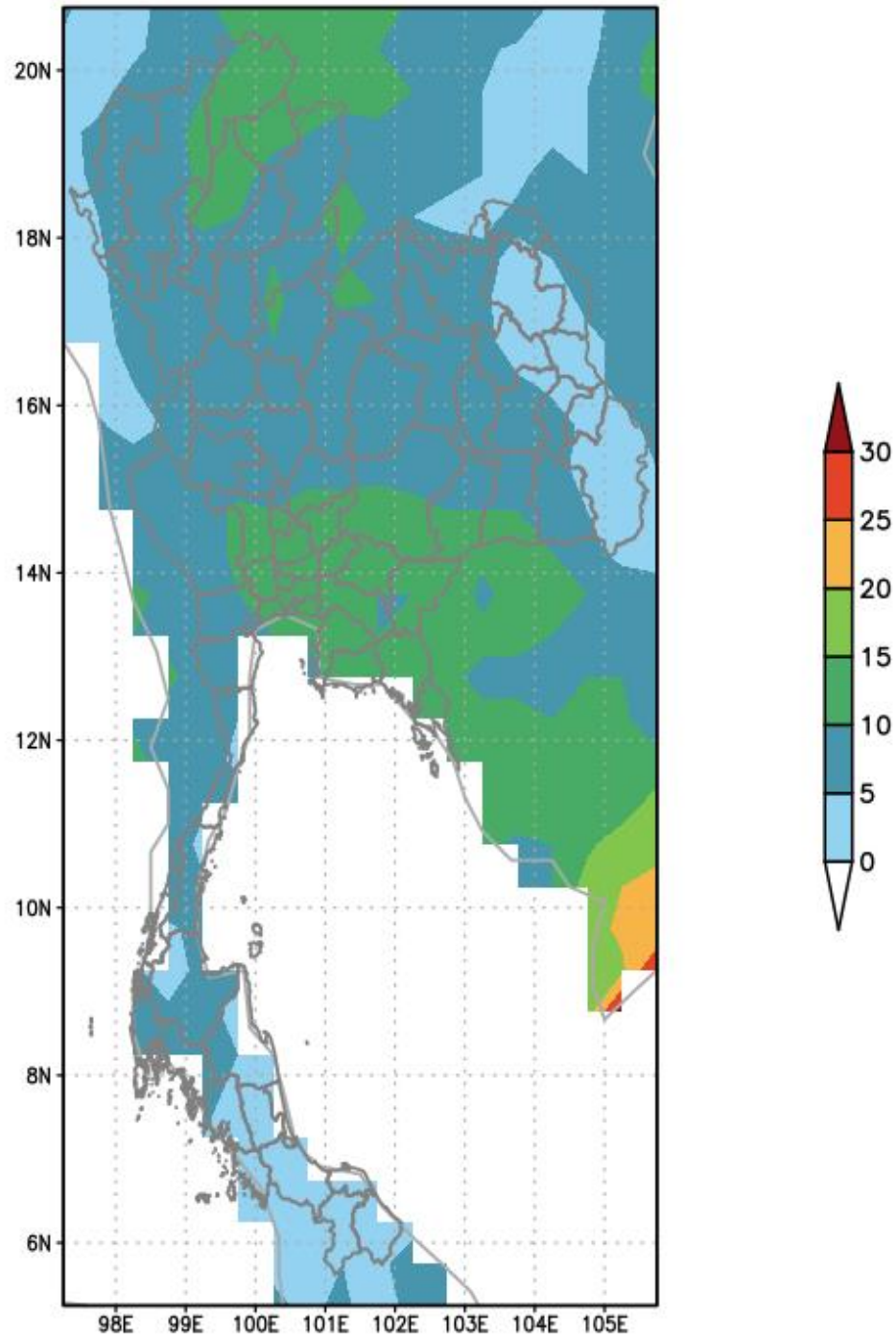


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 46 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI03

SPEI06

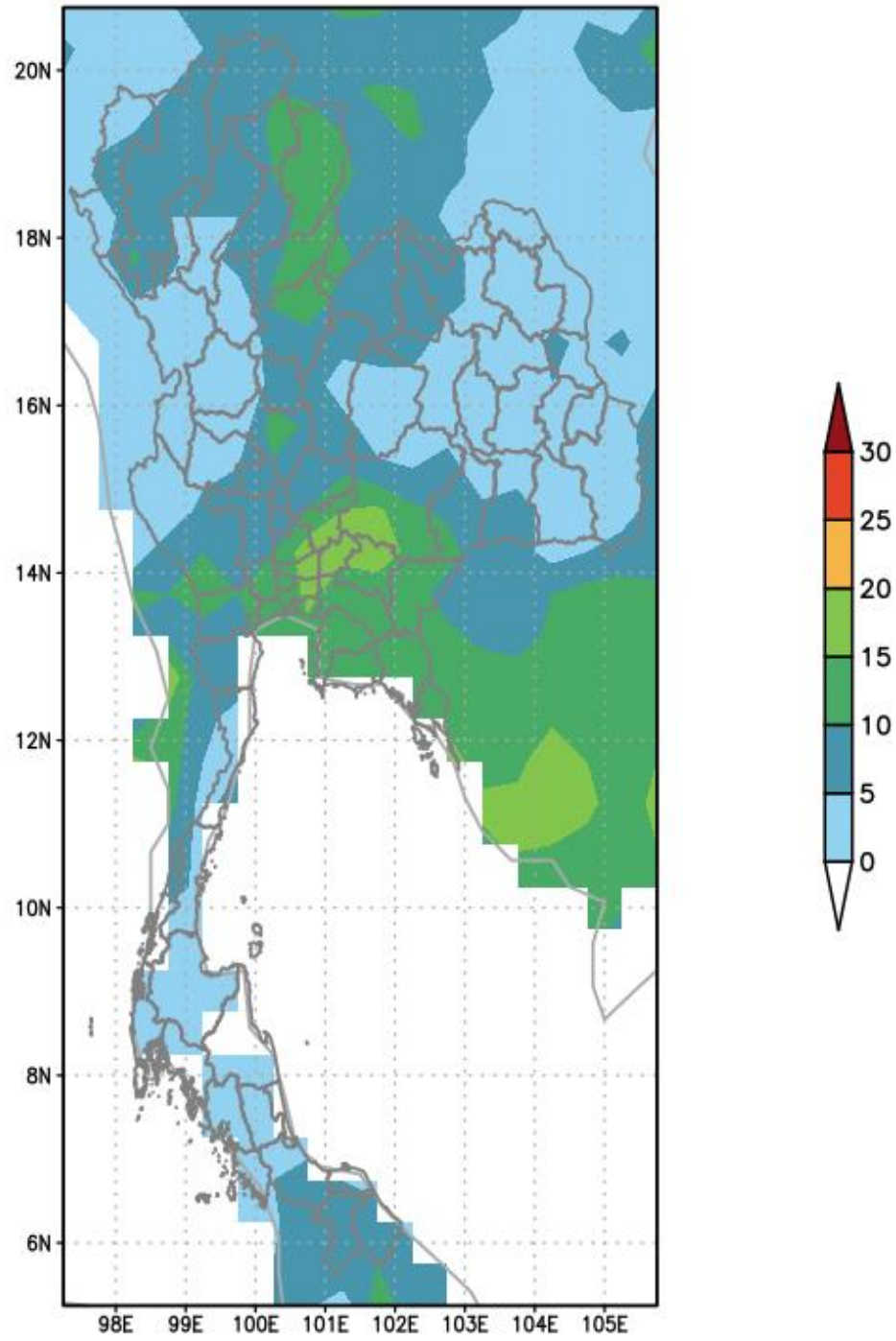


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 47 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI06

SPEI12

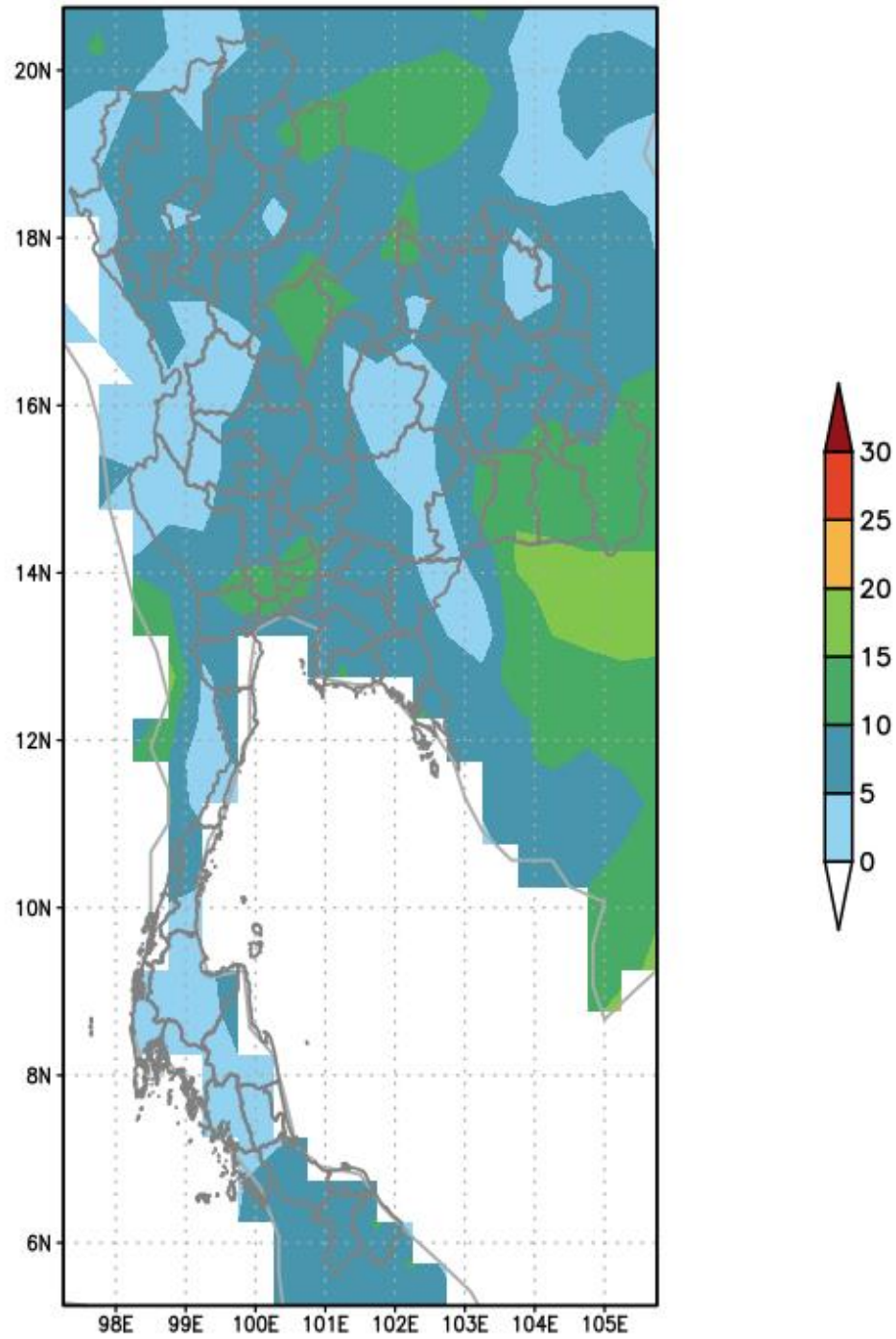


GrADS/COLA

2020-10-20-16:21

รูปที่ 48 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI12

SPEI18

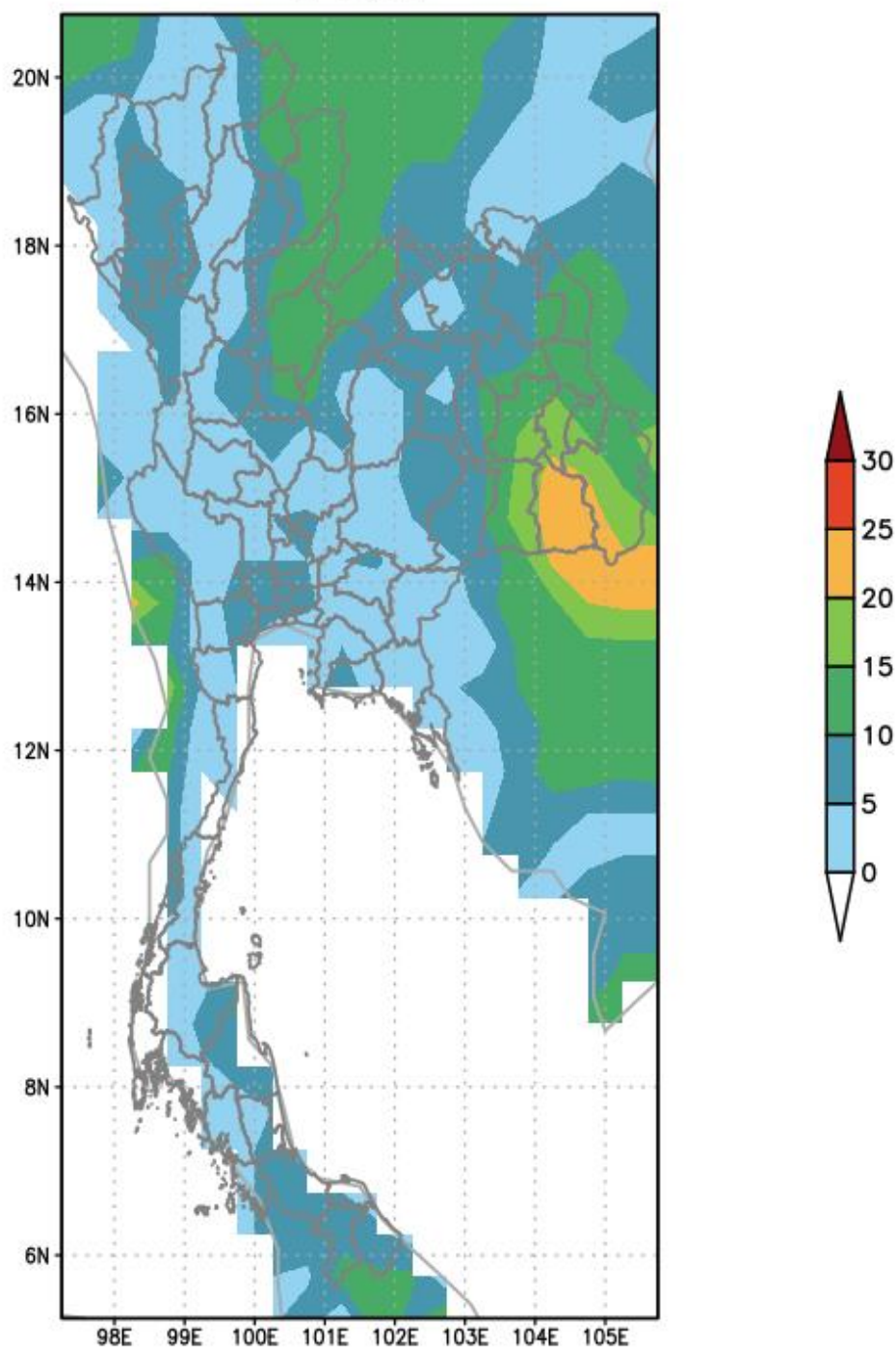


GrADS/COLA

2020-10-20-16:22

รูปที่ 49 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI18

SPEI24



GrADS/COLA

2020-10-20-16:22

รูปที่ 50 ความถี่ของการเกิดภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) ของดัชนี SPEI24

4.5 การวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้ม ของภัยแล้งหลายช่วงเวลา

การวิเคราะห์คุณลักษณะของภัยแล้ง ประกอบด้วย ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งหลายช่วงเวลา ตั้งแต่ปี 1970-2019 โดยมีหลักการวิเคราะห์ข้อมูลตาม Runs Theory (Lee et al., 2017; Polong et al., 2019) คือ ความรุนแรง (Severity) วิเคราะห์จากค่าดัชนี SPEI ในเหตุการณ์แห้งแล้งต่อเนื่องสะสมสูงสุด ส่วนความยาวนาน (Duration) คือ จำนวนเหตุการณ์แห้งแล้งสะสมสูงสุด และความเข้ม (Intensity) คือ ค่าสูงสุดของผลหารระหว่างค่าดัชนี SPEI ในเหตุการณ์แห้งแล้งสะสมกับจำนวนเหตุการณ์แห้งแล้งสะสม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้ม จะเลือกตัวพื้นที่ที่พิกัดอ้างอิง (รูปที่ 6) เพื่อใช้เป็นตัวแทนประจำภูมิภาค จำนวน 6 จุด ดังนี้ 1) ภาคเหนือ จ.เชียงราย กริดที่ 63 ($x=99.75, y=19.75$) 2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น กริดที่ 202 ($x=102.75, y=16.25$) 3) ภาคกลาง จ.ลพบุรี กริดที่ 236 ($x=100.75, y=15.25$) 4) ภาคตะวันออก จ.จันทบุรี กริดที่ 334 ($x=102.25, y=12.75$) 5) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.ชุมพร กริดที่ 404 ($x=99.25, y=10.75$) และ 6) ภาคใต้ฝั่งตะวันตก จ.ตรัง กริดที่ 519 ($x=99.75, y=7.75$) ซึ่งการอธิบายผลการศึกษแบ่งเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้น (SPEI01) 2) ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะกลาง (SPEI03, SPEI06) และ 3) ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะยาว (SPEI12, SPEI18, SPEI24)

4.5.1 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้น

ผลจากการวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้น ตามตารางที่ 20 และสามารถพิจารณาค่าดัชนีระยะสั้น SPEI01 ตั้งแต่ปี 1970-2019 ของพื้นที่ 6 จุดตัวอย่างได้ ตามรูปที่ 51-53 ผลการวิเคราะห์ด้านยาวนานพบว่า ในภัยแล้งระยะสั้น SPEI01 พื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 5 ตั้งแต่มีนาคมถึงกรกฎาคม 2019 รองลงมา คือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 4 ถัดไปคือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก เกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 3 อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้อมูลความยาวนานของเหตุการณ์ภัยแล้งสะสมของบางพื้นที่จะไม่สูงมากนัก แต่กลับพบว่าเกิดภัยแล้งสะสมบ่อยครั้ง เช่น ภาคตะวันออก เกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสูงสุด จำนวน 4 ช่วงเวลา ได้แก่ 1) มกราคม 1983 ถึงเมษายน 1983 2) ธันวาคม 1985 ถึงมีนาคม 1986 3) พฤษภาคม 1997 ถึงสิงหาคม 1997 และ 4) กันยายน 2004 ถึงธันวาคม 2004 ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสูงสุด จำนวน 3 ช่วง ได้แก่ 1) มิถุนายน 1990 ถึงสิงหาคม 1990 2) มีนาคม 1992 ถึงพฤษภาคม 1992 และ 3) กุมภาพันธ์ 1998 ถึงเมษายน 1998 ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสูงสุด จำนวน 3 ช่วงเช่นกัน ได้แก่ 1) มีนาคม 1977 ถึงพฤษภาคม 1977 2) กุมภาพันธ์ 1987 ถึงเมษายน 1987 และ 3) มีนาคม 1988 ถึงพฤษภาคม 1988 จากการพิจารณาด้านความยาวนานนอกจากจะคำนึงถึงความยาวนานสะสมสูงสุดของภัยแล้งแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงอีกประการคือความถี่ของการเกิดภัยแล้ง

สะสมสูงสุด ดังนั้นหากพิจารณาสองปัจจัยร่วมกัน พื้นที่ตัวอย่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มภัยแล้งยาวนานสะสมมากที่สุด รองลงมา คือภาคใต้ทั้งสองฝั่ง

ต่อมาเป็นการวิเคราะห์ด้านความรุนแรงพบว่า พื้นที่ตัวอย่างในภาคเหนือมีความรุนแรงมากที่สุด ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -7.77 เกิดขึ้นช่วงมีนาคมถึงกรกฎาคม 2019 รองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -6.98 เกิดขึ้นช่วงพฤษภาคมถึงสิงหาคม 1997 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือ ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -5.72 เกิดขึ้นช่วงมิถุนายนถึงสิงหาคม 1990 ภาคกลางความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -5.50 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 1979 ถึงมกราคม 1980 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -5.20 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 1979 ถึงมกราคม 1980 และภาคใต้ฝั่งตะวันตกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -4.28 เกิดขึ้นช่วงมีนาคม 1977

สุดท้ายการวิเคราะห์ความเข้มของเหตุการณ์ภัยแล้งระยะสั้นพบว่า ภาคกลางมีความเข้มของภัยแล้งสูงที่สุดความเข้มเท่ากับ -2.41 เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคม 1972 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.32 เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน 2009 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.28 เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคม 1972 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.24 เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคม 1972 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.12 เกิดขึ้นในเดือนกันยายน 2008 และภาคเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.07 เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน 1977 จากผลวิเคราะห์ความเข้มภัยแล้งระยะสั้นพบข้อสังเกตว่า ความเข้มของเหตุการณ์ภัยแล้งในพื้นที่จุดตัวอย่างมักเกิดขึ้นช่วงฤดูฝนหรือช่วงปลายฝน เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 1 เดือน ไม่คาบเกี่ยวยาวนานเหมือนกับภัยแล้งระยะกลางและภัยแล้งระยะยาวซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป นอกจากนี้ยังพบว่าภาพรวมของสถานการณ์ภัยแล้งระยะสั้นภาคเหนือมีแนวโน้มประสบปัญหามากกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากอิทธิพลของความยาวนานภัยแล้งและความรุนแรงสะสมของภัยแล้ง

ตารางที่ 20 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะสั้นในพื้นที่ตัวอย่าง

SPEI01				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	5 (201903-201907)	-7.77 (201903-201907)	-2.07 (197706)
Northeastern	102.75, 16.25	4 (197910-198001)	-5.20 (197910-198001)	-2.24 (197205)
Central	100.75, 15.25	4 (197910-198001)	-5.50 (197910-198001)	-2.41 (197205)
Eastern	102.25, 12.75	4 (198301-198304) (198512-198603) (199705-199708) (200409-200412)	-6.98 (199705-199708)	-2.28 (197205)
Southeastern	99.25, 10.75	3 (199006-199008) (199203-199205) (199802-199804)	-5.72 (199006-199008)	-2.12 (200809)
Southwestern	99.75, 7.75	3 (197703-197705) (198702-198704) (198803-198805)	-4.28 (197703-197705)	-2.32 (200906)

1970	0.27	-0.01	1.47	0.36	1.13	2.24	-0.16	1.44	1.03	-1.49	-0.70	1.70
1971	-0.83	-0.15	0.42	-0.18	1.10	1.26	1.83	1.12	-0.62	0.01	-0.84	0.68
1972	-0.47	0.63	-0.42	1.88	-1.32	-1.03	-0.85	0.23	-1.04	0.32	1.68	0.66
1973	-0.99	-1.12	1.97	-1.66	0.09	-0.00	1.18	1.15	1.27	-1.31	-0.55	-0.98
1974	-0.92	-1.09	0.94	1.10	-0.55	-0.47	-1.06	0.14	0.52	0.42	0.99	-0.31
1975	2.01	-0.31	-0.44	-1.72	0.40	0.74	0.81	1.89	-0.29	1.60	0.42	1.10
1976	-0.75	1.19	-0.76	-0.01	-0.12	-0.57	-0.49	-0.56	1.19	0.72	-0.54	-0.32
1977	2.05	0.01	0.84	0.96	-0.41	-0.34	-0.38	0.38	0.23	1.21	2.12	1.84
1978	1.21	1.68	-1.02	-0.85	-0.17	-0.42	1.95	0.16	0.26	0.68	-1.40	-0.63
1979	-0.28	0.47	-1.30	0.03	-0.36	0.72	-1.72	-0.41	-0.98	-1.13	-1.43	-0.89
1980	-0.97	-0.43	0.86	-0.92	0.32	1.29	0.38	-1.01	0.89	-0.47	0.38	1.33
1981	-0.79	-0.53	-0.61	-0.15	1.38	0.21	1.75	-1.08	-1.30	-0.34	1.09	0.11
1982	-0.48	-1.05	-1.07	0.25	-0.94	-1.36	-1.32	-1.38	1.82	-1.06	-0.96	-0.84
1983	0.80	-0.82	-1.30	-1.43	-0.23	-1.15	-0.49	0.14	-0.58	1.26	1.70	0.57
1984	-0.97	1.60	-1.37	0.96	-0.69	0.32	-0.56	-0.08	0.08	0.56	-1.19	-0.99
1985	-0.08	-0.92	-1.36	1.56	-0.20	-0.40	-0.20	-0.28	-0.21	0.84	1.99	-0.82
1986	-0.99	-0.67	-1.16	1.16	-0.52	0.22	-0.56	-1.35	-1.16	-0.72	-0.15	1.85
1987	-0.61	0.91	0.46	0.25	-1.66	-0.43	-1.93	1.03	0.33	-1.61	1.30	-0.96
1988	-1.02	0.90	-1.28	2.05	0.44	1.80	-0.21	-0.21	-1.82	0.79	0.59	-0.99
1989	0.09	-1.12	-0.04	-1.18	0.74	-0.16	0.23	-1.45	0.00	0.72	-0.86	-0.99
1990	-0.47	1.79	0.75	-0.89	1.58	-0.27	0.04	-1.24	-0.20	0.34	0.72	-0.98
1991	0.16	-1.16	-0.70	-0.15	-0.71	-0.02	-1.34	0.81	-0.73	-1.08	0.40	0.04
1992	0.37	1.98	-1.50	-1.23	-0.09	-0.85	1.57	-0.54	0.53	0.37	-0.26	1.46
1993	-0.90	-1.09	1.03	-0.14	-1.03	-1.14	-0.66	-1.50	0.89	-1.14	-1.47	-0.83
1994	-1.04	-0.79	1.73	-0.39	1.09	1.40	0.84	1.52	-0.40	-1.35	-0.43	0.79
1995	-0.11	-0.82	-0.20	-1.02	0.04	-0.16	1.45	2.06	-1.22	-1.05	1.19	-0.85
1996	-0.95	1.64	-0.17	1.07	-1.10	0.78	-0.81	0.31	-0.58	0.69	0.92	-0.73
1997	-0.95	-0.82	0.77	-0.24	-0.98	-0.69	0.79	0.11	-0.37	0.58	-0.21	-1.01
1998	-0.12	-0.62	-0.31	-0.06	-0.26	0.18	-0.65	-0.19	-0.42	-1.85	0.73	-0.29
1999	0.85	0.88	0.50	1.15	0.67	-0.77	-1.73	0.47	0.07	0.29	0.45	0.80
2000	-0.95	1.11	0.47	1.09	1.14	0.78	-0.45	-1.18	0.43	0.09	-1.39	-0.72
2001	-0.02	-0.67	2.06	-1.36	0.54	-0.63	0.39	0.87	0.65	1.71	-0.79	-0.36
2002	0.86	0.51	-0.65	-1.23	1.42	-0.70	-0.96	1.07	0.47	-0.23	1.84	1.66
2003	1.08	1.41	1.11	-0.12	-0.99	0.12	-0.19	-1.52	0.92	-1.56	-1.37	-0.99
2004	-0.52	0.10	-1.18	-0.14	0.68	1.38	0.66	-1.71	1.25	-1.46	-0.19	-0.99
2005	0.52	-0.29	1.11	-0.13	-1.20	1.07	0.74	-0.37	2.23	-0.82	0.06	1.43
2006	-1.02	0.99	0.49	1.48	1.15	0.17	1.28	1.17	0.09	0.29	-1.43	-0.93
2007	-0.99	-0.22	-0.51	0.74	1.78	0.47	-1.33	-1.01	0.26	0.30	-0.07	-1.01
2008	1.57	1.71	0.44	1.16	-0.30	0.37	0.26	-0.90	-0.87	1.29	0.64	0.55
2009	-0.99	-0.85	0.12	0.12	0.45	0.66	-0.13	-1.31	-0.57	-0.17	-0.63	-0.89
2010	1.03	-1.16	-0.32	-0.81	-1.36	-0.08	-0.22	1.35	0.49	0.59	-1.53	1.32
2011	0.88	-0.51	1.86	1.07	0.91	1.66	0.60	1.09	1.15	-0.87	-0.65	-0.49
2012	0.42	-0.98	-0.00	0.36	0.46	-1.02	0.37	-0.28	-0.39	-0.25	0.80	-0.28
2013	1.24	1.57	0.77	-1.26	-0.75	-0.59	1.34	1.09	1.35	0.70	0.22	1.56
2014	-0.99	-1.02	-0.42	-0.69	0.09	-0.84	0.40	0.00	-0.76	-0.08	0.19	-0.90
2015	1.94	-0.41	1.03	0.39	-1.69	-1.69	-0.46	0.11	-1.24	-0.25	0.72	0.39
2016	1.65	0.19	-0.78	-0.64	-0.01	0.51	0.47	0.90	1.35	0.36	1.81	-0.58
2017	1.42	-0.64	-0.35	0.88	1.68	1.29	1.01	-0.13	-1.04	1.91	-0.74	1.51
2018	-0.13	0.61	0.23	0.40	1.52	0.46	-0.40	-0.23	-1.88	1.09	-0.25	1.39
2019	1.40	-0.41	-1.14	-1.68	-1.18	-2.23	-1.48	-0.24	-1.91	-0.44	-0.22	-0.53

1970	-0.55	-1.30	0.29	0.81	0.85	1.81	-0.83	0.37	1.09	-1.05	-0.99	1.31
1971	-0.55	0.58	-1.06	0.45	0.37	0.19	0.24	0.82	-0.15	-0.75	-0.82	1.15
1972	-0.87	0.60	0.18	0.69	-0.24	1.50	-0.77	-1.34	-0.64	0.89	0.80	1.80
1973	-1.02	-1.21	-0.63	-0.66	-1.03	0.29	0.79	-0.68	1.08	-1.47	-1.02	-0.72
1974	1.09	0.27	0.55	0.42	-0.93	-0.11	-0.10	0.80	-0.83	0.21	1.71	-0.50
1975	2.12	1.88	0.40	-1.96	2.32	0.04	0.59	-0.76	0.65	0.78	0.03	-0.08
1976	-1.10	0.57	0.26	-0.09	-0.37	-1.30	0.70	0.47	0.55	1.25	0.21	-0.80
1977	-0.03	-1.36	-0.83	0.49	-0.28	-1.22	-1.43	0.93	0.80	-1.19	-0.86	1.40
1978	1.25	-0.19	0.14	0.30	0.76	-0.82	2.12	0.41	1.54	-0.92	-0.24	-0.89
1979	-0.15	1.03	-1.79	1.09	1.08	1.10	-1.56	-0.96	-0.46	-1.75	-1.28	-1.06
1980	-1.10	-0.70	0.28	-1.13	1.05	1.98	0.13	-1.05	1.31	0.09	-0.45	-0.80
1981	-0.95	0.69	-0.21	-0.21	0.25	-1.08	1.07	-0.99	-2.17	0.58	1.41	-0.65
1982	-0.95	1.08	0.11	-0.67	-1.32	-0.12	-0.33	-1.11	2.06	-0.12	0.71	1.45
1983	1.58	-0.87	-1.55	-1.25	-1.06	1.49	-0.68	1.29	-0.88	1.10	0.48	1.28
1984	-0.07	0.13	-0.65	0.09	-0.06	0.50	-0.50	-0.38	-0.33	0.55	0.17	-0.80
1985	1.16	0.76	-0.99	0.31	0.17	-0.24	0.13	-1.73	-0.54	0.29	-0.05	-0.80
1986	-0.87	-1.07	-1.36	0.49	0.38	-0.60	-0.51	-0.92	-1.67	-0.32	-0.31	1.23
1987	-1.02	0.49	1.15	0.35	-0.74	0.28	-1.36	0.70	1.23	0.17	1.31	-0.72
1988	-0.95	0.95	-0.95	1.15	1.38	0.60	0.51	-1.29	-0.83	1.72	-1.21	-0.80
1989	0.40	-1.37	0.75	-0.43	0.53	0.35	-0.31	-0.45	-1.55	1.15	-1.06	-0.89
1990	-0.95	1.63	1.97	-1.48	0.94	0.16	-0.10	-0.51	-0.40	1.50	0.55	-0.89
1991	-0.67	-1.35	-0.41	-0.87	0.03	-0.85	-1.00	1.99	0.15	-0.61	-1.17	1.91
1992	2.01	-0.29	-1.73	-1.41	-1.34	-0.17	0.80	0.02	-0.28	-0.67	-1.12	1.66
1993	-0.44	-0.60	-0.01	-0.06	-0.23	-1.52	-0.06	-0.86	-0.24	-1.35	-1.10	0.92
1994	-1.02	0.90	1.48	-1.07	0.68	1.23	-2.10	0.99	0.44	-1.16	-0.83	0.57
1995	0.12	-0.13	-0.60	-0.64	0.20	1.00	1.76	0.76	-0.93	0.05	0.39	-0.80
1996	-0.15	0.43	1.08	1.55	-1.02	0.72	-1.12	0.02	1.57	0.15	2.12	-0.50
1997	-0.44	-0.01	1.21	0.21	-0.94	-1.65	0.55	-0.37	-1.59	0.24	-1.09	-1.16
1998	-0.15	1.62	-0.75	0.45	-0.40	0.37	-0.80	1.08	-1.50	-0.65	1.28	0.72
1999	0.91	-1.34	0.29	1.66	1.13	-0.06	0.69	-0.46	-0.76	0.72	0.89	0.69
2000	0.84	0.72	-0.79	2.18	1.59	1.95	0.58	1.96	-0.23	0.12	-1.15	-0.57
2001	-0.81	-1.19	1.23	-1.13	1.13	0.64	-0.81	1.20	-0.61	0.55	0.74	0.02
2002	-0.15	-1.06	0.90	-0.40	-0.24	-0.03	-1.65	1.62	1.69	0.11	0.85	1.87
2003	-0.55	0.87	1.90	-0.72	-1.25	1.12	-0.88	0.49	0.60	-1.29	-1.31	-0.80
2004	1.44	2.23	-1.15	0.30	0.90	1.02	1.81	-1.33	-1.39	-1.88	-0.94	-1.06
2005	-0.74	-1.15	-1.24	-0.45	-0.35	-0.27	0.36	-0.73	0.78	-1.22	1.58	-0.08
2006	-1.19	0.28	0.49	0.83	-0.43	-0.52	0.08	-0.07	0.03	1.71	-0.19	-0.89
2007	-1.06	0.70	-0.05	-0.38	1.07	-0.04	-0.97	1.08	0.09	1.83	-0.60	-1.06
2008	1.06	0.21	0.32	1.66	1.10	0.18	-0.17	-0.09	1.42	0.32	1.67	-0.37
2009	-0.95	-1.04	1.79	0.95	1.41	-1.22	0.53	0.26	0.39	-0.68	-0.07	-0.80
2010	1.76	-0.24	-1.27	-0.84	-1.50	-0.37	0.98	1.64	-0.45	1.28	-1.18	-0.08
2011	0.34	0.53	0.72	1.61	0.07	-0.28	1.69	0.95	1.17	1.52	-0.13	-0.72
2012	1.22	-1.17	0.24	0.60	-0.00	-0.90	-0.49	-1.53	-0.05	-0.91	1.57	-0.89
2013	0.77	-1.17	0.56	-1.23	-0.54	-0.13	1.28	-0.17	1.08	0.53	-0.24	1.53
2014	-0.87	-1.24	-0.34	0.48	-1.07	-0.35	0.42	0.76	-0.39	-0.82	0.31	-0.57
2015	0.67	1.00	0.40	-1.27	-0.86	-1.75	0.71	-0.58	-0.13	0.14	0.36	0.16
2016	1.81	-1.33	-1.36	-1.44	-0.09	-0.80	-0.39	-1.86	0.58	0.62	1.70	0.63
2017	1.01	-0.08	1.64	0.41	1.51	1.29	1.64	0.42	0.17	0.78	0.55	1.57
2018	-0.29	0.53	0.39	1.53	-0.28	-0.06	0.46	-0.55	-1.02	-0.76	-0.32	0.63
2019	-0.24	1.10	-0.64	-0.85	-0.29	-0.88	-1.28	0.11	-0.18	-1.31	-0.41	-0.97

รูปที่ 51 ค่าดัชนี SPEI01 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือ จ.เชียงราย พิกัด LON

1970	-0.47	0.31	1.56	0.35	1.36	2.25	0.68	1.09	-0.29	-0.45	-0.55	1.96
1971	-0.59	0.33	-0.23	0.50	0.28	-0.26	-1.17	1.67	-1.10	-0.72	-0.87	0.76
1972	-1.13	-0.30	0.48	0.80	-2.41	0.98	-1.39	-1.24	1.60	0.82	1.26	2.03
1973	-1.21	-1.24	0.97	-0.71	-0.25	0.60	0.51	-0.74	1.07	-1.25	-0.31	-0.71
1974	0.43	0.47	0.67	0.83	-0.57	-0.55	-0.04	-0.81	-0.86	1.40	1.03	-0.58
1975	2.34	1.13	0.25	-1.34	0.47	-0.42	0.39	0.27	-0.21	0.17	0.67	0.91
1976	-1.21	1.02	0.22	-0.51	1.36	-1.74	0.82	0.85	0.21	0.91	0.24	-0.50
1977	0.28	-0.93	-1.07	-0.23	-0.10	-1.72	-1.28	0.49	-0.68	-1.12	-0.63	1.14
1978	0.69	2.32	-0.83	-0.33	0.43	0.08	2.17	-1.45	1.61	-1.12	-0.72	-0.95
1979	-0.32	0.15	-1.73	-0.30	-0.36	-0.39	-1.48	-1.87	-0.10	-2.18	-1.10	-1.01
1980	-1.21	-0.55	-0.57	-0.54	-0.95	1.85	0.40	-0.12	0.89	0.64	0.40	-0.85
1981	-1.09	0.34	0.18	0.18	0.42	0.26	1.02	-1.02	-1.11	-0.84	1.65	-0.75
1982	-1.09	0.08	-0.57	0.45	-0.92	0.25	-0.27	-0.34	0.98	-0.65	0.50	1.55
1983	1.12	-1.15	-1.82	-1.95	-0.37	0.31	0.92	1.49	0.05	1.55	1.50	1.27
1984	0.07	1.69	0.23	-0.04	-1.01	-0.40	0.58	-0.87	-1.05	-0.29	-0.39	-0.90
1985	1.01	-0.35	-1.07	0.06	0.08	-1.23	0.01	-1.12	0.64	0.61	0.55	-0.85
1986	-1.05	-1.08	-1.65	0.61	0.03	-1.24	-0.04	0.08	-1.61	0.10	-0.71	0.30
1987	-1.01	0.58	-0.03	0.35	-1.31	-0.17	-1.56	-0.61	1.30	-0.18	1.92	-0.80
1988	-1.13	1.10	-0.71	1.50	0.63	0.86	0.84	-0.08	0.35	1.65	-1.32	-0.85
1989	1.40	-1.38	0.08	-1.53	0.53	0.22	-0.33	-0.06	-1.12	0.22	-0.46	-0.95
1990	-0.53	0.23	0.66	-1.49	0.97	-0.58	-1.35	-1.41	-0.72	2.32	0.40	-0.90
1991	-1.05	-1.08	0.10	-0.53	-0.16	-1.50	-0.98	0.87	-1.34	-0.62	-0.94	1.52
1992	0.91	-0.93	-1.57	-1.38	-1.33	-0.05	0.68	-0.03	-0.73	0.48	-1.30	1.15
1993	-0.44	-1.16	0.76	-0.06	0.16	-1.17	-0.87	0.11	-0.21	-1.01	-1.32	-0.15
1994	-0.24	0.08	1.57	-0.41	0.72	1.39	-2.16	0.75	-1.31	-1.04	-1.15	0.80
1995	0.46	-1.26	-0.67	-1.17	0.18	0.70	1.19	1.69	1.41	-0.79	-0.42	-0.62
1996	-0.59	0.50	0.44	1.37	0.35	0.51	-0.89	-0.26	1.13	0.03	1.82	-0.46
1997	-0.72	-0.80	0.85	0.22	-1.03	-0.95	-0.95	-1.08	-0.34	-0.14	-0.31	-1.12
1998	0.72	1.39	-0.96	-0.07	0.31	0.43	1.30	1.37	-1.40	-0.52	0.92	-0.06
1999	1.26	0.99	-0.48	1.91	1.84	-0.73	-0.03	-0.43	-1.43	0.73	0.81	-0.42
2000	0.46	0.91	-0.59	2.01	0.59	1.51	-0.06	1.66	-0.79	1.14	-1.14	-0.46
2001	0.86	-1.13	1.75	-0.91	0.88	-0.56	-0.73	-0.97	-1.46	0.09	-0.57	-0.25
2002	0.07	-1.11	0.84	-0.22	0.38	-0.26	-0.76	1.09	0.47	-0.39	0.39	1.88
2003	-1.13	0.66	1.90	-0.88	-0.68	1.33	0.12	-0.16	0.33	-1.05	-1.40	-0.90
2004	1.59	1.52	-1.28	-0.96	-0.71	0.89	1.00	-1.40	-0.65	-2.08	-0.82	-1.06
2005	-0.38	-1.35	0.44	0.75	-0.79	0.06	0.10	-0.27	1.18	-0.94	1.83	0.66
2006	-1.05	1.31	0.73	1.23	0.49	0.20	-0.89	-1.15	1.21	0.63	-0.68	-0.85
2007	-0.41	-0.08	-0.50	0.83	1.85	0.29	-0.25	-0.72	-0.54	0.81	-1.00	-0.62
2008	0.05	0.33	-1.18	1.52	0.91	0.43	-0.18	0.49	1.71	0.71	0.81	-0.85
2009	-1.05	-1.04	1.47	0.79	1.37	-0.37	0.24	0.73	0.26	0.25	-0.23	-0.58
2010	1.53	-0.71	-1.23	-0.94	-1.12	0.86	1.02	1.45	0.50	1.47	-1.28	1.02
2011	-0.53	0.86	1.83	1.64	0.93	0.84	2.40	1.31	0.34	0.95	-0.16	-0.46
2012	1.27	-0.23	-0.08	0.36	-0.05	-1.13	0.18	-1.48	1.48	-0.65	1.31	-0.28
2013	1.38	-0.92	0.33	-0.18	-1.27	0.77	1.64	0.94	1.46	0.83	0.46	0.39
2014	-1.09	-1.15	0.27	0.77	-0.80	-0.61	-0.35	1.28	-0.49	-0.38	0.19	0.63
2015	0.48	0.70	0.58	-0.91	-2.20	-1.39	0.42	-0.10	0.09	0.08	0.74	1.33
2016	1.19	-1.40	-1.08	-1.50	-0.43	-0.19	0.20	-0.33	0.11	1.23	1.89	-0.12
2017	1.72	0.47	1.53	-0.04	2.37	1.88	0.42	1.34	1.00	1.00	0.34	1.89
2018	0.51	1.24	0.08	1.56	-0.31	-0.24	0.45	-0.30	-1.46	-0.73	0.06	1.02
2019	0.12	1.21	-0.76	-0.76	-0.63	-0.40	-1.59	-0.26	-0.10	-1.44	-0.63	-1.01

1970	-0.71	1.15	1.33	0.36	0.72	0.38	-0.18	0.71	-0.53	-0.12	0.76	2.15
1971	-0.98	0.83	-0.14	0.23	0.13	-0.36	-1.41	1.95	-0.29	0.01	-0.72	-0.24
1972	-1.15	0.54	-0.21	0.95	-0.26	0.38	-1.40	-0.65	1.33	-0.87	1.76	2.06
1973	-0.56	-1.42	-0.14	-1.24	0.53	-0.46	-0.22	-1.27	0.80	-0.87	1.09	-0.11
1974	0.68	0.12	0.72	1.83	0.04	-1.77	-0.04	-0.51	-1.55	2.29	0.96	-0.52
1975	1.85	-0.33	0.26	-0.77	0.52	-0.21	-0.71	1.26	-1.25	-0.02	0.58	1.16
1976	-1.17	1.34	0.62	-0.10	0.07	-1.15	0.77	1.37	0.07	0.86	0.61	-0.62
1977	-0.00	0.33	-1.01	-0.78	-0.26	-1.36	1.39	-1.39	-1.20	-0.93	-0.38	-0.74
1978	1.57	2.15	-1.17	-0.54	0.44	0.88	1.06	-1.71	1.11	-1.26	-1.33	-1.05
1979	-0.21	-1.03	-1.73	-0.07	0.68	1.12	-1.25	-1.14	0.98	-2.42	-1.21	-0.31
1980	-1.19	-0.72	-0.28	0.19	-0.24	1.84	0.84	0.80	-0.49	0.24	-0.63	-0.79
1981	-0.81	1.60	-0.89	0.35	1.05	0.28	-0.09	-0.41	0.46	-0.64	1.34	-1.05
1982	-1.17	0.18	0.90	-0.28	-0.59	1.47	-0.06	-0.18	-0.74	-0.59	0.39	1.09
1983	-1.07	-1.46	-1.09	-2.26	1.27	-0.68	2.06	1.86	0.08	1.49	1.74	1.15
1984	0.45	-0.38	-0.33	0.45	1.18	0.48	-0.56	0.47	-0.96	-0.38	0.01	-0.13
1985	0.96	-0.25	-0.06	1.22	1.32	-1.87	-0.78	-0.26	0.58	0.32	0.55	-1.02
1986	-1.05	-1.18	-1.89	0.12	0.82	-0.99	0.65	-0.06	0.01	1.02	0.25	0.50
1987	-1.09	-0.51	-0.81	-1.04	-0.26	0.57	-0.86	-1.56	0.50	0.01	2.01	-1.05
1988	-0.77	1.63	-0.38	1.21	2.03	0.38	0.25	1.04	0.34	1.82	-0.98	-1.11
1989	1.17	-0.61	0.75	-1.55	-0.29	-1.15	0.27	-0.47	-0.49	0.72	-0.25	-0.09
1990	-0.22	-1.28	1.08	-0.74	-0.13	-1.34	-0.07	-0.84	0.46	1.47	0.12	-1.02
1991	-0.92	0.20	-0.94	0.17	-0.66	-0.71	-0.89	-0.52	1.59	-0.18	-0.88	0.08
1992	0.76	0.29	-1.79	-1.86	-1.59	-0.40	1.04	0.71	-1.82	0.43	-1.36	1.19
1993	0.97	-1.66	1.62	-0.98	-1.02	-0.84	-2.25	1.02	-1.35	0.02	-1.36	-0.44
1994	-0.93	-0.83	0.79	-0.71	0.33	1.76	0.26	0.51	0.19	-1.79	-1.18	1.01
1995	0.13	-0.89	-0.37	-0.31	-0.17	-0.08	1.29	1.57	2.61	0.29	-1.06	0.74
1996	-0.67	0.90	-1.15	1.08	-0.15	0.51	0.43	-0.51	0.76	-0.29	1.00	-0.44
1997	-0.16	1.20	0.77	0.50	-1.31	-2.01	-2.22	-1.58	0.10	-0.72	-0.53	-0.35
1998	1.13	0.51	-1.17	-0.95	0.05	0.61	0.29	1.39	1.26	-1.10	0.60	0.48
1999	0.14	-0.42	1.03	1.33	1.11	0.09	-1.15	-0.68	-0.96	1.05	0.91	0.46
2000	1.33	1.14	-0.46	1.79	-0.02	1.70	0.68	0.11	-1.38	0.57	-1.13	0.20
2001	1.10	-0.93	2.28	-0.84	0.92	-1.27	-0.78	-0.33	-1.45	0.72	0.32	0.13
2002	-0.78	0.09	0.66	0.08	0.53	-0.35	-0.24	-0.22	-1.26	-1.33	0.54	1.85
2003	-1.19	0.83	1.31	-0.51	-0.55	0.31	0.89	0.96	-0.77	-0.28	-1.68	-1.14
2004	1.15	1.74	-1.17	-0.23	-0.93	0.17	1.32	-0.92	-1.65	-1.39	-1.24	-1.21
2005	0.70	-1.14	-0.46	0.18	-1.17	-0.35	-1.67	-0.89	0.78	-0.70	1.26	1.72
2006	-0.67	0.83	0.88	0.49	1.09	0.05	-0.24	-0.96	0.32	1.40	-0.31	-1.14
2007	0.20	-0.28	-0.95	1.60	1.32	2.39	0.16	-0.80	-0.17	-0.11	-0.37	-1.21
2008	0.48	1.49	-0.64	1.19	0.09	0.39	0.57	-0.73	0.03	-0.01	-0.27	-1.05
2009	-1.14	-0.86	0.74	1.66	0.50	0.08	-0.66	0.05	0.76	0.13	-0.82	0.70
2010	1.05	0.68	-0.08	-0.89	-0.54	0.59	0.32	1.71	-1.30	1.21	-1.04	0.90
2011	-1.15	-0.51	1.27	1.33	0.02	0.95	2.08	0.79	0.00	0.92	-0.82	-0.57
2012	1.60	0.58	0.21	-0.29	0.40	-1.37	0.21	-1.66	1.21	-0.85	1.77	-0.55
2013	1.21	-0.28	-0.52	0.81	-1.47	1.06	2.05	0.91	1.23	1.59	0.87	-0.82
2014	-1.15	-0.75	1.12	-0.79	-0.75	-0.02	-0.79	0.94	0.18	-0.03	0.18	0.89
2015	-0.52	0.25	-0.48	-0.39	-1.48	0.18	0.32	0.31	1.02	-0.25	0.35	1.07
2016	0.81	-1.68	-0.70	-1.22	-1.56	-0.03	-0.04	0.10	0.24	0.68	1.20	-0.16
2017	1.84	0.77	1.47	-0.29	2.48	0.78	0.11	0.85	0.35	-0.17	0.56	1.37
2018	1.53	-0.16	1.28	1.65	-0.96	-0.37	0.23	-0.19	-0.91	0.16	-0.36	0.77
2019	-0.66	-1.02	0.19	-0.57	-1.12	0.00	-1.20	-0.42	0.98	-1.77	-1.17	-1.17

รูปที่ 52 ค่าดัชนี SPEI01 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคกลาง จ.ลพบุรี พิกัด

1970	1.20	1.19	0.35	0.01	0.49	0.64	0.29	1.10	0.04	-0.18	1.70	2.05
1971	-1.09	0.04	0.92	-1.20	0.67	-0.31	-0.86	-0.07	0.38	1.16	-0.11	0.00
1972	-0.96	-0.05	-0.30	1.12	-1.38	0.78	-0.56	-0.55	-0.75	-0.54	1.89	2.06
1973	-0.53	-1.07	0.28	-1.36	0.04	1.57	1.96	-0.00	1.20	0.36	1.57	-0.12
1974	-0.41	0.22	0.42	0.72	0.26	-1.37	-0.53	-0.29	0.25	0.17	0.53	0.42
1975	2.06	0.73	-0.83	-0.36	1.36	0.52	-1.34	0.53	0.03	0.36	0.59	0.51
1976	-1.34	-0.83	0.41	0.56	1.31	-0.80	-0.18	0.75	-1.52	1.19	0.41	-1.31
1977	-0.31	1.63	-0.30	-1.19	-0.90	-0.87	0.26	-0.09	0.64	-0.09	0.65	-0.67
1978	1.16	1.72	-1.13	0.97	0.81	-0.62	-0.02	-0.37	-0.81	-0.32	-1.55	-0.84
1979	-1.05	-0.55	-1.86	-0.47	-0.41	0.96	0.85	0.32	0.16	-1.90	-1.31	-0.47
1980	-1.30	0.11	-0.59	0.06	-1.69	2.26	-0.42	0.45	-1.47	-0.98	0.04	0.73
1981	-1.33	0.48	-1.23	0.42	0.58	-0.60	-1.72	0.07	1.11	-0.66	1.39	-0.88
1982	-1.47	0.28	1.90	0.96	0.34	-0.20	0.90	0.67	-0.96	-1.09	-0.23	-0.26
1983	-0.31	-1.34	-0.23	-1.60	-0.96	-0.04	0.75	1.50	-1.08	-0.15	1.35	0.48
1984	-0.14	1.03	-0.81	-0.61	-1.29	1.43	-0.20	-1.15	-0.11	-1.16	-0.46	-0.14
1985	0.24	1.02	-0.06	0.55	1.34	-0.09	0.62	-1.18	0.62	0.46	0.25	-0.33
1986	-0.86	-1.20	-1.53	-0.75	2.06	-1.10	0.23	-1.66	1.18	1.23	-0.42	-0.38
1987	-0.86	-1.32	-0.80	-1.21	-0.81	0.01	-0.53	1.01	-1.61	-0.49	2.07	-0.73
1988	-0.35	0.31	-0.74	0.99	1.30	0.40	1.05	0.54	1.14	-0.50	0.75	-1.59
1989	0.88	0.07	0.50	-0.34	0.14	-1.44	-0.49	-0.90	-0.98	1.31	-0.20	-1.67
1990	-0.03	-0.84	-1.29	-0.14	0.10	-0.53	-0.99	-1.10	-0.63	0.91	-0.07	-1.06
1991	-0.88	0.23	-0.48	1.09	0.80	-1.28	0.30	1.02	0.27	0.51	-1.50	-0.01
1992	-0.08	-0.09	-1.87	-1.60	-1.23	-0.83	1.00	-0.85	-1.30	1.57	-1.19	-0.28
1993	0.97	-1.23	1.53	0.53	-0.76	-1.39	-1.18	-0.61	-1.36	0.79	-0.85	0.08
1994	-1.12	0.06	1.36	-0.25	0.38	1.45	-0.25	1.07	0.75	-1.63	-1.06	0.38
1995	0.55	-0.83	-0.36	-0.97	-1.55	-0.14	1.98	1.47	1.56	-0.17	0.34	-0.78
1996	-0.85	1.70	-1.21	0.96	-0.14	0.38	0.95	-0.45	0.43	1.15	0.49	0.86
1997	0.71	0.35	-0.41	0.06	-1.45	-0.93	0.07	0.53	0.79	-0.85	0.39	-0.65
1998	-0.89	-1.30	-1.13	-1.03	-0.65	-0.61	0.37	0.16	1.88	0.91	0.32	0.37
1999	1.01	1.97	0.77	1.17	0.77	-0.16	-0.97	-0.87	0.20	1.84	-0.35	0.54
2000	1.24	1.79	0.86	1.57	0.02	1.20	-0.69	0.18	-0.84	-0.62	-1.41	0.36
2001	1.21	0.10	1.57	-0.14	1.10	0.58	-0.41	0.37	1.19	0.73	-1.21	0.01
2002	-1.07	-1.30	0.93	-0.18	0.58	-0.82	-0.83	1.32	-0.93	-1.42	0.82	1.88
2003	-0.63	-0.35	1.95	-0.04	0.66	-1.54	1.22	-0.27	-0.04	1.86	-1.31	0.09
2004	1.01	1.02	-1.04	-0.97	0.26	0.72	-1.66	-0.67	0.48	-1.04	-0.65	-1.38
2005	-0.23	-1.43	0.08	-0.74	-0.58	0.19	0.24	-1.58	0.43	0.79	1.18	1.28
2006	0.24	0.10	1.00	0.79	0.62	1.21	0.80	1.78	1.24	-1.01	-1.68	0.15
2007	-0.54	-1.16	-0.38	1.55	1.64	-0.11	1.59	-1.05	-0.19	0.36	-0.40	-1.23
2008	0.08	1.43	0.46	1.06	0.88	0.29	-0.09	-0.12	-0.59	-1.28	-0.37	-1.36
2009	-0.49	-1.28	0.99	1.54	0.31	0.19	0.88	-0.72	0.30	-1.41	-1.56	-0.93
2010	0.82	-0.97	0.58	-1.25	-1.36	0.49	-0.03	0.70	-0.03	0.31	-0.65	0.72
2011	0.37	-0.35	1.89	-0.23	0.15	0.64	2.13	-0.18	-1.31	-0.60	-0.89	0.55
2012	1.56	1.29	0.58	-0.80	-0.00	-0.42	0.03	-1.18	-0.04	-0.25	1.38	0.50
2013	1.15	0.02	-0.01	1.18	-0.98	1.38	0.55	-0.12	1.51	1.03	1.28	-1.69
2014	-0.74	-0.87	-0.55	-1.24	-1.24	1.77	-0.45	-1.46	-1.53	0.61	0.50	1.00
2015	-0.46	-0.70	-0.13	1.45	-1.27	0.75	-0.72	1.71	2.16	-0.66	0.35	1.45
2016	1.34	0.30	0.62	-1.00	-0.53	-0.28	-0.30	0.01	0.05	1.32	1.08	1.19
2017	2.23	0.75	0.83	0.15	1.99	-1.19	-0.30	-0.78	-0.65	-1.25	0.12	1.47
2018	0.12	0.95	0.11	1.99	-1.03	0.21	0.59	1.55	-1.48	0.65	0.11	1.35
2019	1.41	-0.95	-1.07	-1.43	-0.44	-0.19	-1.35	1.75	0.50	-1.23	-0.57	-0.84

1970	0.52	-1.03	0.51	0.15	0.60	0.20	1.34	0.52	0.60	0.78	-0.08	0.71
1971	-0.76	1.36	1.30	-1.54	0.84	0.24	-1.82	0.28	-0.31	1.91	-0.28	0.89
1972	-1.04	0.56	-0.85	0.07	-1.30	-0.89	-1.25	-1.14	1.92	-0.30	-0.34	-0.21
1973	-0.31	-0.65	0.70	0.01	0.57	0.45	1.75	0.12	-0.19	0.90	2.05	1.07
1974	-1.03	-0.30	-0.10	0.22	0.39	0.49	0.33	-0.94	1.57	-0.55	1.24	0.30
1975	1.81	1.25	-0.25	-0.12	1.14	1.30	-0.91	-1.01	1.12	1.04	0.56	-0.07
1976	-1.45	-1.22	-0.75	0.55	1.34	-0.41	1.30	-0.55	-0.42	-0.69	-0.30	-1.44
1977	0.03	0.21	-1.01	-1.48	-1.78	0.41	-0.72	0.12	-0.27	0.64	-0.18	-1.38
1978	0.52	-1.27	-0.23	0.36	-0.51	0.34	0.50	-1.24	-0.41	-1.66	-1.77	-0.83
1979	-1.11	-0.75	-1.54	0.78	-0.94	1.21	1.47	-0.94	-0.37	-1.72	-0.52	-1.42
1980	-1.26	-0.41	-0.30	-0.09	-0.06	1.62	0.16	1.38	-0.52	-0.90	0.13	0.08
1981	-1.14	-0.21	-1.34	0.90	0.16	-1.87	-0.97	-1.76	-0.01	-1.33	0.43	0.15
1982	-1.51	-0.39	0.62	1.30	0.52	-1.04	2.05	0.12	-1.70	0.09	-0.67	-0.95
1983	-0.63	-1.41	0.62	-1.50	-0.55	1.23	0.73	0.49	1.32	-0.16	-0.80	-0.04
1984	0.59	0.69	0.01	1.03	-0.95	0.67	1.04	-1.96	0.36	-0.84	-0.89	1.65
1985	-0.69	1.39	0.83	0.68	1.06	-1.09	-0.61	-0.43	1.06	1.06	-0.86	-0.13
1986	-0.09	-1.11	-1.16	-0.49	2.29	0.04	-0.81	-0.66	1.97	0.78	0.44	-1.23
1987	-0.40	-1.40	-1.22	-1.45	-0.07	-0.84	-2.14	1.89	0.01	-0.74	0.35	0.73
1988	0.43	1.21	-0.50	-0.07	1.19	-0.80	0.95	0.45	1.66	-0.96	1.87	-1.45
1989	-0.71	-0.75	-0.34	0.35	0.43	-0.89	0.35	-0.44	-1.23	0.77	-1.92	-1.83
1990	-0.56	-1.00	-0.30	0.18	-0.20	-1.84	-0.50	-1.98	-0.14	1.16	0.26	-0.98
1991	-0.43	-0.13	0.43	-0.23	2.14	-1.47	1.66	0.67	-0.46	-1.27	-1.51	0.10
1992	-0.80	-0.45	-1.46	-1.29	-0.15	-0.98	-1.01	-0.09	-1.77	0.93	-0.93	-1.05
1993	0.36	-1.10	1.49	0.34	-0.04	-0.51	0.01	-0.39	0.99	1.31	0.36	1.55
1994	-1.12	0.90	1.38	0.63	0.07	1.14	-1.31	1.45	0.55	-0.93	-0.14	-1.13
1995	-0.42	-0.01	1.03	-0.66	-1.29	-0.80	0.96	1.12	-0.48	-0.78	1.27	-0.81
1996	0.38	0.80	-1.21	1.85	-0.39	-0.51	-0.65	1.23	-1.89	0.04	0.96	1.30
1997	-1.32	1.63	-0.53	-0.23	-1.61	0.30	-0.48	1.04	0.44	-0.03	-0.99	0.12
1998	-0.89	-0.48	-1.26	-1.36	-1.51	0.55	1.07	1.51	0.61	1.18	1.47	0.61
1999	1.42	1.67	0.89	1.42	0.11	-0.83	-0.72	1.04	0.21	0.88	1.86	-0.28
2000	0.76	1.59	1.39	0.73	-0.63	0.14	-1.69	0.70	-0.37	1.41	-0.06	0.43
2001	1.20	0.23	1.80	-0.53	-1.34	-0.35	0.08	-1.29	1.22	-0.60	-1.59	0.48
2002	-1.30	-1.31	0.45	-0.45	-1.29	-0.43	-1.30	-0.23	-1.20	-1.14	0.25	1.42
2003	-0.18	-0.49	1.44	-1.24	-0.95	0.33	0.80	-0.03	0.31	1.96	-0.43	-0.02
2004	-0.35	0.57	-0.45	-1.20	-1.23	0.52	0.39	-0.87	0.93	-0.25	-1.54	-1.05
2005	-0.73	-0.90	-0.18	-1.42	0.83	-0.01	-0.37	-1.21	-1.20	0.26	1.00	1.67
2006	0.26	0.96	1.12	0.14	1.08	2.07	-1.08	-0.42	-0.35	-0.87	-1.69	-0.22
2007	0.92	-1.05	1.09	1.05	0.94	0.41	0.55	-0.28	0.77	0.72	-0.90	-0.77
2008	1.09	1.27	0.46	0.47	0.28	0.64	-0.02	0.10	-1.20	0.93	0.32	-1.03
2009	0.92	-0.52	1.90	1.78	0.69	-0.24	-0.10	0.60	-1.01	-0.75	0.03	-0.87
2010	0.74	-0.35	-0.42	-0.89	-1.86	2.09	0.73	-0.89	0.07	0.41	1.52	1.44
2011	1.34	-0.42	0.87	-0.52	-0.52	0.01	0.42	1.25	-0.48	1.02	0.48	0.77
2012	1.87	1.69	1.32	1.48	0.34	-0.67	-0.72	0.53	0.57	-1.30	0.94	0.77
2013	0.65	1.32	-1.19	1.68	-0.46	0.51	0.39	0.20	-0.93	1.42	0.54	-1.00
2014	-0.03	-1.36	-0.99	-0.87	0.21	0.79	-0.84	0.60	-1.50	-0.18	0.84	1.07
2015	-0.44	-0.42	-1.00	0.97	-0.57	-0.42	-0.58	2.15	0.37	-1.07	0.38	1.00
2016	1.40	1.26	-1.23	-1.71	1.09	-0.10	0.85	-0.62	0.68	-0.11	0.11	1.38
2017	2.05	0.62	0.36	1.18	0.61	-1.01	0.48	0.80	1.36	-0.66	0.39	1.11
2018	1.01	1.17	-0.48	0.26	-0.07	1.74	-0.39	-0.87	-0.86	0.05	-0.94	0.67
2019	1.49	-0.93	-1.20	-1.21	1.23	0.69	0.61	0.02	-1.01	-1.63	-0.59	-1.16

รูปที่ 53 ค่าดัชนี SPEI01 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.ชุมพร พ

4.5.2 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะกลาง

ผลจากการวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะกลาง ตามตารางที่ 21 และสามารถพิจารณาค่าดัชนีระยะกลาง SPEI03 และ SPEI06 ระหว่างปี 1970-2019 ของพื้นที่ 6 จุดตัวอย่างตามรูปที่ 54-59 เมื่อวิเคราะห์ด้านยาวนานของระยะกลาง SPEI03 พบว่าภาคกลางเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 9 ตั้งแต่กรกฎาคม 1979 ถึงมีนาคม 1980 รองลงมา คือ ภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 8 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก เกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเท่ากัน คือ 7 โดยที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดเหตุการณ์ภัยแล้งสะสมสูงสุดถึง 2 ช่วง ได้แก่ 1) พฤศจิกายน 1978 ถึงพฤษภาคม 1979 และ 2) สิงหาคม 2008 ถึงกุมภาพันธ์ 2009 ส่วนการวิเคราะห์ความยาวนานของภัยแล้งระยะกลาง SPEI06 พบว่าภาคกลางเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 15 ตั้งแต่มีนาคม 1979 ถึงพฤษภาคม 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 14 ภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 10 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 9 ภาคตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 8 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานสุดเป็น 7 ดังนั้นจากการพิจารณาทั้ง SPEI03 และ SPEI06 มีแนวโน้มว่าภาคกลางจะมีความยาวนานและความถี่ของเหตุการณ์ของภัยแล้งระยะกลางสะสมมากที่สุด รองลงมา คือภาคเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตามลำดับ

ด้านความรุนแรงภัยแล้งระยะกลาง SPEI03 พบว่าพื้นที่ตัวอย่างในภาคเหนือมีความรุนแรงมากที่สุด ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -15.55 เกิดขึ้นช่วงเมษายนถึงพฤศจิกายน 2019 รองลงมา คือ ภาคกลางความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -14.67 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1979 ถึงมีนาคม 1980 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -12.46 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 2004 ถึงพฤษภาคม 2005 ภาคตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -11.30 เกิดขึ้นในช่วงมิถุนายนถึงตุลาคม 1997 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -10.16 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 1978 ถึงมีนาคม 1979 และภาคใต้ฝั่งตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -10.13 เกิดขึ้นช่วงพฤศจิกายน 1978 ถึงพฤษภาคม 1979 ส่วนการวิเคราะห์ความรุนแรงของภัยแล้งระยะกลาง SPEI06 พบว่า ภาคกลางมีความรุนแรงมากที่สุด ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -25.53 เกิดขึ้นช่วงมีนาคม 1979 ถึงพฤษภาคม 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -19.30 เกิดขึ้นช่วงมกราคม 1992 ถึงกุมภาพันธ์ 1993 ภาคตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -18.75 เกิดขึ้นช่วงมิถุนายน 1997 ถึงมกราคม 1998 ภาคเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -17.55 เกิดขึ้นในช่วงพฤษภาคมถึงธันวาคม 2019 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -15.41 เกิดขึ้นช่วงเมษายนถึงธันวาคม 1990 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -12.28 เกิดขึ้นช่วงธันวาคม 2004 ถึงมิถุนายน 2005

ต่อมาเป็นการวัดความเข้มของเหตุการณ์ภัยแล้งระยะกลาง SPEI03 พบว่า ภาคตะวันออกมีความเข้มของภัยแล้งสูงที่สุด ความเข้มเท่ากับ -2.26 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม 1997 รองลงมา คือ ภาคกลางความเข้มสูงที่สุดเท่ากับ -2.24 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 2015 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกความเข้มสูงที่สุดเท่ากับ -2.16 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน 1990 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงที่สุดเท่ากับ

-2.08 เกิดขึ้นช่วงเดือนสิงหาคม 2016 ภาคเหนือความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.94 เกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน 2019 และภาคใต้ฝั่งตะวันตกความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.80 เกิดขึ้นเดือนพฤศจิกายน 1989 ถึงกุมภาพันธ์ 1990 ส่วนความชื้นของภัยแล้งระยะกลาง SPEIO6 พบว่า ภาคตะวันออกมีความชื้นของภัยแล้งสูงที่สุด ความชื้นเท่ากับ -2.34 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายน 1997 ถึงมกราคม 1998 รองลงมา คือ ภาคเหนือความชื้นสูงสุดเท่ากับ -2.25 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน 1992 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.88 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2015 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.83 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤษภาคม 2014 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.72 เกิดขึ้นช่วงเดือนตุลาคม 1978 ถึงพฤษภาคม 1979 และภาคกลางความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.70 เกิดขึ้นเดือนมีนาคม 1979 ถึงพฤษภาคม 1980 จากผลวิเคราะห์ความชื้นภัยแล้งระยะกลางพบข้อสังเกตว่าความชื้นของภัยแล้งเกิดขึ้นในห้วงเวลาสั้น ๆ และห้วงเวลาที่เกิดภัยแล้งตรงกับช่วงฤดูฝนคาบเกี่ยวถึงฤดูหนาว สำหรับภาพรวมการวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความชื้นของภัยแล้งระยะกลางที่มักส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรทั้งด้านการเจริญเติบโตของพืชและปริมาณผลผลิตทางการเกษตร ได้รับข้อสรุปว่าภาคกลางมีแนวโน้มประสบภัยแล้งระยะกลางมากกว่าบริเวณอื่น ๆ เนื่องจากอิทธิพลของความยาวนานและภัยแล้งสะสม โดยปรากฏการณ์ภัยแล้งนี้มีแนวโน้มว่าส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรในที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญของประเทศ

ตารางที่ 21 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มข้นของภัยแล้งระยะกลางในพื้นที่ตัวอย่าง

SPEI03				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	8 (201904-201911)	-15.55 (201904-201911)	-1.94 (201904-201911)
Northeastern	102.75, 16.25	7 (200410-200505)	-12.46 (200410-200505)	-2.08 (201608)
Central	100.75, 15.25	9 (197907-198003)	-14.67 (197907-198003)	-2.24 (201505-201507)
Eastern	102.25, 12.75	7 (197909-198003)	-11.30 (199706-199710)	-2.26 (199706-199710)
Southeastern	99.25, 10.75	7 (197811-197905) (200808-200902)	-10.13 (197811-197905)	-2.16 (199006-199009)
Southwestern	99.75, 7.75	7 (199203-199209)	-10.16 (197810-197903)	-1.80 (198911-199002)
SPEI06				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	10 (199306-199403)	-17.55 (201905-201912)	-2.25 (199205-199206)
Northeastern	102.75, 16.25	7 (200412-200506)	-12.28 (200412-200506)	-1.88 (201505-201510)
Central	100.75, 15.25	15 (197903-198005)	-25.53 (197903-198005)	-1.70 (197903-198005)
Eastern	102.25, 12.75	8 (199706-199801)	-18.75 (199706-199801)	-2.34 (199706-199801)
Southeastern	99.25, 10.75	9 (199004-199012)	-15.41 (199004-199012)	-1.83 (201405)
Southwestern	99.75, 7.75	14 (199201-199302)	-19.30 (199201-199302)	-1.72 (197810-197905)

1970			1.08	0.92	1.37	1.84	1.48	1.60	1.17	1.13	-0.47	-0.62
1971	0.12	1.19	-0.35	-0.25	0.82	1.13	1.92	1.80	1.45	0.56	-1.00	-0.41
1972	-0.77	0.09	-0.65	1.69	-0.08	-0.40	-1.43	-0.75	-0.84	-0.34	0.84	1.48
1973	1.50	-0.37	1.44	-0.39	-0.04	-0.59	0.65	1.21	1.60	1.08	-0.03	-1.44
1974	-1.10	-1.42	0.02	1.15	0.32	-0.09	-1.00	-0.71	-0.29	0.51	1.10	0.69
1975	1.30	1.18	1.29	-1.83	-0.71	-0.07	0.83	1.62	1.45	1.90	0.81	1.21
1976	0.35	0.68	-0.62	-0.22	-0.30	-0.33	-0.57	-0.83	-0.01	0.57	0.92	-0.13
1977	0.28	1.29	1.81	1.04	0.31	-0.76	-0.77	-0.43	0.83	1.55	1.76	1.76
1978	1.25	2.10	0.64	-0.82	-0.78	-0.60	1.03	1.17	1.37	0.48	-0.16	-0.60
1979	-1.45	-0.78	-1.17	-0.48	-0.54	0.12	-0.83	-0.93	-1.74	-1.36	-2.24	-1.69
1980	-1.59	-1.29	0.03	-0.71	-0.06	0.50	0.80	0.28	0.08	-0.42	0.60	0.33
1981	0.49	0.58	-1.22	-0.60	0.91	0.85	1.67	0.72	0.15	-1.65	-0.42	0.50
1982	0.65	-0.72	-1.52	-0.39	-0.89	-1.06	-1.54	-0.41	-0.52	-0.18	0.55	-1.44
1983	-1.04	-0.63	-0.88	-1.79	-1.13	-1.15	-0.80	-0.64	-0.47	0.25	1.46	1.79
1984	1.52	0.40	-0.61	0.75	-0.32	0.09	-0.58	-0.22	-0.34	0.16	-0.29	-0.63
1985	-1.38	-1.17	-1.49	1.00	0.49	0.38	-0.41	-0.42	-0.38	-0.03	1.77	1.81
1986	1.72	-1.31	-1.65	0.58	-0.02	0.25	-0.53	-1.01	-1.67	-1.87	-1.52	0.34
1987	0.68	1.61	0.08	0.35	-1.29	-1.19	-1.86	-0.59	-0.28	0.30	0.29	-0.22
1988	0.67	-0.93	-1.17	1.78	1.32	1.83	0.67	0.65	-1.15	-0.98	-0.74	0.48
1989	-0.06	-1.13	-0.62	-1.35	-0.06	-0.07	0.35	-0.74	-0.69	-0.79	-0.11	-0.39
1990	-1.25	-0.14	0.91	-0.19	1.02	0.57	0.68	-0.78	-0.78	-0.91	0.44	0.34
1991	0.08	-1.11	-1.04	-0.66	-0.84	-0.51	-1.07	-0.23	-0.58	-0.25	-1.03	-0.54
1992	0.03	0.73	0.27	-1.06	-0.38	-0.07	-0.47	0.49	0.93	0.03	0.39	0.47
1993	0.11	0.70	0.14	0.05	-0.74	-1.17	-1.24	-1.76	-0.82	-1.06	-0.71	-1.70
1994	-1.60	-1.34	1.10	0.48	1.17	1.14	1.41	1.61	1.19	0.56	-1.47	-1.01
1995	-0.40	0.00	-0.77	-1.24	-0.58	-0.43	0.78	1.77	1.62	0.98	-0.68	0.05
1996	0.54	-0.35	0.07	1.14	-0.45	0.11	-0.73	0.07	-0.55	0.14	0.51	0.71
1997	0.22	-1.28	-0.14	-0.18	-0.82	-0.99	-0.36	0.28	0.37	0.06	-0.15	-0.14
1998	-0.79	-1.15	-0.81	-0.44	-0.37	-0.11	-0.47	-0.40	-0.69	-1.28	-1.10	-0.93
1999	0.38	0.05	0.66	1.21	1.13	0.52	-0.87	-1.04	-0.70	0.46	0.41	0.49
2000	0.19	0.31	0.13	1.19	1.42	1.31	0.57	-0.56	-0.74	-0.61	-0.35	-0.94
2001	-1.43	-0.99	1.69	0.10	0.56	-0.46	0.18	0.50	0.93	1.51	0.93	0.36
2002	-0.82	-0.10	-0.16	-1.39	0.45	0.16	-0.04	-0.07	0.37	0.97	1.59	1.82
2003	2.27	1.79	1.39	0.52	-0.66	-0.62	-0.62	-0.94	-0.53	-1.26	-0.94	-1.96
2004	-1.53	-1.11	-1.33	-0.66	0.24	0.99	1.14	0.14	0.08	-1.11	0.04	-1.36
2005	-0.65	-0.79	0.73	0.17	-0.86	-0.28	0.16	0.66	1.26	0.97	1.42	-0.01
2006	0.30	0.97	0.07	1.55	1.63	1.25	1.26	1.31	1.34	1.04	-0.53	-0.88
2007	-1.60	-1.27	-1.14	0.31	1.61	1.44	0.41	-1.17	-1.26	-0.49	0.25	-0.22
2008	-0.08	0.91	1.50	1.44	0.42	0.44	0.05	-0.18	-0.76	-0.64	0.41	1.02
2009	0.26	-0.45	-0.79	-0.14	0.37	0.58	0.32	-0.51	-1.10	-1.35	-0.96	-0.77
2010	-0.76	-0.51	-0.17	-1.13	-1.60	-1.20	-0.90	0.70	0.90	1.45	-0.08	-0.06
2011	-0.45	1.02	1.65	1.80	1.69	1.59	1.35	1.43	1.30	1.13	0.09	-1.13
2012	-0.89	-0.74	-0.40	0.02	0.47	-0.03	-0.01	-0.32	-0.12	-0.58	0.07	0.20
2013	0.60	0.70	1.34	-0.66	-1.11	-1.17	0.18	1.13	1.68	1.67	1.31	0.94
2014	0.55	0.87	-1.24	-1.05	-0.42	-0.57	-0.10	-0.06	-0.09	-0.51	-0.59	-0.25
2015	0.50	0.87	1.71	0.58	-1.09	-1.63	-1.63	-0.87	-0.79	-0.79	-0.70	0.29
2016	0.92	0.96	0.63	-0.99	-0.52	-0.02	0.36	0.91	1.24	1.46	2.07	1.46
2017	1.79	0.11	0.34	0.46	1.62	1.72	1.71	0.99	0.12	0.13	-0.09	1.10
2018	-0.05	1.11	-0.09	0.33	1.37	1.18	0.68	-0.15	-1.31	-0.91	-1.19	0.79
2019	0.58	1.39	-0.02	-1.93	-1.90	-2.18	-1.94	-2.02	-1.97	-1.52	-2.09	-0.65

1970			-0.41	0.32	0.97	1.74	1.27	1.13	0.49	0.15	-0.10	-1.13
1971	-0.72	0.52	-0.88	-0.27	-0.02	0.43	0.44	0.65	0.38	-0.21	-0.81	-0.90
1972	-0.75	0.41	0.24	0.60	-1.51	-0.13	-0.80	-0.04	-1.58	-0.57	0.26	1.07
1973	0.86	-0.69	-1.30	-1.22	-1.26	-0.68	0.10	0.16	0.71	-0.64	-0.46	-1.52
1974	-0.74	0.23	0.67	0.52	-0.33	-1.55	-1.93	-0.86	-0.24	-0.05	0.01	0.71
1975	1.98	2.47	1.67	-0.46	0.91	0.64	1.31	-0.20	0.22	0.39	0.89	0.57
1976	-0.44	0.03	0.30	0.07	-0.29	-0.98	-0.49	-0.12	0.84	1.19	1.16	1.11
1977	-0.21	-1.57	-1.47	-0.60	-0.34	-0.65	-1.66	-0.94	0.36	0.17	-0.46	-1.22
1978	-0.00	0.49	0.18	0.06	0.59	0.04	1.36	1.28	2.25	0.64	0.52	-1.03
1979	-0.65	0.56	-1.27	0.08	0.58	1.45	0.59	-0.67	-1.60	-1.72	-1.74	-1.75
1980	-1.67	-1.25	-0.21	-0.91	0.22	1.54	1.68	1.06	0.38	0.34	0.91	-0.22
1981	-0.96	0.07	-0.06	-0.25	-0.11	-0.57	0.25	-0.64	-1.49	-1.43	-0.87	0.85
1982	1.10	0.53	0.42	-0.23	-1.24	-1.14	-1.10	-1.10	0.93	0.93	1.64	-0.03
1983	1.13	0.31	-1.50	-1.88	-1.70	0.13	0.27	1.38	-0.15	0.82	0.20	1.11
1984	0.44	0.17	-0.67	-0.45	-0.33	0.29	0.07	-0.28	-0.81	-0.18	0.09	0.34
1985	0.16	0.72	-0.43	-0.28	-0.20	0.05	0.06	-1.30	-1.32	-1.02	-0.27	0.04
1986	-0.59	-1.48	-1.90	-0.81	-0.10	0.03	-0.38	-1.40	-1.89	-1.55	-1.45	-0.46
1987	-0.35	0.33	1.09	0.93	0.08	-0.13	-0.93	-0.14	0.59	1.13	1.20	0.38
1988	0.96	0.37	-0.58	0.57	1.10	1.33	1.15	-0.16	-1.10	-0.04	0.56	1.47
1989	-1.24	-1.47	0.17	-0.33	0.37	0.30	0.35	-0.34	-1.53	-0.53	-0.44	0.78
1990	-1.46	1.17	2.16	1.04	0.98	0.07	0.52	-0.39	-0.74	0.38	0.84	1.49
1991	0.05	-1.68	-1.13	-1.27	-0.59	-0.79	-0.99	0.67	1.05	1.03	-0.55	-0.72
1992	0.85	1.55	-1.06	-1.92	-1.95	-1.42	-0.41	0.28	0.13	-0.66	-0.87	-0.81
1993	-0.54	-0.25	-0.41	-0.38	-0.28	-1.01	-1.04	-1.67	-0.80	-1.38	-1.32	-1.40
1994	-1.07	0.62	1.53	0.49	0.62	0.80	0.30	0.49	-0.13	-0.00	-0.71	-1.25
1995	-0.80	-0.29	-0.73	-0.96	-0.46	0.52	1.54	1.78	0.92	-0.22	-0.63	-0.09
1996	-0.05	-0.07	1.05	1.78	0.63	0.61	-0.65	-0.17	0.61	1.06	1.81	1.10
1997	2.03	-0.51	1.02	0.77	-0.11	-1.39	-1.19	-1.02	-1.12	-1.05	-1.13	-0.17
1998	-1.36	1.23	0.13	0.30	-0.42	0.16	-0.35	0.48	-0.81	-0.75	-1.24	-0.35
1999	1.25	-0.96	-0.21	1.20	1.68	1.19	0.86	0.00	-0.51	-0.35	0.08	0.79
2000	0.85	0.75	-0.35	1.81	2.08	2.44	1.89	2.28	1.40	1.18	-0.31	-0.28
2001	-1.46	-1.54	0.68	-0.34	0.73	0.56	0.59	0.72	-0.11	0.56	0.02	0.52
2002	0.41	-1.25	0.38	-0.13	-0.05	-0.31	-0.98	0.38	1.50	1.98	1.43	0.32
2003	0.97	1.16	1.90	1.09	-0.29	-0.20	-0.33	0.56	0.16	-0.30	-0.73	-1.42
2004	-0.63	2.33	0.67	0.35	0.22	1.10	1.74	1.12	-0.43	-0.23	-0.24	-1.81
2005	-1.36	-1.55	-1.82	-1.39	-0.94	-0.53	-0.11	-0.53	0.21	-0.70	0.06	-0.73
2006	1.33	-0.28	0.38	0.81	0.25	-0.19	-0.47	-0.44	-0.13	0.98	1.15	1.59
2007	-0.60	0.21	0.15	-0.27	0.41	0.36	0.10	0.15	0.17	1.65	1.24	1.68
2008	-0.52	0.13	0.45	1.49	1.13	0.89	0.10	-0.15	0.81	0.99	1.56	0.78
2009	1.44	-1.42	1.36	1.54	2.01	0.45	0.40	-0.35	0.53	-0.16	-0.30	-0.81
2010	0.43	0.43	-0.85	-1.43	-1.79	-1.47	-0.51	1.32	1.21	1.41	0.42	0.94
2011	-1.12	0.24	0.80	1.68	1.23	0.63	0.98	1.35	1.98	1.93	1.68	1.37
2012	-0.04	-0.90	-0.10	0.14	0.30	-0.28	-0.76	-1.97	-1.21	-1.30	-0.33	-0.48
2013	1.43	-1.18	0.11	-0.90	-0.74	-0.83	0.48	0.56	1.22	0.80	1.00	0.38
2014	-0.11	-0.95	-1.03	-0.32	-0.74	-0.67	-0.58	0.43	0.29	-0.42	-0.87	-0.85
2015	0.09	0.75	0.76	-0.45	-1.86	-2.69	-2.78	-1.10	-0.16	-0.40	-0.03	0.02
2016	0.84	-0.20	-1.34	-1.97	-1.17	-1.02	-0.70	-2.05	-0.91	-0.27	1.17	1.14
2017	1.68	0.11	1.55	1.23	1.76	1.51	1.89	1.72	1.21	0.66	0.65	0.83
2018	0.59	0.66	0.44	1.45	0.82	0.53	0.11	-0.21	-0.87	-1.32	-1.31	-0.88
2019	-0.48	0.84	-0.16	-0.75	-0.86	-0.97	-1.37	-1.31	-0.79	-0.94	-1.19	-1.35

รูปที่ 54 ค่าดัชนี SPEI03 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือ จ.เชียงราย พิกัด LON 99.75 LAT 19.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1970			1.45	0.95	1.31	1.64	1.96	1.71	0.74	0.09	-0.69	-0.31
1971	0.36	1.25	-0.39	0.19	0.31	0.37	-0.52	0.58	0.05	-0.02	-1.27	-0.92
1972	-0.99	-0.52	0.01	0.66	-0.85	-0.39	-1.59	-0.79	-0.07	0.85	1.66	1.40
1973	1.49	0.71	0.30	-0.37	-0.21	-0.16	0.36	0.11	0.49	-0.56	-0.32	-0.30
1974	-0.55	0.02	0.69	0.87	0.38	0.04	-0.63	-0.72	-1.05	0.03	0.68	1.41
1975	1.50	1.93	1.57	-0.74	-0.37	-0.57	0.23	0.14	0.15	-0.00	-0.01	0.26
1976	0.42	0.55	0.28	-0.25	0.56	-0.20	0.40	0.11	0.89	0.99	0.59	0.65
1977	-0.07	-0.98	-1.38	-0.92	-0.56	-1.11	-1.50	-1.10	-0.72	-0.86	-1.25	-1.12
1978	-0.17	2.06	0.81	0.00	-0.24	0.15	1.44	0.60	1.43	-0.39	0.14	-1.29
1979	-1.15	-0.56	-1.69	-1.07	-0.95	-0.53	-1.09	-1.88	-1.79	-0.14	-1.62	-2.63
1980	-1.67	-1.34	-1.07	-0.89	-1.08	0.31	0.68	0.98	0.61	0.72	0.83	0.44
1981	-0.20	-0.60	-0.06	0.09	0.31	0.47	0.80	0.07	-0.78	-1.56	-0.57	0.02
1982	1.36	-0.80	-0.85	-0.03	-0.47	-0.06	-0.55	-0.19	0.30	-0.08	0.16	-0.34
1983	0.92	0.64	-1.55	-0.39	-1.67	-1.03	0.38	1.31	1.24	1.69	1.44	1.92
1984	1.47	1.50	0.85	0.30	-0.58	-0.78	-0.50	-0.38	-0.90	-1.21	-0.95	-0.59
1985	-0.39	-0.23	-0.99	-0.62	-0.29	-0.48	-0.58	-1.20	-0.23	0.09	0.71	0.47
1986	-0.02	-1.63	-0.28	-0.45	-0.13	-0.13	-0.63	-0.54	-1.03	-0.87	-1.07	-0.28
1987	-1.02	-0.07	-0.15	0.19	-0.61	-0.59	-1.53	-1.11	-0.10	0.30	1.39	0.88
1988	1.71	0.12	-0.50	1.22	1.08	1.43	1.06	0.69	0.50	1.16	1.02	1.11
1989	-0.74	-0.43	-0.07	-1.34	-0.47	-0.29	0.23	-0.07	-0.92	-0.61	-0.72	-0.19
1990	-0.98	-0.56	0.45	-0.82	0.03	-0.36	-0.31	-1.65	-1.85	0.82	1.45	2.16
1991	-0.19	-1.64	-0.61	-0.68	-0.41	-1.20	-1.30	-0.57	-0.73	-0.70	-1.34	-0.71
1992	0.01	0.55	-1.62	-1.81	-2.00	-1.64	-0.47	0.26	-0.18	-0.23	-0.46	0.06
1993	-0.90	-0.55	0.16	-0.03	0.24	-0.47	-0.89	-0.85	-0.48	-0.76	-1.05	-1.28
1994	-1.44	-0.41	1.42	0.42	0.71	0.83	0.17	0.24	-1.36	-1.00	-1.55	-1.20
1995	-0.77	-0.54	-1.10	-1.41	-0.76	-0.08	0.96	1.62	1.98	1.32	0.21	-0.98
1996	-0.91	-0.30	0.32	1.31	1.10	1.17	0.03	-0.28	0.21	0.45	1.30	0.92
1997	1.61	-1.26	0.33	0.28	-0.20	-1.95	-2.16	-2.22	-1.27	-0.88	-0.50	-0.46
1998	-0.49	0.87	-0.19	-0.31	-0.21	0.36	0.97	1.41	0.68	-0.32	-0.95	-0.27
1999	0.90	0.96	0.18	1.76	1.92	1.74	0.85	-0.59	-1.20	-0.62	-0.25	0.71
2000	0.56	0.43	-0.24	1.86	1.54	1.88	1.01	1.51	0.64	1.21	0.00	0.58
2001	-0.95	-0.73	1.57	0.11	0.70	-0.14	-0.08	-1.12	-1.81	-1.25	-0.98	-0.29
2002	-0.80	-1.12	0.35	-0.09	0.31	0.02	-0.28	0.27	0.60	0.53	-0.05	-0.04
2003	0.75	1.21	1.86	0.53	0.02	-0.05	0.36	0.59	0.12	-0.63	-0.81	-1.34
2004	-0.61	1.44	0.07	-1.00	-1.35	-0.39	0.53	0.17	-0.71	-2.11	-1.76	-2.00
2005	-1.26	-1.64	-0.24	0.48	0.13	0.13	-0.40	-0.08	0.62	-0.07	0.85	0.26
2006	1.68	0.71	0.91	1.40	1.12	1.05	-0.05	-0.94	-0.19	0.47	0.84	0.14
2007	-1.13	-0.75	-0.76	0.35	1.29	1.42	1.16	-0.36	-0.90	-0.23	-0.10	0.26
2008	-1.22	-0.23	-1.11	0.99	1.13	1.42	0.61	0.38	1.24	1.54	1.53	0.67
2009	0.29	-1.60	0.99	1.07	1.46	1.01	0.75	0.37	0.62	0.55	0.08	-0.10
2010	0.08	0.14	-0.96	-1.41	-1.57	-0.66	0.31	1.48	1.43	1.79	0.94	1.03
2011	-1.00	0.60	1.87	2.13	1.85	1.59	2.00	1.96	1.92	1.34	0.61	0.58
2012	-0.02	0.15	0.03	0.04	0.09	-0.31	-0.52	-1.28	0.32	-0.24	0.86	-0.13
2013	1.29	-0.08	0.28	-0.31	-0.78	-0.39	0.58	1.44	1.83	1.63	1.33	0.69
2014	0.06	-1.28	-0.45	0.44	0.09	-0.17	-0.92	0.42	0.37	0.17	-0.62	-0.42
2015	0.15	0.57	0.71	-0.41	-1.69	-3.23	-1.78	-0.51	0.14	-0.08	0.12	0.30
2016	1.01	0.33	-1.22	-1.76	-1.38	-1.13	-0.26	-0.17	-0.07	0.60	1.50	1.87
2017	1.95	1.02	1.87	0.69	1.71	1.81	2.23	1.60	1.40	1.68	1.12	1.12
2018	0.92	1.74	0.52	1.52	0.92	0.87	-0.10	-0.07	-0.92	-1.40	-1.31	-0.68
2019	0.10	1.01	-0.29	-0.77	-1.06	-0.98	-1.28	-1.03	-0.96	-1.12	-1.16	-1.51

1970			1.45	1.14	0.99	0.68	0.38	0.39	0.29	0.24	-0.30	0.55
1971	1.21	1.44	-0.14	0.13	0.09	-0.12	-0.88	0.72	1.12	1.59	-0.49	-0.44
1972	-1.23	-0.31	-0.41	0.60	-1.44	-0.66	-1.48	-0.77	-0.60	-0.27	0.95	0.59
1973	1.90	0.15	-1.04	-1.32	-0.15	-0.37	-0.22	-1.01	-0.58	-0.95	0.23	-0.39
1974	0.99	0.10	0.63	1.84	1.18	-0.33	-1.08	-1.23	-1.27	0.59	1.53	2.42
1975	1.31	0.73	0.67	-0.68	0.11	-0.08	-0.30	0.31	0.25	0.50	-0.82	0.18
1976	0.38	1.00	0.86	0.52	0.13	-0.82	-0.32	0.56	1.34	1.37	0.75	0.82
1977	0.30	-0.16	-0.88	-1.06	-0.87	-1.38	-0.16	-0.70	-0.41	-2.07	-1.53	-1.11
1978	0.16	2.28	1.31	0.02	-0.27	0.68	1.11	0.12	0.19	-1.25	-0.51	-1.63
1979	-1.60	-1.32	-1.85	-1.26	-0.03	1.04	0.43	-0.45	-1.09	-1.48	-1.22	-2.34
1980	-1.70	-1.35	-1.02	-0.42	-0.25	1.32	1.47	1.61	0.86	0.48	-0.44	-0.23
1981	-1.14	0.96	-0.00	0.28	0.66	0.79	0.52	-0.21	-0.07	-0.42	0.29	-0.08
1982	0.82	-0.79	0.39	0.12	-0.32	0.80	0.68	0.66	-0.47	-0.82	-0.86	-0.39
1983	0.19	-1.26	-1.73	-2.07	-0.05	-0.25	1.36	1.75	2.06	1.98	1.74	1.99
1984	1.71	0.09	-0.57	-0.16	0.93	0.99	0.52	0.17	-0.33	-0.29	-0.98	-0.50
1985	0.16	0.01	-0.11	0.73	1.39	0.02	-0.81	-1.44	-0.32	0.17	0.63	0.27
1986	-0.05	-1.72	-2.10	-1.24	0.12	-0.17	0.07	-0.36	0.39	0.44	0.75	0.92
1987	-0.13	-0.94	-1.29	-1.31	-0.91	0.01	-0.24	-0.84	-1.42	-0.87	1.12	0.97
1988	1.66	0.98	0.43	1.24	1.85	1.56	1.29	0.76	1.00	1.63	1.47	1.47
1989	-0.64	-0.22	0.56	-0.90	-0.62	-1.45	-0.74	-0.80	-0.33	-0.23	0.03	0.41
1990	-0.51	-1.31	0.21	-0.39	-0.08	-1.27	-0.93	-1.18	-0.35	0.45	1.37	1.29
1991	-0.47	-0.68	-1.07	-0.50	-0.77	-0.83	-1.17	-1.07	-0.05	0.24	0.60	-0.62
1992	-0.63	0.32	-1.22	-1.86	-2.43	-1.75	-0.46	0.54	0.38	-0.20	-1.45	-0.08
1993	-0.53	-0.33	1.11	-0.19	-0.57	-1.49	-1.84	-0.71	-0.95	0.21	-1.33	-0.63
1994	-1.78	-1.36	-0.10	-0.47	0.16	1.28	1.36	1.26	0.61	-0.32	-1.33	-1.81
1995	-0.87	-0.48	-0.87	-0.82	-0.44	-0.25	0.49	1.34	2.04	1.99	1.57	-0.19
1996	-1.15	0.48	-0.79	0.46	0.06	0.61	0.35	0.08	0.29	-0.20	0.52	0.01
1997	0.68	0.69	1.07	0.93	-0.57	-2.14	-2.43	-2.43	-2.50	-1.42	-0.66	-0.98
1998	-0.22	0.64	-0.51	-1.16	-0.73	0.21	0.43	1.11	1.44	1.16	0.21	-0.78
1999	0.48	-0.42	0.55	1.33	1.52	1.01	0.00	-0.84	-1.64	-0.39	0.38	1.18
2000	1.12	1.39	0.57	1.64	0.84	1.65	1.35	1.19	-0.10	-0.37	-0.95	0.01
2001	-0.62	-0.25	2.20	0.75	1.20	-0.57	-0.71	-1.20	-1.60	-0.66	-0.53	0.62
2002	-0.08	-0.50	0.18	0.18	0.55	0.07	-0.16	-0.50	-0.94	-1.48	-1.54	-0.67
2003	0.75	1.03	1.17	0.47	-0.20	-0.21	0.31	0.91	0.91	0.31	-1.18	-1.01
2004	-1.25	1.68	0.54	-0.15	-1.20	-0.45	0.35	0.19	-0.46	-2.33	-2.17	-1.71
2005	-1.16	-0.94	-0.86	-0.59	-1.01	-0.85	-1.51	-1.34	-1.32	-0.63	0.41	0.18
2006	1.32	1.01	0.81	0.84	1.15	0.73	0.36	-0.64	-0.62	0.29	1.14	1.10
2007	-0.56	-0.63	-1.05	0.82	1.44	2.31	2.16	1.33	-0.48	-0.74	-0.41	-0.46
2008	-0.50	1.15	0.39	1.05	0.43	0.68	0.45	-0.01	-0.06	-0.55	-0.18	-0.34
2009	-0.91	-1.55	-0.20	1.48	1.30	0.88	-0.12	-0.32	0.07	0.36	0.23	-0.28
2010	-0.28	0.94	0.39	-0.62	-0.85	-0.09	0.19	1.36	1.13	1.44	-0.30	0.80
2011	-1.20	-0.79	0.52	1.44	0.99	1.04	1.62	1.67	1.59	0.95	0.38	0.43
2012	-0.12	1.01	0.86	-0.15	0.18	-0.84	-0.58	-1.38	-0.27	-0.92	0.90	1.14
2013	1.72	0.11	-0.36	0.10	-0.94	0.34	1.22	1.74	1.81	1.65	2.01	1.64
2014	0.30	-1.44	0.25	-0.29	-0.54	-0.66	-0.79	0.13	0.47	0.75	0.03	-0.04
2015	0.05	0.01	-0.64	-0.64	-1.50	-0.81	-0.48	0.25	0.78	0.49	0.48	-0.13
2016	0.63	-0.54	-1.15	-1.56	-1.91	-1.27	-0.82	-0.10	0.21	0.44	0.93	0.94
2017	1.50	1.39	2.10	0.70	2.15	1.71	1.72	0.78	0.82	0.68	0.17	0.10
2018	1.17	1.04	1.42	1.83	0.65	-0.04	-0.62	-0.31	-0.37	-0.55	-0.72	-0.09
2019	-0.51	-1.02	-0.67	-0.74	-1.09	-0.79	-1.11	-0.79	-0.49	-0.68	-0.86	-1.95

รูปที่ 55 ค่าดัชนี SPEI03 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคกลาง จ.ลพบุรี พิกัด LON 100.75 LAT 15.25

1970			1.20	0.59	0.23	0.48	0.73	1.00	0.78	0.41	1.50	2.13
1971	1.72	1.14	-0.29	-0.43	0.04	-0.48	-0.33	-0.74	-0.46	1.01	0.45	0.28
1972	-0.54	-0.64	-0.82	0.35	-0.47	0.02	-0.87	-0.27	-0.95	-1.10	1.49	2.22
1973	1.88	1.11	-0.73	-1.17	-0.68	0.07	1.96	1.84	1.62	0.73	1.78	1.23
1974	0.94	-0.41	-0.17	0.47	0.47	-0.31	-0.91	-1.11	-0.42	-0.08	0.39	0.40
1975	1.53	1.78	1.81	-0.40	0.34	0.98	0.34	-0.37	-0.62	0.47	0.49	0.56
1976	0.12	-0.67	-0.95	-0.01	1.12	0.76	0.43	-0.11	-0.30	0.76	0.42	0.30
1977	-0.35	-0.07	0.45	0.11	-1.22	-1.54	-0.89	-0.34	0.34	-0.01	0.48	0.05
1978	0.64	0.98	1.15	1.10	0.48	0.66	0.17	-0.53	-0.55	-0.90	-1.42	-1.41
1979	-1.92	-1.26	-1.70	-1.30	-1.12	-0.19	0.69	1.05	0.71	-1.42	-1.79	-1.87
1980	-1.68	-0.95	-1.02	-0.39	-1.20	0.32	0.12	1.27	-0.61	-1.18	-0.95	-0.29
1981	-0.18	-0.11	-1.09	-0.24	-0.03	0.13	-1.14	-1.35	-0.69	-0.14	1.16	0.49
1982	0.44	-1.12	0.34	1.54	1.46	0.51	0.61	0.74	0.54	-0.99	-1.07	-0.89
1983	-0.54	-0.87	-0.91	-1.52	-1.37	-1.43	-0.23	1.21	0.93	0.31	0.81	1.00
1984	0.94	0.34	-0.07	-0.33	-1.31	-0.48	-0.20	0.03	-0.81	-1.55	-1.07	-1.02
1985	-0.45	0.21	0.37	0.60	0.99	1.13	1.23	-0.31	-0.00	-0.16	0.40	0.08
1986	-0.36	-1.11	-1.70	-1.49	0.74	0.85	1.34	-1.21	-0.23	0.60	0.52	0.01
1987	-0.88	-1.17	-1.44	-1.51	-1.30	-1.19	-1.81	-0.85	-1.47	-0.57	1.66	1.46
1988	1.34	-0.63	-0.54	0.24	0.99	1.58	1.62	1.02	1.30	0.30	0.53	-0.25
1989	0.36	-0.21	0.63	-0.18	-0.10	-0.95	-0.99	-1.38	-1.17	0.16	0.15	-0.12
1990	-0.83	-1.20	-0.98	-1.04	-0.59	-1.40	-2.39	-2.66	-2.19	-0.22	0.09	-0.11
1991	-0.83	-1.03	-0.74	0.37	0.74	0.39	0.02	0.10	0.81	1.02	-0.83	-0.84
1992	-1.25	-0.31	-0.96	-1.66	-1.80	-1.79	-0.60	-0.24	-0.33	0.37	-0.40	-0.20
1993	-0.54	0.04	0.84	0.54	0.35	-1.02	-1.80	-1.60	-1.58	-0.36	-0.67	-0.32
1994	-1.08	-0.61	-0.02	0.39	0.53	0.79	0.82	1.13	0.74	-0.56	-1.42	-1.38
1995	-0.47	0.09	-0.18	-1.14	-1.43	-1.49	0.32	1.83	2.29	1.48	0.49	-0.25
1996	-0.42	-0.02	0.05	1.06	-0.16	0.47	0.61	0.47	0.50	0.82	0.91	0.97
1997	0.74	0.73	0.31	-0.21	-1.05	-1.36	-1.32	-0.16	0.62	-0.20	-0.07	-0.47
1998	-0.34	-1.31	-1.58	-1.52	-1.25	-1.28	-0.55	-0.03	1.18	1.72	1.12	0.55
1999	0.61	1.31	1.53	2.05	1.20	1.00	-0.26	-1.11	-1.03	1.27	0.69	0.71
2000	0.45	1.39	1.58	2.13	1.07	1.50	0.15	0.25	-0.69	-0.85	-1.48	-1.13
2001	-0.22	0.79	1.26	0.62	1.20	0.88	0.75	0.18	0.45	1.24	-0.28	-0.57
2002	-1.35	-1.03	-0.70	-0.31	0.45	-0.30	-0.62	-0.15	-0.09	-0.84	-0.41	0.94
2003	1.16	0.96	0.44	0.86	1.22	-0.53	0.40	-0.16	0.59	1.49	0.04	0.04
2004	-0.45	0.78	0.68	-0.61	-0.78	-0.14	-0.70	-1.09	-1.31	-1.09	-0.99	-1.36
2005	-1.16	-1.36	-0.75	-1.03	-0.80	-0.81	-0.22	-0.62	-0.55	-0.18	0.47	0.86
2006	0.61	0.73	0.38	0.77	0.99	1.36	1.40	1.89	1.84	0.90	-1.33	-1.49
2007	-1.47	-0.70	-1.05	0.33	1.72	2.05	2.00	0.41	0.43	-0.50	-0.33	-0.61
2008	-0.81	-0.03	0.68	1.40	1.08	1.22	0.62	-1.04	-1.44	-2.08	-1.16	-1.31
2009	-1.03	-1.44	-0.40	0.89	1.26	1.13	0.76	0.21	0.27	-1.42	-1.66	-1.86
2010	-1.11	-0.31	0.36	-0.96	-1.20	-1.29	-0.71	0.53	0.33	0.51	-0.48	-0.16
2011	-0.14	0.29	0.81	0.71	0.79	0.12	1.71	1.49	0.88	-1.16	-1.30	-0.77
2012	0.48	1.44	1.58	0.35	-0.35	-0.78	-0.29	-0.80	-0.66	-0.96	1.03	1.01
2013	1.34	0.77	0.72	0.54	-0.12	0.71	0.43	0.91	0.93	1.44	1.82	0.88
2014	0.28	-1.58	-1.13	-1.34	-1.44	-0.51	-0.07	-0.04	-1.61	-0.99	0.18	0.83
2015	0.46	0.05	-0.75	0.47	-0.12	0.34	-0.92	0.94	1.63	1.76	0.57	0.53
2016	1.23	1.44	1.13	-0.37	-0.69	-1.08	-0.73	-0.35	-0.19	1.08	1.43	1.57
2017	2.03	2.16	2.20	0.60	1.74	1.15	0.94	-1.12	-0.87	-1.61	-0.85	0.13
2018	0.65	1.04	0.32	1.66	0.57	0.74	-0.26	1.26	0.75	0.87	-0.12	0.80
2019	1.12	1.27	0.57	-1.59	-1.29	-1.18	-1.29	0.14	0.46	0.27	-1.03	-1.29

1970			0.27	0.05	0.50	0.49	1.30	1.24	1.38	1.00	0.47	0.59
1971	0.06	0.40	0.57	-0.16	-0.12	-0.74	-0.79	-0.98	-1.24	1.42	0.76	1.17
1972	0.01	0.30	-0.95	-0.24	-0.96	-1.16	-1.74	-1.74	-0.16	0.27	0.56	-0.47
1973	-0.46	-0.44	-0.09	0.13	0.49	0.50	1.71	1.36	0.98	0.40	1.80	2.01
1974	1.40	0.33	-0.82	-0.04	0.19	0.58	0.63	-0.36	0.59	-0.11	1.25	0.63
1975	1.52	1.40	1.58	0.09	0.31	1.32	0.75	-0.71	-0.62	0.55	1.24	0.62
1976	-0.16	-0.74	-1.57	-0.23	0.68	1.00	1.42	0.10	0.08	-1.07	-0.76	-1.23
1977	-1.05	-1.14	-0.50	-1.51	-1.97	-1.77	-1.28	-0.27	-0.59	0.16	-0.01	-0.70
1978	-0.79	-1.06	-0.10	-0.17	-0.21	0.05	0.14	-0.55	-0.90	-1.79	-1.99	-1.85
1979	-1.70	-1.15	-1.68	-0.27	-0.58	0.67	1.08	0.79	-0.05	-1.68	-1.31	-1.62
1980	-1.43	-1.60	-1.07	-0.36	-0.30	0.82	0.98	2.01	0.85	0.01	-0.61	-0.28
1981	-0.25	-0.43	-1.46	0.01	0.10	-0.38	-1.44	-2.18	-1.78	-1.76	-0.43	-0.24
1982	-0.12	-0.49	-0.66	1.04	1.26	0.73	1.19	0.89	0.43	-0.84	-1.08	-0.90
1983	-1.12	-1.18	-0.46	-1.20	-1.07	-0.90	0.80	1.35	1.49	0.86	-0.10	-0.57
1984	-0.32	0.24	0.44	0.81	0.11	0.53	0.42	-0.64	-0.74	-1.55	-0.92	0.20
1985	0.28	1.09	0.33	1.14	1.21	0.50	-0.41	-1.18	-0.07	0.90	0.34	-0.16
1986	-0.64	-0.37	-0.96	-1.09	0.54	1.24	1.02	-0.98	0.58	1.36	1.51	-0.22
1987	-0.66	-1.32	-1.26	-1.80	-1.39	-1.49	-1.78	-0.35	0.08	0.89	-0.20	0.27
1988	0.60	0.76	0.30	0.01	0.28	0.16	0.87	0.43	1.81	0.63	1.65	-0.02
1989	0.11	-1.53	-0.88	-0.13	0.21	-0.06	-0.07	-0.63	-0.85	-0.54	-1.43	-1.73
1990	-2.22	-1.84	-0.84	-0.28	-0.20	-1.03	-1.33	-2.12	-1.76	-0.75	0.63	0.00
1991	-0.62	-0.99	-0.20	-0.08	1.15	0.41	1.72	0.76	1.16	-0.73	-1.72	-1.22
1992	-1.04	-0.35	-1.39	-1.62	-1.39	-1.47	-1.20	-1.16	-1.59	-0.48	-0.87	-0.77
1993	-1.04	-0.86	0.70	0.79	0.88	-0.13	-0.34	-0.61	0.28	1.10	1.20	1.51
1994	0.72	0.84	0.34	1.27	1.04	1.13	-0.32	0.88	0.62	0.62	-0.40	-1.07
1995	-0.91	-1.09	0.18	-0.02	-0.69	-1.50	-0.61	1.03	1.06	-0.13	0.33	-0.04
1996	0.33	-0.38	-0.14	1.06	0.62	1.06	-0.90	0.27	-0.52	-0.22	-0.07	1.21
1997	0.84	0.77	-0.46	0.08	-1.18	-1.03	-1.11	0.59	0.70	0.75	-0.61	-0.54
1998	-0.76	-0.37	-1.36	-1.62	-1.86	-1.54	-0.01	2.07	1.91	2.03	1.69	1.53
1999	1.50	1.30	1.57	1.71	1.29	0.72	-0.85	-0.13	0.41	1.24	1.73	1.29
2000	1.11	0.39	1.32	1.53	0.77	0.17	-1.38	-0.65	-0.89	1.14	0.50	0.74
2001	0.60	0.83	1.52	0.73	-0.09	-1.30	-0.93	-1.07	-0.15	-0.64	-0.91	-0.87
2002	-0.98	-0.31	-0.87	-0.45	-0.82	-1.26	-1.61	-1.18	-1.58	-1.40	-0.87	0.52
2003	0.77	0.79	0.48	-0.29	-0.65	-1.30	0.07	0.52	0.54	1.58	0.93	0.66
2004	-0.42	-0.15	-0.39	-1.02	-1.48	-1.32	-0.29	-0.27	0.12	-0.37	-0.87	-1.46
2005	-1.63	-1.23	-0.85	-1.38	-0.72	-0.75	0.17	-1.10	-1.65	-1.24	0.32	1.52
2006	1.35	1.27	0.78	0.83	1.06	2.07	1.16	0.12	-1.19	-1.07	-1.65	-1.34
2007	-0.77	0.09	0.84	1.00	1.51	1.58	1.06	0.21	0.51	0.54	-0.03	-0.68
2008	-0.52	0.18	1.11	0.80	0.52	0.80	0.42	0.27	-0.67	-0.09	0.16	-0.11
2009	-0.14	-0.45	1.33	2.02	2.35	0.42	-1.03	-0.93	-0.26	-0.72	-0.78	-0.79
2010	-0.29	-0.42	0.18	-0.98	-1.59	-0.63	0.55	0.94	-0.26	-0.47	1.23	1.71
2011	1.80	1.43	1.17	-0.11	-0.30	-0.76	-0.09	1.20	0.88	1.18	0.57	1.01
2012	1.44	1.72	2.03	1.94	1.66	1.02	-0.67	-0.47	0.21	-0.35	0.21	0.43
2013	0.98	0.90	0.27	1.08	0.45	1.39	0.18	0.52	-0.23	0.55	0.71	0.29
2014	-0.37	-1.01	-0.89	-1.32	-0.87	-0.24	-0.10	0.21	-0.95	-0.62	-0.13	0.93
2015	0.79	0.46	-0.96	0.14	-0.10	0.11	-0.91	1.48	1.67	1.19	-0.19	0.33
2016	1.17	1.41	0.94	-1.50	-1.12	-0.90	1.09	-0.11	0.39	-0.30	0.19	0.77
2017	1.71	2.00	1.86	1.04	1.12	0.70	0.06	0.31	1.59	0.81	0.50	0.56
2018	1.03	1.24	0.74	0.23	-0.15	1.20	0.71	-0.00	-1.32	-1.04	-1.00	-0.17
2019	0.51	1.07	0.66	-1.56	-0.69	0.04	1.43	0.62	-0.27	-1.45	-1.50	-1.50

รูปที่ 56 ค่าดัชนี SPEI03 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.ชุมพร พิกัด LON 99.25 LAT 10.75

1970						1.95	1.61	1.79	1.91	1.65	1.33	0.73
1971	0.95	0.08	-0.77	-0.06	1.21	1.04	1.76	1.79	1.71	1.74	1.44	1.14
1972	0.08	-0.96	-0.67	0.62	-0.04	-0.56	-0.83	-0.63	-0.93	-1.30	-0.33	0.07
1973	0.53	0.65	1.78	1.05	-0.15	-0.20	0.52	0.98	1.03	1.05	1.00	0.90
1974	0.42	-0.51	-1.38	-0.03	-0.07	-0.12	-0.59	-0.38	-0.33	-0.53	-0.13	-0.01
1975	1.00	1.28	1.02	-0.08	-0.23	0.25	0.21	1.16	1.13	1.66	1.81	1.74
1976	1.70	0.91	0.95	0.14	-0.05	-0.49	-0.60	-0.80	-0.29	-0.15	-0.33	-0.19
1977	0.55	1.19	0.65	0.84	0.82	-0.17	-0.39	-0.19	0.13	0.36	0.59	1.50
1978	1.72	2.03	1.80	0.57	0.39	-0.49	0.76	0.65	0.77	1.01	0.90	0.97
1979	-0.31	-0.44	-0.96	-1.37	-0.79	-0.12	-0.93	-1.00	-1.20	-1.32	-1.67	-2.00
1980	-1.85	-1.03	-1.59	-1.60	-0.43	0.48	0.57	0.16	0.34	0.39	0.34	0.09
1981	-0.15	0.70	-0.12	0.01	1.07	0.63	1.44	0.94	0.63	0.53	0.29	0.24
1982	-1.12	-0.68	-0.01	0.28	-1.13	-1.37	-1.59	-1.68	-1.16	-1.32	-1.39	-1.15
1983	-0.68	0.31	-1.60	-1.88	-1.37	-1.35	-1.32	-1.12	-1.18	-0.51	0.18	0.59
1984	0.95	1.37	1.60	1.56	-0.18	-0.05	-0.30	-0.36	-0.25	-0.38	-0.49	-0.68
1985	-0.56	-0.70	-1.06	-0.36	0.18	0.09	-0.05	-0.09	-0.08	-0.35	0.60	0.67
1986	0.90	1.37	1.45	1.65	-0.39	-0.07	-0.31	-0.78	-1.06	-1.38	-1.47	-1.20
1987	-1.31	-0.59	0.24	0.72	-0.60	-1.22	-1.74	-1.17	-1.08	-1.38	-0.50	-0.45
1988	0.51	-0.03	-0.62	1.52	1.09	1.67	1.35	1.07	0.65	0.15	0.08	-0.78
1989	-0.89	-1.16	0.18	-0.94	-0.39	-0.22	-0.09	-0.61	-0.60	-0.17	-0.78	-0.83
1990	-1.26	-0.17	-0.12	-1.04	0.98	0.74	0.60	-0.04	-0.21	0.04	-0.57	-0.57
1991	-0.76	0.06	-0.07	-0.36	-1.18	-0.74	-1.21	-0.65	-0.83	-0.97	-0.80	-0.82
1992	-0.24	-0.69	-0.51	-0.66	-0.39	-0.10	-0.77	-1.06	-0.76	-0.37	0.42	0.92
1993	0.02	0.57	0.38	0.11	-0.50	-1.19	-1.19	-1.67	-1.43	-1.47	-1.61	-1.45
1994	-1.62	-1.19	-1.21	-0.89	0.86	1.32	1.45	1.73	1.52	1.34	0.98	0.60
1995	0.24	-1.50	-1.21	-1.11	-0.59	-0.62	0.37	1.37	1.13	1.08	1.50	1.49
1996	0.99	-0.80	-0.04	1.06	-0.57	0.09	-0.31	-0.20	-0.39	-0.51	0.12	-0.21
1997	0.16	0.09	0.54	0.06	-1.21	-1.07	-0.38	-0.22	-0.44	-0.27	-0.01	0.13
1998	-0.37	-0.55	-0.47	-0.86	-0.71	-0.30	-0.57	-0.52	-0.63	-1.02	-0.94	-1.05
1999	-0.93	-1.08	-0.71	1.00	1.13	0.63	-0.42	-0.14	-0.19	-0.45	-0.75	-0.43
2000	0.42	0.45	0.40	0.87	1.46	1.30	0.91	0.35	0.41	0.11	-0.76	-1.10
2001	-1.20	-0.70	-0.13	-1.00	0.30	0.06	0.21	0.62	0.41	1.00	0.71	0.87
2002	0.96	0.79	0.19	-1.50	0.43	0.10	-0.48	0.14	0.32	0.49	0.70	1.20
2003	1.87	1.82	2.07	2.11	0.23	-0.25	-0.42	-1.07	-0.87	-1.12	-1.23	-1.37
2004	-1.74	-1.36	-2.11	-1.53	-0.07	0.76	0.91	0.20	0.68	0.32	-0.05	-0.67
2005	-1.25	-0.25	-1.07	-0.37	-1.12	-0.13	0.22	0.10	0.83	0.64	1.16	1.06
2006	0.88	1.46	-0.10	1.16	1.81	1.23	1.59	1.66	1.69	1.45	0.93	0.83
2007	0.16	-0.98	-1.19	-1.00	1.33	1.26	0.49	0.09	0.19	0.03	-0.91	-1.16
2008	-0.50	0.53	0.36	0.87	0.75	0.81	0.54	0.05	-0.30	-0.32	-0.13	-0.19
2009	-0.46	0.22	0.70	0.11	0.25	0.42	0.28	-0.22	-0.43	-0.49	-0.97	-1.27
2010	-1.50	-1.16	-0.85	-1.29	-1.83	-1.29	-1.19	-0.28	-0.11	0.17	0.41	0.67
2011	1.02	0.32	0.60	0.90	1.88	1.86	1.74	1.77	1.85	1.55	1.30	0.68
2012	0.55	-0.18	-1.23	-0.65	0.27	-0.14	0.02	-0.03	-0.17	-0.33	-0.41	-0.13
2013	-0.22	0.30	0.62	0.07	-0.90	-0.84	-0.01	0.46	0.80	1.12	1.52	1.85
2014	1.56	1.35	0.51	-0.23	-0.08	-0.83	-0.42	-0.29	-0.52	-0.37	-0.49	-0.32
2015	-0.22	-0.19	0.48	0.72	-0.81	-1.17	-1.44	-1.26	-1.72	-1.65	-1.10	-0.60
2016	-0.21	-0.24	0.38	0.15	-0.14	0.10	0.05	0.50	0.95	1.08	1.82	1.66
2017	1.89	1.84	1.43	1.66	1.60	1.72	1.71	1.43	1.25	1.40	0.71	0.54
2018	0.03	0.36	0.95	0.16	1.64	1.14	0.75	0.58	-0.08	0.04	-0.80	-0.73
2019	-0.51	-0.44	0.65	-0.89	-1.50	-2.27	-2.38	-2.51	-2.78	-2.17	-2.16	-1.78

1970						1.55	1.18	1.29	1.51	0.99	0.68	-0.30
1971	-0.03	-0.09	-1.32	-0.47	0.13	0.12	0.24	0.47	0.55	0.10	-0.21	-0.22
1972	-0.38	-0.81	-0.76	0.34	-1.44	-0.10	-0.36	-1.05	-1.29	-0.92	0.05	-0.68
1973	-0.47	0.09	0.41	-0.83	-1.35	-1.01	-0.49	-0.70	0.09	-0.46	-0.31	-0.43
1974	-0.78	-0.49	-1.24	0.27	-0.24	-1.20	-1.23	-0.78	-1.23	-1.10	-0.61	0.22
1975	0.48	0.52	1.35	0.80	1.48	1.09	1.01	0.41	0.59	1.16	0.42	0.51
1976	0.23	0.86	0.56	-0.07	-0.23	-0.83	-0.37	-0.25	-0.00	0.58	0.67	1.24
1977	1.06	0.94	0.38	-0.64	-0.59	-1.04	-1.58	-0.84	-0.16	-0.81	-0.95	-0.47
1978	0.08	-0.45	-1.10	0.05	0.69	0.04	1.20	1.25	1.67	1.33	1.20	1.61
1979	0.45	0.56	-1.33	-0.12	0.70	1.08	0.50	-0.09	0.05	-1.10	-1.64	-2.22
1980	-1.81	-1.88	-1.73	-1.33	0.03	1.38	1.27	0.92	1.31	1.45	1.26	0.21
1981	0.12	0.89	-0.26	-0.51	-0.05	-0.58	0.08	-0.50	-1.51	-1.04	-1.06	-0.73
1982	-1.25	-0.86	0.83	0.27	-1.13	-0.93	-0.98	-1.56	-0.03	0.07	0.56	0.78
1983	1.05	1.71	-0.58	-1.43	-1.67	-0.34	-0.69	0.11	-0.01	0.71	1.09	0.52
1984	0.79	0.16	0.66	-0.25	-0.25	0.03	-0.15	-0.39	-0.38	-0.12	-0.22	-0.43
1985	-0.23	0.13	0.09	-0.21	-0.00	-0.13	-0.09	-0.99	-0.96	-0.80	-1.02	-1.01
1986	-1.11	-0.57	-0.66	-0.96	-0.33	-0.55	-0.69	-0.99	-1.45	-1.52	-1.77	-1.70
1987	-1.56	-1.43	0.03	0.72	0.18	0.21	-0.29	-0.04	0.34	0.31	0.70	0.71
1988	1.20	1.24	0.07	0.83	1.14	1.09	1.15	0.54	0.30	0.77	0.19	-0.03
1989	-0.28	0.29	1.24	-0.66	0.13	0.27	0.14	-0.00	-0.94	-0.20	-0.61	-0.79
1990	-0.75	-0.31	1.75	0.60	1.17	0.92	0.81	0.33	-0.48	0.57	0.27	0.27
1991	0.29	0.56	0.83	-1.24	-0.85	-1.06	-1.41	0.17	0.30	0.20	-0.01	0.51
1992	1.08	-0.33	-1.01	-1.65	-1.71	-1.58	-1.32	-1.20	-0.87	-0.78	-0.51	-0.37
1993	-0.77	-0.96	-0.89	-0.52	-0.28	-1.06	-1.00	-1.28	-1.27	-1.69	-1.81	-1.46
1994	-1.47	-1.27	-0.70	0.16	0.74	1.15	0.43	0.69	0.48	0.16	-0.26	0.21
1995	-0.19	-0.81	-1.38	-1.18	-0.47	0.24	1.11	1.28	0.95	1.03	1.04	0.74
1996	-0.30	-0.71	0.35	1.50	0.63	0.82	0.39	0.26	0.81	0.40	1.20	1.07
1997	1.52	1.81	1.29	1.58	-0.16	-0.93	-0.56	-0.75	-1.76	-1.49	-1.41	-0.95
1998	-1.20	-0.98	-0.14	-0.08	-0.10	0.14	-0.16	0.12	-0.47	-0.82	-0.65	-0.82
1999	-0.54	-1.40	-0.42	1.41	1.48	1.02	1.12	0.97	0.55	0.32	-0.05	0.05
2000	-0.26	0.13	0.49	1.71	2.04	2.30	2.09	2.50	2.36	2.01	1.85	1.09
2001	0.91	-0.61	-0.01	-0.71	0.47	0.66	0.35	0.90	0.32	0.73	0.42	0.23
2002	0.53	-0.24	0.55	0.03	-0.24	-0.21	-0.84	0.26	0.92	0.99	1.18	1.44
2003	2.05	1.60	1.23	1.22	0.01	0.56	0.22	0.26	-0.02	-0.45	-0.22	-0.80
2004	-0.45	-0.28	-1.13	0.14	0.87	1.14	1.63	0.97	0.53	-0.47	-1.00	-1.54
2005	-2.25	-2.28	-2.11	-1.77	-1.17	-1.03	-0.75	-0.96	-0.19	-0.63	-0.38	-0.25
2006	-0.47	-0.05	-0.56	1.18	0.23	-0.11	-0.01	-0.14	-0.22	0.42	0.48	0.79
2007	0.80	1.16	1.33	-0.44	0.48	0.32	-0.05	0.35	0.37	1.19	0.90	1.05
2008	1.50	1.26	1.51	1.17	1.12	0.89	0.72	0.57	1.10	0.73	0.99	1.07
2009	1.20	1.42	1.22	1.71	1.72	0.81	0.93	1.00	0.66	0.11	-0.52	-0.03
2010	-0.17	-0.31	-1.03	-1.27	-1.74	-1.56	-1.11	-0.03	0.01	0.73	1.17	1.46
2011	1.19	0.39	1.07	1.24	1.23	0.76	1.38	1.55	1.70	1.79	1.96	2.22
2012	1.85	1.62	1.07	0.11	0.17	-0.33	-0.55	-1.12	-1.09	-1.49	-1.38	-1.19
2013	-1.03	-0.58	-0.42	-0.10	-0.90	-0.75	0.02	-0.01	0.42	0.82	0.97	1.22
2014	0.68	0.85	-0.09	-0.33	-0.87	-0.93	-0.62	-0.12	-0.23	-0.69	-0.42	-0.27
2015	-0.47	-0.82	-0.51	-0.39	-1.77	-2.17	-1.85	-2.05	-2.00	-1.45	-0.76	-0.09
2016	-0.31	-0.13	-0.49	-1.72	-1.18	-1.31	-1.58	-2.11	-1.35	-0.63	-0.43	-0.07
2017	0.10	1.17	1.59	1.63	1.68	1.74	1.95	2.00	1.68	1.79	1.67	1.40
2018	0.66	0.71	0.83	1.38	0.94	0.56	0.70	0.35	-0.23	-1.03	-1.12	-1.17
2019	-1.36	-1.23	-0.88	-0.86	-0.65	-0.96	-1.43	-1.42	-1.23	-1.49	-1.57	-1.42

รูปที่ 57 ค่าดัชนี SPEI06 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือ จ.เชียงราย พิกัด LON 99.75 LAT 19.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น พิกัด LON 102.75 LAT 16.25

1970						1.73	1.73	1.79	1.49	1.30	0.89	0.31
1971	0.03	-0.50	-0.40	0.26	0.58	0.19	-0.19	0.57	0.19	-0.26	-0.56	-0.56
1972	-0.34	-1.36	-0.82	0.27	-0.95	-0.36	-0.77	-1.15	-0.35	-0.26	0.73	0.73
1973	1.18	1.72	1.27	0.49	-0.04	-0.07	0.16	-0.07	0.16	-0.12	-0.19	-0.47
1974	-0.73	-0.38	-0.94	0.57	0.40	0.21	0.15	-0.23	-0.71	-0.29	-0.00	0.11
1975	0.46	1.07	1.66	0.21	0.22	0.10	-0.14	-0.15	-0.29	0.17	0.04	0.18
1976	-0.03	0.01	0.32	-0.08	0.66	-0.11	0.24	0.42	0.42	0.87	0.42	0.95
1977	0.78	0.39	0.12	-0.89	-0.72	-1.40	-1.72	-1.17	-1.15	-1.42	-1.52	-1.16
1978	-0.92	-0.79	-0.70	-0.09	0.41	0.34	1.09	0.26	0.98	0.69	0.44	0.41
1979	-0.68	-0.02	-1.75	-1.36	-1.06	-1.02	-1.44	-2.01	-1.55	-2.38	-2.13	-2.22
1980	-2.08	-1.76	-2.35	-1.32	-1.32	-0.05	0.14	0.09	0.50	0.85	1.13	0.61
1981	0.48	0.69	0.36	-0.02	0.24	0.37	0.68	0.24	-0.23	-0.61	-0.39	-0.58
1982	-1.09	-0.73	-0.27	0.63	-0.60	-0.33	-0.34	-0.46	0.09	-0.32	-0.05	-0.05
1983	0.07	0.20	-0.84	-1.58	-1.58	-1.39	-0.89	0.06	0.30	1.30	1.69	1.90
1984	1.94	1.65	1.81	0.94	-0.16	-0.37	-0.11	-0.66	-1.10	-1.10	-0.93	-0.98
1985	-1.24	-1.03	-0.86	-0.72	-0.32	-0.74	-0.72	-1.05	-0.50	-0.21	-0.26	0.03
1986	-0.06	0.43	-0.31	-0.44	-0.37	-0.80	-0.66	-0.47	-0.80	-0.92	-1.11	-0.90
1987	-1.06	-1.12	-0.29	-0.18	-0.61	-0.57	-1.04	-1.20	-0.48	-0.63	0.33	0.37
1988	0.84	1.36	0.61	1.67	1.09	1.22	1.32	1.10	1.21	1.29	1.06	0.91
1989	0.83	0.90	0.93	-1.51	-0.54	-0.29	-0.50	-0.38	-0.83	-0.24	-0.58	-0.78
1990	-0.84	-0.85	0.01	-1.09	-0.04	-0.19	-0.62	-1.14	-1.49	0.43	0.08	0.20
1991	0.59	1.23	1.71	-0.71	-0.67	-1.21	-1.38	-0.68	-1.21	-1.18	-1.31	-0.94
1992	-0.75	-1.29	-1.19	-1.72	-1.96	-1.92	-1.41	-1.15	-1.07	-0.37	-0.19	-0.17
1993	-0.51	-0.60	0.11	-0.34	0.18	-0.38	-0.62	-0.42	-0.66	-0.99	-1.26	-1.10
1994	-1.02	-1.15	-0.55	-0.05	0.67	1.06	0.42	0.60	-0.29	-0.55	-1.02	-1.55
1995	-1.12	-1.62	-1.47	-1.58	-0.85	-0.42	0.10	0.86	1.32	1.32	1.29	1.25
1996	0.97	0.09	-0.77	0.90	1.07	1.10	0.82	0.60	0.87	0.35	0.70	0.60
1997	0.90	1.10	0.89	1.03	-0.39	-1.46	-1.60	-1.73	-1.92	-1.84	-1.61	-1.14
1998	-0.99	-0.41	-0.47	-0.48	-0.00	0.24	0.63	0.92	0.58	0.41	0.41	0.29
1999	-0.16	-0.83	-0.17	1.70	1.96	1.63	1.46	1.17	0.80	0.14	-0.56	-0.47
2000	-0.54	-0.24	0.54	1.68	1.57	1.72	1.58	1.79	1.66	1.29	1.08	0.71
2001	0.85	-0.17	1.08	-0.23	0.62	0.40	0.08	-0.23	-1.33	-0.90	-1.35	-1.37
2002	-1.34	-1.16	-0.12	-0.37	0.16	0.09	-0.17	0.36	0.33	0.24	0.09	0.35
2003	0.56	0.12	0.80	0.70	0.31	0.59	0.60	0.40	-0.02	-0.17	-0.21	-0.77
2004	-0.80	-0.57	-1.22	-1.14	-0.97	-0.34	-0.05	-0.78	-0.76	-1.28	-1.24	-1.65
2005	-2.08	-1.91	-2.00	0.04	-0.09	0.02	0.07	0.02	0.41	-0.22	0.49	0.53
2006	0.49	0.90	0.57	1.76	1.21	1.10	0.83	0.25	0.56	0.32	-0.00	-0.13
2007	0.08	0.68	-0.13	-0.05	1.21	1.17	1.02	0.71	0.57	0.59	-0.33	-0.53
2008	-0.56	-0.21	-0.15	0.53	1.10	1.11	0.97	0.97	1.55	1.30	1.22	1.24
2009	1.42	1.32	0.92	0.96	1.31	1.10	1.08	1.19	0.96	0.79	0.25	0.33
2010	0.39	0.03	-0.41	-1.30	-1.58	-0.88	-0.48	0.31	0.63	1.34	1.54	1.58
2011	1.47	0.98	1.52	1.67	1.86	1.77	2.13	2.18	2.01	1.85	1.78	1.83
2012	1.15	0.56	0.51	-0.01	0.13	-0.28	-0.28	-0.83	-0.04	-0.41	-0.19	0.08
2013	0.10	0.78	-0.00	0.37	-0.79	-0.27	0.35	0.68	1.08	1.35	1.72	1.79
2014	1.47	1.14	0.46	0.37	-0.09	-0.30	-0.35	0.33	0.07	-0.36	-0.19	-0.04
2015	0.05	-0.58	-0.09	-0.34	-1.62	-2.14	-1.67	-1.53	-1.50	-1.06	-0.27	0.19
2016	0.10	0.10	-0.15	-1.15	-1.34	-1.36	-1.20	-1.06	-0.74	0.30	0.92	1.06
2017	1.28	1.62	2.06	1.54	1.79	1.96	1.82	1.93	1.90	2.12	1.73	1.59
2018	1.73	1.41	1.10	1.52	1.24	0.87	0.88	0.58	0.01	-1.03	-1.02	-1.04
2019	-1.31	-1.18	-0.71	-0.69	-0.82	-0.93	-1.43	-1.46	-1.24	-1.47	-1.42	-1.50

1970						0.94	0.73	0.75	0.47	0.40	0.30	0.45
1971	0.46	0.06	0.37	0.72	0.45	-0.15	-0.75	0.63	0.61	0.58	0.54	0.86
1972	1.41	-0.62	-0.61	0.04	-1.44	-0.74	-1.19	-1.32	-0.90	-1.30	-0.21	-0.20
1973	0.33	0.92	0.01	0.18	-0.11	-0.63	-0.64	-1.00	-0.72	-0.70	-0.83	-0.68
1974	-0.70	0.17	-0.13	1.78	1.14	-0.16	-0.25	-0.50	-1.02	-0.42	-0.33	0.61
1975	0.82	1.64	2.50	0.17	0.27	0.08	-0.48	0.28	-0.06	0.09	-0.00	0.27
1976	0.48	-0.61	0.46	0.57	0.36	-0.55	-0.09	0.50	0.47	0.72	0.84	1.39
1977	1.36	0.64	0.32	-0.79	-0.86	-1.54	-0.48	-1.02	-1.19	-1.27	-1.42	-0.91
1978	-1.93	-0.79	-0.41	0.08	0.51	0.90	1.04	-0.05	0.40	0.22	-0.05	-0.63
1979	-1.55	-0.84	-2.08	-1.66	-0.29	0.64	0.01	-0.45	0.07	-0.48	-0.98	-2.40
1980	-1.77	-1.46	-2.27	-0.97	-0.51	1.12	1.26	1.36	1.28	1.26	1.37	0.67
1981	0.18	-0.26	-0.26	-0.20	0.82	0.75	0.59	0.09	0.34	0.15	-0.01	-0.10
1982	-0.27	0.03	0.03	0.48	-0.46	0.84	0.68	0.42	0.14	0.08	0.33	-0.59
1983	-0.81	-1.13	-1.17	-1.84	-0.30	-0.73	0.67	1.55	1.61	1.95	2.00	2.23
1984	2.20	1.74	1.71	0.89	0.90	0.85	0.46	0.54	0.37	0.22	-0.22	-0.53
1985	-0.33	-1.01	-0.54	0.65	1.34	-0.01	-0.47	-0.55	-0.34	-0.49	-1.09	-0.14
1986	0.06	0.18	-0.85	-1.11	-0.22	-0.79	-0.33	-0.30	-0.02	0.30	0.07	0.68
1987	0.31	0.47	0.22	-1.21	-1.06	-0.33	-0.65	-1.15	-0.88	-0.67	-0.19	-0.57
1988	-0.34	1.29	0.97	1.70	1.90	1.57	1.48	1.49	1.55	1.71	1.25	1.32
1989	1.51	1.38	1.49	-1.03	-0.64	-1.22	-0.98	-1.01	-1.19	-0.69	-0.70	-0.09
1990	-0.41	-0.33	0.38	-0.54	-0.33	-1.15	-0.98	-1.11	-1.11	-0.40	-0.39	0.34
1991	0.27	1.19	0.72	-0.61	-0.87	-1.09	-1.25	-1.29	-0.69	-0.73	-0.70	-0.34
1992	0.02	0.59	-1.10	-1.91	-2.27	-1.99	-1.09	-0.61	-0.92	-0.45	-0.08	0.28
1993	-0.39	-1.49	0.36	-0.37	-0.61	-1.09	-1.82	-0.91	-1.51	-1.33	-1.31	-1.12
1994	-0.22	-1.56	-0.64	-1.04	-0.11	1.22	1.15	1.15	1.10	0.85	0.75	0.25
1995	-0.58	-1.41	-1.84	-1.03	-0.51	-0.47	0.22	1.03	1.58	1.59	1.68	1.86
1996	1.88	1.63	-0.57	-0.05	0.17	0.42	0.49	0.05	0.41	0.14	0.36	0.23
1997	-0.11	0.61	0.41	1.01	-0.38	-1.70	-2.15	-2.35	-2.47	-2.65	-2.95	-2.80
1998	-1.45	-0.56	-1.08	-1.10	-0.54	0.08	0.05	0.70	1.09	0.98	1.12	1.11
1999	1.17	0.04	-0.49	1.22	1.42	1.06	0.49	0.10	-0.27	-0.22	-0.57	-0.70
2000	-0.14	0.70	1.23	1.69	1.08	1.67	1.63	1.34	1.09	0.82	0.82	-0.09
2001	-0.57	-1.03	1.03	0.38	1.12	0.12	-0.37	-0.45	-1.30	-0.91	-1.40	-0.91
2002	-0.73	-0.69	0.56	0.11	0.44	0.10	-0.05	-0.22	-0.63	-0.95	-1.23	-1.14
2003	-1.26	-1.31	-0.11	0.71	0.06	0.09	0.46	0.70	0.36	0.39	0.45	0.45
2004	-0.02	-0.73	-0.69	-0.60	-0.64	-0.29	0.30	-0.39	-0.71	-0.98	-0.93	-1.33
2005	-2.34	-2.04	-1.76	-0.94	-1.16	-1.04	-1.61	-1.62	-1.34	-1.53	-1.09	-0.96
2006	-0.28	0.60	0.43	1.26	1.27	0.84	0.61	0.01	0.01	0.41	0.01	0.06
2007	0.08	0.95	0.53	0.46	1.30	2.20	2.11	1.69	1.69	1.38	1.13	-0.63
2008	-0.90	-0.16	-0.30	0.68	0.66	0.72	0.76	0.14	0.26	0.03	-0.03	-0.21
2009	-0.80	-0.58	-0.44	0.92	1.04	0.81	0.44	0.37	0.48	0.13	-0.13	-0.08
2010	0.21	0.40	-0.14	-0.64	-0.57	0.01	0.01	0.91	0.63	1.04	1.19	1.21
2011	1.24	-0.54	0.86	0.80	0.83	1.09	1.78	1.79	1.64	1.56	1.62	1.53
2012	0.85	0.57	0.67	-0.18	0.40	-0.57	-0.56	-1.17	-0.82	-0.96	-0.87	-0.17
2013	-0.34	0.85	-0.10	1.06	-0.87	0.25	1.16	1.30	1.53	1.69	2.07	1.96
2014	1.64	1.80	1.57	-0.11	-0.81	-0.56	-0.80	-0.17	-0.24	-0.08	0.19	0.38
2015	0.67	-0.05	-0.38	-0.53	-1.43	-0.94	-0.64	-0.46	-0.08	-0.04	0.49	0.63
2016	0.53	0.27	-0.68	-1.10	-1.94	-1.52	-1.30	-0.97	-0.77	-0.32	0.38	0.56
2017	0.75	1.22	1.65	1.27	2.22	1.93	1.71	1.69	1.57	1.51	0.83	0.74
2018	0.85	0.37	0.66	1.84	0.83	0.31	0.17	-0.00	-0.41	-0.78	-0.57	-0.36
2019	-0.72	-0.96	-0.43	-0.84	-1.25	-0.93	-1.27	-1.19	-0.92	-1.24	-1.14	-1.52

รูปที่ 58 ค่าดัชนี SPEI06 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคกลาง จ.ลพบุรี พิกัด LON 100.75 LAT 15.25

4.5.3 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะยาว

ผลจากการวิเคราะห์ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มของภัยแล้งระยะยาว ตามตารางที่ 22 และค่าดัชนีระยะยาว SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ระหว่างปี 1970-2019 ของพื้นที่ 6 จุดตัวอย่าง ตามรูปที่ 60-68 เมื่อวิเคราะห์ด้านยาวนานของภัยแล้งระยะยาว SPEI12 พบว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 23 ตั้งแต่มกราคม 1979 ถึงพฤศจิกายน 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 22 ภาคตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 19 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 18 ภาคกลางเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 17 และภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 13 ส่วนการวิเคราะห์ความยาวนานของภัยแล้งระยะยาว SPEI18 พบว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 39 ตั้งแต่พฤษภาคม 1977 ถึงกรกฎาคม 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 22 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 19 ภาคตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 17 ภาคกลางเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 16 และภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดต่ำสุดเป็น 14 ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความยาวนานของภัยแล้งระยะยาว SPEI24 พบว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 41 ตั้งแต่มิถุนายน 1990 ถึงตุลาคม 1993 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 30 ภาคเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 26 ภาคกลางเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 23 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดเป็น 22 และภาคตะวันออกเกิดภัยแล้งสะสมยาวนานที่สุดต่ำสุดเป็น 21 ดังนั้นเมื่อพิจารณาความยาวนานของการเกิดภัยแล้งทั้ง SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 มีแนวโน้มว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีความยาวนานของภัยแล้งระยะยาวสะสมมากที่สุด รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบข้อสังเกตว่าความยาวนานของภัยแล้งสะสมในภาคเหนือ มักเกิดขึ้นในช่วงต้นถึงกลางศตวรรษที่ 20 ขณะที่ความยาวนานของภัยแล้งสะสมในภูมิภาคอื่น ๆ เกิดขึ้นในช่วงกลางถึงปลายศตวรรษที่ 20 ดังนั้นในห้วงเวลาใกล้ปัจจุบันที่ภาคเหนือประสบปัญหาภัยแล้งยาวนานจึงควรมีมาตรการเพื่อป้องกันและบรรเทาภัยแล้งที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม

ถัดมาเป็นผลการวิเคราะห์ด้านความรุนแรงภัยแล้งระยะยาว SPEI12 พบว่าพื้นที่ตัวอย่างในภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีความรุนแรงมากที่สุดความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -35.57 เกิดขึ้นช่วงมกราคม 1979 ถึงพฤศจิกายน 1980 รองลงมา คือ ภาคกลางความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -33.56 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1979 ถึงสิงหาคม 1980 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -33.38 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 1978 ถึงกรกฎาคม 1980 ภาคตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -29.81 เกิดขึ้นช่วงมิถุนายน 1997 ถึงมิถุนายน 1998 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -24.33 เกิดขึ้นช่วงกุมภาพันธ์ 1986 ถึงกรกฎาคม 1987 และภาคเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -20.95 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1982 ถึงกรกฎาคม 1987 ส่วนการวิเคราะห์ความรุนแรงของภัยแล้งระยะยาว SPEI18 พบว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีความรุนแรงมากที่สุด ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -59.48 เกิดขึ้นช่วงพฤษภาคม 1977 ถึงกรกฎาคม 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -36.52 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1979 ถึง

มกราคม 1981 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -31.44 เกิดขึ้นช่วงเมษายน 2015 ถึง พฤศจิกายน 2016 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -29.57 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1997 ถึง พฤศจิกายน 1998 ภาคกลางความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -29.40 เกิดขึ้นช่วงพฤศจิกายน 1982 ถึงธันวาคม 1983 และภาคเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -24.14 เกิดขึ้นช่วงพฤศจิกายน 1982 ถึงธันวาคม 1983 สุดท้ายเป็นการวิเคราะห์ความรุนแรงของภัยแล้งระยะกลาง SPEI24 พบว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีความรุนแรงมากที่สุด ความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -61.69 เกิดขึ้นช่วงตุลาคม 1977 ถึงพฤศจิกายน 1980 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -45.06 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 1990 ถึงธันวาคม 1992 ภาคเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -39.37 เกิดขึ้นช่วงมีนาคม 1992 ถึงเมษายน 1994 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -35.24 เกิดขึ้นช่วงกรกฎาคม 2015 ถึงเมษายน 2017 ภาคกลางความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -35.15 เกิดขึ้นช่วงสิงหาคม 1979 ถึงมิถุนายน 1981 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือความรุนแรงสะสมสูงสุดเท่ากับ -31.62 เกิดขึ้นช่วงกันยายน 1992 ถึงพฤษภาคม 1994 ภาพรวมผลการวิเคราะห์ด้านความรุนแรงของภัยแล้งระยะยาวได้ข้อสรุปว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีระดับความรุนแรงของภัยแล้งระยะยาวสูงที่สุด รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือ และเมื่อพิจารณาเกี่ยวกับความรุนแรงภัยแล้งสะสมจะพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มักเกิดความรุนแรงสูงสุดสะสมประมาณ 1-2 ปี นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังได้รับข้อสังเกตว่า การเกิดภัยแล้งรุนแรงสะสมสูงสุดของภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตก มักเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงกลางถึงปลายศตวรรษที่ 20 ส่วนความรุนแรงภัยแล้งสะสมสูงสุดที่เกิดขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักเกิดขึ้นในช่วงต้นถึงกลางศตวรรษที่ 20

ต่อมาเป็นการวิเคราะห์ความเข้มของเหตุการณ์ภัยแล้งระยะยาว SPEI12 พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเข้มของภัยแล้งสูงที่สุด ความเข้มเท่ากับ -2.29 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายน 1997 ถึงมิถุนายน 1998 รองลงมา คือ ภาคเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.14 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม 2019 ภาคกลางความเข้มสูงสุดเท่ากับ -2.00 เกิดขึ้นช่วงเดือนตุลาคม 1991 ถึงกุมภาพันธ์ 1993 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.64 เกิดขึ้นในเดือนกันยายน 1974 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.61 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤศจิกายน 1989 ถึงเมษายน 1991 และภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.57 เกิดขึ้นเดือนมกราคม 1990 ถึงมิถุนายน 1991 ส่วนความเข้มของภัยแล้งระยะยาว SPEI18 พบว่าภาคกลางมีความเข้มของภัยแล้งสูงที่สุดความเข้มเท่ากับ -1.84 เกิดขึ้นช่วงเดือนพฤศจิกายน 1982 ถึงธันวาคม 1983 รองลงมา คือ ภาคเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.82 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2019 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.74 เกิดขึ้นช่วงเดือนกรกฎาคม 1997 ถึงพฤศจิกายน 1998 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.69 เกิดขึ้นช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 1990 ถึงพฤษภาคม 1991 ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.66 เกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม 1979 ถึงมกราคม 1981 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.65 เกิดขึ้นเดือนเมษายน 2015 ถึงพฤศจิกายน 2016 สุดท้ายความเข้มของภัยแล้งระยะยาว SPEI24 พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเข้มของภัยแล้งสูงที่สุด ความเข้มเท่ากับ -1.82 เกิดขึ้นช่วงเดือนสิงหาคม 1993 ถึงพฤษภาคม 1994 รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือความเข้มสูงสุดเท่ากับ -1.70 เกิดขึ้นช่วงเดือน

พฤศจิกายน 1979 ถึงตุลาคม 1981 ภาคเหนือความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.66 เกิดขึ้นช่วงเดือนกรกฎาคมถึง ธันวาคม 2019 ภาคตะวันออกความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.62 เกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายน 2005 ถึงกันยายน 2006 ภาคใต้ฝั่งตะวันตกความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.62 เช่นกัน แต่เกิดขึ้นเดือนตุลาคม 1977 ถึงพฤศจิกายน 1980 และภาคกลางความชื้นสูงสุดเท่ากับ -1.54 เกิดขึ้นในเดือนกันยายน 1992 ถึงเมษายน 1994

จากผลวิเคราะห์ความชื้นภัยแล้งระยะยาวพบข้อสังเกตว่า ความชื้นของภัยแล้ง SPEI12 มักเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 2 ปี โดยที่บางพื้นที่อาจมีความชื้นสูงแต่ระยะเวลาการเกิดความชื้นรุนแรงไม่ยาวนานมากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าความชื้นค่อนข้างสูง แต่ระยะเวลาการเกิดเหตุการณ์ต่อเนื่องไม่เกิน 1 ปี ส่วนทางด้านความชื้นภัยแล้ง SPEI18 ได้รับข้อสรุปที่คล้ายคลึงกับ SPEI12 คือ พื้นที่ที่มีความชื้นสูงจะมีระยะเวลาการเกิดเหตุการณ์รุนแรงไม่ยาวนานมากนัก โดยระยะเวลาที่เกิดความชื้นภัยแล้งมักจะไม่เกิน 1 ปี 6 เดือน ขณะที่ดัชนี SPEI24 พบว่าหลาย ๆ พื้นที่มีระยะเวลาเกิดความชื้นภัยแล้งยาวนานขึ้นแต่ระดับความชื้นไม่ถึงว่าเป็นค่าสูงสุด เช่น ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีความชื้นภัยแล้งที่เกิดขึ้นคาบเกี่ยวระยะเวลายาวนานเกือบ 3 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกับภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่ความชื้นภัยแล้งคาบเกี่ยวระยะเวลานานเกือบ 2 ปี ส่วนภูมิภาคอื่น ๆ โดยทั่วไปเกิดความชื้นภัยแล้งเป็นระยะเวลาประมาณ 6 เดือน ถึง 1 ปี 6 เดือน

งานวิจัยครั้งนี้เล็งเห็นว่าความชื้นของการเกิดภัยแล้งระยะยาวในภาคเหนือเป็นพื้นที่เสี่ยงสูง เนื่องจากช่วงเวลาการเกิดภัยแล้งเป็นปัจจุบันมากที่สุดและค่าความชื้นสูงสุดเฉลี่ยไม่แตกต่างจากภูมิภาคอื่น ๆ มากนัก ขณะที่ภูมิภาคอื่น ๆ ส่วนใหญ่เกิดความชื้นภัยแล้งสูงสุดแล้วตั้งแต่ต้นถึงปลายศตวรรษที่ 20 ดังนั้นภัยแล้งระยะยาวที่ส่งผลกระทบต่อภาคอุทกวิทยาจึงเป็นเรื่องน่ากังวลถึงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของภาคเหนือ ทั้งการบริหารจัดการน้ำชลประทานเพื่อการกักเก็บน้ำให้เพียงพอต่อการอุปโภคบริโภคระยะยาว และเพื่อการเกษตรในเขตชลประทาน นอกจากนี้ยังรวมถึงการเกษตรนอกเขตชลประทานที่อาจได้รับผลกระทบมากที่สุด บางพื้นที่ที่ความชื้นภัยแล้งรุนแรงมากและเหตุการณ์เกิดขึ้นยาวนานอาจไม่สามารถทำการเกษตรตามปกติได้ หรือกรณีพืชยืนต้นที่มีระยะเวลาการปลูก ความชื้นภัยแล้งที่ยาวนานนี้อาจทำให้พืชขาดน้ำส่งผลให้ผลผลิตทางเกษตรลดลง

ตารางที่ 22 ความรุนแรง ความยาวนาน และความเข้มข้นของภัยแล้งระยะยาวในพื้นที่ตัวอย่าง

SPEI12				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	13 (198207-198307)	-20.95 (198207-198307)	-2.14 (201905-201912)
Northeastern	102.75, 16.25	18 (198602-198707)	-24.33 (198602-198707)	-1.64 (197409)
Central	100.75, 15.25	17 (199110-199302)	-33.56 (197907-198008)	-2.00 (199110-199302)
Eastern	102.25, 12.75	19 (200410-200604)	-29.81 (199706-199806)	-2.29 (199706-199806)
Southeastern	99.25, 10.75	23 (197901-198011)	-35.57 (197901-198011)	-1.57 (199001-199106)
Southwestern	99.75, 7.75	22 (197810-198007)	-33.38 (197810-198007)	-1.61 (198911-199104)
SPEI18				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	14 (198211-198312) (201506-201607)	-24.14 (198211-198312)	-1.82 (201906-201912)
Northeastern	102.75, 16.25	19 (201504-201611)	-31.44 (201504-201611)	-1.65 (201504-201611)
Central	100.75, 15.25	16 (197910-198101)	-29.40 (198211-198312)	-1.84 (198211-198312)
Eastern	102.25, 12.75	17 (199707-199811)	-29.57 (199707-199811)	-1.74 (199707-199811)
Southeastern	99.25, 10.75	22 (197907-198101)	-36.52 (197907-198101)	-1.66 (197907-198101)
Southwestern	99.75, 7.75	39 (197705-198007)	-59.48 (197705-198007)	-1.69 (199002-199105)

SPEI24				
Location Ref.	Lon, Lat	duration	severity	Intensive
Northern	99.75, 19.75	26 (199203-199404)	-39.37 (199203-199404)	-1.66 (201907-201912)
Northeastern	102.75, 16.25	22 (201507-201704)	-35.24 (201507-201704)	-1.82 (199308-199405)
Central	100.75, 15.25	23 (197908-198106)	-35.15 (197908-198106)	-1.54 (199209-199404)
Eastern	102.25, 12.75	21 (199209-199405)	-31.62 (199209-199405)	-1.62 (200506-200609)
Southeastern	99.25, 10.75	30 (199007-199212)	-45.06 (199007-199212)	-1.70 (197911-198110)
Southwestern	99.75, 7.75	41 (199006-199310)	-61.69 (197710-198011)	-1.62 (197710-198011)

1970												
1971												
1972	2.07	2.04	2.02	2.05	1.76	1.29	1.13	0.82	0.40	0.65	1.13	0.88
1973	0.87	0.85	1.07	0.89	0.66	0.43	0.07	0.15	0.63	0.35	0.36	0.23
1974	0.18	0.16	0.26	0.13	0.35	0.49	0.37	0.43	0.80	0.74	0.47	0.36
1975	0.56	0.57	0.32	0.37	0.44	0.63	0.45	0.86	0.55	0.95	1.06	1.07
1976	1.07	1.10	1.05	0.90	1.00	1.04	1.14	1.04	1.29	1.23	0.95	0.86
1977	0.86	0.86	0.96	1.29	1.17	0.79	0.62	0.02	0.39	0.46	0.41	0.51
1978	0.58	0.61	0.62	0.54	0.53	0.60	1.32	1.50	1.48	1.36	1.25	1.12
1979	0.92	0.92	0.85	0.73	0.75	1.23	0.71	0.62	0.11	-0.48	-0.71	-0.99
1980	-1.16	-1.22	-1.15	-1.16	-1.03	-0.63	-1.22	-1.58	-1.50	-1.53	-1.28	-1.11
1981	-1.20	-1.21	-1.22	-1.26	-0.74	-0.87	0.29	0.19	0.09	0.21	0.61	0.59
1982	0.58	0.57	0.47	0.69	0.39	-0.15	-0.65	-0.73	-0.49	-0.55	-0.74	-0.90
1983	-0.92	-0.91	-0.97	-1.17	-1.63	-1.92	-0.92	-0.92	-1.12	-1.76	-1.52	-1.47
1984	-1.58	-1.50	-1.55	-1.47	-1.39	-1.09	-0.82	-0.45	-1.02	-0.69	-0.71	-0.70
1985	-0.81	-0.80	-0.83	-0.22	-0.22	-0.06	-0.02	-0.07	-0.01	-0.09	0.05	-0.05
1986	-0.09	-0.16	-0.17	-0.05	-0.01	-0.01	-0.06	-0.35	-0.70	-0.84	-0.70	-0.38
1987	-0.45	-0.39	-0.31	-0.53	-0.99	-1.02	-1.37	-1.04	-0.99	-1.29	-1.52	-1.50
1988	-1.60	-1.56	-1.61	-1.44	-1.17	-0.72	-0.60	-0.25	-0.48	-0.21	-0.08	-0.41
1989	-0.45	-0.48	-0.54	-0.72	-0.01	0.06	0.61	-0.04	-0.15	0.25	-0.20	-0.21
1990	-0.25	-0.17	-0.07	-0.61	-0.25	-0.82	-0.72	-0.99	-0.66	-0.68	-0.65	-0.64
1991	-0.70	-0.69	-0.75	-0.52	-0.95	-0.93	-1.27	-0.66	-0.90	-1.10	-0.90	-0.84
1992	-0.88	-0.85	-1.00	-1.04	-0.19	-0.27	-1.54	-1.47	-1.38	-1.27	-1.39	-1.18
1993	-1.30	-1.28	-1.21	-1.21	-1.30	-1.55	-1.23	-1.91	-1.63	-1.51	-1.68	-1.69
1994	-1.83	-1.93	-1.75	-1.71	-0.75	-0.22	-0.54	0.22	-0.02	-0.31	-0.34	-0.44
1995	-0.48	-0.47	-0.59	-0.68	-0.38	-0.18	0.47	1.55	1.35	1.25	1.59	1.44
1996	1.44	1.48	1.39	1.50	1.13	1.06	0.60	0.23	0.18	0.49	0.71	0.55
1997	0.51	0.51	0.59	0.74	0.50	0.45	0.14	-0.66	-0.52	-0.22	-0.53	-0.53
1998	-0.57	-0.64	-0.68	-0.84	-0.60	-0.75	-0.68	-0.80	-0.84	-1.18	-1.20	-1.16
1999	-1.19	-1.14	-1.20	-0.93	-0.46	-0.48	-1.16	-1.09	-1.07	-1.02	-0.90	-0.78
2000	-0.87	-0.81	-0.79	-0.52	-0.13	0.03	0.04	-0.16	0.01	0.35	-0.00	-0.04
2001	-0.13	-0.15	0.09	-0.28	-0.33	-0.29	0.28	0.49	0.65	0.82	0.61	0.46
2002	0.50	0.48	0.43	0.11	0.19	-0.09	-0.26	0.48	0.51	0.41	1.06	1.16
2003	1.20	1.24	1.13	1.27	0.99	1.15	0.99	0.44	0.53	-0.08	-0.17	-0.20
2004	-0.31	-0.31	-0.35	-0.10	-0.34	0.16	0.56	-0.18	0.00	-0.23	-0.80	-1.02
2005	-1.14	-1.18	-1.22	-1.23	-1.29	-1.09	-0.75	-0.41	0.03	0.16	0.33	0.48
2006	0.44	0.47	0.57	0.87	0.99	0.80	0.96	1.64	1.61	1.70	1.56	1.42
2007	1.39	1.37	1.33	1.40	1.92	1.92	1.60	1.50	1.17	1.22	1.18	0.90
2008	1.01	1.04	1.07	1.02	0.71	0.79	0.41	-0.16	-0.43	-0.24	0.07	0.12
2009	0.09	0.08	0.12	0.08	-0.36	-0.30	0.00	-0.01	-0.24	-0.30	-0.39	-0.38
2010	-0.51	-0.59	-0.67	-0.98	-1.30	-1.43	-1.41	-0.77	-0.51	-0.59	-0.90	-0.78
2011	-0.79	-0.77	-0.58	-0.34	-0.21	0.11	0.28	1.00	1.44	1.24	1.21	1.11
2012	1.08	1.07	1.12	1.24	1.59	1.55	1.69	1.33	1.31	1.09	1.36	1.12
2013	1.14	1.19	1.09	0.79	0.40	-0.12	0.12	0.20	0.25	0.47	0.57	0.70
2014	0.65	0.65	0.65	0.54	0.45	0.52	0.48	0.63	0.59	0.56	0.41	0.33
2015	0.42	0.36	0.39	0.69	0.43	0.26	-0.37	-0.67	-1.37	-1.38	-1.26	-1.38
2016	-1.33	-1.30	-1.36	-1.37	-1.40	-1.16	-1.05	-0.77	-0.30	-0.21	0.28	0.25
2017	0.12	0.12	0.01	0.17	1.04	1.53	1.86	1.81	2.05	2.14	1.98	1.88
2018	1.81	1.79	1.88	1.86	2.12	2.19	2.18	1.95	1.65	1.61	1.14	1.17
2019	1.17	1.16	1.17	0.84	0.09	-0.69	-1.33	-1.42	-1.68	-1.87	-1.75	-1.89

1970												
1971												
1972	0.49	0.57	0.60	0.58	-0.17	-0.32	-0.31	-0.70	-1.14	-0.63	-0.53	-0.53
1973	-0.59	-0.68	-0.60	-0.77	-1.14	-1.04	-0.86	-1.19	-0.82	-1.02	-1.04	-1.08
1974	-1.10	-1.12	-1.08	-1.13	-0.75	-1.62	-1.40	-0.95	-0.97	-1.14	-1.02	-1.09
1975	-1.03	-0.85	-0.70	-0.88	-0.08	-0.13	-0.20	-0.24	-0.32	0.28	0.32	0.31
1976	0.24	0.25	0.27	0.19	0.37	0.52	0.64	0.54	0.90	1.14	0.99	0.99
1977	0.88	0.67	0.58	0.87	0.40	0.13	-0.29	0.09	0.20	-0.38	-0.43	-0.42
1978	-0.43	-0.48	-0.45	-0.40	-0.13	-0.02	0.49	0.46	0.82	0.23	0.21	0.19
1979	0.15	0.27	0.22	0.33	0.65	1.11	1.04	0.66	0.38	0.16	0.15	0.09
1980	0.01	-0.03	0.05	-0.15	-0.06	0.80	0.12	-0.22	-0.25	-0.01	-0.02	-0.04
1981	-0.09	-0.13	0.11	-0.13	-0.28	-0.83	-0.25	-0.28	-0.71	-0.06	0.13	0.12
1982	0.08	0.17	0.21	0.26	-0.25	-1.01	-1.04	-1.06	-0.68	-0.75	-0.68	-0.67
1983	-0.66	-0.75	-0.86	-1.01	-1.38	-0.58	-0.94	-0.40	0.04	0.16	0.05	0.06
1984	0.03	-0.05	-0.07	0.02	0.37	0.51	0.43	0.56	-0.22	-0.07	-0.11	-0.17
1985	-0.24	-0.16	-0.04	0.16	0.48	-0.04	0.09	-0.65	-0.51	-0.76	-0.81	-0.85
1986	-0.91	-0.97	-1.03	-0.98	-0.95	-1.15	-1.08	-1.18	-1.51	-1.65	-1.70	-1.67
1987	-1.75	-1.74	-1.61	-1.61	-1.96	-1.72	-1.82	-1.34	-0.83	-0.87	-0.76	-0.78
1988	-0.83	-0.73	-0.65	-0.53	-0.30	0.02	0.20	0.10	0.38	0.91	0.88	0.85
1989	0.85	0.75	0.73	0.63	0.93	0.92	1.02	0.80	0.09	0.33	0.17	0.15
1990	0.11	0.15	0.63	0.26	0.21	0.10	-0.06	0.08	0.25	0.13	0.22	0.20
1991	0.15	0.14	0.06	-0.01	-0.08	-0.34	-0.47	0.27	0.74	0.26	0.26	0.30
1992	0.37	0.22	-0.25	-0.25	-0.80	-0.83	-0.59	-0.50	-0.41	-1.03	-1.12	-1.09
1993	-1.14	-1.11	-1.07	-0.98	-1.10	-1.17	-0.93	-1.67	-1.80	-1.89	-1.91	-1.94
1994	-2.05	-1.98	-1.78	-1.74	-1.45	-0.96	-1.43	-1.19	-0.99	-1.11	-1.12	-1.16
1995	-1.20	-1.18	-1.26	-1.34	-1.36	-0.66	-0.10	0.25	0.13	0.47	0.55	0.51
1996	0.49	0.45	0.43	0.83	0.56	0.39	0.51	0.25	0.67	0.96	1.26	1.25
1997	1.24	1.25	1.40	1.49	1.38	0.88	0.48	0.20	0.08	0.09	0.02	-0.00
1998	-0.04	0.04	-0.14	-0.39	-0.22	-0.30	-0.25	0.01	-0.86	-1.06	-1.27	-1.26
1999	-1.29	-1.34	-1.50	-1.22	-0.84	-0.43	-0.39	-0.43	-0.14	-0.04	0.08	0.08
2000	0.06	-0.03	0.02	0.47	0.91	1.35	1.50	1.80	1.91	2.08	2.00	2.02
2001	2.03	2.05	2.00	1.76	1.79	1.86	1.65	1.98	1.91	1.93	1.94	1.96
2002	1.97	1.93	1.93	1.61	1.41	0.85	0.41	0.24	0.86	0.85	0.95	0.99
2003	0.98	1.08	1.18	1.23	0.89	0.99	0.93	0.75	1.05	0.59	0.50	0.48
2004	0.49	0.71	0.52	0.61	0.89	1.09	1.64	1.11	0.30	-0.32	-0.43	-0.51
2005	-0.56	-0.68	-1.10	-1.07	-0.91	-1.24	-0.93	-1.19	-1.12	-1.08	-0.89	-0.90
2006	-1.00	-1.15	-0.98	-0.90	-1.25	-1.56	-1.89	-1.64	-1.33	-0.28	-0.25	-0.27
2007	-0.31	-0.23	-0.04	-0.04	0.31	0.35	0.06	0.47	0.33	1.11	0.95	0.94
2008	0.95	0.95	0.94	1.11	1.25	1.34	1.26	1.28	1.56	1.27	1.44	1.44
2009	1.44	1.37	1.54	1.69	1.78	1.60	1.75	1.66	1.65	1.14	1.17	1.17
2010	1.20	1.18	1.03	0.66	0.36	0.24	0.45	0.91	0.43	0.66	0.44	0.43
2011	0.41	0.48	0.34	0.48	0.27	0.46	0.75	0.91	1.12	1.59	1.60	1.61
2012	1.60	1.57	1.62	1.77	2.00	1.91	1.70	1.15	1.22	0.70	0.91	0.89
2013	0.89	0.80	0.81	0.37	0.30	0.33	0.13	-0.17	-0.14	-0.49	-0.50	-0.48
2014	-0.57	-0.58	-0.61	-0.64	-0.93	-0.75	-0.54	-0.04	-0.07	-0.08	-0.23	-0.25
2015	-0.30	-0.19	-0.16	-0.17	-0.61	-0.92	-1.03	-1.12	-1.44	-1.49	-1.48	-1.51
2016	-1.49	-1.49	-1.65	-1.87	-1.85	-1.82	-1.81	-2.18	-2.00	-1.69	-1.57	-1.56
2017	-1.60	-1.64	-1.53	-1.33	-0.51	0.30	0.54	0.74	0.84	0.97	1.00	1.02
2018	0.94	1.02	1.18	1.53	1.56	1.63	1.70	1.94	1.59	1.36	1.21	1.21
2019	1.18	1.24	0.97	0.83	0.56	-0.01	-0.73	-0.82	-0.87	-1.39	-1.46	-1.50

รูปที่ 66 ค่าดัชนี SPEI24 ของพื้นที่ตัวอย่างภาคเหนือ จ.เชียงราย พิกัด LON 99.75 LAT 19.75 และพื้นที่ตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น พิกัด LON 102.75 LAT 16.25

4.6 การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์ภัยแล้งเทียบกับสถานการณ์จริง

ในหัวข้อนี้เป็นการประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาใช้วิธีการสอบเทียบความถูกต้องระหว่างผลการคาดการณ์ภัยแล้งจากดัชนี SPEI ที่ได้รับจากหัวข้อ 4.5 เทียบกับสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงภายในบริบทของประเทศไทย ซึ่งแหล่งข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทยใช้ข้อมูลภัยแล้งที่เผยแพร่โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) และกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งนี้จะทำการวิเคราะห์โดยใช้สถานการณ์ภัยแล้งจริงในบริเวณพื้นที่เดียวกันหรือพื้นที่ใกล้เคียงเทียบกับดัชนี SPEI ทุกช่วงเวลาทั้งระยะสั้นระยะกลาง และระยะยาว เพื่อประเมินว่าดัชนี SPEI ช่วงเวลาใดบ้างที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง ซึ่งการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มผลการวิเคราะห์ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาว่ามีดัชนี SPEI ระยะใดบ้างที่เหมาะสมกับการอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย หรือภูมิภาคใดบ้างที่สามารถนำดัชนี SPEI เหล่านี้มาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

อันดับแรกเป็นการนำเสนอข้อมูลภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในอดีตที่เผยแพร่โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงการรายงานสถานการณ์เหตุการณ์ภัยแล้งเพียงบางส่วนตามเท่าที่คณะผู้วิจัยสามารถสืบค้นข้อมูลได้จากการเผยแพร่ในแหล่งข้อมูลสาธารณะ ถึงแม้ว่าข้อมูลจะไม่ครอบคลุมตลอดช่วงเวลาอดีตที่ทำการศึกษา แต่ในเบื้องต้นถือว่าสามารถนำมาใช้สอบเทียบเพื่อประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์ภัยแล้งจากดัชนี SPEI กับสถานการณ์จริงได้ ทั้งนี้หากในอนาคตคณะผู้วิจัยสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลรายงานสถานการณ์ภัยแล้งที่มากขึ้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมตามความเหมาะสม

ต่อไปนี้เป็นข้อมูลการรายงานสถานการณ์ภัยแล้งที่เผยแพร่โดยกรมอุตุนิยมวิทยา <https://www.tmd.go.th> เป็นเหตุการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในอดีตทั้งช่วงเวลาเกิดและสถานที่เกิด โดยคณะผู้วิจัยเลือกเฉพาะรายงานที่ระบุช่วงเวลาและสถานการณ์ที่ชัดเจนเท่านั้น รายละเอียดดังนี้

“พ.ศ. 2520 มีรายงานว่าเกิดภัยแล้วในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนสิงหาคม พื้นที่ที่ประสบภัยเกือบทั่วประเทศ”

“พ.ศ. 2522 เป็นปีที่เกิดฝนแล้งรุนแรง โดยมีรายงานว่าเกิดภัยแล้งในช่วงครึ่งหลังของเดือนกรกฎาคม และช่วงปลายเดือนสิงหาคมต่อเนื่องถึงสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนกันยายน เนื่องจากปริมาณฝนตกลงมานี้น้อยมาก ทำให้ความเสียหายและมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยโดยเฉพาะด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมรวมทั้งการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ยังกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศเพราะขาดน้ำกิน น้ำใช้ บริเวณที่แล้งจัดนั้นมีบริเวณกว้างที่สุดคือ ภาคเหนือต่อภาคกลางทั้งหมด ทางตอนบนและด้านตะวันตก ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน”

“พ.ศ. 2530 เป็นปีที่ประสบภัยแล้งหนักอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่ประสบมาแล้วจากปี 2529 โดยพื้นที่ที่ประสบภัยเป็นบริเวณกว้างใน เกือบทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก และทวีความรุนแรงมากขึ้นในช่วงตอนกลางฤดูฝน”

“พ.ศ. 2533 มีฝนตกน้อยมากในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนทั่วประเทศ พื้นที่ทางการเกษตรที่ประสบปัญหาภัยแล้งส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้”

“พ.ศ. 2535 มีรายงานว่าเกิดภัยแล้งขึ้นในช่วงเดือนมีนาคมต่อเนื่องถึงเดือนมิถุนายนจากภาวะที่มีฝนตกในช่วงฤดูร้อนน้อย และมีภาวะฝนทิ้งช่วงปลายเดือนมิถุนายนต่อเนื่องต้นเดือนกรกฎาคม โดยพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งส่วนใหญ่อยู่ใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้และภาคเหนือตามลำดับ”

ต่อมาเป็นข้อมูลการรายงานสถานการณ์ภัยแล้งที่เผยแพร่โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย <http://www.disaster.go.th/intro.php> เป็นเหตุการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ปีพ.ศ. 2553 รายละเอียดดังนี้

“เดือนกุมภาพันธ์ ปีพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ประสบภัยแล้งทั้งหมด 29 จังหวัด ดังนี้ ภาคเหนือ 12 จังหวัด ได้แก่ กำแพงเพชร เชียงราย ตาก น่าน พะเยา แพร่ ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ พิจิตร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี ภาคกลาง 5 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ภาคตะวันออก 3 จังหวัด ได้แก่ สระแก้ว จันทบุรี ฉะเชิงเทรา และภาคใต้ 4 จังหวัด ได้แก่ ตรัง นครศรีธรรมราช ระนอง สตูล”

“เดือนมีนาคม ปีพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ประสบภัยแล้งทั้งหมด 59 จังหวัด ดังนี้ ภาคเหนือ 17 จังหวัด ได้แก่ กำแพงเพชร เชียงราย ตาก น่าน นครสวรรค์ พะเยา พิจิตร แพร่ ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ เชียงใหม่ พิษณุโลก แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ อุทัยธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น บุรีรัมย์ เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี ชัยภูมิ มุกดาหาร ร้อยเอ็ด หนองคาย นครพนม นครราชสีมา ยโสธร สกลนคร สุรินทร์ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ ภาคกลาง 9 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ชัยนาท นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี ลพบุรี สุพรรณบุรี สระบุรี ภาคตะวันออก 7 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ตราด นครนายก ปราจีนบุรี ระยอง สระแก้ว และภาคใต้ 7 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช ระนอง สตูล สุราษฎร์ธานี”

“เดือนเมษายน ปีพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ประสบภัยแล้งทั้งหมด 52 จังหวัด ดังนี้ ภาคเหนือ 14 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 17 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลยศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี ภาคกลาง 8 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ชัยนาท

ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี ลพบุรี สระบุรี สุพรรณบุรี ภาคตะวันออก 7 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ตราด นครนายก ปราจีนบุรี ระยอง สระแก้ว และภาคใต้ 6 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช ระนอง สุราษฎร์ธานี”

จากข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงจากรายงานโดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้กล่าวแล้วในเบื้องต้น เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ศึกษาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970-2019 หรือ พ.ศ. 2513-2562 พบว่า สถิติภัยแล้งที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 18 เดือน ดังนั้นจำนวนเหตุการณ์ภัยแล้งที่นำมาสอบเทียบกับการคาดการณ์โดยใช้ดัชนี SPEI จึงมีค่า $N=18$ ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์ความถูกต้องโดยใช้วิธีการแจกแจงความถี่ของผลการคำนวณ SPEI ที่สอดคล้องกับช่วงเวลา 18 เดือนดังกล่าว แล้วจำแนกผลวิเคราะห์ที่ได้รับเป็น 3 ระดับ คือ แห้งแล้ง (Dry) ปกติ (Normal) และชุ่มชื้น (Wet) จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยที่ความถูกต้องนี้จะต้องบ่งชี้ว่าช่วงเวลานั้น ๆ เกิดความแห้งแล้ง (Dry) จึงจะถือว่าตรงกับปรากฏการณ์จริง

ซึ่งผลการวิเคราะห์ความถูกต้องในดัชนีระยะสั้น SPEI01 แสดงในตารางที่ 23 ทั้งนี้ผู้อ่านสามารถตรวจสอบค่า SPEI01 ในแต่ละช่วงเวลา แต่ละสถานที่ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ข้อมูลในหัวข้อ 4.5.1 รูปที่ 51-53 เพื่อประกอบการพิจารณาพร้อม สำหรับผลการวิเคราะห์การคาดการณ์ภัยแล้งระยะสั้นโดยใช้ดัชนี SPEI01 พบว่า พื้นที่ภาคกลางมีค่าความถูกต้องสูงกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 72.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออก กลับมีค่าความถูกต้องต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในดัชนีระยะสั้นนี้ จึงมีข้อสรุปได้ว่า SPEI01 สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งสั้นที่เกิดภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ แต่ SPEI01 อาจไม่เหมาะสมต่อการนำมาอธิบายภัยแล้งระยะสั้นที่เกิดขึ้นในภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออก เพราะยังมีค่าความถูกต้องค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 23 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะสั้น

SPEI01					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	9	9	0	50
Northeastern	Khon kaen	9	9	0	50
Central	Lopburi	13	5	0	72.2
Eastern	Chanthaburi	7	10	1	38.9
Southeastern	Chumphon	9	8	1	50
Southwestern	Trang	8	9	1	44.4

ต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์ความถูกต้องในดัชนีระยะกลาง SPEI03 และ SPEI06 แสดงในตารางที่ 24 สามารถตรวจสอบค่า SPEI03 และ SPEI06 ในแต่ละช่วงเวลา แต่ละสถานที่ได้ โดยใช้ข้อมูลในหัวข้อ 4.5.2 รูปที่ 54-59 ซึ่งผลการวิเคราะห์การคาดการณ์ภัยแล้งระยะกลางโดยใช้ดัชนี SPEI03 พบว่า พื้นที่ภาคกลางและภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าความถูกต้องสูงกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 72.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภูมิภาคอื่น ๆ มีค่าความถูกต้องต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาเป็นดัชนีระยะกลาง SPEI06 พบว่าสอดคล้องกับ SPEI03 นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มค่าความถูกต้องสูงกว่า SPEI03 เนื่องจากพื้นที่ภาคกลาง ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ล้วนมีค่าความถูกต้องสูงกว่า 72.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภาคตะวันออกก็มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจากภาพรวมของการคาดการณ์ภัยแล้งระยะกลางโดยใช้ดัชนี SPEI03 และ SPEI06 อธิบายได้ว่ามีความสอดคล้องกับสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคกลางและภาคใต้ที่มีค่าความถูกต้องค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามในภูมิภาคอื่น ๆ เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังพบว่าการคาดการณ์ภัยแล้งโดยใช้ดัชนีระยะกลางนี้มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ดังกล่าว

ตารางที่ 24 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะกลาง

SPEI03					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	7	11	0	38.9
Northeastern	Khon kaen	8	10	0	44.4
Central	Lopburi	13	5	0	72.2
Eastern	Chanthaburi	8	10	0	44.4
Southeastern	Chumphon	12	4	2	66.7
Southwestern	Trang	13	5	0	72.2
SPEI06					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	8	10	0	44.4
Northeastern	Khon kaen	8	10	0	44.4
Central	Lopburi	13	5	0	72.2
Eastern	Chanthaburi	9	9	0	50
Southeastern	Chumphon	13	5	0	72.2
Southwestern	Trang	13	5	0	72.2

สุดท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ความถูกต้องในดัชนีระยะยาว SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 แสดงในตารางที่ 25 สามารถตรวจสอบค่า SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ในแต่ละช่วงเวลา แต่ละสถานที่ได้ โดยใช้ข้อมูลในหัวข้อ 4.5.3 รูปที่ 60-68 ซึ่งผลการวิเคราะห์การคาดการณ์ภัยแล้งระยะยาวโดยใช้ดัชนี SPEI12 พบว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าความถูกต้องสูงกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 88.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ภาคกลางและภาคใต้ฝั่งตะวันออก ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ภาคเหนือ ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภูมิภาคอื่น ๆ มีค่าความถูกต้องต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาเป็นดัชนีระยะยาว SPEI18 พบว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีค่าความถูกต้องสูงสุดคิดเป็น 88.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าความถูกต้องเป็น 72.2 เปอร์เซ็นต์ ภาคกลาง ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 61.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภูมิภาคอื่น ๆ มีค่าความถูกต้องต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อันดับต่อมาเป็นผลการวิเคราะห์การคาดการณ์ภัยแล้งระยะยาวโดยใช้ดัชนี SPEI24 พบว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าความถูกต้องสูงสุดคิดเป็น 77.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีค่าความถูกต้องเป็น 72.2 เปอร์เซ็นต์ ภาคกลาง ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 61.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ภูมิภาคอื่น ๆ มีค่าความถูกต้องต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

จากภาพรวมของการคาดการณ์ภัยแล้งระยะยาวโดยใช้ดัชนี SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ได้รับข้อสรุปดังนี้ ดัชนีระยะยาว SPEI18 มีแนวโน้มการคาดการณ์ภัยแล้งที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์จริงมากที่สุด รองลงมาคือ SPEI12 และ SPEI24 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการคาดการณ์โดยใช้ดัชนีระยะยาวยังพบว่าสามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในภาคใต้ทั้งสองฝั่งของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี รวมทั้งภาคกลางของประเทศไทยด้วย ส่วนภูมิภาคอื่น ๆ ดัชนี SPEI ระยะยาวยังไม่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ดังกล่าวได้มากนัก เนื่องจากค่าความถูกต้องต่ำโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความถูกต้องต่ำที่สุด

ตารางที่ 25 การประเมินความถูกต้องของการดัชนี SPEI ระยะยาว

SPEI12					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	9	9	0	50
Northeastern	Khon kaen	2	16	0	11.1
Central	Lopburi	12	6	0	66.7
Eastern	Chanthaburi	6	12	0	33.3
Southeastern	Chumphon	12	6	0	66.7
Southwestern	Trang	16	2	0	88.9
SPEI18					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	5	13	0	27.8
Northeastern	Khon kaen	4	12	2	22.2
Central	Lopburi	11	6	1	61.1
Eastern	Chanthaburi	7	11	0	38.9
Southeastern	Chumphon	16	2	0	88.9
Southwestern	Trang	13	5	0	72.2
SPEI24					
Region	Province	Dry	Normal	Wet	Accuracy (%)
Northern	Chiang Rai	3	15	0	16.7
Northeastern	Khon kaen	2	13	3	11.1
Central	Lopburi	11	5	2	61.1
Eastern	Chanthaburi	6	12	0	33.3
Southeastern	Chumphon	13	5	0	72.2
Southwestern	Trang	14	4	0	77.8

4.7 การวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

สำหรับการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัยครอบคลุมปี 1970-2019 โดยอาศัยเกณฑ์การจำแนกดัชนี SPEI ของ Polong et al. (2019) และ Somorowska (2016) (ตารางที่ 1) จากการทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อที่ 2.3 จะเห็นว่าดัชนี SPEI ที่เป็น Wet events สามารถใช้เพื่ออธิบายการเกิดอุทกภัยได้ และสืบเนื่องจากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่าหลาย ๆ งานวิจัยมีเกณฑ์การจำแนกอุทกภัยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ งานวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดให้การเกิดอุทกภัยต้องมีค่า SPEI ที่มากกว่า 1.50 ขึ้นไป เพื่อสอดคล้องกับความชุ่มชื้นระดับ Severe wetness และ Extreme wetness จึงถือว่ามีภัยต่อการเกิดอุทกภัยของประเทศไทย นอกจากนี้อุทกภัยถือเป็นภัยที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันประกอบกับเป็นปรากฏการณ์ระยะสั้น ดัชนี SPEI ที่นำมาใช้จึงสัมพันธ์กับดัชนีระยะสั้น เช่น SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 เป็นต้น

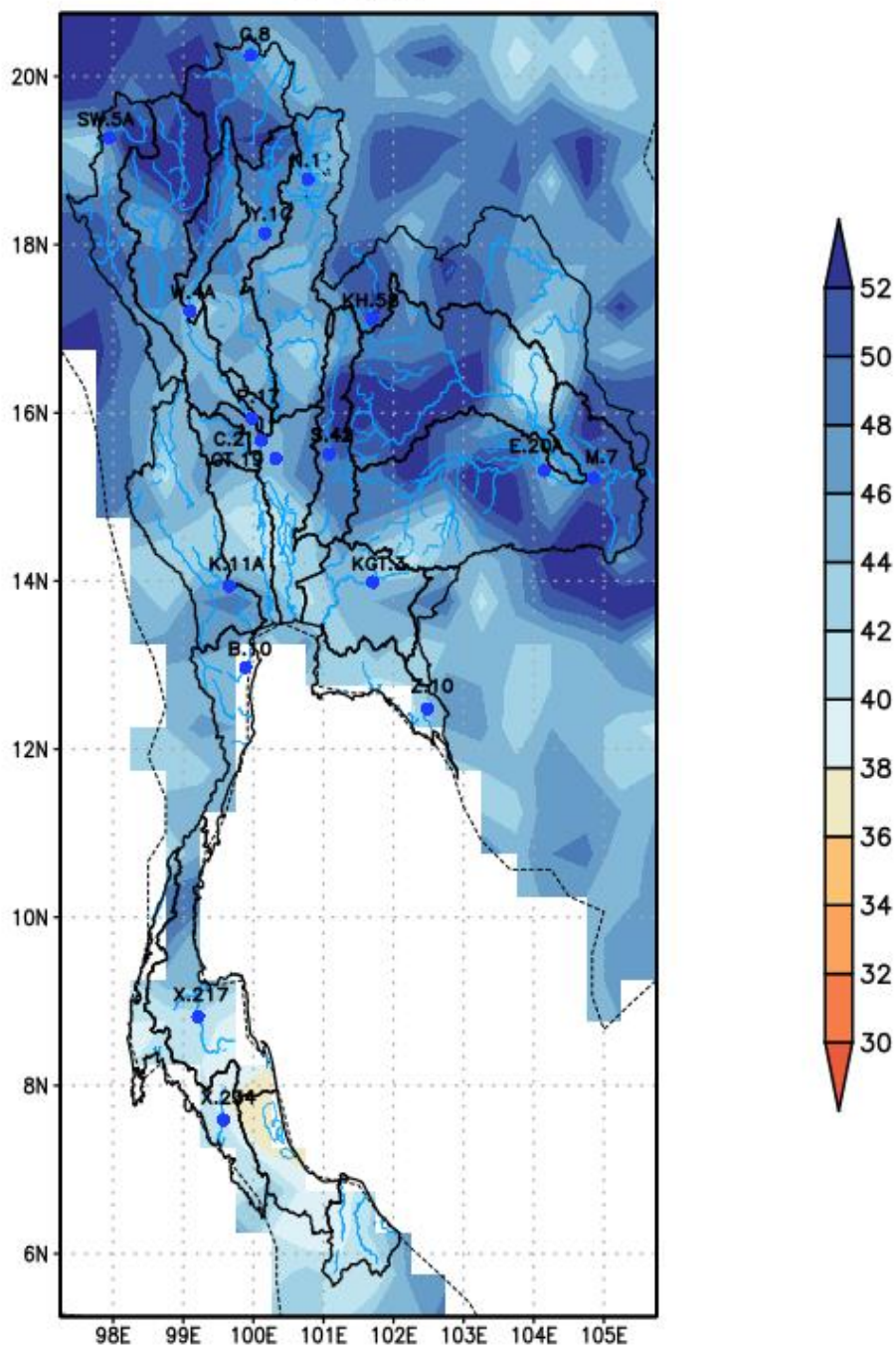
4.7.1 ภาพรวมความถี่ของการเกิดอุทกภัย

ในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาความถี่ของการเกิดอุทกภัย ตั้งแต่ปี 1970-2019 ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา โดยกำหนดให้บริเวณเกิดอุทกภัยต้องมีค่า SPEI มากกว่า 1.50 ขึ้นไป ตามรูปที่ 69-71 ส่วนตารางที่ 26 เป็นผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยจากดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาในบริเวณใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าประจำแต่ละลุ่มน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ในดัชนี SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดอุทกภัยมากกว่า จำนวน 40-55 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ที่มีแนวโน้มความถี่ของการเกิดอุทกภัยกว่าบริเวณอื่น ๆ ได้แก่ ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำโขงเหนือ ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล ส่วนดัชนี SPEI02 แตกต่างออกไป เนื่องจากภาพรวมทั้งประเทศเกิดอุทกภัยที่ต่ำกว่าผลของการวิเคราะห์จาก SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดอุทกภัยอยู่ในช่วง 38-50 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ที่มีแนวโน้มเกิดอุทกภัยสูง คือ ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น ส่วนบริเวณที่มีแนวโน้มเกิดอุทกภัยต่ำ คือ ลุ่มน้ำน่าน และลุ่มน้ำในภาคใต้ทั้งหมด นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์จาก SPEI02 ยังแตกต่างจาก SPEI01 อย่างชัดเจน เพราะบริเวณลุ่มน้ำโขงตะวันออก ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล มีแนวโน้มการเกิดอุทกภัยต่ำกว่า SPEI01 อย่างมาก ส่วนทางด้านดัชนี SPEI03 พบว่าในความถี่ของการเกิดอุทกภัยของทั้งประเทศอยู่ในช่วง 30-50 เหตุการณ์ ซึ่งการกระจายเชิงพื้นที่ของการเกิดอุทกภัยแตกต่างจาก SPEI01 และ SPEI02 เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มักเกิดอุทกภัยครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำวัง และลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนบริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ทั้งหมดมีแนวโน้มการเกิดอุทกภัยต่ำ โดยจำนวนอุทกภัยที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงไม่เกิน 40 เหตุการณ์ตลอดรอบ 50 ปีที่ผ่านมา

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัยจาก SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 ได้รับข้อสรุปว่า ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยจาก SPEI01 แสดงถึงจำนวนการเกิดอุทกภัยที่มากที่สุด ส่วนดัชนี SPEI02 และ SPEI03 วิเคราะห์จำนวนความถี่ของการเกิดอุทกภัยได้เทียบเท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามดัชนีทั้ง 3 นี้ยังคงมีความแตกต่างด้านการกระจายเชิงพื้นที่ของการเกิดอุทกภัย โดยเฉพาะบริเวณที่เกิดอุทกภัยสูงพบว่าค่อนข้างแตกต่างกัน ขณะที่การเกิดอุทกภัยต่ำผลการวิเคราะห์จากทั้ง 3 ดัชนียังเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ลุ่มน้ำใน

ภาคใต้ภาคใต้ทั้งหมดมีการเกิดอุทกภัยต่ำ ดังนั้นจากข้อสังเกตที่ได้รับคือการใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา อาจสามารถมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายการเกิดภัยแล้งในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละลุ่มน้ำได้แตกต่างกัน เช่น ลุ่มน้ำทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งโดยใช้ SPEI02 เหมาะสมที่สุด ในขณะที่ลุ่มน้ำภาคกลางและภาคตะวันออกใช้ดัชนี SPEI03 เพื่อวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยได้ดีกว่า เป็นต้น ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในแต่ละลุ่มน้ำจะอธิบายต่อไปในหัวข้อที่ 4.8.1

SPEI01

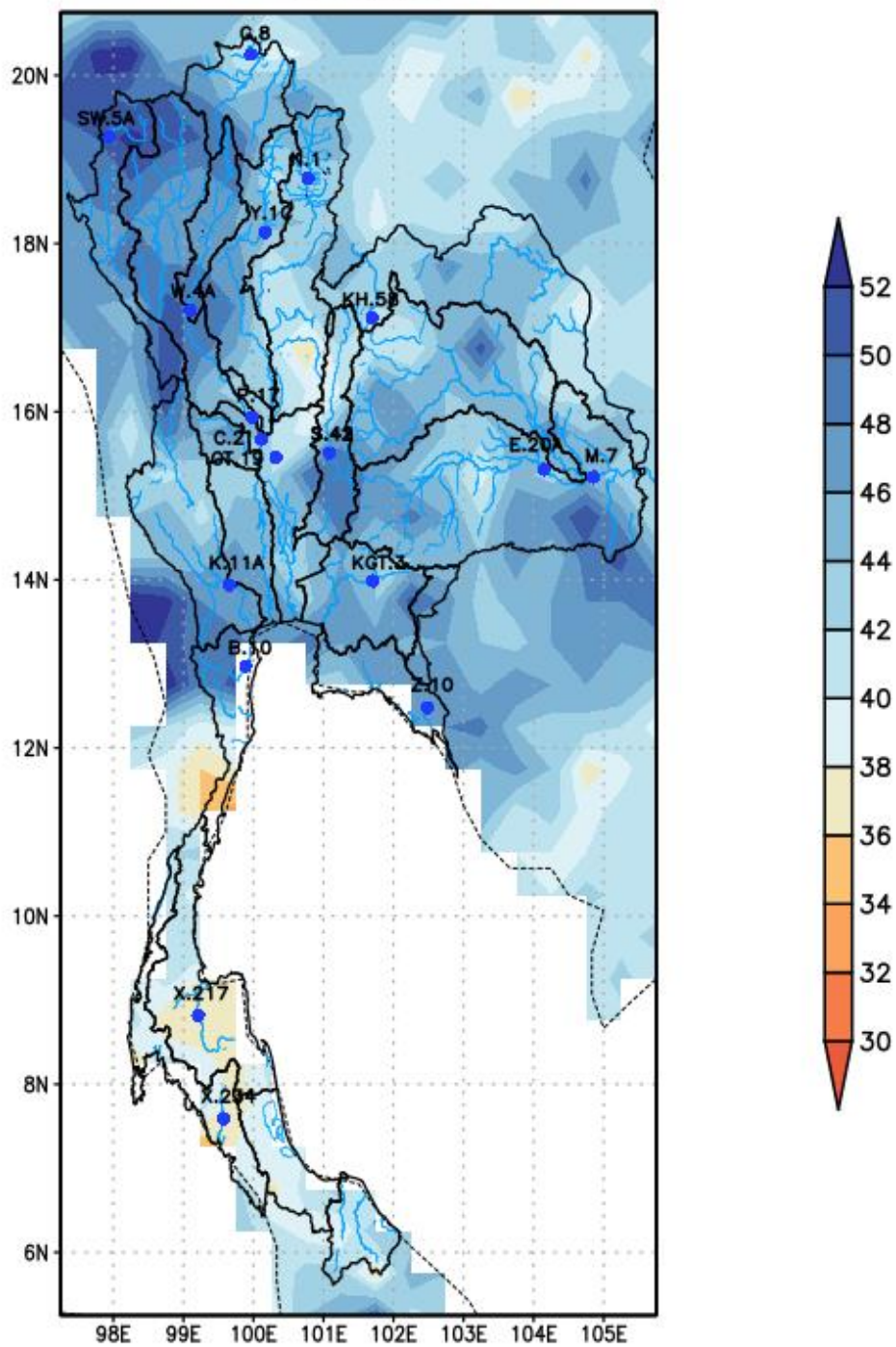


GrADS/COLA

2021-03-25-14:37

รูปที่ 69 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI01

SPEI02

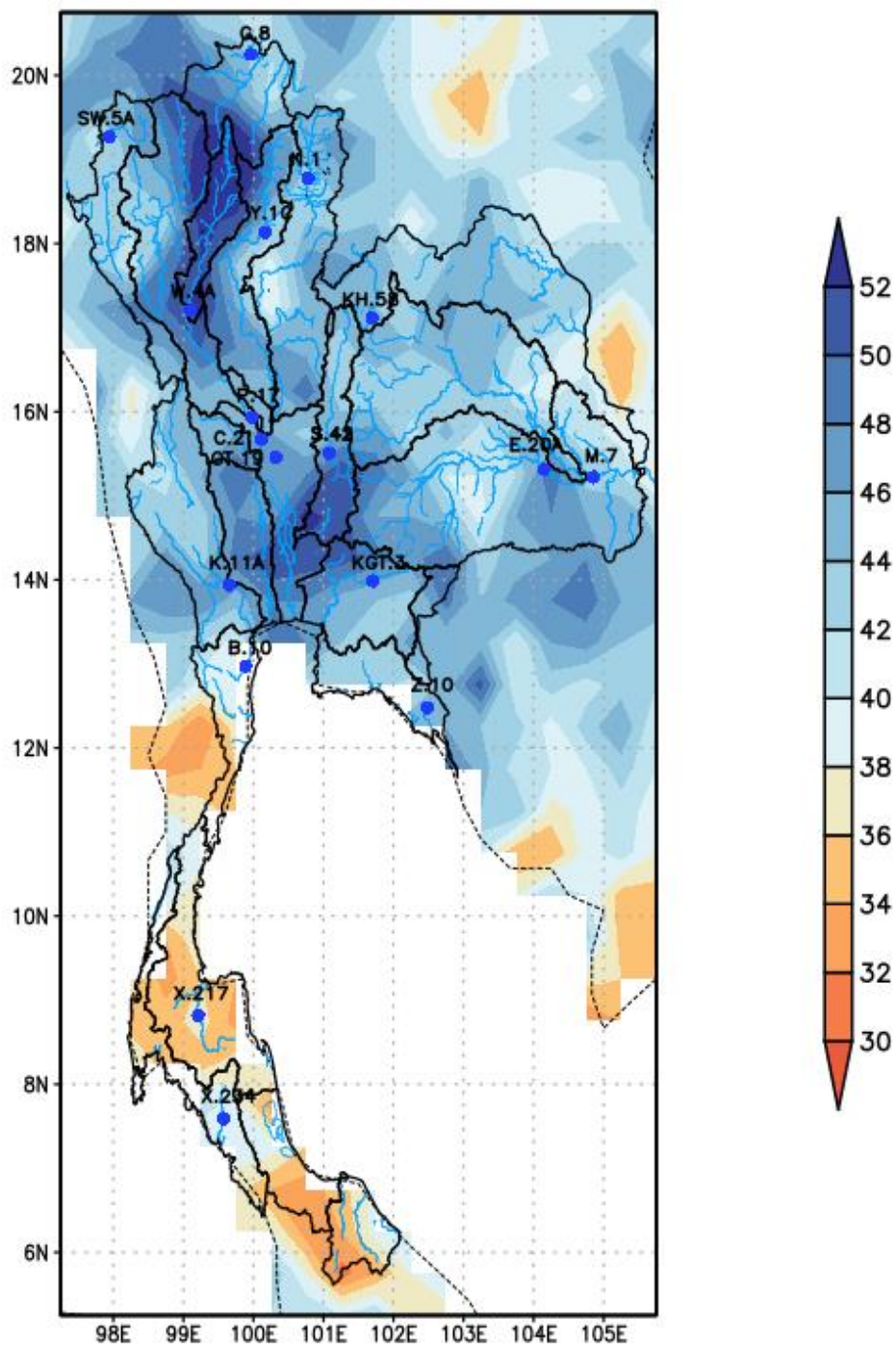


GrADS/COLA

2021-03-25-14:37

รูปที่ 70 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI02

SPEI03



GrADS/COLA

2021-03-25-14:37

รูปที่ 71 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI03

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยปี 1970-2019 โดยใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา
ณ บริเวณใกล้เคียงสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าประจำแต่ละลุ่มน้ำ

Basin	Station	SPEI01	SPEI02	SPEI03
สาละวิน	SW.5A	43	50	40
โขงเหนือ	G.8	49	41	45
ปิง	P.17	49	47	46
วัง	W.4A	43	49	53
ยม	Y.1C	48	45	44
น่าน	N.1	46	43	43
เจ้าพระยา	C.2	45	42	46
สะแกกรัง	CT.19	44	42	47
ป่าสัก	S.42	53	47	46
ชี	E.20A	45	43	50
มูล	M.7	48	45	43
โขงตะวันออก	KH.58A	53	42	44
แม่กลอง	K.11A	49	46	45
บางปะกง	KGT.3	42	44	49
เพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์	B.10	46	49	39
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	Z.10	42	48	41
ภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน	X.217	41	36	37
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	X.234	37	37	39

4.7.2 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน

ต่อมาเป็นผลจากการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือนแยกรายสถานี ตามตารางที่ 27-44 และรูปที่ 72-98 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 ตั้งแต่ปี 1970-2019 โดยกำหนดค่าสีน้ำเงิน (ไฮไลต์) ให้กับช่วงเดือนที่มีค่า SPEI สูงกว่า 1.50 ขึ้นไป เพื่อแสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวคือช่วงเวลาที่เกิดอุทกภัย ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือนพบว่า ดัชนี SPEI01 และ SPEI02 ให้ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยเป็นไปในทิศทางคล้ายคลึงกันเกือบทุกสถานี คือเหตุการณ์อุทกภัยมักเกิดขึ้นในช่วงนอกฤดูฝนตั้งแต่ตุลาคม-เมษายน โดยที่ SPEI01 คาดการณ์ว่ามีความถี่ของการเกิดอุทกภัยมากกว่า SPEI02 ซึ่งตรงกันข้ามกับผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI03 ที่พบว่าแต่ละเดือนมีโอกาสเกิดอุทกภัยใกล้เคียงกัน ไม่มีช่วงเวลาใดหรือฤดูกาลใดที่มีการเกิดอุทกภัยสูงอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา พบว่า SPEI03 สามารถวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัยในฤดูฝนหรือตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-กันยายนได้สูงกว่า SPEI01 และ SPEI02 อย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผลการวิเคราะห์ที่ได้รับนี้สามารถกล่าวได้ในเบื้องต้นว่า SPEI03 เหมาะสมกับการนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในฤดูฝนได้ดีกว่า เพราะการกระจายเชิงเวลาของการเกิดอุทกภัยค่อนข้างสอดคล้องกับบริบทฤดูกาลของประเทศไทยมากกว่า SPEI อื่น ๆ ในขณะที่ความสามารถของการพยากรณ์การเกิดอุทกภัยนอกฤดูกาลของดัชนี SPEI03 ก็สามารถตรวจวัดได้ดีและสอดคล้องกับปรากฏการณ์จริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่มากกว่า เพราะเหตุการณ์อุทกภัยนอกฤดูฝนควรต่ำกว่านอกฤดูกาล อย่างไรก็ตามในหัวข้อนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดอุทกภัยรายเดือนโดยใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเท่านั้น ซึ่งข้อสรุปที่ได้รับสามารถอธิบายได้ว่าดัชนี SPEI ที่ต่างช่วงเวลาค่อนข้างให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างทั้งเชิงพื้นที่ (แต่ละสถานี) และเชิงเวลา (แต่ละเดือน) ทั้งนี้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการเกิดอุทกภัยรายเดือนแยกรายสถานีตรวจวัดจะทำการสอบเทียบกับสถานการณ์จริงและอภิปรายผลต่อไปในหัวข้อที่ 4.8.2

ตารางที่ 27 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี SW.5A

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	6	5	4
February	6	7	5
March	5	4	3
April	4	4	3
May	2	3	3
June	2	3	2
July	4	2	3
August	1	4	3
September	2	5	3
October	3	4	3
November	4	4	4
December	4	5	4

ตารางที่ 28 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี G.8

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	2	5
February	6	6	3
March	4	4	6
April	3	4	3
May	3	4	3
June	4	1	3
July	3	2	3
August	4	3	3
September	3	3	3
October	3	4	4
November	6	4	4
December	6	4	5

ตารางที่ 29 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี P.17

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	3	2	5
February	4	3	4
March	6	4	4
April	3	5	5
May	4	4	3
June	2	4	4
July	4	3	3
August	5	4	3
September	3	5	5
October	3	3	3
November	5	4	4
December	5	6	3

ตารางที่ 30 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี W.4A

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	2	5
February	4	5	4
March	4	4	5
April	3	5	6
May	4	4	6
June	3	3	4
July	2	5	3
August	3	4	4
September	4	4	4
October	1	4	2
November	5	4	6
December	4	5	4

ตารางที่ 31 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี Y.1C

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	4	3
February	5	5	3
March	5	4	3
April	5	4	4
May	4	4	3
June	3	2	5
July	3	4	3
August	2	4	4
September	4	4	5
October	2	2	3
November	4	4	3
December	4	4	4

ตารางที่ 32 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี N.1

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	3	3
February	4	4	4
March	5	4	2
April	4	4	4
May	2	2	4
June	3	2	3
July	4	5	3
August	4	4	4
September	3	4	4
October	2	3	3
November	4	3	4
December	6	4	4

ตารางที่ 33 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี C.2

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	2	3	5
February	2	3	3
March	4	3	4
April	5	4	5
May	4	4	3
June	4	3	5
July	3	4	3
August	3	3	4
September	3	4	5
October	2	2	4
November	6	3	3
December	6	6	2

ตารางที่ 34 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี CT.19

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	3	4	3
February	3	3	3
March	4	4	5
April	4	3	3
May	4	3	4
June	4	3	5
July	3	3	4
August	3	3	4
September	3	4	4
October	3	2	3
November	6	4	4
December	4	6	4

ตารางที่ 35 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี S.42

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	4	4
February	4	4	3
March	6	5	6
April	6	4	4
May	3	4	5
June	4	5	4
July	3	6	3
August	4	2	5
September	4	3	4
October	2	2	4
November	5	3	2
December	6	5	2

ตารางที่ 36 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี E.20A

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	2	2	4
February	5	5	5
March	3	4	4
April	3	3	4
May	4	3	4
June	4	3	5
July	2	4	4
August	3	3	4
September	5	3	4
October	5	4	4
November	5	4	4
December	4	5	4

ตารางที่ 37 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี M.7

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	3	3	5
February	5	5	5
March	2	4	4
April	4	3	2
May	4	3	4
June	5	4	3
July	4	4	4
August	4	3	3
September	5	4	4
October	4	4	2
November	5	3	4
December	3	5	3

ตารางที่ 38 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี KH.58A

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	4	4	4
February	4	2	2
March	5	5	5
April	6	4	4
May	5	4	4
June	4	3	5
July	3	5	4
August	4	3	5
September	3	2	3
October	3	3	3
November	4	2	3
December	6	3	2

ตารางที่ 39 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี K.11A

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	5	4	5
February	4	4	3
March	5	4	4
April	5	6	5
May	3	3	3
June	3	3	3
July	3	3	3
August	3	3	2
September	3	2	3
October	5	3	5
November	5	5	3
December	4	5	4

ตารางที่ 40 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี KGT.3

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	3	3	7
February	3	2	2
March	3	5	4
April	6	6	5
May	2	6	5
June	3	2	4
July	3	3	3
August	3	3	3
September	4	2	4
October	3	5	4
November	4	3	3
December	5	4	3

ตารางที่ 41 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี B.10

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	5	5	4
February	4	6	3
March	4	4	2
April	5	5	4
May	3	4	3
June	2	4	4
July	4	3	4
August	4	3	2
September	3	3	2
October	3	3	3
November	4	3	2
December	4	4	3

ตารางที่ 42 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี Z.10

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	5	5	4
February	4	3	2
March	2	4	2
April	5	5	3
May	2	3	3
June	4	3	4
July	3	5	3
August	3	4	4
September	2	4	4
October	3	4	5
November	4	4	4
December	4	4	3

ตารางที่ 43 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี X.217

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	5	4	3
February	3	4	4
March	4	3	4
April	3	1	3
May	2	3	2
June	4	4	3
July	3	2	3
August	3	4	2
September	3	3	3
October	3	4	4
November	3	2	3
December	4	1	2

ตารางที่ 44 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยแต่ละเดือน ณ สถานี X.234

Month	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	3	3	3
February	4	4	2
March	2	5	5
April	3	2	4
May	2	1	3
June	3	3	2
July	3	2	2
August	3	3	2
September	4	4	4
October	2	3	2
November	3	3	5
December	3	2	4

1970	-0.04	0.31	0.86	0.03	1.11	1.45	0.07	1.17	1.33	-0.81	-0.70	1.82
1971	-0.83	-0.26	0.55	-0.24	0.96	0.79	1.80	1.31	-0.43	0.09	-0.84	0.99
1972	-0.31	0.09	-0.71	1.38	-1.37	-0.99	0.23	0.26	-0.42	0.53	1.88	0.96
1973	-0.90	-0.97	1.97	-1.58	0.72	0.53	0.68	1.03	1.32	-1.49	-0.44	-1.00
1974	-0.86	-0.97	0.99	1.17	-0.10	-0.17	0.07	0.49	0.93	-0.05	1.35	-0.36
1975	-2.12	-0.19	-0.84	-1.50	0.14	0.73	0.54	1.35	-0.29	0.90	0.30	1.42
1976	-0.70	1.04	0.31	-0.56	-0.31	-0.98	-0.01	0.08	0.25	0.43	-0.52	0.28
1977	2.05	0.62	1.22	1.04	-0.75	-1.65	-0.10	-0.15	1.12	1.53	-0.87	1.75
1978	1.47	1.98	-1.09	-1.25	-0.00	-1.07	2.18	-0.19	0.20	-0.59	-1.39	-0.68
1979	-0.93	-0.26	-1.28	0.16	-0.72	0.63	-1.99	-0.69	0.43	-1.49	-1.41	-1.02
1980	-0.93	-0.97	0.81	-0.91	1.01	0.30	-0.20	-1.09	0.84	-0.10	0.28	1.44
1981	-0.61	-0.53	-0.65	0.16	0.37	0.53	1.48	-0.55	-1.41	-1.03	1.31	0.16
1982	-0.45	-0.73	-1.13	-0.18	0.23	-0.41	-1.35	-0.83	0.96	-1.09	-0.72	-1.00
1983	0.29	-0.63	-1.18	-1.39	-0.86	-1.13	-0.79	0.04	-0.29	1.39	1.49	0.98
1984	-0.83	1.76	-1.23	1.15	-0.96	1.03	-0.47	-0.16	-0.36	0.21	-1.17	-1.02
1985	-0.29	-0.97	-1.20	1.23	-0.24	-0.09	-0.44	-0.39	0.25	0.67	1.83	-0.66
1986	-0.86	-0.73	-1.18	0.39	-0.36	-0.07	-0.45	-1.04	-1.42	-0.89	-0.25	1.79
1987	-0.25	0.82	0.67	0.66	-1.68	0.01	-1.87	1.44	-0.28	-1.39	1.38	-1.00
1988	-0.90	0.41	-1.30	1.19	0.27	2.31	0.36	-0.75	-2.11	1.02	1.09	-1.02
1989	-0.04	-0.26	0.48	-1.38	0.10	-0.27	0.35	-1.56	-1.31	0.81	-1.02	-1.03
1990	-0.53	1.81	1.10	-0.31	1.36	-0.22	-0.43	-0.84	-1.22	0.38	0.58	-0.96
1991	-0.29	-1.10	-0.93	0.04	-1.38	1.30	-0.75	1.08	-1.30	-0.72	0.77	0.67
1992	0.35	1.78	-1.30	-1.03	-2.08	-0.68	1.73	-0.40	0.59	0.47	-0.17	1.47
1993	-0.83	-0.85	1.59	0.35	-0.32	-1.26	-1.28	-1.09	1.14	-1.10	-1.33	-0.88
1994	-0.90	-0.73	1.60	0.64	1.20	0.95	1.36	1.35	-0.84	-1.02	-0.42	0.09
1995	-0.73	-0.53	0.59	-0.74	-0.21	-0.34	1.19	1.35	-0.66	-0.73	0.77	-0.99
1996	-0.86	1.79	0.07	1.34	-0.58	1.75	0.24	0.16	0.20	-0.58	0.57	-0.84
1997	-0.79	-0.73	0.60	-0.01	-1.21	-0.51	0.71	1.14	-0.63	-0.56	-0.10	-1.05
1998	-0.25	-1.10	-0.77	-0.62	-0.11	-0.67	-0.51	-0.85	-1.22	-1.97	0.41	-0.29
1999	0.61	1.22	0.32	1.84	0.73	-1.09	-1.74	0.43	-0.32	0.36	0.24	0.28
2000	-0.76	1.31	0.58	1.82	1.07	0.47	-0.84	-0.96	0.53	0.90	-1.26	-0.90
2001	0.09	-0.35	2.11	-1.37	0.54	-0.91	0.27	-0.01	0.34	1.45	-0.15	0.08
2002	0.53	0.91	-0.11	-0.65	1.30	-0.35	-0.94	1.49	0.91	-0.82	1.84	1.57
2003	0.96	1.18	1.00	0.27	-0.98	0.19	-0.36	-1.95	0.75	-1.17	-1.18	-1.02
2004	-0.25	-0.26	-1.09	-0.52	1.14	1.39	0.10	-1.87	1.37	-1.64	-0.21	-1.03
2005	-0.00	-0.43	0.45	0.15	-1.20	0.83	0.64	0.14	2.57	-0.41	0.51	1.43
2006	-0.90	0.49	0.71	1.55	0.67	0.11	1.55	0.92	0.60	-0.09	-1.28	-0.76
2007	-0.86	-0.35	-0.63	0.09	1.96	0.59	-1.01	-0.83	0.13	0.03	0.47	-1.06
2008	1.49	1.85	0.06	0.99	0.18	-0.26	0.11	-1.03	0.16	1.34	0.76	0.71
2009	-0.86	-1.10	0.55	0.41	0.50	1.23	0.01	0.27	-0.63	0.60	-1.25	-0.93
2010	1.33	-1.10	-0.61	-1.24	-1.55	0.10	0.55	1.27	0.32	1.78	-1.42	1.35
2011	0.81	-0.53	1.77	0.41	1.32	1.26	0.54	2.17	0.72	-0.33	-0.92	-0.50
2012	0.40	-0.63	0.19	0.26	-0.13	-1.47	-1.04	-0.97	0.41	-0.57	-0.05	-0.74
2013	1.59	1.47	0.25	-1.51	-0.99	-0.38	1.46	0.87	1.71	1.28	0.47	1.18
2014	-0.76	-0.85	-0.80	-0.93	0.45	-1.35	0.02	-0.13	-1.46	0.06	-0.55	-0.44
2015	2.05	-0.04	0.55	0.31	-0.65	-2.11	-0.62	-1.51	-1.33	-0.32	0.95	0.32
2016	1.51	0.31	-1.23	-1.20	-0.69	0.09	0.95	0.15	0.54	0.95	1.72	-0.64
2017	1.37	-0.73	-0.69	1.64	2.08	1.25	0.72	-0.00	-0.15	1.81	-0.42	1.14
2018	-0.09	0.14	0.09	0.04	1.25	0.38	-0.66	-0.60	-1.28	1.32	-0.55	1.09
2019	1.72	-1.10	-1.25	-1.28	-1.12	-1.65	-1.61	0.72	-1.30	0.82	0.56	-0.50

1970	-0.05	-0.09	1.19	0.09	1.65	2.12	-0.11	1.24	0.25	-1.52	-0.74	1.74
1971	-0.72	0.10	0.46	-0.23	1.28	1.10	2.09	1.61	-0.99	0.59	-0.64	0.57
1972	-0.25	0.24	-0.43	1.87	-1.34	-1.05	-0.80	0.21	-0.62	0.38	1.88	0.75
1973	-1.04	-1.20	2.07	-1.10	0.28	0.31	1.11	1.43	1.36	-1.20	-0.13	-1.08
1974	-1.08	-1.20	1.05	1.18	-0.68	-0.39	-1.29	-0.56	0.51	0.05	0.74	-0.44
1975	1.99	-0.27	-0.78	-1.27	0.20	0.40	0.44	1.53	-0.18	1.14	0.22	1.05
1976	-0.33	1.36	-1.00	-0.24	0.23	-0.72	-0.77	0.02	0.44	0.96	-0.57	-0.38
1977	1.88	-0.15	0.43	0.73	-0.62	-1.69	0.42	-0.00	1.01	1.82	0.51	1.71
1978	1.32	1.63	-1.07	-0.91	0.37	0.06	1.64	0.27	0.66	0.50	-1.16	-0.61
1979	0.02	0.29	-1.06	-0.30	-0.27	0.87	-1.74	-0.47	-0.90	-0.65	-1.31	-0.60
1980	-0.93	-0.19	0.71	-1.13	-0.09	1.67	0.18	-0.85	-0.04	-0.82	0.03	1.26
1981	-0.18	-0.19	-0.43	-0.30	1.54	0.26	1.67	-1.07	-1.62	-0.48	1.53	-0.02
1982	-0.37	0.11	-1.16	0.48	-0.79	-1.05	-1.43	-0.82	2.11	-1.19	-0.53	-0.63
1983	0.59	-0.48	-0.75	-1.54	-0.46	-0.98	-0.54	-0.21	0.52	1.10	1.73	0.66
1984	-1.10	1.52	-1.51	0.80	-0.78	0.47	-0.36	0.09	-0.47	1.19	-1.28	-0.82
1985	-0.20	-0.46	-1.47	1.63	-0.17	-0.85	-0.44	0.49	0.23	0.22	2.03	-1.11
1986	-1.10	-1.13	-1.19	1.31	-0.38	0.15	-0.30	-1.35	-1.18	-0.07	-0.28	1.76
1987	-0.15	0.97	0.61	0.41	-1.73	-0.69	-1.76	0.52	0.66	-1.42	1.20	-1.04
1988	-1.11	1.15	-1.46	1.47	0.43	1.70	0.84	-0.24	-1.81	0.62	0.36	-1.09
1989	0.03	-1.17	0.15	-1.41	0.86	-0.64	-0.25	-1.55	0.35	0.75	-1.05	-1.01
1990	-0.53	1.85	0.89	-1.27	1.48	-0.21	0.25	-1.86	0.08	0.37	0.78	-0.83
1991	-0.47	-1.27	-0.69	0.38	-0.75	0.97	-1.26	0.61	-0.29	-0.86	0.72	0.33
1992	0.35	2.01	-1.62	-1.46	-1.85	-0.96	1.30	-1.33	0.35	0.86	0.22	1.30
1993	-1.00	-0.80	0.64	0.10	-0.83	-1.06	-0.66	-1.13	0.11	-0.89	-1.64	-0.83
1994	-0.79	-1.00	1.63	-0.34	0.80	1.43	0.95	1.40	-0.37	-1.57	-0.25	1.30
1995	-0.08	-0.55	-0.26	-1.22	-0.37	0.82	1.19	1.90	-0.95	-1.29	1.18	-1.02
1996	-1.11	1.59	0.10	0.75	-1.11	0.71	-0.56	-0.02	-0.84	0.29	0.47	0.29
1997	-1.13	-1.03	0.59	-0.38	-1.37	-0.85	1.36	-0.05	0.35	-0.24	-0.27	-0.71
1998	-0.17	-0.63	0.04	0.11	-0.17	0.01	-0.06	-0.49	-0.64	-1.71	0.46	-0.29
1999	0.85	0.74	0.49	1.46	0.02	-0.86	-1.72	0.04	0.75	0.43	0.33	0.45
2000	-0.74	1.17	0.47	0.89	1.03	0.89	-0.49	-0.91	0.86	0.66	-1.36	-0.71
2001	-0.14	-0.30	2.03	-1.45	1.31	-0.53	0.82	0.58	0.48	2.22	-0.90	-0.48
2002	0.77	0.23	-0.13	-0.92	1.90	-0.52	-0.11	1.41	-0.29	-0.19	1.84	1.46
2003	1.09	1.41	1.45	-0.34	-1.24	-0.01	-1.29	-1.18	0.56	-1.22	-1.50	-1.10
2004	-0.34	-0.74	-1.12	0.19	0.76	1.24	-0.07	-1.77	1.65	-1.71	0.01	-1.14
2005	-0.17	-0.50	1.04	0.33	-0.98	0.94	0.59	-0.25	2.16	-0.55	0.03	1.57
2006	-1.19	0.77	0.16	1.27	1.27	-0.33	1.37	1.52	-0.64	0.88	-1.44	-1.07
2007	-0.93	-0.09	-0.69	1.62	1.27	-0.11	-1.13	-1.16	0.37	-0.13	0.23	-1.16
2008	1.47	1.67	0.65	0.90	-0.02	0.21	0.26	0.11	0.10	0.92	0.59	0.31
2009	-0.92	-1.13	0.04	0.19	0.66	0.22	-0.46	-1.33	-0.65	-0.82	-1.26	-0.54
2010	1.01	-1.13	0.03	-0.57	-1.30	-0.26	-0.23	1.30	0.09	0.55	-1.58	0.96
2011	1.08	-0.97	1.90	0.98	0.39	1.60	0.04	0.68	1.48	-1.21	-0.50	-0.42
2012	0.45	-1.03	-0.17	-0.21	0.42	-1.06	0.52	-0.22	-0.57	0.02	0.59	-0.34
2013	1.10	1.42	0.76	-1.10	-0.58	-0.72	1.35	1.22	1.09	1.03	0.02	1.62
2014	-1.15	-0.94	-0.30	-0.90	0.22	-0.63	0.56	-0.31	-0.69	-0.18	0.29	-0.90
2015	2.03	-0.66	1.00	0.60	-1.55	-1.75	-0.57	0.32	-0.85	-0.25	0.65	0.48
2016	1.71	0.69	-0.90	-0.51	-0.05	0.80	0.44	1.09	1.43	-0.11	1.67	-0.77
2017	1.50	-0.48	-0.63	0.99	1.25	1.03	1.10	-0.14	-1.31	1.83	-0.53	1.39
2018	0.26	0.48	0.37	0.30	1.19	0.79	-0.26	0.66	-1.91	1.21	-0.15	1.66
2019	1.48	-0.36	-1.21	-1.85	-1.19	-2.51	-1.59	-0.77	-2.13	-0.26	-0.38	-0.67

รูปที่ 72 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.

1970	0.60	0.76	0.82	0.47	0.54	1.62	1.50	0.89	-0.44	0.03	-0.33	1.91
1971	-0.57	0.06	0.19	-0.04	0.64	-0.15	-0.66	1.68	-1.06	-0.34	-0.97	1.09
1972	-0.92	-0.34	-0.14	0.96	-1.86	0.15	0.44	-0.87	1.05	0.29	1.41	1.76
1973	-1.10	-0.93	1.57	-1.63	0.56	0.78	-0.21	0.30	1.09	-1.15	-0.89	-0.84
1974	-0.92	-0.74	1.56	-1.12	0.09	0.11	0.07	0.86	-0.13	1.71	1.02	-0.57
1975	2.58	0.56	-0.20	-1.49	0.37	-0.17	-0.68	1.26	-0.66	0.52	0.78	1.13
1976	-1.10	0.90	0.13	-0.64	1.51	-1.53	1.11	1.69	0.33	0.67	0.25	0.39
1977	1.50	-1.27	0.56	-0.08	-0.33	-1.76	-0.41	-0.95	-0.42	-0.81	-0.54	1.27
1978	0.78	2.16	-1.22	-0.27	-0.04	-0.88	2.29	-1.55	1.45	-1.06	-1.13	-0.97
1979	-0.41	0.61	-1.52	-0.05	-0.58	-0.09	-1.57	-1.20	0.49	-1.93	-1.27	-1.02
1980	-1.10	-0.47	0.02	-0.55	0.60	0.64	0.45	-0.59	0.70	0.40	0.31	-0.88
1981	-1.03	-0.54	0.13	0.69	0.17	1.09	1.03	0.03	-1.29	-0.62	1.63	-0.72
1982	-0.99	-0.21	-0.86	0.11	-0.38	0.25	-0.62	-0.47	0.25	-0.57	0.31	0.21
1983	0.72	-1.31	-1.44	-1.83	-0.29	0.03	0.08	1.03	-0.36	2.10	1.69	1.69
1984	-0.96	2.01	-0.96	-0.13	-1.28	0.59	0.87	-1.29	-0.40	-0.36	-0.59	-0.93
1985	0.04	-0.20	-1.13	0.32	-0.15	-0.46	-0.46	-1.11	0.83	0.99	1.05	-0.88
1986	-0.99	-1.20	-1.44	0.70	0.19	-0.48	-0.51	0.45	-0.96	-0.30	-1.05	0.37
1987	-0.96	0.17	0.83	0.43	-1.53	1.00	-2.08	1.00	0.32	-0.86	1.79	-0.84
1988	-1.07	-0.13	-0.95	1.12	0.36	1.16	0.79	0.32	-0.49	1.23	-0.62	-0.88
1989	0.77	0.37	0.56	-1.58	0.11	0.11	-0.73	-0.43	-1.59	0.79	-0.47	-0.97
1990	-0.04	1.06	0.61	-0.22	0.90	-1.03	-1.53	-1.61	-1.24	1.74	0.44	-0.93
1991	-1.03	-1.09	-0.40	-0.46	-0.93	-0.20	-1.18	1.18	-1.73	-0.03	-1.10	1.18
1992	1.01	-0.02	-1.51	-1.66	-1.72	-0.48	1.40	-0.24	-0.66	0.84	-0.91	1.13
1993	-0.55	-1.31	0.51	0.07	0.13	-1.71	-1.96	-1.22	-0.09	-1.20	-1.26	-0.37
1994	0.02	-0.29	1.90	-0.19	1.22	1.33	0.03	0.40	-1.66	-1.04	-0.99	0.05
1995	0.36	-1.29	-0.75	-0.79	0.21	-0.73	0.75	1.65	1.06	-0.99	0.36	-0.68
1996	-1.03	1.72	0.51	1.70	-0.13	0.91	-0.03	-0.38	1.89	-0.62	1.70	-0.57
1997	-0.96	-1.07	0.38	-0.04	-1.37	-1.99	0.56	0.64	0.01	-0.02	-0.14	-1.06
1998	0.39	0.55	-0.85	-0.43	0.11	-1.08	1.53	-0.22	-1.24	-0.62	0.82	-0.27
1999	1.06	1.23	-0.36	2.09	1.93	-0.99	-0.12	-0.01	-0.81	0.88	0.57	-0.08
2000	-0.41	1.16	0.01	2.01	0.17	0.95	-0.98	0.32	-0.00	1.08	-1.01	-0.97
2001	0.97	-1.21	1.74	-1.31	1.14	-0.42	-0.58	-1.30	-1.68	0.15	-0.22	0.29
2002	0.82	-0.39	1.04	0.62	0.36	-0.86	-1.06	1.10	1.61	-0.67	1.25	1.70
2003	-0.72	0.20	1.75	-0.78	-1.02	1.30	0.29	-1.03	0.69	-1.51	-1.29	-0.97
2004	1.33	0.94	-1.19	-0.77	0.01	1.41	0.27	-1.25	0.34	-2.11	-1.01	-1.02
2005	-0.26	-0.64	0.01	0.88	-1.56	0.36	-0.15	-0.41	1.33	-1.04	1.35	0.37
2006	-1.10	1.38	0.84	1.39	1.02	0.36	0.09	-0.59	1.67	0.44	-0.67	-1.02
2007	0.26	-0.11	-0.62	0.18	2.22	-0.20	-1.01	-1.69	-0.30	1.00	-0.92	-0.53
2008	0.04	1.58	-1.01	1.01	0.59	-0.53	-0.32	-0.79	1.45	0.93	1.03	0.79
2009	-0.99	-1.12	1.06	0.64	0.48	0.80	-0.04	0.54	-0.21	0.50	-1.18	-0.84
2010	1.53	-1.14	-1.19	-0.90	-1.53	1.23	1.13	0.40	-0.04	1.43	-1.24	1.51
2011	-0.46	0.85	1.82	1.45	1.14	1.29	2.08	1.60	0.38	0.54	-0.24	-0.60
2012	0.96	-0.25	-0.22	0.35	-0.12	-1.15	0.31	-1.22	1.35	-0.69	1.05	-0.33
2013	1.63	-0.12	0.40	-0.72	-0.98	0.68	1.29	0.85	1.34	0.50	0.41	0.64
2014	-1.03	-1.21	-0.06	0.64	-0.50	-0.89	-0.22	1.37	-0.84	-0.36	-0.26	0.51
2015	1.16	0.53	0.87	-0.64	-1.85	-1.66	0.08	-0.18	-0.24	-0.10	0.80	1.42
2016	1.24	-1.33	-0.91	-1.47	-0.19	-0.19	0.23	-0.03	0.22	1.28	1.94	-0.53
2017	1.74	0.19	1.15	-0.15	3.18	2.22	0.34	1.53	0.78	1.10	0.04	1.98
2018	-0.17	1.22	-0.18	1.33	0.03	-0.22	0.37	-0.14	-1.37	-0.65	-0.04	1.04
2019	0.86	0.94	-1.06	-0.94	-0.66	-0.61	-1.92	-0.05	-0.49	-1.28	-0.59	-1.02

1970	0.95	0.85	0.90	0.48	0.27	1.21	1.41	1.27	0.80	-0.42	-0.47	1.66
1971	-0.71	-0.25	0.15	-0.35	1.08	0.81	1.48	0.89	-0.55	0.23	-0.81	1.34
1972	-0.61	0.35	0.14	1.31	-1.54	-0.50	0.48	-0.72	-0.28	0.39	1.49	1.42
1973	-0.96	-0.94	1.97	-1.62	0.46	0.15	0.14	0.91	1.33	-1.28	-0.62	-0.90
1974	-0.80	-1.17	1.37	1.34	0.05	-0.35	-0.42	1.17	0.52	1.50	1.41	-0.40
1975	2.23	-0.07	-0.44	-1.34	0.12	0.73	-0.01	1.68	-0.89	0.94	0.92	1.21
1976	-0.96	1.07	-0.41	-0.84	0.31	-1.02	0.97	1.07	-0.07	0.46	0.00	0.43
1977	2.01	-0.84	1.00	0.33	-0.51	-1.82	0.08	-0.42	0.83	0.01	-0.75	1.12
1978	0.67	2.03	-1.21	-1.11	-0.15	-0.95	2.41	-0.63	0.52	-0.96	-1.27	-0.90
1979	-0.91	0.18	-1.26	-0.11	-0.77	0.80	-1.44	-0.77	0.22	-1.43	-1.33	-0.98
1980	-1.02	-1.11	0.54	-0.73	0.95	0.43	0.57	-0.94	0.57	-0.11	0.20	0.55
1981	-0.85	-1.00	-0.42	0.80	0.72	0.12	1.07	-0.50	-1.58	-0.23	1.53	-0.23
1982	-0.80	-0.89	-1.10	-0.41	-0.38	-0.27	-1.12	-1.09	0.94	-0.69	-0.35	-0.72
1983	0.43	-1.17	-1.30	-1.50	-0.08	-0.40	-1.01	-0.15	-0.47	2.37	1.59	1.61
1984	-0.80	1.84	-1.29	0.07	-0.89	0.87	-0.53	-0.96	-0.23	0.25	-1.07	-0.94
1985	-0.27	-0.07	-1.13	1.07	-0.35	-0.26	-0.65	-1.29	0.75	1.26	1.65	-0.90
1986	-0.85	-0.59	-1.12	0.87	-0.04	-0.08	-0.99	-0.24	-0.68	-0.64	-0.72	1.49
1987	-0.85	0.87	0.97	0.32	-1.44	1.24	-2.03	1.65	0.23	-1.25	1.40	-0.87
1988	-0.96	0.27	-1.34	1.31	0.35	1.73	0.62	0.26	-1.66	1.07	0.06	-0.90
1989	-0.45	0.48	0.70	-1.46	0.47	-0.13	0.15	-1.11	-1.52	1.15	-0.87	-0.98
1990	-0.45	1.50	0.71	0.09	1.02	-1.04	-1.10	-0.99	-0.74	0.59	0.65	-0.94
1991	0.40	-1.23	-0.97	-0.17	-1.37	0.75	-0.80	1.47	-1.58	-0.09	-0.75	0.37
1992	1.06	1.29	-1.37	-1.59	-1.78	-0.55	1.79	-0.20	0.69	0.37	-0.83	1.48
1993	-0.80	-1.11	1.38	0.08	-0.53	-1.68	-1.57	-1.26	0.23	-1.18	-1.31	-0.79
1994	-0.96	-0.74	1.92	-0.01	1.68	1.25	1.05	0.90	-1.47	-1.50	-0.81	-0.18
1995	0.06	-0.94	0.05	-0.92	0.18	-0.52	0.94	1.68	-0.21	-0.59	1.12	-0.90
1996	-0.91	2.01	0.84	1.61	-0.88	1.41	-0.58	0.69	1.89	-0.35	1.39	-0.83
1997	-0.80	-1.05	0.51	0.16	-1.45	-1.46	1.07	1.35	-0.94	-0.27	-0.24	-1.06
1998	-0.49	-0.59	-0.58	-0.55	-0.41	-1.03	0.38	-0.87	-0.79	-1.44	0.94	-0.16
1999	0.92	0.68	-0.11	2.05	1.27	-0.83	-1.04	0.34	-0.32	1.06	0.46	0.37
2000	-0.80	1.19	0.22	1.76	0.55	0.74	-0.83	-0.78	0.22	0.58	-1.21	-0.94
2001	0.21	-1.11	1.74	-1.32	0.99	-0.72	-0.19	0.57	-1.65	0.97	-0.56	0.24
2002	0.83	0.30	0.45	0.14	0.54	-1.57	-1.10	1.29	1.94	-0.69	1.65	1.79
2003	0.57	-0.46	1.36	-0.39	-1.09	0.60	0.45	-1.48	0.81	-2.01	-1.31	-0.98
2004	0.03	0.64	-1.27	-0.72	0.86	2.06	-0.09	-1.60	0.96	-1.98	-0.38	-1.02
2005	0.83	-0.04	-0.44	0.90	-1.49	0.86	0.23	-0.79	1.90	-1.01	0.44	0.88
2006	-1.02	0.92	0.80	1.47	1.55	0.39	1.19	0.72	1.05	0.79	-0.81	-1.02
2007	-0.91	-0.14	-0.42	-0.23	2.11	-0.13	-1.21	-1.09	0.24	0.48	-0.74	-0.94
2008	1.06	1.73	-0.25	0.74	0.01	-0.32	-0.46	-1.27	0.56	1.25	1.15	1.15
2009	-0.91	-1.00	0.60	0.96	0.21	1.49	0.01	0.15	-0.29	0.50	-1.04	-0.94
2010	1.61	-1.11	-0.75	-0.96	-1.68	0.64	0.88	0.98	-0.49	1.10	-1.32	1.74
2011	0.40	0.59	1.77	0.99	1.27	0.64	1.25	1.30	1.03	-0.23	-0.32	-0.66
2012	0.71	-1.00	-0.26	0.18	0.25	-1.23	-0.11	-1.11	0.52	-0.81	0.70	-0.66
2013	1.56	1.18	0.55	-1.33	-0.85	0.18	1.04	0.91	1.63	-0.04	0.30	1.02
2014	-0.85	-1.11	-0.46	0.51	-0.01	-0.83	0.25	0.53	-1.07	-0.04	-0.37	-0.62
2015	1.80	0.12	0.82	-0.16	-1.52	-1.79	-0.81	-1.36	-0.78	-0.33	0.91	0.63
2016	1.35	-0.64	-1.23	-1.41	-0.06	-0.24	0.11	-0.03	0.54	1.47	1.98	-0.53
2017	1.49	-0.07	0.20	0.89	1.94	1.61	0.28	0.14	-0.22	1.44	-0.30	1.70
2018	-0.34	0.93	-0.47	0.19	0.70	0.01	-0.17	-0.27	-1.56	-0.20	-0.22	1.07
2019	1.36	0.81	-1.16	-1.11	-0.57	-0.91	-1.72	0.30	-0.80	-0.55	-0.23	-0.87

รูปที่ 73 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี P.

1970	0.28	0.28	1.19	0.76	0.41	1.98	0.43	1.45	1.24	-0.80	-0.56	1.46
1971	-0.68	-0.26	0.30	-0.18	0.99	0.44	1.45	1.16	-0.65	-0.06	-0.75	0.82
1972	-0.72	0.79	-0.12	1.24	-1.41	-0.41	-0.51	-0.54	-0.53	0.81	1.33	1.29
1973	-0.98	-1.03	1.93	-1.68	0.11	0.25	1.08	0.83	1.52	-1.22	-0.65	-0.86
1974	-0.72	-1.14	1.22	1.62	-0.47	-0.81	-0.67	0.77	0.06	1.41	1.26	-0.21
1975	2.19	0.13	-0.17	-1.58	0.72	0.65	0.47	1.65	-0.58	1.16	0.87	0.94
1976	-0.94	1.34	-0.85	-0.87	0.15	-0.31	0.47	-0.33	0.54	0.62	-0.38	0.23
1977	1.99	-1.00	0.92	0.87	-0.72	-2.22	0.52	0.03	1.17	0.43	-0.25	1.44
1978	0.74	1.78	-0.78	-1.02	-0.22	-0.58	2.41	-0.02	0.62	-0.56	-1.34	-0.94
1979	-0.68	0.69	-1.36	-0.23	-0.41	1.42	-1.68	-0.86	-0.77	-1.53	-1.40	-1.03
1980	-1.06	-0.71	0.86	-0.79	0.63	1.47	1.00	-0.66	0.92	-0.62	0.38	0.88
1981	-0.90	-0.57	-0.12	0.43	0.80	-0.78	1.56	-1.16	-1.82	0.21	1.31	-0.15
1982	-0.86	-0.95	-0.71	-0.07	-0.72	-1.24	-1.37	-1.91	1.54	-0.50	0.10	-0.34
1983	0.99	-1.19	-1.41	-1.26	0.06	-0.21	0.07	0.15	-0.14	1.66	1.64	0.88
1984	-0.90	1.84	-1.38	0.29	-0.65	0.22	-0.81	-0.75	0.17	0.14	-0.74	-0.94
1985	0.04	-0.17	-1.35	0.68	-0.08	-0.30	-0.32	-1.55	0.14	1.28	1.71	-0.86
1986	-0.90	-0.64	-1.29	1.22	-0.12	-0.32	-0.71	-1.08	-0.65	-0.32	-0.78	1.64
1987	-0.94	1.06	0.64	0.10	-1.51	0.88	-2.41	1.47	0.50	-1.10	1.03	-0.86
1988	-0.94	0.59	-1.20	1.80	0.64	1.59	0.88	0.15	-1.85	1.47	-0.01	-0.86
1989	-0.41	-0.53	0.09	-1.04	0.87	-0.24	-0.27	-1.06	-1.20	0.80	-0.91	-0.94
1990	-0.35	1.07	0.99	-0.38	1.53	-0.92	-0.69	-0.57	-0.46	0.09	0.77	-0.94
1991	0.43	-1.31	-0.98	0.28	-0.86	-0.51	-1.27	1.03	-1.30	-0.62	-0.93	0.42
1992	1.14	1.63	-1.55	-1.60	-1.89	-0.65	1.85	-0.64	1.15	-0.18	-0.77	1.59
1993	-0.82	-1.22	0.95	-0.17	-1.00	-1.55	-1.03	-1.14	0.02	-1.50	-1.38	-0.86
1994	-0.98	-0.75	2.01	-0.06	1.79	1.18	0.06	1.18	-1.10	-1.47	-0.72	0.33
1995	0.02	-1.06	-0.36	-0.98	0.24	-0.37	1.31	1.74	-1.05	-0.48	0.89	-0.86
1996	-0.82	2.02	0.58	1.66	-1.25	1.26	-0.83	0.39	0.94	0.22	1.27	-0.78
1997	-0.90	-1.08	0.84	0.47	-1.42	-1.40	0.65	0.46	-0.52	-0.20	-0.34	-1.12
1998	-0.41	-0.62	-0.14	-0.42	-0.62	0.29	0.10	-0.32	-0.01	-1.12	1.09	-0.62
1999	0.93	0.54	-0.09	1.68	0.83	-0.29	-0.83	0.42	0.74	1.09	0.72	0.62
2000	-0.94	1.14	-0.14	1.21	1.11	0.69	-0.61	-0.47	-0.37	0.85	-1.26	-0.94
2001	-0.11	-1.25	1.75	-1.32	1.04	-0.69	-0.16	1.43	-1.45	1.28	-0.68	-0.15
2002	0.73	-0.26	0.34	-0.95	1.05	-1.37	-1.42	1.20	1.65	-0.44	1.70	1.79
2003	0.60	-0.06	1.50	-0.67	-0.94	0.66	0.09	-1.23	1.01	-1.93	-1.38	-0.94
2004	-0.38	0.99	-1.39	-0.61	0.23	1.99	0.86	-1.69	0.64	-1.98	-0.39	-1.03
2005	0.77	-0.42	-0.28	0.58	-1.26	0.96	0.31	-1.02	2.24	-1.21	0.49	1.08
2006	-1.02	0.80	0.22	1.70	1.57	0.07	0.37	1.02	-0.06	1.24	-1.02	-1.12
2007	-0.94	-0.06	-0.79	0.34	1.77	0.13	-1.16	-0.91	-0.15	0.15	-0.77	-1.03
2008	1.18	1.66	-0.20	0.76	-0.69	0.12	-0.63	-1.15	-0.19	1.05	1.04	1.15
2009	-0.94	-0.85	0.54	0.69	0.29	1.00	-0.38	-0.18	0.07	0.47	-1.06	-1.03
2010	1.59	-1.16	-0.61	-0.87	-1.52	0.18	0.11	1.66	0.02	0.74	-1.40	1.55
2011	0.93	0.44	1.77	1.03	1.16	1.26	1.23	1.29	1.14	0.24	-0.40	-0.70
2012	0.75	-0.95	0.10	0.32	0.36	-0.87	0.16	-0.76	-0.09	-0.79	1.18	-0.47
2013	1.36	1.11	0.86	-1.51	-0.62	0.21	1.08	0.90	1.31	-0.42	0.08	1.48
2014	-0.79	-1.11	-0.62	0.18	-0.31	-0.81	0.36	0.30	-0.64	-0.34	0.27	-0.94
2015	1.73	0.34	1.01	-0.36	-1.65	-1.93	-0.27	-0.81	-0.78	-0.01	0.86	0.37
2016	1.65	-0.40	-0.94	-1.01	0.27	0.09	0.49	0.28	0.93	1.10	2.04	-0.21
2017	1.38	-0.18	0.43	0.60	1.48	1.16	0.93	-0.08	-0.50	1.94	-0.57	1.80
2018	-0.28	1.01	-0.36	0.65	0.96	0.11	-0.41	0.05	-1.61	-0.19	-0.12	1.33
2019	1.16	0.81	-0.94	-1.31	-0.77	-1.17	-1.49	0.23	-1.52	-1.06	-0.22	-0.78

1970	0.29	-0.12	1.53	0.68	0.92	2.27	-0.31	1.51	1.18	-1.29	-0.64	1.43
1971	-0.77	-0.18	0.00	-0.32	1.03	0.93	1.77	0.87	-0.93	-0.15	-0.87	0.66
1972	-0.63	0.91	-0.18	1.54	-1.41	-0.96	-0.84	-0.16	-1.06	0.72	1.33	1.07
1973	-1.02	-1.21	2.01	-1.67	-0.16	-0.16	1.20	0.92	1.65	-1.30	-0.66	-0.95
1974	-0.79	-1.13	0.99	1.65	-0.88	-0.79	-1.17	0.72	0.09	0.97	1.14	-0.28
1975	2.12	-0.20	-0.15	-1.74	0.78	0.39	0.82	1.58	-0.42	1.46	0.63	0.77
1976	-0.86	1.44	-0.93	-0.21	-0.02	-0.09	-0.18	-0.65	0.85	0.60	-0.42	-0.62
1977	2.65	-1.06	0.46	0.55	-0.58	-2.65	0.43	0.07	0.72	1.02	0.43	1.68
1978	0.71	1.33	-0.72	-0.42	-0.05	-0.27	2.12	0.32	0.61	0.51	-0.76	-0.86
1979	-0.37	1.22	-1.44	-0.13	-0.11	1.30	-1.62	-0.73	-1.38	-1.43	-1.48	-0.99
1980	-1.07	-0.30	0.85	-0.68	0.33	1.78	1.03	-0.99	0.92	-0.65	0.09	0.95
1981	-0.91	-0.44	-0.40	0.06	1.38	-0.51	1.58	-1.06	-1.55	0.42	1.22	-0.15
1982	-0.70	-0.76	-0.67	0.13	-1.07	-1.80	-1.44	-1.72	1.94	-0.74	0.15	-0.48
1983	1.16	-0.97	-1.38	-1.35	0.02	-0.82	-0.15	-0.04	-0.54	1.47	1.56	0.97
1984	-0.97	1.75	-1.48	0.49	-0.71	-0.15	-0.74	-0.50	0.41	0.48	-0.72	-0.95
1985	0.18	-0.73	-1.42	1.11	0.10	-0.51	-0.15	-1.07	-0.44	1.07	1.78	-0.90
1986	-0.99	-0.68	-1.35	1.27	-0.34	-0.12	-0.53	-1.64	-1.02	-0.41	-0.50	1.67
1987	-0.99	1.12	0.56	0.07	-1.56	0.19	-2.17	1.23	0.77	-1.28	1.09	-0.95
1988	-1.02	0.92	-1.15	2.19	0.64	1.40	0.15	0.01	-1.99	1.04	-0.14	-0.95
1989	-0.08	-1.21	-0.08	-0.72	0.85	-0.19	0.11	-1.37	-0.30	0.40	-0.92	-0.99
1990	-0.57	1.45	0.97	-0.76	1.67	-0.42	-0.16	-0.56	0.05	0.27	0.78	-0.95
1991	0.48	-1.26	-0.75	0.04	-0.62	-0.63	-1.23	0.79	-0.79	-1.07	-0.76	0.35
1992	0.89	1.82	-1.62	-1.64	-1.87	-0.88	1.73	-0.55	0.73	-0.07	-0.78	1.72
1993	-0.89	-1.21	0.94	-0.63	-1.25	-1.42	-0.86	-1.33	0.35	-1.42	-1.45	-0.82
1994	-1.05	-0.79	1.85	-0.36	1.43	1.40	0.43	1.29	-0.63	-1.38	-0.58	0.90
1995	0.21	-0.92	-0.63	-1.15	0.33	-0.16	1.45	1.86	-1.24	-0.71	1.08	-0.78
1996	-0.89	1.91	0.23	0.97	-1.38	0.72	-0.83	0.31	0.19	1.04	1.28	-0.78
1997	-0.63	-1.06	0.86	0.16	-1.11	-1.18	0.64	-0.00	-0.34	0.65	-0.31	-1.08
1998	-0.24	-0.56	-0.19	0.22	-0.53	0.75	-0.69	-0.19	-0.10	-1.43	0.95	-0.58
1999	0.86	0.17	0.21	1.07	0.78	-0.05	-1.26	0.56	0.30	0.39	0.75	0.79
2000	-0.99	0.94	0.12	0.67	1.38	0.81	-0.34	-0.81	-0.14	0.15	-1.39	-0.82
2001	-0.23	-1.21	1.82	-1.35	0.91	-0.41	0.03	1.52	-0.25	1.68	-1.19	-0.15
2002	0.93	-0.37	-0.49	-1.32	1.33	-0.82	-1.26	1.23	1.44	-0.21	1.71	1.81
2003	0.54	0.75	1.38	-0.73	-1.07	0.48	0.03	-1.08	1.04	-1.88	-1.48	-0.95
2004	-0.46	0.81	-1.41	-0.20	0.39	1.71	0.91	-1.59	0.84	-1.66	-0.21	-0.99
2005	0.78	-0.37	0.73	-0.07	-1.15	1.05	0.71	-0.73	2.12	-1.17	0.25	1.18
2006	-1.05	0.95	0.39	1.72	1.36	-0.19	0.67	1.00	-0.40	1.14	-1.51	-0.99
2007	-0.99	-0.21	-0.73	0.66	1.54	0.27	-1.44	-0.73	0.31	0.50	-0.55	-1.04
2008	1.47	1.55	0.51	1.19	-0.73	0.65	-0.02	-1.07	-0.55	0.96	0.82	0.64
2009	-0.99	-0.79	0.31	0.63	0.39	0.72	-0.02	-1.13	-0.20	-0.00	-0.40	-0.95
2010	1.26	-1.25	-0.41	-0.78	-1.35	-0.10	-0.07	1.82	0.31	-0.11	-1.49	1.47
2011	1.02	0.22	1.78	1.07	0.98	1.44	1.12	1.26	1.28	0.38	-0.47	-0.62
2012	0.65	-0.91	0.18	0.44	0.25	-0.61	0.20	-0.51	-0.32	-0.80	1.30	-0.31
2013	1.28	1.06	0.89	-1.43	-0.58	0.22	1.01	0.89	1.27	-0.25	-0.03	1.52
2014	-0.84	-0.98	-0.70	-0.09	-0.49	-0.64	0.23	0.28	-0.58	-0.34	0.47	-0.78
2015	1.70	0.34	1.00	-0.22	-1.63	-1.75	-0.21	-0.41	-0.83	0.14	0.77	0.26
2016	1.72	-0.38	-0.75	-0.76	0.34	0.25	0.52	0.53	1.24	0.87	2.05	-0.09
2017	1.26	-0.30	0.46	0.89	1.21	0.97	1.08	-0.08	-0.69	2.23	-0.71	1.69
2018	-0.33	0.98	-0.31	0.95	0.97	0.25	-0.60	0.30	-1.62	-0.06	-0.10	1.45
2019	1.07	0.76	-0.85	-1.49	-0.88	-1.27	-1.39	0.30	-1.90	-1.05	-0.26	-0.66

รูปที่ 74 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.

1970	0.44	0.19	1.38	0.71	0.95	2.16	1.31	0.94	-0.18	-0.20	-0.45	1.89
1971	-0.65	-0.02	-0.01	0.59	0.62	-0.47	-1.10	1.60	-1.06	-0.66	-1.07	0.93
1972	-1.09	-0.29	0.07	0.74	-2.17	0.93	-0.73	-0.96	0.63	0.51	1.33	1.83
1973	-1.14	-0.95	1.58	-1.41	0.26	0.45	0.43	0.01	1.30	-1.30	-0.97	-0.82
1974	0.03	-0.35	0.88	0.70	-0.28	-0.20	-0.07	-0.16	-0.56	1.48	0.73	-0.64
1975	2.43	1.38	0.38	-1.33	0.39	-0.23	-0.17	1.15	-0.24	0.45	0.70	0.89
1976	-1.14	1.03	0.31	-0.41	1.70	-1.70	1.02	1.48	0.59	1.08	0.38	-0.18
1977	0.76	-1.32	0.22	0.10	-0.15	-1.75	-1.00	0.29	-0.04	-0.92	-0.72	1.41
1978	0.52	2.08	-0.89	-0.17	0.06	-0.55	2.25	-1.33	1.69	-1.11	-0.79	-0.96
1979	-0.38	0.94	-1.58	-0.05	-0.49	-0.01	-1.30	-1.72	0.10	-1.77	-1.29	-0.96
1980	-1.16	-0.48	-0.11	-0.77	0.39	1.74	0.72	-0.76	0.62	0.39	0.32	-0.89
1981	-1.09	-0.33	0.60	0.35	0.14	0.91	1.14	-0.47	-1.43	-0.51	1.53	-0.79
1982	-1.09	0.15	-0.77	0.19	-0.89	0.18	-0.66	-0.92	1.12	-0.61	0.62	1.06
1983	1.15	-1.34	-1.50	-1.78	-0.39	0.63	0.34	1.11	-0.26	1.71	1.62	1.60
1984	-1.04	1.41	-0.58	-0.51	-1.23	0.43	0.86	-1.42	-0.34	-0.51	-0.38	-0.92
1985	0.51	0.34	-1.16	0.19	0.06	-0.79	-0.06	-1.31	0.64	1.04	0.75	-0.89
1986	-1.07	-1.26	-1.51	1.12	0.18	-0.31	-0.10	0.10	-1.35	-0.24	-0.91	0.32
1987	-1.02	0.58	0.58	0.35	-1.42	0.87	-2.06	0.36	0.88	-0.45	1.85	-0.82
1988	-1.11	0.24	-0.76	1.28	0.50	0.25	0.55	0.40	-0.46	1.30	-1.16	-0.89
1989	0.92	-0.48	-0.39	-1.32	0.43	0.42	-0.84	-0.07	-1.39	1.02	-0.42	-0.96
1990	-0.14	1.31	1.25	-1.13	1.25	-0.94	-1.39	-1.55	-1.23	1.80	0.33	-0.92
1991	0.01	-1.19	0.11	-0.55	-0.31	-1.16	-1.10	1.42	-1.80	-0.60	-1.20	1.50
1992	1.11	-0.47	-1.57	-1.68	-1.49	-0.25	1.05	0.08	-0.73	0.33	-0.94	1.25
1993	-0.61	-1.15	0.40	-0.44	0.10	-1.73	-1.43	-1.30	-0.49	-1.37	-1.27	-0.05
1994	-0.07	-0.02	1.85	-0.61	1.31	1.70	-1.29	0.74	-1.11	-1.13	-1.10	0.11
1995	0.51	-1.19	-0.88	-0.77	0.01	-0.24	1.26	1.91	0.52	-1.01	0.09	-0.61
1996	-0.67	1.36	0.37	1.78	-0.20	0.56	-0.90	-0.31	1.98	-0.06	1.82	-0.53
1997	-1.02	-1.10	0.68	0.22	-1.00	-2.27	0.43	-0.48	-0.11	0.19	-0.48	-1.03
1998	0.40	1.23	-0.54	-0.06	0.50	-0.44	1.58	0.41	-1.67	-0.45	1.09	-0.26
1999	1.09	0.79	-0.83	1.99	1.98	-1.16	0.03	0.07	-0.85	0.91	0.76	-0.15
2000	0.50	0.65	-0.64	1.80	0.38	1.37	-0.39	1.02	-0.06	0.93	-1.07	-0.96
2001	0.93	-1.19	1.46	-1.03	0.99	-0.33	-0.44	-0.76	-1.64	-0.07	-0.17	0.59
2002	0.76	-1.24	0.65	0.17	-0.21	-0.26	-1.14	1.52	1.28	-0.51	0.49	1.94
2003	-0.83	0.25	1.51	-1.13	-0.98	1.06	0.13	-0.70	0.45	-1.42	-1.32	-0.96
2004	1.46	1.13	-1.03	-0.79	-0.31	0.75	0.77	-1.63	0.30	-1.97	-0.91	-0.99
2005	-0.35	-0.87	0.02	0.79	-1.50	0.30	-0.20	-0.46	1.41	-1.17	1.76	0.12
2006	-1.16	1.62	0.75	1.14	0.61	0.54	-0.37	-0.66	1.64	0.64	-0.14	-0.96
2007	-1.07	-0.14	-0.93	0.55	1.85	-0.11	-0.87	-1.01	-0.16	1.20	-0.98	-0.48
2008	-0.37	1.41	-1.19	1.26	0.25	-0.03	-0.26	-0.00	1.16	0.72	0.92	0.09
2009	-1.07	-1.14	1.07	0.38	0.71	-0.48	-0.09	0.37	-0.22	0.30	-0.62	-0.79
2010	1.48	-0.93	-1.45	-0.60	-1.68	0.61	0.97	0.40	0.06	1.61	-1.27	1.12
2011	-0.40	0.80	1.94	1.66	1.11	0.96	2.10	1.44	0.30	0.84	-0.19	-0.58
2012	1.14	-0.54	-0.05	0.46	-0.04	-1.02	0.23	-1.40	1.28	-0.64	1.21	-0.33
2013	1.45	-0.71	0.53	-0.50	-0.99	0.67	1.30	0.81	1.42	0.60	0.37	0.47
2014	-1.09	-1.24	0.07	0.90	-0.56	-0.65	-0.14	1.37	-0.74	-0.50	0.04	0.47
2015	0.85	0.50	0.88	-0.88	-1.98	-1.67	0.52	-0.08	-0.04	-0.03	0.74	1.37
2016	1.38	-1.35	-1.01	-1.45	-0.16	-0.16	0.28	-0.41	0.04	1.28	1.94	-0.28
2017	1.72	0.09	1.48	-0.04	3.28	3.11	0.51	1.47	0.87	1.10	0.18	1.94
2018	-0.03	1.19	-0.13	1.52	-0.03	-0.15	0.53	-0.22	-1.44	-0.76	0.01	0.99
2019	0.44	1.17	-0.97	-0.87	-0.44	-0.45	-1.72	-0.07	-0.53	-1.37	-0.54	-0.99

1970	-0.20	1.33	1.22	0.88	1.05	2.37	0.87	0.95	0.42	-0.04	-0.03	2.04
1971	-0.66	0.36	-0.02	0.32	0.55	-0.79	-1.05	1.90	-1.00	-0.79	-1.17	0.24
1972	-1.10	-0.27	-0.03	1.05	-2.21	0.90	-1.20	-0.53	1.94	0.32	1.36	1.82
1973	-0.92	-0.96	1.61	-1.65	0.09	0.05	-0.17	-0.39	0.72	-1.06	-0.38	-0.38
1974	-0.95	-0.69	1.04	0.96	-0.14	-0.41	0.51	0.10	-0.95	1.90	0.66	-0.41
1975	2.22	0.79	0.47	-1.50	0.30	-0.40	-0.01	1.06	-0.82	0.22	0.54	0.93
1976	-1.16	1.15	0.17	-0.66	1.70	-1.84	1.33	1.21	0.21	0.47	0.19	0.12
1977	0.43	-0.85	-0.50	0.31	-0.50	-1.69	-0.94	0.00	-0.06	-1.12	-0.69	1.29
1978	0.79	2.23	-1.04	-0.39	-0.05	-0.07	1.57	-1.67	1.38	-1.09	-0.97	-0.95
1979	-0.18	-0.52	-1.71	-0.43	-0.52	-0.19	-1.57	-1.78	-0.59	-2.03	-1.14	-0.99
1980	-1.16	-0.48	-0.72	-0.64	-0.50	1.71	0.76	0.38	0.85	0.50	0.56	-0.92
1981	-1.10	-0.16	0.31	0.44	0.53	0.75	0.93	-0.36	-1.21	-0.61	1.60	-0.84
1982	-1.07	-0.18	0.16	1.28	-0.48	0.22	-0.53	-0.64	0.13	-0.66	0.36	0.85
1983	0.86	-1.39	-1.47	-1.89	-0.76	-0.07	1.17	1.97	0.25	1.67	1.67	1.27
1984	-0.59	1.43	-0.01	-0.18	-1.16	0.02	0.97	-1.39	-0.54	-0.63	-0.51	-0.95
1985	0.69	0.03	-1.26	-0.29	-0.10	-0.93	0.17	-1.03	0.67	1.13	0.62	-0.88
1986	-1.07	-1.03	-1.60	0.62	0.74	-0.67	-0.02	0.10	-1.25	0.15	-0.42	0.59
1987	-1.01	0.38	0.18	-0.20	-1.34	0.25	-1.89	-1.28	1.03	-0.64	1.97	-0.84
1988	-1.10	0.65	-0.92	1.31	0.83	0.11	0.33	1.00	0.47	1.36	-1.31	-0.92
1989	1.59	-1.08	0.18	-1.36	0.43	-0.02	-1.08	0.52	-0.80	0.44	-0.25	-0.99
1990	-0.11	-0.00	1.02	-0.95	0.99	-1.05	-1.04	-1.44	-1.29	1.90	0.15	-0.95
1991	-1.01	-0.66	-0.32	-0.52	-0.00	-1.55	-1.05	0.25	-1.89	-0.43	-1.03	1.46
1992	1.33	-0.30	-1.57	-1.32	-1.78	-0.53	1.07	-0.31	-0.68	0.71	-1.33	1.21
1993	-0.38	-1.14	0.37	-0.54	-0.26	-1.25	-1.40	-0.09	0.08	-1.12	-1.35	-0.23
1994	-0.18	-0.11	1.35	-0.29	1.02	1.23	-1.52	0.14	-1.04	-0.98	-1.22	0.76
1995	0.25	-1.31	-0.82	-1.01	-0.05	-0.13	0.53	1.81	1.26	-0.89	-0.27	-0.64
1996	-1.01	0.50	0.45	1.52	0.40	0.39	-0.41	-0.60	1.80	-0.48	1.74	-0.52
1997	-0.87	-0.73	0.54	0.12	-1.47	-2.31	-0.90	-0.78	0.34	-0.06	-0.22	-1.07
1998	0.72	1.10	-0.80	-0.47	0.51	0.11	1.90	0.64	-1.22	-0.06	0.96	-0.12
1999	1.17	1.16	-0.70	1.92	1.79	-0.97	-0.06	-0.74	-1.15	1.08	0.70	-0.44
2000	-0.54	1.16	-0.19	1.84	0.22	0.94	-0.56	0.49	-0.89	1.04	-1.20	-0.81
2001	1.09	-1.14	1.76	-1.06	0.77	-0.44	-0.89	-1.31	-1.43	0.41	-0.11	-1.28
2002	0.29	-0.87	0.45	-0.64	0.13	0.08	-1.01	0.43	0.65	-0.14	0.88	1.87
2003	-0.84	0.67	1.96	-0.89	-0.79	1.77	0.86	-0.24	0.49	-1.43	-1.41	-0.95
2004	1.49	1.57	-1.25	-0.48	-0.75	0.69	0.83	-0.42	-0.22	-2.08	-1.00	-1.03
2005	-0.24	-1.43	0.58	1.04	-0.43	0.43	-0.25	-0.50	1.28	-0.84	1.60	0.98
2006	-0.84	1.64	0.91	1.11	0.88	0.90	-0.50	-1.41	1.30	0.58	-0.12	-0.84
2007	0.54	0.26	-0.80	1.25	1.95	0.45	0.73	-1.54	-0.98	0.48	-0.86	-0.49
2008	0.52	1.07	-0.86	1.15	0.44	0.87	0.29	-0.01	1.04	0.97	0.96	-0.92
2009	-1.01	-1.16	1.26	0.37	1.10	0.44	-0.11	0.95	0.04	0.46	-0.70	-0.49
2010	1.47	-0.87	-1.43	-0.44	-0.95	0.97	0.92	1.10	0.57	1.47	-1.17	1.10
2011	-0.66	0.87	1.89	1.53	0.98	1.01	2.29	1.37	0.07	0.71	-0.27	-0.47
2012	1.22	-0.11	-0.19	0.30	-0.09	-1.15	0.22	-1.20	1.56	-0.67	1.23	-0.21
2013	1.47	-0.96	0.34	-0.18	-1.18	0.77	1.37	0.97	1.47	0.76	0.48	0.44
2014	-1.07	-1.14	0.23	0.73	-0.74	-0.59	-0.56	1.27	-0.85	-0.50	-0.08	0.76
2015	0.54	0.58	0.65	-0.69	-2.08	-1.36	0.23	0.14	0.12	-0.15	0.70	1.49
2016	0.98	-1.37	-0.96	-1.37	-0.39	-0.15	0.12	-0.00	0.05	1.31	1.89	-0.36
2017	1.76	0.34	1.43	-0.17	2.23	1.87	0.22	1.39	0.97	0.92	0.29	1.98
2018	0.46	1.28	0.06	1.48	-0.22	-0.27	0.40	0.03	-1.61	-0.84	0.03	1.08
2019	0.36	1.09	-0.91	-0.73	-0.56	-0.40	-1.60	-0.15	-0.39	-1.52	-0.77	-1.03

รูปที่ 75 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี C.

1970	-0.37	-0.24	1.46	0.73	0.60	2.14	0.44	0.45	0.25	-0.51	-0.67	1.87
1971	-0.49	0.33	0.02	0.56	0.75	-0.07	-0.93	1.46	-0.95	-1.14	-0.92	1.26
1972	-0.96	-0.29	-0.24	1.04	-2.34	1.38	-1.20	-1.09	0.27	0.72	1.35	1.68
1973	-1.13	-1.03	0.87	-0.91	-0.48	-0.08	0.52	-0.63	0.84	-1.39	-0.86	-0.72
1974	0.66	0.17	0.59	-0.04	-0.32	-1.21	-0.03	-0.58	-0.62	1.11	1.31	-0.52
1975	2.53	1.59	0.64	-1.68	0.72	-0.21	0.65	0.14	0.08	0.12	0.70	0.25
1976	-1.13	0.38	0.58	-0.40	1.21	-1.89	0.89	0.85	0.26	1.24	0.24	-0.23
1977	-0.26	-1.35	-0.38	0.26	0.11	-1.45	-1.31	0.57	0.47	-1.03	-0.90	1.58
1978	0.46	1.79	-0.86	-0.14	0.08	-0.42	2.34	-1.06	1.78	-1.04	-0.67	-0.96
1979	-0.22	0.93	-1.77	0.17	-0.18	0.21	-1.58	-1.83	-0.23	-1.75	-1.29	-1.05
1980	-1.19	-0.58	-0.23	-0.75	0.08	1.97	0.39	-0.55	0.69	0.24	0.23	-0.80
1981	-0.96	0.03	0.35	0.04	0.33	0.54	1.22	-0.90	-1.61	-0.27	1.51	-0.58
1982	-0.96	0.75	-0.45	0.17	-1.12	0.23	-0.22	-0.68	1.97	-0.44	0.40	1.48
1983	1.59	-1.11	-1.73	-1.64	-0.96	0.93	0.43	1.37	-0.41	1.41	1.27	1.37
1984	-0.91	0.79	-0.63	-0.36	-0.64	0.63	0.51	-0.44	-0.70	-0.36	-0.19	-0.88
1985	0.66	0.39	-1.16	-0.05	0.24	-0.64	-0.24	-1.44	0.47	1.02	0.56	-0.80
1986	-0.96	-1.31	-1.31	0.80	-0.11	-0.65	-0.81	-0.63	-1.77	-0.36	-1.02	0.05
1987	-1.02	0.79	0.85	0.62	-1.19	0.19	-1.58	0.19	1.37	-0.02	1.72	-0.65
1988	-1.07	0.71	-0.65	1.57	0.85	-0.09	0.89	-0.18	-0.91	1.55	-1.22	-0.80
1989	0.44	-1.37	0.37	-0.92	0.70	-0.18	-0.93	0.04	-1.71	1.31	-0.60	-0.96
1990	-0.58	0.89	1.58	-1.46	1.47	-0.22	-0.75	-1.70	-0.69	1.62	0.20	-0.96
1991	-0.58	-1.39	-0.38	-0.50	0.16	-1.25	-1.06	1.57	-1.28	-0.91	-0.92	1.59
1992	1.40	-0.49	-1.75	-1.37	-1.36	-0.27	0.50	-0.29	-0.00	-0.20	-1.14	1.44
1993	-0.49	-1.04	0.33	-0.59	-0.01	-1.58	-0.22	-0.96	-0.01	-1.32	-1.28	-0.13
1994	-0.81	0.40	1.72	-0.96	1.42	1.36	-2.31	1.22	-0.76	-1.20	-0.94	0.88
1995	0.60	-0.84	-0.75	-0.86	0.24	0.73	1.69	1.73	0.06	-0.37	-0.12	-0.52
1996	-0.45	0.88	0.66	1.78	-0.25	0.76	-1.43	0.15	1.79	0.03	1.97	-0.46
1997	-0.66	-1.14	1.05	0.29	-1.15	-2.36	0.25	-1.06	-0.81	0.36	-0.49	-1.24
1998	0.37	1.87	-0.55	0.41	0.23	-0.43	1.01	1.08	-1.91	-0.52	1.10	-0.08
1999	1.15	0.29	-0.68	1.86	1.80	-0.99	0.01	-0.22	-1.12	1.06	0.58	-0.34
2000	0.64	0.74	-0.63	1.85	0.80	1.79	-0.33	1.79	-0.17	0.61	-1.17	-0.52
2001	0.79	-1.25	1.29	-0.97	1.07	-0.38	-0.48	-0.43	-1.33	-0.08	-0.19	0.35
2002	0.50	-1.20	0.06	-0.69	-0.20	0.13	-0.84	1.76	1.28	-0.25	0.47	2.02
2003	-0.76	0.95	1.72	-1.30	-1.26	0.89	-0.41	-0.00	0.33	-1.34	-1.34	-0.88
2004	1.46	1.77	-1.15	-0.18	0.06	1.13	1.17	-1.31	-0.47	-1.90	-0.97	-1.05
2005	-0.76	-1.35	-0.23	0.58	-1.04	0.17	0.04	-0.79	1.19	-1.23	1.77	0.05
2006	-1.19	1.12	0.40	1.19	0.15	0.43	-0.46	-0.59	1.14	1.10	-0.11	-0.96
2007	-1.02	0.40	-0.41	0.53	1.78	-0.11	-0.23	0.23	0.00	1.40	-0.77	-0.88
2008	0.52	0.53	-1.00	1.39	-0.10	0.43	0.15	0.62	1.71	0.48	1.27	-0.80
2009	-1.02	-1.04	1.63	0.79	1.25	-0.93	0.12	0.88	0.34	-0.16	-0.51	-0.65
2010	1.68	-0.77	-1.41	-0.62	-1.54	0.35	0.81	0.73	0.37	1.60	-1.25	0.71
2011	0.09	0.66	1.68	1.60	0.73	0.61	2.21	1.19	0.52	1.22	-0.14	-0.52
2012	1.25	-0.79	0.10	0.34	-0.10	-0.98	0.03	-1.56	0.84	-0.78	1.34	-0.52
2013	1.29	-1.10	0.50	-0.60	-1.09	0.67	1.43	0.72	1.19	0.61	0.14	0.59
2014	-0.96	-1.23	0.03	0.74	-0.74	-0.52	-0.09	1.21	-0.39	-0.53	0.39	0.28
2015	0.79	0.72	0.74	-1.08	-2.00	-1.63	0.59	-0.29	-0.05	0.11	0.72	1.11
2016	1.60	-1.35	-1.18	-1.40	-0.11	-0.28	0.04	-1.01	-0.12	1.17	1.92	0.21
2017	1.57	0.22	1.64	0.18	2.33	1.74	0.75	1.15	0.71	1.07	0.14	1.90
2018	0.20	1.04	-0.16	1.53	-0.19	-0.04	0.27	-0.32	-1.31	-0.75	-0.01	0.97
2019	0.20	1.37	-0.74	-0.89	-0.71	-0.31	-1.73	-0.00	-0.42	-1.32	-0.38	-0.96

1970	0.64	0.46	-0.55	0.27	0.67	1.38	-0.73	1.24	-0.48	-1.11	-0.92	1.67
1971	1.38	1.46	-0.99	-0.39	0.28	1.55	0.80	-0.27	-0.52	-0.91	-0.99	1.04
1972	0.64	1.67	1.17	0.59	-2.50	1.67	0.72	-0.57	0.10	1.54	0.39	-0.22
1973	-1.14	-0.36	-1.55	-1.16	-0.80	-0.55	0.10	-1.28	-0.34	-0.98	-0.93	1.04
1974	0.64	-0.17	0.06	1.38	0.75	-0.69	-0.11	2.14	-0.68	0.17	1.87	1.04
1975	2.43	1.08	-0.36	-1.61	1.32	0.16	0.36	0.27	-0.18	0.27	0.07	1.67
1976	-1.93	-0.39	-0.07	0.84	-0.94	-1.05	0.12	-0.09	0.36	0.63	0.42	0.40
1977	0.64	-1.32	-1.15	-0.44	-0.72	-2.20	-1.42	0.64	1.57	-1.28	-1.17	-0.22
1978	-0.25	-0.39	0.30	1.31	0.40	-0.26	1.11	1.69	1.09	-0.76	-0.27	-0.77
1979	-1.14	-0.55	-1.66	1.78	1.65	1.96	-1.75	0.26	0.13	-1.85	-1.41	-1.23
1980	-1.14	-0.91	-0.50	-0.68	0.45	1.33	-0.19	-1.72	1.69	0.33	0.30	0.40
1981	1.38	1.31	-0.67	-0.00	0.73	0.19	0.74	-0.43	-2.61	0.35	1.18	1.04
1982	0.64	0.71	0.78	0.05	-1.49	0.27	-0.42	-0.49	1.75	0.52	0.74	0.40
1983	1.38	-0.76	-1.77	-1.30	-0.45	1.29	-1.50	0.63	-1.35	1.77	-0.17	1.04
1984	1.38	-0.71	0.27	0.61	-0.06	-0.19	-0.31	0.76	0.07	1.08	0.89	0.40
1985	-0.25	0.88	-0.31	0.95	-0.45	0.55	-0.93	-0.71	-0.33	0.40	0.03	0.40
1986	1.38	-1.32	-0.99	0.62	0.32	-0.97	-0.59	1.00	-0.99	0.81	0.07	1.04
1987	-0.25	-0.20	-0.18	-0.41	-1.08	1.05	-0.31	0.20	0.81	-0.32	0.38	1.04
1988	-0.25	0.93	-0.82	0.65	0.95	1.58	-0.84	-1.36	-0.83	1.55	-1.30	0.40
1989	0.64	-1.34	0.98	0.31	-0.01	-0.62	0.51	0.15	-0.76	0.73	-0.63	-0.77
1990	-0.25	2.09	1.41	-1.24	0.34	1.06	1.01	-0.64	-0.11	0.65	0.95	-0.77
1991	-1.14	-1.30	-0.95	-1.68	-0.83	-0.32	-0.79	2.09	0.37	0.74	-0.81	0.40
1992	1.96	0.96	-1.54	-1.79	-0.72	0.03	-0.24	0.29	-0.68	-0.82	-1.27	0.40
1993	0.64	-0.60	-0.32	-0.24	-0.95	-1.68	-0.00	-1.17	-0.50	-1.52	-0.77	-0.22
1994	-1.14	1.69	1.00	-0.55	0.52	1.03	-1.44	0.97	1.12	-0.44	-0.74	-0.77
1995	-0.25	-0.23	0.43	-0.94	-0.25	-0.24	1.30	-1.41	-1.43	0.21	0.54	0.40
1996	-1.14	-1.00	1.03	1.86	-0.16	-0.05	-1.68	-1.11	1.83	0.09	2.00	0.40
1997	0.64	0.48	0.87	0.05	-0.63	0.30	0.89	0.25	-1.75	0.58	-1.15	-2.19
1998	-1.93	1.66	-0.87	-0.45	0.17	-0.33	-1.65	-0.60	-0.38	-0.75	1.36	0.40
1999	0.64	-0.23	1.37	1.24	1.90	0.55	0.92	-1.75	-0.60	0.64	1.27	2.26
2000	-0.25	0.72	-1.34	1.84	2.35	1.15	0.77	0.89	-0.47	-0.40	-1.23	-0.77
2001	-0.25	-0.38	1.68	-1.38	0.21	1.27	-0.25	0.69	0.15	0.81	1.51	0.40
2002	-0.25	-1.07	1.08	-0.33	0.31	-0.21	0.24	1.23	0.99	-0.27	0.13	-0.22
2003	-1.14	1.41	1.19	-0.36	0.10	-0.20	-1.11	0.25	1.68	-1.13	-1.43	-0.22
2004	-1.14	1.73	-0.55	0.09	0.62	1.03	1.75	0.16	-0.96	-1.84	-1.10	-1.61
2005	-0.25	-1.32	-0.25	-0.62	-0.01	-0.81	1.45	-0.33	0.58	-1.39	1.24	1.67
2006	-1.93	0.21	0.59	0.87	-0.12	-0.46	1.45	0.47	-1.70	1.73	0.11	-1.23
2007	-0.25	0.66	1.10	-1.11	1.47	-0.95	-0.32	0.87	-0.36	2.09	-0.10	-1.61
2008	-1.14	-0.94	0.91	0.35	1.12	-0.28	-0.69	-0.41	1.19	0.07	1.74	-0.22
2009	-0.25	-0.55	1.42	1.05	0.84	-1.09	0.86	-1.00	0.29	-0.83	-0.34	-1.61
2010	0.64	0.14	-1.09	-0.44	-0.90	-0.93	-0.67	1.20	-0.61	0.75	-1.28	-0.77
2011	-0.25	0.10	-0.80	1.47	0.13	-0.37	1.12	0.90	1.10	1.48	-0.36	-0.22
2012	0.64	-1.15	-0.15	0.64	0.21	-1.10	-1.12	-1.48	0.44	-0.99	1.82	-1.61
2013	-0.25	-0.91	-0.10	-0.81	-0.36	-0.99	1.41	-0.82	0.86	0.83	-0.26	1.04
2014	-0.25	-0.89	0.27	0.36	-1.49	0.25	0.47	1.02	-0.42	-0.87	-0.03	-0.77
2015	0.64	0.78	-0.17	-1.05	-2.35	-1.44	0.34	-0.37	-0.14	-0.02	-0.18	-0.77
2016	0.64	-1.11	-1.10	-1.42	-0.91	-1.32	-0.88	-1.99	1.12	-0.39	1.12	-0.22
2017	0.64	0.06	1.57	0.80	1.59	0.99	2.19	-0.12	-0.38	0.16	0.75	0.40
2018	0.64	-0.13	1.87	1.07	-0.78	0.27	0.32	-0.27	-0.73	-0.69	-0.29	-0.77
2019	-1.14	0.27	-0.27	-0.39	-0.29	-1.22	-0.77	0.03	1.36	-1.21	-0.53	-1.23

รูปที่ 76 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และ

1970	0.25	0.46	-0.93	0.02	0.90	0.82	-0.55	1.55	-0.40	-1.10	-0.91	1.39
1971	1.06	1.44	-1.03	-0.52	0.21	1.71	0.73	-0.54	-0.35	-0.88	-1.12	1.36
1972	1.06	1.69	1.17	0.39	-2.13	1.74	0.91	-0.27	0.05	1.49	-0.08	1.29
1973	-0.68	-0.27	-1.57	-1.04	-0.56	-0.43	0.08	-1.27	-0.42	-0.89	-0.95	-0.59
1974	0.25	-0.58	-0.24	1.43	0.91	-0.43	-0.09	2.27	-0.94	0.15	1.73	0.11
1975	2.17	1.16	-0.34	-1.45	0.84	0.14	0.17	0.18	-0.47	0.27	0.11	0.83
1976	-1.58	-0.65	-0.17	0.91	-0.97	-0.77	0.14	-0.10	0.25	0.59	0.39	0.34
1977	0.25	-1.28	-1.20	-0.46	-1.23	-2.14	-1.30	0.58	1.55	-1.22	-0.81	1.14
1978	-0.68	-0.46	0.41	1.61	0.31	-0.10	0.83	1.89	0.96	-0.82	-0.26	-0.98
1979	-1.58	-0.60	-1.61	1.81	1.59	1.99	-1.61	0.34	0.05	-1.86	-1.41	-1.12
1980	-1.58	-0.73	-0.62	-0.45	0.16	0.84	-0.07	-1.74	1.72	0.29	0.32	-0.26
1981	1.06	1.27	-0.85	0.09	0.42	0.64	0.59	-0.34	-2.40	0.52	1.00	-0.59
1982	1.06	0.69	0.68	0.15	-1.37	0.11	-0.64	-0.18	1.68	0.65	0.73	0.48
1983	1.68	-0.65	-1.71	-1.43	-0.52	1.27	-1.51	0.29	-1.34	1.75	-0.52	0.83
1984	1.06	-0.82	0.22	1.04	-0.12	-0.52	-0.37	0.91	0.09	1.15	1.24	-0.72
1985	0.25	0.88	-0.16	0.93	-0.32	0.92	-1.04	-0.22	-0.41	0.50	-0.06	-0.72
1986	1.06	-1.30	-0.87	0.67	0.49	-0.76	-0.53	1.43	-0.63	1.04	0.53	1.45
1987	-0.68	-0.20	-0.26	-0.85	-1.04	0.80	0.04	0.18	0.66	-0.50	0.13	-0.59
1988	-0.68	0.81	-0.54	0.20	1.08	1.55	-1.05	-1.21	-1.02	1.51	-1.31	-0.72
1989	0.25	-1.32	1.18	0.20	-0.07	-0.82	0.56	-0.07	-0.54	0.63	-0.67	-0.84
1990	-0.68	2.13	1.44	-1.16	0.04	1.25	0.98	-0.47	0.06	0.56	1.02	-0.84
1991	-1.58	-1.17	-0.93	-1.70	-1.31	0.09	-0.95	1.65	0.38	0.76	-0.89	1.63
1992	2.17	1.07	-1.50	-1.76	-0.61	0.01	-0.24	0.44	-0.64	-0.93	-1.31	1.48
1993	0.25	-0.58	-0.25	0.01	-1.00	-1.59	0.10	-1.02	-0.86	-1.43	-0.74	1.06
1994	-0.68	1.68	1.09	-0.64	0.41	1.05	-1.16	1.07	1.06	-0.28	-0.68	-0.07
1995	-0.68	-0.14	0.44	-1.06	-0.09	-0.45	1.10	-1.55	-1.47	-0.01	0.63	0.11
1996	-0.68	-1.01	0.99	1.70	0.05	-0.26	-1.57	-0.88	1.85	0.07	2.01	-0.59
1997	0.25	0.58	1.05	0.21	-0.38	0.35	1.11	0.46	-1.74	0.72	-1.13	-1.42
1998	-2.38	1.61	-0.80	-0.67	0.21	-0.29	-1.83	-1.04	-0.13	-0.71	1.33	1.10
1999	1.06	-0.10	1.40	1.07	1.07	2.01	0.51	0.96	-1.71	-0.29	0.51	1.33
2000	-0.68	0.56	-1.30	1.85	2.38	0.70	0.80	0.39	-0.15	-0.27	-1.22	-0.84
2001	0.25	-0.27	1.77	-1.52	0.06	1.51	-0.27	0.68	0.10	0.60	1.55	-0.26
2002	-0.68	-0.82	1.11	-0.32	0.55	0.54	0.64	0.85	1.02	-0.25	-0.01	1.85
2003	-0.68	1.38	0.82	-0.21	0.18	-0.38	-1.01	0.32	1.68	-1.18	-1.38	-0.72
2004	-0.68	1.74	-0.50	0.16	0.43	0.93	1.55	0.24	-0.52	-1.86	-1.04	-1.27
2005	-0.68	-1.39	-0.12	-0.69	0.10	-0.59	1.60	0.02	0.72	-1.35	1.09	0.61
2006	-1.58	0.27	0.92	1.00	-0.33	-0.84	1.62	0.66	-1.88	1.78	0.64	-1.12
2007	-0.68	0.68	1.10	-0.82	1.50	-0.83	-0.49	0.60	-0.43	2.12	-0.21	-1.12
2008	-0.68	-0.89	0.92	0.09	1.24	0.07	-1.05	-0.86	1.07	0.13	1.69	0.34
2009	0.25	-0.50	1.27	0.81	1.16	-0.99	0.93	-1.00	0.29	-0.72	-0.36	-1.12
2010	1.06	0.41	-1.15	-0.44	-0.72	-1.23	-0.77	0.93	-0.65	0.90	-1.27	-0.72
2011	0.25	0.17	-0.88	1.38	0.19	-0.46	0.84	0.98	1.20	1.40	-0.33	-0.84
2012	1.06	-1.23	-0.34	0.75	0.16	-1.13	-1.18	-1.45	0.49	-0.99	1.89	-0.98
2013	0.25	-0.95	-0.12	-0.87	-0.16	-1.24	1.25	-1.17	0.89	0.80	-0.22	2.07
2014	0.25	-1.01	0.19	0.47	-1.70	0.37	0.65	0.87	-0.73	-0.92	-0.18	-0.72
2015	0.25	0.76	-0.09	-0.66	-2.31	-1.52	0.14	-0.53	-0.26	-0.01	-0.28	-0.84
2016	1.06	-1.17	-0.78	-1.54	-0.98	-1.36	-0.96	-2.00	1.16	-0.54	1.06	0.88
2017	1.06	-0.09	1.38	0.91	1.47	0.68	2.23	-0.42	-0.64	0.13	0.87	1.18
2018	0.25	-0.12	1.98	0.93	-0.85	0.22	0.36	-0.05	-0.78	-0.70	-0.25	0.27
2019	-0.68	0.15	-0.33	-0.27	-0.15	-1.41	-0.59	0.13	1.50	-1.19	-0.53	-1.12

1970	-0.65	-0.79	0.45	0.58	0.80	2.07	-0.66	1.12	1.36	-1.03	-0.93	1.25
1971	-0.69	0.18	-0.96	-0.04	0.76	-0.57	0.13	0.48	-0.72	-0.63	-0.84	1.28
1972	-0.84	0.04	0.10	0.47	-1.92	1.22	-0.98	-0.89	-1.36	0.99	0.90	1.59
1973	-0.99	-1.05	-0.07	-1.18	-0.42	-0.18	0.47	-0.27	1.50	-1.45	-1.17	-0.53
1974	0.58	-0.30	0.16	0.73	-1.36	-2.34	-0.23	0.93	-1.15	0.19	1.41	-0.25
1975	2.11	1.62	0.63	-1.68	1.64	0.28	0.21	-0.17	0.58	0.75	-0.05	-0.39
1976	-0.99	1.08	0.10	-0.04	-0.10	-1.04	0.52	0.13	0.82	1.12	0.17	-0.25
1977	0.61	-1.37	-0.04	0.93	-0.61	-1.27	-0.70	-0.47	0.56	-1.06	-0.44	1.54
1978	-0.09	0.26	0.11	-0.34	0.52	-0.16	2.34	0.69	1.36	-0.95	-0.32	-0.85
1979	0.08	1.59	-1.58	0.03	0.65	1.58	-1.56	-1.36	-0.93	-1.62	-1.31	-1.04
1980	-1.05	-0.58	0.20	-0.54	1.35	2.13	0.77	-0.93	1.06	-0.22	-0.73	-0.68
1981	-0.89	-0.41	0.22	-0.20	0.30	-0.35	1.33	-0.84	-1.80	0.73	1.44	-0.39
1982	-0.89	0.65	0.29	-0.64	-0.93	-0.65	-0.41	-1.55	1.63	-0.00	1.18	1.25
1983	1.85	-1.04	-1.31	-0.83	-1.13	1.03	-0.69	0.81	-0.72	0.68	0.74	1.49
1984	-0.84	0.81	-0.56	-0.17	-0.95	0.72	-0.16	-0.64	0.18	0.16	0.27	-0.68
1985	0.99	0.48	-1.32	0.19	0.02	-0.53	0.19	-2.38	-0.41	0.75	-0.03	-0.68
1986	-0.89	-0.70	-1.34	0.80	1.18	0.03	-0.23	-1.26	-1.24	-0.20	-0.33	1.14
1987	-0.89	0.72	1.34	0.68	-1.20	0.75	-2.24	0.93	0.65	0.35	1.25	-0.53
1988	-0.94	0.59	-1.11	1.06	1.52	-0.50	0.99	-1.01	-1.60	1.72	-1.20	-0.68
1989	0.66	-1.32	0.74	0.43	0.39	0.16	-1.18	-0.73	-0.81	1.14	-1.05	-0.85
1990	-0.79	0.92	1.73	-1.62	1.63	0.60	-0.12	-0.32	-0.56	1.22	0.93	-0.85
1991	0.32	-1.41	0.21	-0.46	-0.14	-1.24	-0.50	1.74	-0.04	-1.13	-1.20	1.89
1992	1.78	0.32	-1.69	-1.40	-1.38	-0.42	1.12	-0.20	-0.09	-0.77	-1.03	1.77
1993	-0.56	-0.90	-0.02	-1.01	-0.34	-1.61	-0.74	-0.92	-0.54	-1.63	-1.28	-0.53
1994	-0.99	0.54	1.97	-0.92	0.61	1.67	-1.07	1.36	0.46	-0.93	-0.68	0.70
1995	0.32	-0.51	-0.63	-0.52	0.32	0.11	1.77	1.51	-1.05	0.01	-0.00	-0.68
1996	-0.79	1.64	0.99	1.58	-1.26	0.19	-0.68	-0.63	1.64	0.41	1.97	-0.39
1997	-0.33	-0.65	0.92	0.60	-1.13	-1.57	1.06	-0.08	-1.00	0.68	-0.65	-1.04
1998	-0.94	1.28	-0.47	0.14	-0.39	0.74	-0.29	0.56	-1.43	-0.82	1.12	-0.25
1999	1.08	-1.34	-0.23	1.69	1.62	0.02	0.37	0.08	-0.06	0.73	0.65	0.18
2000	-0.89	0.69	-0.62	1.77	1.08	1.27	0.32	1.21	0.16	0.29	-1.26	-0.85
2001	-0.29	-1.16	0.80	-1.10	0.93	-0.18	-1.08	1.53	-0.54	0.39	-0.35	0.18
2002	0.16	-0.91	0.15	-0.81	0.17	0.16	-1.65	1.64	1.98	0.28	1.17	1.81
2003	-0.13	1.04	1.68	-1.10	-0.95	0.93	-0.53	-0.63	1.01	-1.28	-1.32	-0.68
2004	0.85	2.23	-1.02	0.27	0.39	0.84	1.44	-1.44	-0.84	-1.82	-0.84	-1.04
2005	-0.65	-1.22	-1.12	-0.66	-1.02	0.26	-0.10	-0.70	1.30	-1.33	1.66	-0.25
2006	-1.05	0.30	0.78	1.28	-0.41	-0.83	0.07	0.24	0.12	1.65	-0.34	-1.04
2007	-0.94	0.56	-0.84	-0.16	0.49	0.01	-1.60	0.88	0.44	2.11	-0.76	-1.04
2008	1.20	1.14	0.62	1.56	0.02	0.54	0.25	-0.29	1.04	1.03	1.51	-0.68
2009	-0.94	-1.01	1.73	1.26	0.93	-0.88	0.35	-0.41	0.41	-0.69	0.15	-1.04
2010	1.76	-0.38	-1.43	-0.45	-1.50	-0.92	0.87	1.99	-0.51	0.74	-1.23	1.14
2011	0.75	0.64	1.55	1.68	0.96	0.68	1.80	1.16	1.09	0.81	-0.15	-0.68
2012	1.04	-1.30	0.26	0.55	0.09	-0.63	-0.06	-1.28	-0.23	-0.92	1.49	-0.68
2013	1.21	-0.47	0.92	-1.69	-0.67	0.27	0.98	0.59	1.20	-0.10	-0.26	1.34
2014	-0.89	-1.34	-0.86	0.72	-0.74	-0.57	0.34	0.58	-0.41	-0.79	0.54	-0.85
2015	1.30	0.68	0.94	-0.78	-1.91	-1.99	0.48	-0.60	-0.25	0.07	0.71	0.27
2016	1.83	-1.26	-1.21	-1.20	0.68	-0.22	0.23	-0.73	0.61	1.01	1.97	0.35
2017	1.34	-0.36	1.26	0.67	1.57	1.44	1.41	0.36	0.12	1.27	-0.10	1.79
2018	-0.36	0.98	-1.00	1.51	0.20	0.08	-0.19	0.15	-1.45	-0.76	-0.10	1.21
2019	0.63	1.29	-0.97	-1.30	-0.59	-0.67	-1.76	0.52	-1.12	-1.26	-0.19	-1.25

รูปที่ 77 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี M.

1970	-0.65	1.67	0.91	0.18	0.82	1.82	0.48	0.68	1.27	-0.09	0.65	2.14
1971	-0.63	0.42	-0.46	-0.19	0.41	-0.96	-0.75	1.79	0.04	-0.21	-1.26	-0.04
1972	-1.11	-0.34	0.25	1.18	-1.94	1.30	-1.26	-0.72	1.93	-0.68	1.58	2.01
1973	-0.85	-1.29	1.01	-1.89	0.32	0.39	-0.47	-0.46	1.06	-0.49	0.52	-0.16
1974	-1.08	-1.16	1.57	1.64	0.12	-0.77	0.36	0.67	-0.62	2.11	0.60	-0.33
1975	2.67	-0.91	-0.09	-0.76	0.61	-0.81	-0.00	0.92	-0.44	-0.07	0.67	1.35
1976	-1.16	1.31	0.58	-0.82	0.89	-1.14	0.97	1.49	0.36	0.66	0.34	-0.45
1977	0.36	0.39	-0.88	-0.18	-0.75	-1.60	0.33	-0.42	-0.67	-0.53	-0.19	0.46
1978	1.61	2.31	-1.39	0.19	0.90	0.35	1.53	-2.09	1.11	-1.60	-1.16	-1.05
1979	-0.19	-0.22	-1.73	-0.45	-0.57	-0.31	-1.36	-1.60	0.13	-2.59	-1.15	-0.10
1980	-1.16	-0.79	-0.67	-0.19	-1.91	2.15	0.04	0.49	-0.28	0.28	0.10	-0.77
1981	-1.01	0.77	0.04	0.63	1.03	-0.48	0.14	-0.70	0.91	-1.02	1.84	-0.97
1982	-1.11	0.81	1.56	1.16	-0.38	1.18	-0.01	-1.18	-1.98	-0.91	-0.02	1.04
1983	-0.87	-1.27	-0.64	-2.00	-0.64	-0.44	1.21	2.15	-0.01	1.66	1.77	0.95
1984	-0.40	1.21	0.35	-0.21	-1.09	0.73	1.28	-1.63	-0.67	-0.64	-0.27	-1.08
1985	0.76	-0.37	-1.29	0.42	0.16	-1.36	1.19	-0.94	0.12	0.47	0.62	-1.05
1986	-1.08	-0.75	-1.70	0.12	1.56	-1.42	0.17	0.00	-0.85	0.97	-0.28	0.61
1987	-1.04	-0.99	-0.46	-0.84	-0.75	0.21	-1.53	-0.82	-0.59	-0.05	2.15	-1.03
1988	-1.11	0.88	-1.10	1.24	1.30	0.77	0.55	1.36	1.09	1.04	-0.98	-1.05
1989	1.78	-0.05	0.31	-1.51	-0.66	-0.55	-1.01	0.09	0.45	0.68	-0.34	-1.11
1990	-0.02	-1.24	0.01	-0.99	0.83	-1.80	-1.41	-1.18	-1.28	1.99	0.30	-1.08
1991	-0.96	0.26	-0.37	0.03	0.12	-0.94	-0.69	-0.17	0.31	0.27	-1.02	1.18
1992	1.03	0.30	-1.61	-1.75	-1.85	-0.18	1.68	0.66	-1.26	1.38	-1.42	0.75
1993	0.67	-1.29	0.63	-0.35	-0.32	-1.27	-1.65	0.07	-0.05	0.10	-1.35	0.03
1994	-0.31	-0.96	1.38	-0.27	0.39	1.67	-0.82	-0.48	-0.08	-0.92	-1.32	0.86
1995	0.41	-1.05	-0.63	-0.91	-0.32	-0.51	0.60	1.83	2.25	-0.46	-0.75	-0.43
1996	-1.01	1.13	-0.77	1.00	0.67	0.98	1.02	-0.39	1.29	-0.09	1.05	-0.63
1997	0.12	-0.64	0.01	-0.44	-1.59	-1.82	-1.65	-0.69	0.48	-1.11	0.40	-1.20
1998	0.80	0.32	-1.25	-0.93	-0.07	0.99	0.89	1.03	-0.37	0.33	0.66	0.25
1999	1.26	1.43	0.75	1.72	1.43	-1.21	-0.55	-0.52	-0.54	1.51	0.58	-0.28
2000	0.71	1.77	-0.29	1.99	0.04	0.49	-0.13	0.17	-1.35	0.15	-1.27	-0.18
2001	1.38	-0.55	2.03	-0.94	0.39	-0.62	-1.63	-0.28	-1.29	1.04	-0.24	-0.37
2002	-0.29	-0.62	0.74	-0.56	0.65	-0.45	-1.46	-0.28	-0.72	-0.81	1.20	1.84
2003	-1.14	0.41	1.97	-0.18	-0.32	1.24	1.48	-0.34	-0.13	-0.90	-1.54	-1.11
2004	1.77	1.54	-1.24	-0.34	0.12	0.21	-0.36	-0.25	-1.03	-2.18	-1.15	-1.17
2005	0.20	-1.35	0.43	0.96	0.22	-0.25	-0.66	-0.84	1.28	0.13	1.51	1.40
2006	-0.21	0.88	1.07	0.97	0.67	0.49	-0.73	-1.15	0.56	-0.38	-0.58	-0.37
2007	0.66	-1.31	-1.03	1.65	1.84	0.98	0.68	-1.28	-1.79	-0.88	-0.85	-0.74
2008	0.07	0.85	-0.60	1.12	0.01	0.71	0.83	-0.57	-0.18	0.26	0.17	-1.05
2009	-1.06	-1.16	0.79	0.65	0.89	0.76	0.03	0.91	0.29	-0.07	-0.56	-0.10
2010	0.95	-0.30	-1.00	-0.83	-0.61	0.84	0.86	1.54	0.47	1.19	-1.23	0.99
2011	-1.01	0.64	1.76	1.19	0.80	0.99	2.29	0.88	-0.78	0.14	-0.56	0.07
2012	1.05	0.49	0.17	-0.23	0.03	-1.07	0.38	-1.33	1.12	-0.26	1.32	-0.06
2013	1.24	-0.43	0.33	0.55	-1.21	0.85	0.90	0.89	1.53	1.10	0.68	-0.33
2014	-1.11	-0.70	0.29	0.20	-0.98	0.20	-0.70	0.70	-1.16	-0.05	0.02	0.96
2015	-0.11	0.23	0.33	0.36	-1.43	-0.34	-0.10	0.23	1.36	-0.31	0.48	1.45
2016	0.41	-1.12	-0.17	-1.04	-1.05	-0.22	-0.04	0.31	0.18	1.52	1.35	-0.20
2017	1.78	0.37	1.09	-0.45	2.66	1.05	-0.04	0.79	0.37	0.26	0.50	1.76
2018	0.64	1.06	0.34	1.65	-0.67	-0.53	0.44	0.79	-1.64	-0.06	0.14	1.07
2019	0.22	0.49	-0.65	-0.95	-0.65	-0.19	-1.22	0.45	0.23	-1.57	-0.82	-1.03

1970	-0.51	0.75	1.33	0.56	0.55	1.58	0.51	0.52	-0.57	-0.03	0.20	2.06
1971	-0.74	0.79	-0.35	-0.18	0.25	0.31	-0.72	1.74	-0.26	-0.30	-0.99	0.03
1972	-1.13	0.36	0.42	1.04	-2.70	0.99	-1.09	-1.45	2.13	0.31	1.68	1.93
1973	-0.91	-1.47	0.17	-0.84	-0.83	-0.14	0.09	-1.32	0.77	-0.89	0.37	-0.31
1974	0.41	0.45	1.44	1.50	0.33	-1.06	-0.45	-0.50	-0.83	1.93	1.37	-0.62
1975	2.22	-0.72	0.21	-1.31	-0.48	-0.53	0.85	0.64	-0.94	-0.30	0.74	1.20
1976	-1.16	1.30	0.24	-0.71	0.24	-1.16	1.31	1.19	-0.38	0.75	0.36	-0.75
1977	0.46	-0.12	-1.17	0.11	-0.13	-1.78	-0.66	0.36	-0.39	-1.38	-0.70	0.28
1978	1.10	2.33	-1.26	-0.62	0.78	0.29	0.73	-1.81	0.93	-1.40	-0.85	-0.94
1979	-0.47	-0.68	-1.83	-0.37	-0.32	0.08	-1.44	-1.63	-0.64	-2.33	-1.06	-0.62
1980	-1.18	-0.66	-0.36	0.13	-1.07	2.24	0.44	0.39	0.43	0.40	-0.11	-0.87
1981	-1.05	1.70	-0.50	0.43	1.27	-0.44	0.71	-1.06	0.59	-0.81	1.87	-0.81
1982	-1.13	0.55	0.97	0.37	-0.48	1.41	0.26	0.00	-0.50	-0.28	0.15	1.47
1983	-0.07	-1.10	-1.22	-1.89	-0.72	-0.15	1.87	1.94	0.48	1.80	1.40	1.09
1984	0.05	0.87	0.37	0.09	-0.03	0.24	0.51	-0.04	-1.31	-0.17	-0.16	-0.94
1985	1.29	0.37	-0.51	0.65	0.22	-1.56	0.01	-1.08	1.21	0.21	0.76	-0.87
1986	-1.08	-1.11	-1.65	0.30	0.64	-1.74	-0.39	0.22	-0.27	0.92	-0.31	0.78
1987	-1.10	-0.97	-0.50	-0.84	-0.52	0.02	-1.63	-1.16	1.16	-0.08	1.76	-0.81
1988	-1.10	1.29	-0.84	1.56	1.35	1.01	0.63	0.86	1.07	1.40	-1.14	-0.87
1989	1.05	-1.27	0.76	-1.67	0.37	-0.83	0.46	-0.02	-0.30	0.63	-0.47	-1.01
1990	-0.66	-1.11	0.74	-0.93	0.24	-1.10	-1.32	-1.36	-0.31	2.15	0.30	-0.87
1991	-0.93	-1.00	-0.46	-0.29	-0.18	-1.01	-1.17	0.11	0.19	-0.64	-0.71	1.29
1992	0.68	0.16	-1.68	-1.43	-1.31	-0.13	0.76	0.51	-1.75	0.51	-1.51	1.28
1993	0.36	-1.27	1.38	-0.42	-0.19	-1.13	-0.88	0.65	-0.66	-0.44	-1.51	0.03
1994	-1.00	-0.30	1.18	-0.39	0.76	1.48	-1.79	0.29	-1.28	-1.34	-1.31	0.74
1995	0.48	-1.25	-0.45	-1.03	0.27	0.56	0.81	2.00	1.90	-0.12	-0.65	0.74
1996	-0.61	0.74	-0.82	1.22	0.47	1.31	0.13	-0.37	0.97	-0.23	1.50	-0.68
1997	-0.40	0.85	0.55	-0.12	-1.21	-2.10	-1.74	-0.88	-0.33	-0.93	-0.43	-1.33
1998	1.48	0.79	-0.97	-0.33	-0.41	0.52	-0.03	1.49	-0.92	-0.71	0.69	0.37
1999	0.98	0.79	0.54	1.57	1.47	-0.36	-0.90	-0.33	-0.96	1.18	0.77	0.51
2000	1.35	0.95	-0.63	1.91	0.70	1.49	0.31	1.27	-1.39	0.59	-1.03	-0.31
2001	0.88	-0.75	2.12	-1.36	0.73	-0.54	-1.75	-0.54	-1.85	0.85	0.32	-0.57
2002	-0.35	-0.64	0.08	-0.47	0.52	-0.73	-0.85	0.27	-0.80	-1.01	0.69	1.91
2003	-1.13	0.75	1.54	-0.99	-0.68	1.17	0.79	0.33	-0.57	-0.65	-1.59	-0.94
2004	1.55	2.10	-1.44	-0.14	-0.79	0.81	0.31	-0.47	-1.25	-2.06	-1.16	-1.09
2005	0.44	-1.03	-0.13	0.71	-0.19	-0.46	-0.63	-1.41	0.81	-0.54	1.77	1.53
2006	-0.93	-0.15	1.13	0.82	1.37	0.09	-0.21	-1.19	0.22	0.41	-0.71	-0.94
2007	-0.29	-1.37	-0.59	1.39	1.94	0.95	0.60	-1.20	-1.32	-0.28	-0.78	-1.09
2008	0.68	1.06	-1.28	1.37	0.50	0.01	0.62	-0.24	1.39	0.57	0.17	-0.87
2009	-1.10	-1.12	1.23	1.40	1.35	-0.01	-0.09	0.65	0.13	0.10	-0.37	-0.04
2010	0.91	0.08	-0.55	-1.06	-0.11	0.45	1.16	1.43	0.63	1.32	-1.21	0.74
2011	-1.00	0.37	1.51	1.54	0.56	0.84	2.50	0.89	0.23	1.11	-0.60	-0.57
2012	1.38	0.22	0.02	0.13	0.15	-1.16	-0.03	-1.21	1.52	-0.56	1.50	-0.51
2013	1.17	-0.61	-0.11	0.34	-1.49	0.66	2.23	0.70	1.51	1.34	0.46	-0.31
2014	-1.10	-0.91	0.66	0.20	-0.89	-0.29	-0.77	1.01	0.13	-0.27	0.09	0.65
2015	-0.18	0.54	0.11	-0.80	-1.99	-0.60	0.32	0.09	0.74	-0.00	0.43	1.16
2016	0.94	-1.61	-0.98	-1.32	-1.19	-0.13	-0.02	-0.19	0.74	1.05	1.47	-0.17
2017	1.68	0.56	1.42	-0.31	2.58	1.52	0.41	1.06	0.96	0.43	0.46	1.61
2018	1.17	0.62	0.89	1.56	-0.85	-0.30	0.41	-0.38	-1.19	-0.31	-0.24	0.78
2019	-0.53	0.36	-0.34	-0.59	-0.78	-0.30	-1.39	-0.43	0.58	-1.57	-0.88	-1.09

รูปที่ 78 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี K.11A และสถานี KGT

1970	0.36	1.73	0.72	0.26	1.21	1.44	0.19	0.58	1.44	-0.34	1.05	2.15
1971	-0.69	0.16	-0.19	-0.05	0.56	-1.14	-0.79	1.83	0.62	-0.09	-1.13	-0.10
1972	-1.16	-0.24	0.20	1.28	-1.71	1.16	-1.21	-0.71	1.76	-0.92	1.60	2.00
1973	-0.57	-1.31	0.87	-1.80	0.34	0.56	-0.18	-0.42	1.26	-0.62	0.62	-0.21
1974	-0.88	-1.13	1.38	1.71	0.15	-1.02	0.03	0.62	-0.80	2.12	0.62	-0.49
1975	2.06	-1.13	-0.17	-0.65	0.96	-0.84	-0.36	0.84	-0.60	-0.24	0.54	1.38
1976	-1.18	1.11	0.60	-0.37	1.30	-1.17	0.73	1.59	-0.15	1.17	0.60	-0.57
1977	-0.05	0.76	-0.71	-0.32	-0.74	-1.41	0.44	-0.44	-0.35	-0.68	-0.10	0.28
1978	1.56	2.33	-1.68	0.25	1.08	-0.05	1.17	-1.59	0.75	-1.04	-1.20	-1.13
1979	-0.28	-0.20	-1.77	-0.67	-0.65	-0.29	-1.10	-0.71	0.13	-2.40	-1.13	-0.21
1980	-1.18	-0.45	-0.61	-0.46	-1.80	2.06	-0.20	0.12	-0.68	0.09	0.06	0.12
1981	-1.08	0.69	-0.41	0.64	0.91	-0.56	-0.26	-0.33	0.89	-0.97	1.87	-1.08
1982	-1.16	0.81	1.65	0.95	-0.40	1.25	0.00	-1.21	-2.05	-1.24	-0.03	0.97
1983	-0.90	-1.31	-0.54	-1.97	-0.63	-0.60	1.14	2.27	-0.17	1.38	1.88	1.01
1984	-0.36	0.95	0.27	-0.49	-1.09	0.88	0.93	-2.36	-0.56	-0.87	-0.47	-1.13
1985	0.70	-0.11	-1.05	0.43	0.39	-1.25	1.09	-1.40	0.25	0.34	0.68	-1.08
1986	-1.03	-0.95	-1.72	0.09	1.55	-1.62	0.24	-0.39	-0.38	0.98	-0.13	0.53
1987	-1.09	-1.07	-0.55	-1.03	-0.67	0.42	-1.68	-0.90	-0.64	-0.18	2.18	-1.08
1988	-1.13	0.85	-0.93	1.15	1.39	0.58	0.76	1.36	1.19	1.04	-1.03	-1.11
1989	1.89	0.18	0.54	-1.58	-0.89	-0.56	-0.82	0.07	0.39	0.72	-0.37	-1.08
1990	0.18	-1.09	-0.16	-1.02	0.58	-1.96	-1.55	-1.26	-1.41	1.54	0.15	-1.13
1991	-1.04	0.35	-0.53	0.52	0.37	-0.80	-0.39	0.05	0.07	1.09	-1.08	1.07
1992	1.00	0.36	-1.77	-1.74	-1.88	-0.30	1.77	0.76	-1.49	1.40	-1.48	0.41
1993	0.82	-1.26	0.69	-0.38	-0.32	-1.18	-1.84	0.27	-1.02	0.24	-1.41	-0.16
1994	-0.47	-0.99	1.40	-0.54	0.42	1.90	-0.20	-0.32	-0.12	-1.25	-1.37	0.87
1995	0.42	-1.07	-0.66	-1.06	-0.41	-0.34	1.31	1.68	2.08	-0.34	-0.62	-0.41
1996	-1.11	1.11	-0.93	0.96	0.32	0.96	1.62	-0.28	1.36	0.68	0.71	-0.19
1997	0.28	-0.64	-0.08	-0.16	-1.52	-1.76	-1.25	-1.13	0.46	-1.23	0.40	-1.22
1998	0.74	0.31	-1.21	-0.68	-0.04	0.86	1.00	1.07	0.62	0.48	0.48	0.10
1999	0.99	1.71	0.77	1.63	1.21	-0.87	-0.92	-0.51	-0.87	1.86	0.56	-0.28
2000	0.82	1.73	0.12	1.98	-0.23	0.89	-0.35	-0.52	-0.96	-0.24	-1.29	-0.12
2001	1.25	-0.54	2.03	-0.97	0.55	-0.64	-1.70	-0.13	-0.91	1.03	-0.28	0.02
2002	-0.75	-0.52	0.87	-0.38	0.64	-0.41	-1.28	-0.00	-0.51	-0.84	1.18	1.78
2003	-1.18	0.33	1.96	0.09	-0.07	1.19	1.82	-0.49	-0.55	0.09	-1.59	-1.18
2004	1.52	1.44	-1.37	-0.21	0.12	0.20	-1.05	-0.40	-0.94	-1.97	-1.05	-1.20
2005	0.35	-1.42	0.46	0.79	0.01	-0.46	-0.69	-0.69	1.17	0.22	1.20	1.43
2006	-0.27	0.78	1.05	0.87	0.77	0.31	0.10	-0.14	1.03	-0.65	-0.53	-0.40
2007	0.62	-1.31	-1.05	1.67	1.71	0.96	0.73	-1.39	-1.61	-1.00	-0.70	-0.80
2008	0.02	1.10	-0.54	0.94	-0.16	1.16	0.88	-0.72	-0.52	0.07	0.15	-1.13
2009	-1.11	-1.26	0.45	0.85	0.85	0.84	0.02	0.74	0.23	-0.40	-0.60	-0.19
2010	0.73	-0.34	-0.80	-0.80	-0.65	1.18	0.93	1.72	0.44	0.94	-1.18	1.18
2011	-0.95	0.38	1.79	0.97	0.58	1.03	1.96	0.72	-0.89	-0.05	-0.68	0.09
2012	1.26	0.73	0.18	-0.49	-0.03	-1.05	0.26	-1.44	1.01	-0.34	1.36	0.05
2013	1.19	-0.21	0.26	0.77	-1.12	0.69	0.79	0.85	1.48	1.08	0.83	-0.71
2014	-1.14	-0.62	0.27	-0.34	-1.03	0.47	-0.69	0.50	-1.09	-0.04	0.11	1.06
2015	-0.32	0.01	0.21	0.58	-1.44	-0.21	-0.21	0.38	1.58	-0.34	0.41	1.45
2016	0.56	-1.11	0.11	-0.97	-1.16	-0.29	-0.13	0.37	0.24	1.31	1.16	0.11
2017	1.89	0.39	1.15	-0.46	2.13	0.53	-0.13	0.70	0.23	-0.04	0.54	1.68
2018	0.79	0.95	0.53	1.79	-0.91	-0.50	0.43	0.91	-1.41	0.14	0.19	1.10
2019	0.20	0.08	-0.59	-1.03	-0.65	-0.25	-1.16	0.62	0.56	-1.46	-0.80	-0.96

1970	-0.71	1.15	1.33	0.36	0.72	0.38	-0.18	0.71	-0.53	-0.12	0.76	2.15
1971	-0.98	0.83	-0.14	0.23	0.13	-0.36	-1.41	1.95	-0.29	0.01	-0.72	-0.24
1972	-1.15	0.54	-0.21	0.95	-2.28	0.38	-1.40	-0.65	1.33	-0.87	1.76	2.06
1973	-0.56	-1.42	-0.14	-1.24	0.53	-0.46	-0.22	-1.27	0.80	-0.87	1.09	-0.11
1974	0.68	0.12	0.72	1.83	0.04	-1.77	-0.04	-0.51	-1.55	2.25	0.96	-0.52
1975	1.85	-0.33	0.26	-0.77	0.52	-0.21	-0.71	1.26	-1.25	-0.02	0.58	1.16
1976	-1.17	1.34	0.62	-0.10	0.07	-1.15	0.77	1.37	0.07	0.86	0.61	-0.62
1977	-0.00	0.33	-1.01	-0.78	-0.26	-1.36	1.39	-1.39	-1.20	-0.93	-0.38	-0.74
1978	1.57	2.15	-1.17	-0.54	0.44	0.88	1.06	-1.71	1.11	-1.26	-1.33	-1.05
1979	-0.21	-1.03	-1.73	-0.07	0.68	1.12	-1.25	-1.14	0.98	-2.42	-1.21	-0.31
1980	-1.19	-0.72	-0.28	0.19	-0.24	1.84	0.84	0.80	-0.49	0.24	-0.63	-0.79
1981	-0.81	1.60	-0.89	0.35	1.05	0.28	-0.09	-0.41	0.46	-0.64	1.34	-1.05
1982	-1.17	0.18	0.90	-0.28	-0.59	1.47	-0.06	-0.18	-0.74	-0.59	0.39	1.09
1983	-1.07	-1.46	-1.09	-2.26	1.27	-0.68	2.06	1.86	0.08	1.49	1.74	1.15
1984	0.45	-0.38	-0.33	0.45	1.18	0.48	-0.56	0.47	-0.96	-0.38	0.01	-0.13
1985	0.96	-0.25	-0.06	1.22	1.32	-1.87	-0.78	-0.26	0.58	0.32	0.55	-1.02
1986	-1.05	-1.18	-1.89	0.12	0.82	-0.99	0.65	-0.06	0.01	1.02	0.25	0.50
1987	-1.09	-0.51	-0.81	-1.04	-0.26	0.57	-0.86	-1.56	0.50	0.01	2.01	-1.05
1988	-0.77	1.63	-0.38	1.21	2.03	0.38	0.25	1.04	0.34	1.82	-0.98	-1.11
1989	1.17	-0.61	0.75	-1.55	-0.29	-1.15	0.27	-0.47	-0.49	0.72	-0.25	-0.09
1990	-0.22	-1.28	1.08	-0.74	-0.13	-1.34	-0.07	-0.84	0.46	1.47	0.12	-1.02
1991	-0.92	0.20	-0.94	0.17	-0.66	-0.71	-0.89	-0.52	1.59	-0.18	-0.88	0.08
1992	0.76	0.29	-1.79	-1.86	-1.59	-0.40	1.04	0.71	-1.82	0.43	-1.36	1.19
1993	0.97	-1.66	1.62	-0.98	-1.02	-0.84	-2.05	1.02	-1.35	0.02	-1.36	-0.44
1994	-0.93	-0.83	0.79	-0.71	0.33	1.76	0.26	0.51	0.19	-1.79	-1.18	1.01
1995	0.13	-0.89	-0.37	-0.31	-0.17	-0.08	1.29	1.57	2.61	0.29	-1.06	0.74
1996	-0.67	0.90	-1.15	1.08	-0.15	0.51	0.43	-0.51	0.76	-0.29	1.00	-0.44
1997	-0.16	1.20	0.77	0.50	-1.31	-2.07	-2.02	-1.58	0.10	-0.72	-0.53	-0.35
1998	1.13	0.51	-1.17	-0.95	0.05	0.61	0.29	1.39	1.26	-1.10	0.60	0.48
1999	0.14	-0.42	1.03	1.33	1.11	0.09	-1.15	-0.68	-0.96	1.05	0.91	0.46
2000	1.33	1.14	-0.46	1.79	-0.02	1.70	0.68	0.11	-1.38	0.57	-1.13	0.20
2001	1.10	-0.93	2.23	-0.84	0.92	-1.27	-0.78	-0.33	-1.45	0.72	0.32	0.13
2002	-0.78	0.09	0.66	0.08	0.53	-0.35	-0.24	-0.22	-1.26	-1.33	0.54	1.85
2003	-1.19	0.83	1.31	-0.51	-0.55	0.31	0.89	0.96	-0.77	-0.28	-1.68	-1.14
2004	1.15	1.74	-1.17	-0.23	-0.93	0.17	1.32	-0.92	-1.65	-1.39	-1.24	-1.21
2005	0.70	-1.14	-0.46	0.18	-1.17	-0.35	-1.67	-0.89	0.78	-0.70	1.26	1.72
2006	-0.67	0.83	0.88	0.49	1.09	0.05	-0.24	-0.96	0.32	1.40	-0.31	-1.14
2007	0.20	-0.28	-0.95	1.60	1.32	2.33	0.16	-0.80	-0.17	-0.11	-0.37	-1.21
2008	0.48	1.49	-0.64	1.19	0.09	0.39	0.57	-0.73	0.03	-0.01	-0.27	-1.05
2009	-1.14	-0.86	0.74	1.66	0.50	0.08	-0.66	0.05	0.76	0.13	-0.82	0.70
2010	1.05	0.68	-0.08	-0.89	-0.54	0.59	0.32	1.71	-1.30	1.21	-1.04	0.90
2011	-1.15	-0.51	1.27	1.33	0.02	0.95	2.06	0.79	0.00	0.92	-0.82	-0.57
2012	1.60	0.58	0.21	-0.29	0.40	-1.37	0.21	-1.56	1.21	-0.85	1.77	-0.55
2013	1.21	-0.28	-0.52	0.81	-1.47	1.06	2.05	0.91	1.23	1.59	0.87	-0.82
2014	-1.15	-0.75	1.12	-0.79	-0.75	-0.02	-0.79	0.94	0.18	-0.03	0.18	0.89
2015	-0.52	0.25	-0.48	-0.39	-1.48	0.18	0.32	0.31	1.02	-0.25	0.35	1.07
2016	0.81	-1.68	-0.70	-1.22	-1.56	-0.03	-0.04	0.10	0.24	0.68	1.20	-0.16
2017	1.84	0.77	1.47	-0.29	2.15	0.78	0.11	0.85	0.35	-0.17	0.56	1.37
2018	1.53	-0.16	1.28	1.65	-0.96	-0.37	0.23	-0.19	-0.91	0.16	-0.36	0.77
2019	-0.66	-1.02	0.19	-0.57	-1.12	0.00	-1.20	-0.42	0.98	-1.77	-1.17	-1.17

รูปที่ 79 ค่าดัชนี SPEI01 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี B.

1970	0.72	-0.99	0.34	0.22	0.48	0.53	1.18	0.90	-0.16	0.66	0.63	1.19
1971	-0.90	1.02	1.31	-1.51	0.74	0.46	-1.75	0.13	-0.72	-2.03	-0.41	0.44
1972	-0.98	0.38	-0.78	0.14	-1.61	-0.59	-0.92	-1.64	1.24	-0.21	0.06	0.23
1973	-0.55	-0.67	0.62	-0.44	0.37	0.69	1.94	0.15	0.58	0.67	0.82	0.84
1974	-0.80	0.03	0.04	-0.01	-0.10	-0.43	0.36	-1.05	1.11	-0.68	1.56	0.56
1975	1.88	1.17	-0.39	-0.39	0.48	1.70	-0.96	-0.54	0.91	1.29	0.71	-0.30
1976	-1.54	-1.28	-0.59	0.62	1.31	-0.66	0.90	-0.98	-0.96	-0.42	-0.32	-1.42
1977	0.15	1.02	-0.85	-1.47	-1.74	-0.22	-0.96	-0.00	0.32	0.35	0.52	-1.23
1978	0.88	-0.63	-0.31	0.85	-0.19	0.11	0.40	-1.23	-0.64	-1.38	-1.81	-0.85
1979	-1.17	-0.88	-1.71	0.23	-0.76	1.26	1.91	-0.82	-0.43	-1.97	-0.83	-1.37
1980	-1.26	-0.21	-0.33	0.13	-0.70	1.68	0.36	1.48	-1.00	-1.12	0.49	-1.10
1981	-1.24	-0.25	-1.48	0.62	0.44	-1.49	-1.46	-1.69	-0.02	-1.15	0.83	-0.13
1982	-1.61	-0.34	1.06	1.35	0.67	-1.44	2.26	0.52	-1.39	0.08	-0.40	-0.72
1983	-0.50	-1.36	0.17	-1.42	-0.76	1.06	0.68	0.28	1.02	-0.17	-0.58	-0.45
1984	0.55	0.75	-0.36	0.67	-1.29	1.08	0.44	-1.99	0.45	-0.76	-0.76	1.38
1985	-0.44	1.33	0.61	0.67	1.35	-0.65	-0.90	-0.91	0.82	1.00	-1.01	0.14
1986	-0.09	-1.06	-1.30	-0.58	2.32	0.19	-0.24	-0.88	2.37	0.63	0.37	-1.02
1987	-0.31	-1.39	-1.31	-1.43	-0.48	-1.25	-2.43	1.91	-0.76	-0.47	0.95	0.23
1988	0.37	1.11	-0.54	0.09	0.93	-0.61	0.95	0.42	1.80	-0.69	2.11	-1.53
1989	-0.27	-0.73	0.15	0.17	1.03	-0.83	0.25	-0.37	-1.34	0.56	-1.52	-1.85
1990	-0.29	-0.93	-0.54	-0.20	0.32	-1.70	-1.06	-1.62	-0.26	1.31	0.46	-0.93
1991	-0.40	0.03	0.63	0.12	1.50	-1.94	1.35	0.80	-0.28	-1.60	-1.47	0.10
1992	-0.36	-0.57	-1.64	-1.48	-0.71	-0.93	-1.09	-0.08	-2.11	1.33	-0.88	-1.05
1993	0.61	-1.27	1.55	0.68	-0.44	-0.94	0.28	-0.33	0.54	1.03	0.13	1.21
1994	-0.91	1.03	1.42	0.66	0.32	0.96	-1.10	1.60	1.24	-1.44	-0.11	-0.69
1995	-0.42	-0.25	0.98	-0.72	-1.65	-0.11	1.06	1.42	-0.72	-0.67	1.55	-1.07
1996	0.13	0.98	-1.21	1.62	-0.72	-0.45	-0.78	0.83	-1.00	0.22	0.47	1.37
1997	-1.22	1.50	-0.69	0.06	-1.37	0.16	-0.05	1.42	0.65	-0.07	-1.16	0.03
1998	-1.28	-0.82	-1.19	-1.31	-1.91	-0.63	0.54	0.60	1.63	1.51	1.48	0.21
1999	1.27	1.98	0.73	1.17	0.39	-0.50	-0.60	0.01	0.39	1.10	-0.17	0.39
2000	0.55	1.51	1.48	0.79	0.42	0.76	-1.52	1.07	-1.09	0.35	-0.13	0.34
2001	1.28	0.31	1.98	-0.68	0.03	0.64	0.44	-0.68	1.21	-0.11	-1.67	0.37
2002	-1.17	-1.34	0.58	-0.36	-0.48	-1.11	-1.09	0.04	-1.16	-1.22	0.50	1.55
2003	-0.17	-0.57	1.68	-1.04	0.01	-0.75	0.49	-0.17	0.62	1.91	-0.65	0.30
2004	-0.56	0.56	-0.53	-1.19	-1.22	0.51	-0.06	-0.84	0.77	-0.59	-1.38	-1.13
2005	-0.93	-1.09	-0.23	-1.39	0.12	-0.01	-0.03	-1.43	-0.74	0.48	1.00	1.54
2006	0.22	0.81	1.07	0.31	0.82	1.68	-0.37	0.44	0.34	-0.59	-1.88	0.01
2007	0.63	-1.25	0.86	1.29	1.89	0.50	1.18	-0.35	0.31	1.25	-0.79	-0.92
2008	1.01	1.43	0.48	0.62	1.32	0.49	-0.35	-0.65	-1.22	-0.69	0.10	-1.18
2009	0.45	-1.01	1.81	1.90	0.33	-1.92	0.25	0.30	-0.44	-0.82	-0.55	-0.96
2010	0.86	-0.41	0.11	-1.11	-1.62	1.52	0.30	-0.95	0.02	0.42	1.36	1.25
2011	1.20	-0.42	0.35	-0.51	-0.29	0.13	1.11	1.25	-0.31	0.73	0.01	0.63
2012	1.88	1.59	1.04	0.95	-0.01	0.11	-0.81	0.42	0.41	-0.92	1.41	0.68
2013	0.62	0.97	-0.92	1.88	-0.54	0.89	0.81	0.44	-0.14	1.32	1.30	-1.26
2014	-0.06	-1.13	-0.90	-0.99	-0.50	1.36	-0.35	0.19	-1.71	0.34	1.32	0.79
2015	-0.37	-0.42	-0.83	0.88	-0.78	-0.61	-0.97	2.16	1.02	-0.73	-0.00	1.42
2016	1.58	1.17	-0.73	-1.56	0.81	-0.14	0.12	-0.32	0.29	0.36	0.30	1.80
2017	2.21	0.70	0.53	1.17	1.26	-0.65	-0.03	0.66	0.87	-0.80	-0.50	1.56
2018	0.56	1.22	-0.30	1.20	-0.37	1.83	-0.02	-0.41	-1.36	0.21	-0.87	0.76
2019	1.62	-0.87	-1.19	-1.31	0.56	0.42	0.40	0.83	-0.77	-1.59	-0.53	-1.01

1970	0.52	-1.03	0.51	0.15	0.60	0.20	1.34	0.52	0.60	0.78	-0.08	0.71
1971	-0.76	1.36	1.30	-1.54	0.84	0.24	-1.82	0.28	-0.31	1.91	-0.28	0.89
1972	-1.04	0.56	-0.85	0.07	-1.30	-0.89	-1.25	-1.14	1.92	-0.30	-0.34	-0.21
1973	-0.31	-0.65	0.70	0.01	0.57	0.45	1.75	0.12	-0.19	0.90	2.05	1.07
1974	-1.03	-0.30	-0.10	0.22	0.39	0.49	0.33	-0.94	1.57	-0.55	1.24	0.30
1975	1.81	1.25	-0.25	-0.12	1.14	1.30	-0.91	-1.01	1.12	1.04	0.56	-0.07
1976	-1.45	-1.22	-0.75	0.55	1.34	-0.41	1.30	-0.55	-0.42	-0.69	-0.30	-1.44
1977	0.03	0.21	-1.01	-1.48	-1.78	0.41	-0.72	0.12	-0.27	0.64	-0.18	-1.38
1978	0.52	-1.27	-0.23	0.36	-0.51	0.34	0.50	-1.24	-0.41	-1.66	-1.77	-0.83
1979	-1.11	-0.75	-1.54	0.78	-0.94	1.21	1.47	-0.94	-0.37	-1.72	-0.52	-1.42
1980	-1.26	-0.41	-0.30	-0.09	-0.06	1.62	0.16	1.38	-0.52	-0.90	0.13	0.08
1981	-1.14	-0.21	-1.34	0.90	0.16	-1.87	-0.97	-1.76	-0.01	-1.33	0.43	0.15
1982	-1.51	-0.39	0.62	1.30	0.52	-1.04	2.05	0.12	-1.70	0.09	-0.67	-0.95
1983	-0.63	-1.41	0.62	-1.50	-0.55	1.23	0.73	0.49	1.32	-0.16	-0.80	-0.04
1984	0.59	0.69	0.01	1.03	-0.95	0.67	1.04	-1.96	0.36	-0.84	-0.89	1.65
1985	-0.69	1.39	0.83	0.68	1.06	-1.09	-0.61	-0.43	1.06	1.06	-0.86	-0.13
1986	-0.09	-1.11	-1.16	-0.49	2.23	0.04	-0.81	-0.66	1.97	0.78	0.44	-1.23
1987	-0.40	-1.40	-1.22	-1.45	-0.07	-0.84	-2.14	1.89	0.01	-0.74	0.35	0.73
1988	0.43	1.21	-0.50	-0.07	1.19	-0.80	0.95	0.45	1.66	-0.96	1.87	-1.45
1989	-0.71	-0.75	-0.34	0.35	0.43	-0.89	0.35	-0.44	-1.23	0.77	-1.92	-1.83
1990	-0.56	-1.00	-0.30	0.18	-0.20	-1.84	-0.50	-1.98	-0.14	1.16	0.26	-0.98
1991	-0.43	-0.13	0.43	-0.23	2.14	-1.47	1.66	0.67	-0.46	-1.27	-1.51	0.10
1992	-0.80	-0.45	-1.46	-1.29	-0.15	-0.98	-1.01	-0.09	-1.77	0.93	-0.93	-1.05
1993	0.36	-1.10	1.49	0.34	-0.04	-0.51	0.01	-0.39	0.99	1.31	0.36	1.55
1994	-1.12	0.90	1.38	0.63	0.07	1.14	-1.31	1.45	0.55	-0.93	-0.14	-1.13
1995	-0.42	-0.01	1.03	-0.66	-1.29	-0.80	0.96	1.12	-0.48	-0.78	1.27	-0.81
1996	0.38	0.80	-1.21	1.85	-0.39	-0.51	-0.65	1.23	-1.89	0.04	0.96	1.30
1997	-1.32	1.63	-0.53	-0.23	-1.61	0.30	-0.48	1.04	0.44	-0.03	-0.99	0.12
1998	-0.89	-0.48	-1.26	-1.36	-1.51	0.55	1.07	1.51	0.61	1.18	1.47	0.61
1999	1.42	1.67	0.89	1.42	0.11	-0.83	-0.72	1.04	0.21	0.88	1.86	-0.28
2000	0.76	1.59	1.39	0.73	-0.63	0.14	-1.69	0.70	-0.37	1.41	-0.06	0.43
2001	1.20	0.23	1.80	-0.53	-1.34	-0.35	0.08	-1.29	1.22	-0.60	-1.59	0.48
2002	-1.30	-1.31	0.45	-0.45	-1.29	-0.43	-1.30	-0.23	-1.20	-1.14	0.25	1.42
2003	-0.18	-0.49	1.44	-1.24	-0.95	0.33	0.80	-0.03	0.31	1.96	-0.43	-0.02
2004	-0.35	0.57	-0.45	-1.20	-1.23	0.52	0.39	-0.87	0.93	-0.25	-1.54	-1.05
2005	-0.73	-0.90	-0.18	-1.42	0.83	-0.01	-0.37	-1.21	-1.20	0.26	1.00	1.67
2006	0.26	0.96	1.12	0.14	1.08	2.07	-1.08	-0.42	-0.35	-0.87	-1.69	-0.22
2007	0.92	-1.05	1.09	1.05	0.94	0.41	0.55	-0.28	0.77	0.72	-0.90	-0.77
2008	1.09	1.27	0.46	0.47	0.28	0.64	-0.02	0.10	-1.20	0.93	0.32	-1.03
2009	0.92	-0.52	1.90	1.78	0.69	-2.32	-0.10	0.60	-1.01	-0.75	0.03	-0.87
2010	0.74	-0.35	-0.42	-0.89	-1.85	2.09	0.73	-0.89	0.07	0.41	1.52	1.44
2011	1.34	-0.42	0.87	-0.52	-0.52	0.01	0.42	1.25	-0.48	1.02	0.48	0.77
2012	1.87	1.69	1.32	1.48	0.34	-0.67	-0.72	0.53	0.57	-1.30	0.94	0.77
2013	0.65	1.32	-1.19	1.68	-0.46	0.51	0.39	0.20	-0.93	1.42	0.54	-1.00
2014	-0.03	-1.36	-0.99	-0.87	0.21	0.79	-0.84	0.60	-1.50	-0.18	0.84	1.07
2015	-0.44	-0.42	-1.00	0.97	-0.57	-0.42	-0.58	2.15	0.37	-1.07	0.38	1.00
2016	1.40	1.26	-1.23	-1.71	1.09	-0.10	0.85	-0.62	0.68	-0.11	0.11	1.38
2017	2.05	0.62	0.36	1.18	0.61	-1.01	0.48	0.80	1.36	-0.66	0.39	1.11

1970		-0.10	0.70	0.16	0.96	1.48	0.91	0.80	1.54	0.50	-1.07	0.46
1971	1.29	-0.86	0.27	-0.19	0.73	1.05	1.82	1.80	0.89	-0.29	-0.47	-0.39
1972	0.38	-0.37	-0.82	1.22	-0.56	-1.49	-0.60	0.27	-0.05	0.05	1.77	1.97
1973	0.25	-1.09	1.91	-0.76	-0.01	0.77	0.66	1.00	1.43	-0.04	-1.48	-0.83
1974	-1.22	-1.06	0.68	1.29	0.45	-0.14	-0.21	0.32	0.84	0.67	0.88	1.10
1975	1.77	2.06	-0.98	-1.61	-0.50	0.52	0.69	1.13	1.00	0.44	0.71	0.72
1976	0.80	-0.21	0.40	-0.55	-0.51	-0.74	-0.74	0.01	0.16	0.48	-0.07	-0.53
1977	1.77	2.00	1.16	1.23	-0.18	-1.44	-1.19	-0.19	0.48	1.85	0.72	0.27
1978	1.79	1.60	0.39	-1.43	-0.52	-0.59	1.44	1.54	-0.07	-0.29	-1.19	-1.43
1979	-1.05	-0.93	-1.33	-0.14	-0.57	-0.11	-0.79	-1.54	-0.32	-0.80	-1.84	-1.53
1980	-1.24	-1.12	0.46	-0.75	0.54	0.85	-0.07	-0.88	-0.39	0.57	-0.03	0.72
1981	0.83	-0.76	-0.90	-0.05	0.37	0.55	1.35	0.70	-1.24	-1.76	0.18	1.15
1982	-0.39	-0.68	-1.31	-0.46	0.11	-0.05	-1.09	-1.32	-0.12	-0.05	-1.29	-1.05
1983	-0.79	0.02	-1.33	-1.56	-1.30	-1.21	-1.22	-0.44	-0.16	0.87	1.83	1.55
1984	0.28	0.32	-0.04	0.91	-0.30	-0.01	0.28	-0.40	-0.35	-0.15	-0.53	-1.37
1985	-1.06	-0.57	-1.40	1.00	0.37	-0.19	-0.46	-0.54	-0.20	0.66	1.78	1.67
1986	-1.03	-1.01	-1.34	0.10	-0.16	-0.27	-0.45	-0.99	-1.57	-1.68	-0.93	0.68
1987	1.31	-0.07	0.65	0.71	-1.26	-1.21	-1.10	0.17	1.09	-1.23	-0.02	1.05
1988	-1.23	-0.65	-1.15	0.94	0.75	1.60	1.81	-0.30	-1.81	-1.08	1.30	0.69
1989	-0.96	-0.23	0.19	-1.27	-0.48	-0.06	-0.08	-0.87	-1.86	-0.47	0.02	-1.27
1990	-1.15	0.46	1.53	-0.07	1.07	0.86	-0.52	-0.84	-1.32	-0.71	0.51	0.11
1991	-1.03	-0.59	-1.21	-0.21	-1.23	-0.14	0.34	0.36	0.20	-1.49	-0.13	0.73
1992	0.29	0.79	-0.06	-1.26	-2.24	-1.88	1.00	1.01	-0.01	0.77	0.14	0.43
1993	0.84	-1.01	1.43	0.76	-0.14	-0.92	-1.50	-1.46	-0.21	0.11	-1.53	-1.44
1994	-1.16	-1.04	1.45	1.01	1.25	1.29	1.48	1.56	0.74	-1.35	-1.11	-0.52
1995	-0.51	-0.86	0.27	-0.65	-0.49	-0.31	0.58	1.46	0.84	-1.03	-0.14	0.32
1996	-1.21	0.34	0.79	1.28	0.15	0.76	1.26	0.20	0.20	-0.29	-0.19	0.12
1997	-1.12	-0.96	0.25	0.05	-1.09	-1.12	0.05	1.09	0.63	-0.90	-0.60	-0.56
1998	-1.06	-0.55	-1.09	-0.82	-0.36	-0.43	-0.83	-0.89	-1.33	-2.20	-1.43	0.09
1999	-0.21	0.69	0.51	1.83	1.43	-0.07	-1.60	-0.64	0.15	0.00	0.28	0.10
2000	-0.37	-0.05	0.78	1.85	1.64	0.97	-0.32	-1.15	-0.48	1.03	0.00	-1.40
2001	-0.84	-0.12	2.11	-0.42	-0.08	-0.11	-0.53	0.12	0.15	1.32	0.93	-0.31
2002	-0.04	0.53	-0.01	-0.72	0.90	0.75	-0.86	0.62	1.61	0.11	1.06	1.10
2003	1.36	0.96	1.10	0.43	-0.76	-0.56	-0.24	-1.59	-1.13	-0.29	-1.53	-1.38
2004	-1.05	-0.41	-1.19	-0.77	0.80	1.46	0.88	-1.26	-0.69	-0.12	-1.49	-0.65
2005	-0.95	-0.23	0.14	0.16	-1.02	-0.33	0.83	0.44	1.59	1.90	-0.10	0.88
2006	0.78	-0.61	0.59	1.59	1.23	0.53	1.20	1.46	1.01	0.38	-0.79	-1.38
2007	-1.09	-0.91	-0.85	-0.12	1.73	1.63	-0.34	-1.15	-0.59	0.10	0.18	-0.02
2008	0.46	1.57	0.85	0.91	0.57	0.00	-0.23	-0.65	-0.73	1.12	1.29	0.73
2009	-0.00	-1.09	0.16	0.44	0.58	1.02	0.71	0.15	-0.16	-0.06	-0.25	-1.40
2010	0.26	1.13	-0.95	-1.35	-1.83	-1.05	0.30	1.09	1.19	1.58	0.78	-0.48
2011	1.09	0.58	1.68	0.91	1.26	1.50	1.05	1.72	2.15	0.31	-0.82	-1.07
2012	-0.46	0.14	-0.16	0.21	-0.01	-0.92	-1.52	-1.25	-0.55	-0.12	-0.58	-0.45
2013	0.74	1.59	0.62	-1.44	-1.46	-0.89	0.85	1.38	1.51	2.06	1.09	0.69
2014	0.51	-0.96	-1.07	-1.10	0.02	-0.44	-0.95	-0.11	-0.97	-1.14	-0.36	-0.78
2015	1.64	1.99	0.31	0.34	-0.44	-1.66	-1.71	-1.41	-1.84	-1.28	0.32	0.80
2016	0.98	1.40	-1.14	-1.40	-1.08	-0.40	0.61	0.65	0.37	1.07	1.81	1.54
2017	0.42	1.20	-0.97	1.50	2.25	1.94	1.17	0.41	-0.11	1.35	1.14	-0.00
2018	0.58	-0.18	-0.11	-0.03	1.08	1.05	-0.28	-0.80	-1.20	0.02	0.65	-0.13
2019	1.58	1.59	-1.45	-1.48	-1.48	-1.68	-1.83	-0.35	-0.16	-0.44	0.81	0.19

1970		-0.30	1.04	0.62	1.58	2.32	1.30	0.75	1.15	-0.90	-1.67	0.53
1971	1.35	-0.67	0.31	-0.20	1.08	1.41	2.16	2.04	0.87	-0.45	-0.11	-0.44
1972	0.03	-0.30	-0.50	1.63	-0.24	-1.39	-1.12	-0.35	-0.27	-0.28	1.87	1.91
1973	0.00	-1.37	1.94	0.72	-0.31	0.26	0.93	1.46	1.89	0.37	-1.04	-0.67
1974	-1.36	-1.39	0.71	1.56	-0.05	-0.72	-1.17	-1.18	-0.18	0.44	0.50	0.29
1975	1.35	1.87	-1.03	-1.47	-0.48	0.25	0.44	1.20	1.21	0.65	0.75	0.46
1976	0.51	0.38	-0.18	-0.77	0.05	-0.27	-0.97	-0.45	0.22	0.99	0.18	-0.80
1977	1.17	1.73	0.21	0.70	-0.24	-1.21	-0.60	0.30	0.57	1.98	1.34	1.18
1978	1.83	1.52	0.10	-1.29	-0.14	0.19	1.31	1.24	0.56	0.86	-0.45	-1.25
1979	-0.74	-0.09	-1.03	-0.83	-0.41	0.18	-0.90	-1.47	-0.95	-1.17	-1.31	-1.33
1980	-1.06	-0.92	0.50	-0.85	-0.66	0.86	1.08	-0.36	-0.74	-0.62	-0.64	0.48
1981	0.79	-0.43	-0.67	-0.65	1.32	1.23	1.42	0.66	-1.75	-1.64	1.11	1.31
1982	-0.51	-0.44	-1.20	-0.19	-0.52	-1.06	-1.52	-1.45	0.85	1.21	-1.29	-0.85
1983	-0.42	0.15	-1.07	-1.66	-1.17	-0.83	-0.93	-0.44	0.09	1.15	1.92	1.71
1984	-0.10	0.27	-0.32	0.03	-0.35	-0.40	-0.11	-0.14	-0.27	0.47	0.01	-1.38
1985	-0.94	-0.55	-1.72	1.01	0.67	-0.59	-0.80	0.07	0.48	0.31	2.00	1.83
1986	-1.37	-1.38	-1.67	0.70	0.30	-0.28	-0.24	-1.02	-1.68	-1.05	-0.34	0.80
1987	1.46	0.17	0.78	0.49	-1.40	-1.51	-1.59	-0.84	0.75	-0.50	0.11	0.71
1988	-1.34	-0.12	-0.72	0.81	1.07	1.21	1.53	0.45	-1.35	-1.19	0.53	-0.25
1989	-0.98	-0.56	-0.33	-1.33	0.08	0.25	-0.58	-1.12	-1.06	0.77	-0.22	-1.29
1990	-1.16	0.81	1.50	-0.88	0.85	0.97	-0.01	-1.00	-1.43	0.29	0.71	0.24
1991	-1.05	-1.00	-1.23	-0.14	-0.54	-0.10	-0.47	-0.40	0.27	-0.85	-0.08	0.51
1992	0.06	1.25	0.39	-1.76	-2.16	-1.67	0.53	0.20	-0.89	0.85	0.58	0.64
1993	0.69	-1.21	0.29	0.21	-0.73	-1.09	-1.04	-1.11	-0.87	-0.56	-1.62	-1.57
1994	-1.15	-1.15	1.43	0.72	0.55	1.27	1.43	1.36	0.98	-1.39	-1.41	0.33
1995	0.87	-0.48	-0.62	-1.31	-0.94	0.08	1.26	1.74	1.23	-1.60	0.18	0.68
1996	-1.33	0.33	0.79	0.55	-0.68	-0.50	-0.11	-0.34	-0.59	-0.53	0.42	0.27
1997	-0.46	-1.37	0.19	-0.27	-1.39	-1.34	0.64	0.90	0.11	0.10	-0.46	-0.69
1998	-0.87	-0.58	-0.33	-0.11	-0.14	-0.21	-0.14	-0.30	-0.82	-1.65	-0.98	0.06
1999	-0.03	0.77	0.57	1.52	0.73	-0.47	-1.63	-1.14	0.43	0.88	0.39	0.21
2000	-0.23	0.04	0.76	0.89	1.30	1.11	0.05	-0.86	-0.24	1.11	-0.43	-1.39
2001	-0.86	-0.44	1.95	0.24	0.55	0.68	0.29	0.86	0.70	1.97	1.03	-1.05
2002	-0.21	0.52	-0.22	-1.04	1.49	1.26	-0.43	0.86	1.04	-0.39	1.63	2.08
2003	1.47	1.24	1.67	0.49	-1.26	-0.93	-1.01	-1.58	-0.65	-0.42	-1.80	-1.57
2004	-1.14	-0.74	-1.50	-0.44	0.75	1.12	0.58	-1.16	-0.37	0.28	-1.35	-0.58
2005	-1.09	-0.54	0.80	0.71	-0.76	-0.28	0.86	0.28	1.26	1.61	-0.45	0.76
2006	1.05	-0.47	0.29	1.14	1.67	0.74	0.88	1.63	0.97	0.07	-0.30	-1.53
2007	-1.32	-0.87	-0.87	1.24	1.82	0.83	-0.94	-1.45	-0.74	0.19	-0.03	-0.39
2008	0.27	1.66	1.22	1.00	0.39	-0.01	0.20	0.27	0.09	0.71	0.87	0.39
2009	-0.40	-1.27	-0.45	-0.03	0.66	0.49	-0.32	-1.11	-1.41	-1.09	-1.41	-1.29
2010	-0.03	0.51	-0.46	-0.70	-1.41	-1.08	-0.39	0.72	1.12	0.42	-0.61	-0.73
2011	1.00	0.62	1.76	2.24	0.78	1.12	0.93	0.47	1.39	0.48	-1.28	-0.76
2012	-0.40	-0.12	-0.65	-0.48	0.25	-0.28	-0.21	0.25	-0.57	-0.48	0.36	0.17
2013	0.16	1.25	1.13	-0.81	-1.06	-0.80	0.69	1.47	1.57	1.52	0.56	0.80
2014	1.12	-1.35	-0.76	-1.07	-0.27	-0.23	0.03	0.23	-0.71	-0.71	-0.01	-0.26
2015	1.32	1.91	0.73	0.95	-1.15	-1.75	-1.28	-0.13	-0.32	-0.89	0.25	0.51
2016	1.27	1.63	-0.66	-0.95	-0.33	0.29	0.67	0.93	1.66	1.14	1.44	1.37
2017	0.45	1.21	-0.95	0.51	1.54	1.36	1.30	0.69	-0.96	0.34	0.86	0.25
2018	1.07	0.17	0.35	0.24	1.20	1.18	0.16	0.29	-0.77	-0.86	0.59	0.74
2019	1.87	1.20	-1.45	-1.95	-1.85	-1.82	-2.14	-1.54	-1.87	-1.95	-0.53	-0.75

รูปที่ 81 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.5A และสถานี G.8

1970		0.65	0.87	0.66	0.61	1.31	1.82	1.52	0.17	-0.38	-0.24	0.31
1971	1.34	-0.42	-0.04	-0.09	0.43	0.44	-0.47	0.96	0.38	-1.05	-0.72	-0.67
1972	0.04	-0.84	-0.49	0.63	-0.92	-1.37	0.37	-0.41	0.37	0.93	0.89	1.56
1973	0.98	-1.33	1.30	-0.15	-0.37	0.88	0.41	0.00	1.06	-0.14	-1.32	-1.03
1974	-1.27	-1.14	1.32	1.62	0.72	0.18	0.12	0.58	0.40	1.38	1.76	0.89
1975	2.57	2.02	-0.18	-1.33	-0.46	0.22	-0.50	0.54	0.30	-0.13	0.63	0.83
1976	0.03	0.30	0.30	-0.57	0.86	0.31	-0.41	1.76	1.39	0.69	0.52	0.20
1977	1.20	0.23	-0.03	0.08	-0.30	-1.42	-1.67	-0.99	-0.99	-0.98	-0.97	-0.24
1978	1.04	2.15	0.87	-0.88	-0.19	-0.55	1.48	1.16	0.40	0.29	-1.31	-1.26
1979	-1.06	0.15	-1.14	-0.81	-0.48	-0.46	-0.90	-1.72	-0.39	-1.24	-1.98	-1.40
1980	-1.41	-1.00	-0.38	-0.56	0.16	0.84	0.68	-0.22	0.17	0.73	0.31	1.13
1981	-1.33	-1.03	-0.29	0.49	0.49	0.79	1.27	0.64	-1.11	-1.38	0.45	1.54
1982	-1.25	-0.76	-1.03	-0.44	-0.24	-0.10	-0.17	-0.78	-0.16	-0.37	-0.49	0.23
1983	0.26	-0.65	-1.73	-2.01	-1.13	-0.17	0.07	0.72	0.34	1.68	2.44	1.79
1984	0.89	1.76	0.71	-0.67	-1.09	-0.62	0.91	-0.38	-1.17	-0.65	-0.64	-0.77
1985	-0.76	-0.39	-1.23	-0.36	0.05	-0.36	-0.59	-1.13	-0.01	1.29	1.17	0.91
1986	-1.31	-1.46	-1.71	-0.12	0.51	-0.11	-0.63	-0.05	-0.58	-0.96	-0.70	-0.97
1987	-0.66	-0.42	0.65	0.64	-0.99	-0.58	-0.37	-0.39	0.85	-0.53	0.48	1.72
1988	-1.33	-0.71	-1.07	0.50	0.88	0.95	1.17	0.64	-0.28	0.65	0.76	0.78
1989	-0.09	0.42	0.43	-0.99	-0.71	0.18	-0.32	-0.80	-1.59	-0.56	0.38	-0.65
1990	-0.83	0.72	0.82	0.01	0.54	0.11	-1.56	-1.96	-1.92	0.73	1.56	0.26
1991	-1.34	-1.40	-0.91	-0.69	-0.97	-0.80	-0.78	0.22	-0.71	-1.28	-0.51	-0.73
1992	1.13	0.32	-1.42	-1.93	-2.17	-1.59	0.71	0.79	-0.77	0.16	0.31	-0.61
1993	0.22	-1.37	-0.08	0.18	0.12	-1.06	-2.33	-1.90	-0.90	-1.06	-1.43	-1.29
1994	-0.57	-0.46	1.84	1.13	0.80	1.59	0.88	0.21	-1.20	-1.83	-1.26	-0.99
1995	-0.13	-0.90	-1.24	-1.08	-0.25	-0.26	-0.02	1.55	1.85	-0.04	-0.80	0.19
1996	-1.25	1.36	1.24	1.60	1.04	0.48	0.59	-0.37	1.53	1.10	0.53	1.62
1997	-1.18	-1.37	-0.18	0.01	-1.11	-2.27	-1.35	0.71	0.35	-0.11	-0.21	-0.35
1998	-0.52	0.37	-0.70	-0.86	-0.15	-0.58	0.44	0.94	-1.21	-1.34	-0.26	0.69
1999	0.44	1.27	0.14	1.78	2.36	1.11	-0.81	-0.17	-0.75	0.09	0.83	0.45
2000	-0.69	0.75	0.39	1.78	1.45	0.71	0.14	-0.40	0.12	0.82	0.52	-1.15
2001	0.12	-0.37	1.51	0.28	0.26	0.70	-0.62	-1.31	-2.06	-1.13	-0.10	-0.25
2002	0.41	-0.05	0.74	0.92	0.58	-0.23	-1.21	0.21	1.93	0.76	0.02	1.40
2003	0.97	-0.34	1.73	0.62	-1.19	0.06	0.99	-0.63	-0.10	-0.77	-1.67	-1.40
2004	0.62	1.18	-0.70	-1.23	-0.39	0.86	1.05	-0.80	-0.56	-1.47	-2.06	-1.16
2005	-0.99	-0.83	-0.44	0.62	-0.70	-0.99	0.16	-0.47	0.92	0.18	-0.20	1.30
2006	-0.72	0.90	1.22	1.43	1.42	1.00	0.29	-0.45	1.19	1.56	0.00	-0.85
2007	-0.62	-0.22	-0.81	-0.29	1.70	1.75	-0.70	-1.79	-1.33	0.55	0.46	-1.02
2008	-0.62	1.32	0.04	0.36	0.95	0.18	-0.56	-0.83	0.85	1.71	1.11	1.02
2009	-0.31	-1.42	0.60	0.94	0.67	0.84	0.51	0.28	0.10	0.16	-0.08	-1.29
2010	0.94	0.32	-1.53	-1.32	-1.67	-0.43	1.41	0.94	0.14	1.14	0.82	-0.64
2011	0.75	0.39	1.97	2.02	1.53	1.52	2.10	2.33	1.35	0.61	0.22	-0.40
2012	0.21	0.14	-0.52	0.04	0.09	-0.80	-0.68	-0.75	0.48	0.47	-0.16	0.93
2013	1.20	0.87	0.10	-0.48	-1.13	-0.31	1.24	1.33	1.58	1.32	0.44	0.40
2014	-0.47	-1.48	-0.64	0.36	-0.00	-0.90	-0.78	0.85	0.24	-0.93	-0.53	-0.25
2015	0.85	0.78	0.81	-0.11	-1.83	-2.37	-1.30	-0.17	-0.40	-0.35	0.14	0.93
2016	1.50	-0.12	-1.37	-1.60	-0.88	-0.22	0.01	0.03	0.08	1.14	2.06	1.89
2017	1.33	1.13	1.01	0.44	1.57	2.56	1.57	1.26	1.57	1.35	0.83	0.61
2018	1.54	0.86	0.28	0.98	0.83	-0.07	0.08	0.04	-1.27	-1.44	-0.70	0.08
2019	0.91	0.93	-0.61	-1.30	-0.99	-0.84	-1.44	-1.15	-0.52	-1.34	-1.34	-0.77

1970		0.84	0.94	0.72	0.42	0.71	1.69	1.60	1.30	0.26	-0.57	-0.09
1971	0.98	-0.79	-0.01	-0.37	0.87	1.20	1.50	1.42	0.03	-0.23	-0.18	-0.51
1972	0.56	-0.39	0.09	1.04	-0.93	-1.59	-0.14	-0.24	-0.61	0.11	1.17	1.54
1973	0.60	-1.23	1.94	0.40	-0.12	0.48	0.08	0.64	1.50	-0.10	-1.37	-0.76
1974	-1.22	-1.25	1.25	1.72	0.58	-0.04	-0.59	0.58	1.06	1.58	1.67	1.35
1975	2.13	2.18	-0.57	-1.35	-0.34	0.40	0.41	1.21	0.34	0.12	1.06	0.98
1976	0.32	0.08	-0.21	-0.98	0.01	-0.06	-0.13	1.21	0.57	0.33	0.29	-0.01
1977	1.93	1.77	0.85	0.68	-0.34	-1.13	-1.31	-0.30	0.58	0.64	-0.33	-0.53
1978	0.82	1.54	-0.14	-1.43	-0.51	-0.45	1.65	1.62	0.20	-0.46	-1.28	-1.38
1979	-1.25	-0.61	-1.27	-0.74	-0.73	-0.36	-0.34	-1.35	-0.15	-1.13	-1.72	-1.44
1980	-1.32	-1.33	0.31	-0.45	0.64	0.98	0.57	-0.31	0.10	0.33	-0.04	0.20
1981	-0.34	-1.21	-0.69	0.32	0.90	0.70	0.73	0.33	-1.84	-1.34	0.87	1.48
1982	-0.88	-1.14	-1.33	-0.91	-0.47	-0.41	-0.91	-1.38	0.39	0.13	-0.74	-0.48
1983	-0.50	-0.41	-1.55	-1.71	-0.58	-0.18	-0.93	-0.74	-0.50	1.77	2.21	1.66
1984	0.89	0.99	-0.41	-0.61	-0.78	-0.44	0.22	-1.00	-0.69	0.03	-0.24	-1.19
1985	-1.02	-0.48	-1.21	0.34	0.11	-0.38	-0.65	-1.27	0.10	1.53	1.74	1.59
1986	-1.23	-1.03	-1.30	0.15	0.30	-0.03	-0.72	-0.79	-0.76	-1.02	-0.84	-0.37
1987	0.71	-0.08	1.02	0.65	-1.24	-0.84	-0.28	0.29	1.16	-0.95	-0.04	1.33
1988	-1.25	-0.58	-1.32	0.53	0.80	0.99	1.56	0.47	-1.55	-0.42	0.73	-0.08
1989	-1.08	-0.24	0.68	-0.91	-0.06	0.40	-0.11	-0.71	-2.06	-0.22	0.49	-1.01
1990	-1.12	0.66	0.94	0.29	0.94	0.60	-1.37	-1.32	-1.20	-0.06	0.69	0.53
1991	-0.61	-0.47	-1.25	-0.69	-1.32	-0.97	-0.02	0.68	-0.59	-1.25	-0.41	-0.72
1992	0.62	1.16	-0.92	-1.78	-2.14	-1.84	1.04	1.13	0.55	0.82	-0.08	-0.46
1993	0.71	-1.23	1.26	0.83	-0.44	-1.08	-1.94	-1.71	-0.39	-0.89	-1.49	-1.41
1994	-1.22	-1.14	1.89	1.39	1.48	1.78	1.46	1.15	-0.92	-2.13	-1.65	-0.86
1995	-0.48	-0.65	-0.20	-0.85	-0.14	0.00	0.20	1.62	0.89	-0.65	0.22	1.03
1996	-1.25	1.20	1.29	1.64	-0.09	-0.18	0.67	0.10	1.83	1.32	0.65	1.31
1997	-1.18	-1.21	0.29	0.22	-1.30	-1.83	-0.38	1.45	0.00	-0.91	-0.36	-0.40
1998	-1.17	-0.85	-0.79	-0.84	-0.55	-0.72	-0.58	-0.40	-1.19	-1.72	-0.71	0.87
1999	0.21	0.73	-0.07	1.71	1.78	0.90	-1.21	-0.41	-0.09	0.65	0.89	0.43
2000	-0.47	0.25	0.40	1.51	1.16	0.76	-0.05	-1.04	-0.15	0.64	-0.04	-1.33
2001	-0.75	-0.60	1.68	0.27	0.49	0.67	-0.71	0.21	-1.35	-0.49	0.45	-0.56
2002	0.31	0.48	0.39	0.17	0.54	-0.06	-1.68	0.36	2.06	1.12	0.72	1.74
2003	1.47	-0.05	1.28	0.48	-1.12	-0.75	0.60	-0.75	0.08	-1.34	-2.31	-1.42
2004	-0.88	0.10	-1.14	-1.18	0.56	1.49	1.53	-1.16	0.18	-1.21	-2.02	-0.54
2005	-0.24	0.35	-0.56	0.41	-1.07	-1.06	0.65	-0.45	1.42	0.80	-0.65	0.48
2006	-0.07	-0.08	0.86	1.48	1.76	1.46	1.01	1.13	1.22	1.40	0.24	-0.95
2007	-1.30	-0.81	-0.56	-0.54	1.82	1.82	-0.87	-1.43	-0.30	0.57	0.03	-0.88
2008	0.08	1.45	0.28	0.33	0.29	-0.08	-0.59	-1.16	-0.07	1.41	1.37	1.19
2009	0.27	-1.23	0.40	0.94	0.54	0.78	1.04	0.03	-0.16	0.20	-0.05	-1.17
2010	0.94	1.12	-1.02	-1.18	-1.87	-1.34	0.93	1.10	0.15	0.57	0.33	-0.70
2011	1.34	0.28	1.80	1.82	1.40	1.30	1.21	1.53	1.48	0.62	-0.36	-0.44
2012	-0.23	-0.08	-0.53	-0.15	0.29	-0.20	-1.01	-0.86	-0.03	-0.33	-0.31	0.59
2013	0.92	1.53	0.69	-0.90	-1.21	-0.68	0.75	1.15	1.72	1.30	0.06	0.37
2014	0.12	-1.25	-0.74	0.05	0.19	-0.28	-0.52	0.43	-0.72	-0.83	-0.23	-0.49
2015	1.35	1.56	0.75	0.17	-1.48	-2.02	-1.70	-1.39	-1.43	-0.85	0.23	0.90
2016	1.07	0.81	-1.41	-1.63	-0.53	-0.11	-0.21	-0.04	0.50	1.57	2.11	1.95
2017	0.84	1.11	0.07	0.67	1.90	2.07	1.28	0.19	-0.10	1.07	0.87	0.07
2018	1.11	0.15	-0.32	-0.23	0.69	0.65	-0.21	-0.36	-1.71	-1.31	-0.30	-0.09
2019	1.32	1.20	-0.98	-1.41	-0.88	-0.81	-1.56	-0.81	-0.57	-1.03	-0.58	-0.37

รูปที่ 82 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี P.17 และสถานี W.4A

1970		0.03	1.15	1.14	0.76	1.41	1.53	1.28	1.75	0.74	-0.89	-0.31
1971	0.11	-0.78	0.06	-0.17	0.71	0.93	1.28	1.58	0.55	-0.68	-0.38	-0.64
1972	-0.37	0.03	0.02	1.01	-0.47	-1.32	-0.66	-0.75	-0.84	-0.08	1.26	1.38
1973	-0.17	-1.32	1.87	-0.17	-0.81	0.16	0.88	1.15	1.54	0.83	-1.28	-0.76
1974	-1.10	-1.28	0.97	1.88	0.70	-0.73	-1.00	0.19	0.60	0.83	1.55	1.21
1975	2.21	2.05	-0.31	-1.56	-0.26	0.82	0.64	1.46	1.09	0.10	1.17	0.90
1976	-0.41	0.57	-0.22	-1.18	-0.32	-0.06	0.09	-0.03	0.08	0.80	0.25	-0.40
1977	1.98	1.54	0.62	1.08	-0.06	-1.44	-1.04	0.25	0.82	1.37	0.16	-0.05
1978	0.93	1.51	0.26	-1.28	-0.71	-0.46	1.90	1.79	0.37	0.16	-0.93	-1.43
1979	-1.10	-0.05	-1.10	-0.78	-0.43	0.40	-0.07	-1.56	-1.23	-1.62	-1.75	-1.49
1980	-1.41	-1.17	0.59	-0.41	0.11	1.20	1.48	0.12	0.15	0.46	-0.35	0.41
1981	-0.43	-1.04	-0.46	0.21	0.86	0.26	0.85	0.30	-2.14	-1.41	0.89	1.26
1982	-0.94	-1.24	-1.15	-0.45	-0.62	-1.08	-1.68	-2.13	-0.15	1.35	-0.38	0.01
1983	0.72	-0.07	-1.86	-1.62	-0.61	-0.09	-0.15	0.08	-0.02	0.82	1.94	1.65
1984	-0.43	1.21	-0.06	-0.32	-0.36	-0.46	-0.47	-1.06	-0.51	0.15	-0.22	-0.86
1985	-0.45	-0.39	-1.49	0.07	0.35	-0.23	-0.47	-1.38	-1.16	0.81	1.81	1.67
1986	-1.23	-1.08	-1.60	0.67	0.66	-0.27	-0.74	-1.24	-1.33	-0.83	-0.58	-0.43
1987	0.17	0.25	0.84	0.25	-1.27	-0.90	-0.99	0.08	1.41	-0.35	-0.36	0.94
1988	-1.26	-0.22	-1.03	1.35	1.53	1.29	1.48	0.57	-1.19	-0.80	0.98	-0.14
1989	-0.84	-0.83	-0.23	-1.01	0.18	0.54	-0.40	-1.00	-1.67	-0.65	0.20	-1.02
1990	-0.82	0.41	1.17	0.04	1.05	0.84	-1.08	-0.87	-0.81	-0.44	0.42	0.66
1991	-0.03	-0.69	-1.50	-0.22	-0.55	-0.92	-1.20	0.14	0.02	-1.44	-0.86	-0.89
1992	1.01	1.56	-0.44	-1.92	-2.40	-1.79	1.23	0.92	0.37	1.02	-0.47	-0.44
1993	0.17	-1.36	0.63	0.21	-0.91	-1.39	-1.66	-1.44	-0.91	-1.08	-1.72	-1.46
1994	-1.29	-1.17	1.98	1.27	1.38	1.87	0.73	0.89	0.31	-1.78	1.53	-0.70
1995	-0.10	-0.88	-0.84	-1.12	-0.31	-0.02	0.79	1.90	0.96	-1.21	0.07	0.79
1996	-1.18	1.46	1.36	1.66	0.05	-0.45	0.29	-0.21	0.88	1.00	0.87	1.20
1997	-1.20	-1.32	0.52	0.68	-0.99	-1.65	-0.41	0.63	-0.02	-0.66	-0.34	-0.48
1998	-0.91	-0.88	-0.50	-0.57	-0.71	-0.40	0.17	-0.26	-0.31	-0.83	-0.34	1.01
1999	0.61	0.66	-0.07	1.47	1.56	0.49	-0.80	-0.19	0.76	1.26	1.04	0.72
2000	-0.61	0.34	0.20	0.97	1.46	1.14	-0.02	-0.76	-0.68	0.09	0.13	-1.36
2001	-0.59	-1.04	1.63	-0.07	0.17	0.50	-0.60	1.02	0.37	-0.58	0.62	-0.73
2002	0.45	0.05	0.10	-0.83	0.38	0.22	-1.77	0.25	1.83	1.53	0.86	1.80
2003	1.02	0.05	1.46	0.23	-1.12	-0.50	0.40	-0.92	-0.18	-0.55	-2.14	-1.46
2004	-0.84	0.32	-0.93	-1.10	-0.11	1.30	1.74	-0.74	-0.88	-0.99	-1.94	-0.53
2005	0.36	0.01	-0.59	0.29	-0.76	-0.63	0.73	-0.63	1.27	2.02	-0.82	0.55
2006	-0.35	-0.04	0.34	1.58	1.99	1.25	0.23	0.90	0.74	0.61	0.49	-1.15
2007	-1.35	-0.73	-0.96	-0.10	1.52	1.44	-0.74	-1.35	-0.86	-0.13	-0.23	-0.90
2008	0.87	1.61	0.55	0.50	-0.11	-0.54	-0.42	-1.25	-1.06	0.38	1.20	1.08
2009	-0.25	-1.21	0.20	0.73	0.63	0.68	0.34	-0.42	-0.14	0.26	-0.09	-1.18
2010	1.41	0.82	-1.11	-1.10	-1.73	-1.21	0.11	1.33	1.36	0.37	0.01	-0.99
2011	1.12	0.59	1.82	1.77	1.40	1.45	1.51	1.54	1.60	1.24	-0.03	-0.51
2012	0.38	-0.25	-0.33	0.19	0.48	-0.13	-0.48	-0.54	-0.70	-0.67	0.05	1.12
2013	1.16	1.36	1.06	-1.06	-1.29	-0.44	0.86	1.20	1.44	1.08	-0.33	0.26
2014	0.08	-1.29	-1.11	-0.20	-0.13	-0.62	-0.29	0.35	-0.23	-0.83	-0.18	0.14
2015	1.60	1.44	0.97	0.08	-1.62	-1.97	-1.42	-0.82	-1.21	-0.76	0.41	0.83
2016	1.58	1.10	-1.21	-1.32	-0.31	0.20	0.33	0.42	0.80	1.47	2.04	2.03
2017	1.20	0.79	0.22	0.59	1.42	1.64	1.25	0.46	-0.45	0.70	1.12	-0.18
2018	0.58	0.38	-0.06	0.34	1.09	0.77	-0.28	-0.26	-1.10	-1.44	-0.24	0.05
2019	1.24	1.01	-0.68	-1.55	-1.30	-1.09	-1.70	-0.68	-0.89	-1.79	-0.99	-0.34

1970		-0.24	1.42	1.40	1.07	2.10	1.50	1.01	1.72	0.35	-1.34	-0.10
1971	0.24	-0.76	-0.28	-0.45	0.62	1.12	1.72	1.62	0.22	-0.96	-0.49	-0.71
1972	-0.38	0.21	0.12	1.30	-0.20	-1.43	-1.15	-0.70	-0.81	-0.61	1.21	1.41
1973	-0.23	-1.47	1.89	0.10	-1.03	-0.23	0.79	1.31	1.58	1.08	-1.35	-0.93
1974	-1.24	-1.35	0.55	1.88	0.44	-0.99	-1.29	-0.20	0.58	0.53	1.23	0.97
1975	2.13	1.87	-0.43	-1.68	-0.39	0.67	0.74	1.54	1.17	0.36	1.26	0.64
1976	-0.41	0.77	0.01	-0.71	-0.12	-0.10	-0.26	-0.60	0.00	1.10	0.23	-0.67
1977	2.00	1.56	-0.08	0.57	-0.12	-1.40	-1.01	0.32	0.43	1.18	0.87	0.88
1978	1.19	1.16	0.04	-0.81	-0.25	-0.21	1.62	1.63	0.54	0.78	0.04	-0.99
1979	-0.92	0.62	-0.58	-0.80	-0.15	0.64	-0.34	-1.68	-1.44	-1.89	-1.67	-1.59
1980	-1.42	-0.94	0.59	-0.29	-0.11	1.33	1.70	0.11	-0.20	0.46	-0.53	0.21
1981	-0.30	-0.99	-0.76	-0.28	1.08	0.68	1.00	0.57	-1.79	-1.13	0.94	1.07
1982	-0.87	-1.11	-1.13	-0.32	-0.82	-1.45	-1.90	-2.27	0.32	1.92	-0.57	-0.11
1983	0.76	0.10	-1.79	-1.73	-0.72	-0.39	-0.60	-0.15	-0.41	0.27	1.82	1.62
1984	-0.30	1.17	0.04	-0.25	-0.28	-0.62	-0.69	-0.88	-0.20	0.56	0.03	-0.98
1985	-0.48	-0.68	-1.73	0.43	0.77	-0.21	-0.45	-0.87	-1.18	0.10	1.78	1.66
1986	-1.34	-1.16	-1.66	0.64	0.57	-0.34	-0.52	-1.55	-1.94	-1.16	-0.56	0.19
1987	0.44	0.35	0.87	0.19	-1.31	-1.15	-1.52	-0.37	1.33	-0.18	-0.54	0.84
1988	-1.38	0.12	-0.63	1.82	1.91	1.19	0.91	0.09	-1.20	-1.15	0.65	-0.46
1989	-0.72	-1.09	-0.71	-0.82	0.28	0.44	-0.10	-0.90	-1.33	-0.16	-0.10	-1.15
1990	-1.11	0.85	1.39	-0.27	0.91	0.93	-0.41	-0.52	-0.49	0.08	0.54	0.48
1991	-0.17	-0.74	-1.36	-0.43	-0.47	-0.75	-1.26	-0.17	0.21	-1.35	-1.18	-0.73
1992	0.65	1.72	0.06	-1.99	-2.31	-1.77	1.02	0.96	-0.01	0.60	-0.40	0.04
1993	0.54	-1.42	0.46	-0.19	-1.35	-1.46	-1.37	-1.56	-0.89	-0.72	-1.65	-1.54
1994	-1.34	-1.24	1.71	0.97	0.91	1.65	1.08	1.16	0.79	-1.43	-1.40	-0.37
1995	0.30	-0.76	-1.14	-1.37	-0.37	0.10	1.01	1.98	1.20	-1.44	-0.01	0.83
1996	-1.24	1.40	1.23	0.86	-0.62	-0.75	-0.24	-0.33	0.29	0.66	1.36	1.07
1997	-1.08	-1.25	0.40	0.46	-0.83	-1.28	-0.16	0.41	-0.27	-0.05	0.30	-0.65
1998	-0.90	-0.80	-0.61	-0.04	-0.29	-0.04	-0.12	-0.62	-0.28	-1.10	-0.80	0.71
1999	0.36	0.37	0.07	0.96	1.21	0.46	-1.00	-0.40	0.56	0.40	0.61	0.76
2000	-0.46	0.14	0.39	0.52	1.37	1.27	0.16	-0.83	-0.80	-0.16	-0.43	-1.49
2001	-0.80	-1.16	1.63	0.11	-0.04	0.39	-0.27	1.17	1.18	0.65	0.78	-1.20
2002	0.54	0.12	-0.82	-1.46	0.32	0.52	-1.37	0.25	1.65	1.42	0.97	1.99
2003	1.20	0.55	1.47	0.11	-1.25	-0.61	0.21	-0.75	-0.16	-0.39	-2.07	-1.58
2004	-1.02	0.16	-0.92	-0.85	0.20	1.29	1.58	-0.40	-0.72	-0.42	-1.54	-0.54
2005	0.17	-0.02	0.43	0.17	-0.99	-0.34	1.02	0.00	1.11	1.99	-0.91	0.45
2006	-0.13	0.15	0.63	1.69	1.94	0.79	0.33	1.07	0.60	0.19	0.28	-1.61
2007	-1.38	-0.86	-0.96	0.17	1.48	1.12	-0.96	-1.55	-0.45	0.47	0.10	-0.85
2008	1.11	1.81	1.11	1.20	0.19	-0.24	0.28	-0.77	-1.24	-0.06	1.03	0.79
2009	-0.57	-1.23	-0.17	0.57	0.67	0.58	0.32	-0.82	-1.08	-0.30	-0.21	-0.70
2010	0.81	0.12	-1.05	-1.00	-1.51	-1.09	-0.18	1.39	1.65	0.12	-0.65	-0.69
2011	1.26	0.55	1.78	1.91	1.33	1.41	1.52	1.46	1.59	1.49	0.04	-0.71
2012	0.10	-0.42	-0.35	0.32	0.46	-0.15	-0.24	-0.23	-0.67	-0.86	0.10	1.15
2013	0.95	1.31	1.12	-0.94	-1.21	-0.36	0.80	1.18	1.33	1.16	-0.26	0.42
2014	0.31	-1.28	-1.23	-0.53	-0.43	-0.66	-0.24	0.33	-0.16	-0.80	-0.09	0.16
2015	1.48	1.39	0.95	0.23	-1.52	-1.83	-1.08	-0.45	-0.89	-0.74	0.44	0.65
2016	1.63	1.16	-1.05	-1.10	-0.15	0.30	0.44	0.67	1.08	1.67	1.95	2.03
2017	0.97	0.54	0.15	0.89	1.38	1.26	1.23	0.67	-0.53	0.69	1.38	0.06
2018	0.69	0.38	0.07	0.62	1.25	0.72	-0.37	-0.18	-0.73	-1.39	-0.14	0.32
2019	1.29	0.93	-0.53	-1.70	-1.46	-1.16	-1.65	-0.72	-0.89	-1.98	-1.00	-0.53

รูปที่ 83 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.1C และสถานี N.1

1970		-0.48	1.36	1.25	0.81	1.87	1.71	0.54	0.35	-0.28	-0.70	0.30
1971	1.19	0.01	0.09	0.38	0.78	0.55	-0.70	0.67	0.33	-1.40	-1.24	-0.43
1972	0.21	-0.67	-0.36	0.77	-1.16	-1.23	0.38	-1.64	-0.51	0.63	1.00	1.53
1973	0.76	-1.37	0.53	-0.32	-0.87	-0.38	0.34	-0.10	0.22	-0.51	-1.43	-1.07
1974	-0.05	0.29	0.58	0.15	-0.26	-0.98	-0.86	-0.48	-0.91	0.31	1.34	1.16
1975	2.17	2.61	1.07	-1.00	-0.45	0.46	0.36	0.48	0.02	0.05	0.16	0.57
1976	-0.80	-0.08	0.62	-0.14	0.51	-0.14	-0.53	1.09	0.65	1.04	1.11	0.03
1977	-0.62	-1.46	-0.86	-0.09	0.22	-0.77	-2.12	-0.47	0.61	-0.50	-1.15	-0.14
1978	1.10	1.58	-0.05	-0.68	-0.05	-0.15	1.67	1.45	0.98	0.72	-1.13	-0.93
1979	-0.85	0.63	-1.31	-0.83	-0.02	0.05	-0.98	-2.40	-1.23	-1.44	-1.76	-1.48
1980	-1.41	-0.98	-0.45	-0.85	-0.40	1.53	1.57	-0.15	0.13	0.59	0.13	-0.05
1981	-1.22	-0.37	0.30	0.08	0.21	0.63	1.15	0.34	-1.74	-1.29	0.20	1.39
1982	-1.14	0.30	-0.19	-0.20	-0.70	-0.75	0.03	-0.69	1.34	1.37	-0.44	0.68
1983	1.71	0.10	-2.00	-2.19	-1.58	-0.06	0.89	1.22	0.63	0.73	1.62	1.37
1984	0.36	0.35	-0.34	-0.75	-0.68	-0.02	0.76	0.01	-0.90	-0.79	-0.49	-0.49
1985	-0.09	0.47	-0.98	-0.74	0.10	-0.16	-0.60	-1.21	-0.53	1.00	0.97	0.30
1986	-1.22	-1.60	-1.69	0.05	0.48	-0.45	-1.06	-1.06	-1.73	-1.42	-0.61	-1.05
1987	-0.87	0.33	0.99	0.83	-0.40	-0.85	-1.00	-0.99	1.14	1.01	0.60	1.63
1988	-1.22	0.24	-0.39	1.25	1.57	0.62	0.62	0.47	-0.91	0.51	1.22	-1.38
1989	-0.28	-1.21	-0.11	-0.64	-0.09	0.45	-0.79	-0.66	-1.39	-0.33	1.03	-0.88
1990	-1.07	0.51	1.70	-0.08	0.20	0.98	-0.68	-1.74	-1.47	0.73	1.50	-0.10
1991	-1.07	-1.59	-0.88	-0.74	-0.21	-0.61	-1.73	0.73	0.19	-1.44	-1.06	-0.15
1992	1.63	0.35	-1.81	-2.02	-1.77	-1.33	0.22	0.11	-0.29	-0.24	-0.49	-0.42
1993	0.59	-1.24	-0.04	-0.42	-0.38	-0.96	-1.31	-0.87	-0.66	-1.02	-1.41	-1.29
1994	-0.87	0.00	1.74	0.36	0.39	1.71	-0.39	-0.47	0.21	-1.34	-1.29	-0.67
1995	0.57	-0.62	-1.03	-1.19	-0.36	0.69	1.54	2.07	1.31	-0.32	-0.49	-0.36
1996	-0.85	0.53	0.85	1.84	1.35	0.38	-0.37	-0.91	1.52	1.48	0.90	1.93
1997	-0.94	-1.37	0.71	0.68	-0.64	-2.40	-1.55	-0.60	-1.27	-0.39	0.10	-0.81
1998	-0.44	1.63	0.26	-0.02	0.39	-0.04	0.52	1.31	-0.88	-1.59	-0.27	0.96
1999	0.65	0.70	-0.57	1.61	2.14	0.87	-0.66	-0.21	-1.09	-0.09	1.02	0.37
2000	0.04	0.75	-0.36	1.61	1.80	1.69	1.17	1.28	1.24	0.22	0.23	-1.29
2001	0.14	-0.89	0.95	-0.04	0.14	0.62	-0.60	-0.69	-1.34	-1.01	-0.25	-0.27
2002	0.19	-1.01	-0.37	-0.65	-0.56	-0.02	-0.48	1.04	2.08	0.76	-0.26	1.09
2003	1.38	0.54	1.84	0.15	-1.65	-0.37	0.40	-0.34	0.13	-0.83	-1.44	-1.50
2004	0.90	1.96	-0.31	-0.85	-0.09	0.85	1.40	0.06	-1.15	-1.64	-1.84	-1.21
2005	-1.19	-1.59	-0.72	0.29	-0.32	-0.72	0.17	-0.58	0.46	-0.08	-0.51	1.71
2006	-0.94	0.63	0.70	1.16	0.95	0.43	0.02	-0.79	0.52	1.58	0.90	-0.41
2007	-1.30	-0.04	-0.29	0.15	1.31	1.24	-0.22	-0.04	0.02	0.99	1.10	-1.01
2008	-0.22	0.53	-0.77	0.92	1.01	0.25	0.41	0.49	1.66	1.67	0.74	1.10
2009	-1.25	-1.36	1.40	1.39	1.18	0.47	-0.53	0.67	0.73	0.03	-0.38	-0.75
2010	1.23	0.51	-1.60	-1.33	-1.55	-1.11	0.79	0.96	0.64	1.41	1.26	-0.98
2011	0.13	0.47	1.75	2.03	1.55	0.91	1.85	2.10	1.11	1.20	1.01	-0.38
2012	0.68	-0.06	-0.20	0.22	0.15	-0.64	-0.64	-1.09	-0.26	-0.03	-0.39	1.20
2013	0.73	-0.29	0.11	-0.34	-1.15	-0.38	1.35	1.35	1.27	1.27	0.45	0.09
2014	-0.48	-1.52	-0.42	0.56	0.03	-0.90	-0.40	0.83	0.48	-0.72	-0.52	0.26
2015	0.41	0.81	0.87	-0.53	-2.21	-2.84	-0.63	0.17	-0.34	-0.06	0.15	0.78
2016	1.53	-0.10	-1.59	-1.78	-0.88	-0.21	-0.13	-0.72	-0.76	0.72	1.83	1.90
2017	1.23	1.04	1.63	1.00	1.45	2.30	1.55	1.21	1.20	1.22	0.92	0.80
2018	1.41	0.84	0.18	1.34	1.10	-0.12	0.19	-0.09	-1.27	-1.37	-0.80	0.10
2019	0.39	1.14	-0.18	-1.21	-1.03	-0.73	-1.53	-1.24	-0.45	-1.24	-1.32	-0.67

1970		0.47	-0.35	-0.09	0.63	1.29	0.35	0.25	0.39	-1.22	-1.22	-0.87
1971	1.81	1.47	0.17	-0.80	0.02	1.26	1.52	0.41	-0.62	-1.13	-1.06	-0.96
1972	1.02	1.67	1.73	0.95	-1.56	-0.02	1.56	0.13	-0.34	1.11	1.54	0.39
1973	-0.70	-0.38	-1.59	-1.55	-1.21	-0.87	-0.32	-0.90	-1.19	-1.04	-1.11	-0.90
1974	1.02	-0.16	-0.15	1.21	1.23	0.03	-0.56	1.40	0.89	-0.58	0.70	1.87
1975	2.16	1.10	0.25	-1.47	0.21	0.89	0.29	0.40	-0.02	-0.10	0.14	0.10
1976	0.14	-0.42	-0.34	0.62	-0.11	-1.29	-0.57	-0.04	0.19	0.61	0.57	0.42
1977	0.59	-1.31	-1.53	-0.90	-0.73	-1.92	-2.19	-0.68	1.69	0.82	-1.37	-1.16
1978	-0.29	-0.39	-0.03	1.22	1.00	0.07	0.72	1.91	1.75	0.50	-0.85	-0.29
1979	-1.07	-0.57	-1.75	1.06	1.89	2.07	0.20	-1.14	0.21	-1.21	-1.83	-1.43
1980	-1.39	-0.93	-0.88	-0.84	-0.01	1.16	0.69	-1.42	0.52	1.74	0.24	0.31
1981	1.02	1.32	0.24	-0.37	0.54	0.55	0.62	0.25	-2.03	-1.84	0.50	1.19
1982	1.02	0.72	0.84	0.31	-1.03	-0.73	-0.26	-0.69	1.41	1.88	0.53	0.74
1983	1.02	-0.73	-1.92	-1.71	-1.04	0.73	-0.37	-0.75	-0.64	0.32	1.73	-0.15
1984	1.43	-0.68	-0.16	0.55	0.33	-0.16	-0.45	0.22	0.48	0.70	1.13	0.89
1985	0.14	0.88	0.13	0.64	0.29	0.13	-0.48	-1.15	-0.77	-0.14	0.26	0.04
1986	1.02	-1.29	-1.40	0.05	0.57	-0.44	-1.07	0.18	-0.14	-0.36	0.69	0.09
1987	0.59	-0.21	-0.37	-0.50	-0.98	0.19	0.37	-0.16	0.77	0.44	-0.35	0.39
1988	0.59	0.93	-0.24	0.15	0.98	1.54	0.47	-1.51	-1.56	0.46	1.37	-1.28
1989	0.59	-1.33	0.33	0.63	0.20	-0.42	-0.01	0.45	-0.52	-0.23	0.51	-0.64
1990	-0.70	2.09	2.24	-0.39	-0.41	0.92	1.34	0.35	-0.56	0.22	0.71	0.94
1991	-1.07	-1.33	-1.36	-1.70	-1.55	-0.73	-0.89	0.84	1.45	0.70	0.50	-0.80
1992	1.43	0.98	-0.84	-1.96	-1.55	-0.42	-0.27	-0.06	-0.38	-1.20	-1.02	-1.24
1993	0.59	-0.59	-0.62	-0.42	-0.78	-1.71	-0.99	-0.89	-1.22	-1.48	-1.53	-0.77
1994	-0.70	1.69	1.66	-0.07	0.10	0.97	-0.54	-0.49	1.43	0.72	-0.63	-0.75
1995	-0.70	-0.23	0.14	-0.66	-0.67	-0.32	0.91	0.01	-1.95	-1.13	0.18	0.54
1996	-0.29	-1.02	0.46	2.02	1.07	-0.13	-1.43	-1.81	1.19	1.80	0.73	2.00
1997	0.59	0.48	0.79	0.35	-0.38	-0.16	0.81	0.84	-1.15	-1.11	0.29	-1.22
1998	-2.38	1.65	0.54	-0.79	-0.09	-0.12	-1.54	-1.53	-0.73	-0.93	-0.43	1.36
1999	0.59	-0.22	0.98	1.59	1.82	1.45	0.97	-0.69	-1.73	-0.18	0.81	1.28
2000	1.43	0.72	-0.85	1.26	2.31	1.99	1.22	1.14	0.16	-0.78	-0.65	-1.24
2001	-0.70	-0.38	1.22	-0.34	-0.60	1.01	0.60	0.22	0.49	0.55	1.07	1.51
2002	0.14	-1.07	0.49	0.16	0.07	0.04	-0.02	0.96	1.45	0.66	-0.35	0.13
2003	-0.70	1.40	1.55	0.20	-0.09	-0.07	-1.06	-0.70	1.65	1.07	-1.28	-1.41
2004	-0.70	1.73	0.84	-0.25	0.50	1.02	1.91	1.65	-0.66	-1.97	-1.81	-1.14
2005	-1.39	-1.33	-0.78	-0.69	-0.32	-0.55	0.81	1.02	0.24	-0.49	-1.04	1.25
2006	0.14	0.18	0.45	0.92	0.45	-0.39	0.97	1.50	-0.99	0.01	1.71	0.09
2007	-1.07	0.66	1.06	-0.47	0.62	0.42	-0.86	0.28	0.23	1.34	2.11	-0.13
2008	-1.68	-0.97	0.36	0.62	0.96	0.52	-0.79	-0.82	0.80	1.07	0.52	1.74
2009	-0.29	-0.55	0.94	1.46	1.11	-0.15	0.06	-0.08	-0.49	-0.41	-0.92	-0.38
2010	-1.07	0.14	-0.98	-0.87	-0.86	-1.18	-1.11	0.27	0.27	-0.11	0.46	-1.29
2011	-0.70	0.10	-0.75	1.01	0.95	-0.17	0.68	1.44	1.38	1.78	1.37	-0.36
2012	0.14	-1.13	-0.64	0.40	0.51	-0.60	-1.51	-1.73	-0.75	-0.37	-0.38	1.81
2013	-1.39	-0.91	-0.54	-0.78	-0.68	-0.88	0.68	0.64	0.19	1.18	0.66	-0.24
2014	0.59	-0.89	-0.22	0.33	-0.84	-0.74	0.43	0.99	0.28	-1.03	-0.91	-0.04
2015	-0.29	0.79	0.16	-0.99	-2.37	-2.52	-0.60	-0.05	-0.40	-0.28	-0.18	-0.20
2016	-0.29	-1.09	-1.43	-1.57	-1.44	-1.45	-1.44	-1.95	-0.56	0.74	-0.21	1.12
2017	0.14	0.07	1.24	1.34	1.46	1.48	2.26	2.02	-0.42	-0.35	0.18	0.76
2018	0.59	-0.12	1.46	1.71	0.16	-0.28	0.32	-0.00	-0.77	-1.16	-0.80	-0.30
2019	-1.07	0.26	-0.23	-0.52	-0.39	-0.99	-1.32	-0.60	1.22	0.58	-1.26	-0.55

รูปที่ 85 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และสถานี E.20A

1970		0.47	-0.69	-0.50	0.68	1.04	0.01	0.62	0.75	-1.17	-1.25	-0.71
1971	1.39	1.45	0.05	-0.94	-0.07	1.36	1.55	0.15	-0.68	-1.00	-1.12	-0.90
1972	1.36	1.70	1.69	0.81	-1.47	0.14	1.68	0.50	-0.19	1.03	1.34	0.03
1973	1.22	-0.28	-1.59	-1.48	-0.92	-0.65	-0.24	-0.90	-1.30	-1.05	-1.09	-1.03
1974	-0.58	-0.58	-0.53	1.12	1.32	0.25	-0.38	1.49	0.97	-0.85	0.81	1.72
1975	0.30	1.17	0.28	-1.34	-0.05	0.56	0.15	0.18	-0.25	-0.38	0.08	0.14
1976	0.68	-0.68	-0.49	0.61	-0.16	-1.10	-0.39	-0.02	0.10	0.48	0.47	0.37
1977	0.30	-1.27	-1.56	-0.95	-1.14	-2.08	-2.11	-0.63	1.63	0.91	-1.31	-0.67
1978	1.06	-0.47	0.08	1.55	1.10	0.08	0.57	1.83	1.80	0.35	-0.92	-0.36
1979	-1.17	-0.63	-1.74	1.09	1.85	2.17	0.20	-0.99	0.24	-1.22	-1.82	-1.51
1980	-1.30	-0.76	-0.91	-0.73	-0.07	0.65	0.39	-1.37	0.34	1.75	0.16	0.26
1981	-0.18	1.27	0.00	-0.40	0.37	0.64	0.77	0.17	-1.81	-1.71	0.64	0.96
1982	-0.47	0.70	0.74	0.33	-0.93	-0.78	-0.50	-0.63	1.41	1.86	0.65	0.72
1983	0.56	-0.61	-1.84	-1.76	-1.09	0.64	-0.42	-0.94	-0.77	0.32	1.59	-0.46
1984	0.84	-0.80	-0.19	0.90	0.51	-0.45	-0.65	0.28	0.64	0.76	1.36	1.20
1985	-0.69	0.88	0.20	0.63	0.32	0.46	-0.30	-0.92	-0.49	-0.17	0.25	-0.15
1986	-0.58	-1.27	-1.28	0.09	0.70	-0.24	-0.90	0.54	0.52	0.10	0.97	0.61
1987	1.39	-0.21	-0.42	-0.89	-1.18	-0.05	0.45	0.09	0.62	0.19	-0.57	0.05
1988	-0.69	0.80	-0.15	-0.19	0.88	1.62	0.20	-1.51	-1.61	0.27	1.18	-1.38
1989	-0.69	-1.31	0.63	0.66	0.09	-0.62	-0.06	0.34	-0.47	-0.17	0.26	-0.76
1990	-0.92	2.13	2.20	-0.24	-0.53	0.90	1.42	0.43	-0.32	0.29	0.69	0.97
1991	-1.04	-1.20	-1.30	-1.70	-1.85	-0.75	-0.76	0.40	1.29	0.70	0.35	-0.61
1992	1.69	1.09	-0.74	-1.91	-1.35	-0.38	-0.25	0.05	-0.19	-1.26	-1.18	-1.03
1993	1.45	-0.58	-0.54	-0.22	-0.70	-1.62	-0.89	-0.70	-1.37	-1.69	-1.44	-0.63
1994	0.98	1.68	1.63	-0.06	0.02	0.94	-0.30	-0.20	1.44	0.75	-0.59	-0.72
1995	-0.18	-0.15	0.21	-0.75	-0.57	-0.38	0.64	-0.35	-2.12	-1.36	0.00	0.60
1996	-0.01	-1.02	0.49	1.86	1.01	-0.19	-1.41	-1.60	1.24	1.82	1.04	2.01
1997	-0.58	0.58	0.99	0.59	-0.13	-0.01	1.05	1.16	-0.92	-1.08	0.27	-1.26
1998	-1.74	1.60	0.43	-0.96	-0.15	-0.11	-1.62	-1.83	-0.91	-0.71	-0.22	1.35
1999	1.10	-0.09	1.09	1.50	1.81	1.55	1.00	-0.64	-1.61	-0.05	0.81	1.34
2000	0.79	0.55	-0.96	1.25	2.23	1.89	0.97	0.84	0.13	-0.45	-0.67	-1.31
2001	-0.80	-0.26	1.41	-0.26	-0.72	1.13	0.74	0.20	0.50	0.34	1.03	1.54
2002	-0.37	-0.83	0.65	0.20	0.28	0.65	0.76	1.00	1.29	0.73	-0.41	0.21
2003	1.82	1.38	1.25	0.12	0.06	-0.18	-1.06	-0.58	1.64	1.11	-1.36	-1.46
2004	-0.80	1.74	0.79	-0.20	0.41	0.86	1.70	1.47	-0.24	-1.67	-1.77	-1.17
2005	-1.30	-1.40	-0.64	-0.71	-0.24	-0.37	1.08	1.38	0.57	-0.24	-0.86	1.09
2006	0.44	0.25	0.77	1.19	0.35	-0.78	0.99	1.77	-0.87	-0.06	1.84	0.56
2007	-1.17	0.67	1.07	-0.20	0.81	0.44	-0.91	-0.03	0.07	1.37	2.10	-0.32
2008	-1.17	-0.91	0.45	0.42	0.95	0.78	-0.85	-1.30	0.30	0.98	0.75	1.69
2009	0.30	-0.50	0.87	1.21	1.18	0.06	0.18	-0.02	-0.55	-0.32	-0.87	-0.47
2010	-0.92	0.42	-0.91	-0.93	-0.73	-1.25	-1.31	-0.00	0.14	-0.04	0.45	-1.35
2011	-0.69	0.17	-0.81	0.83	0.89	-0.23	0.39	1.25	1.51	1.81	1.18	-0.43
2012	-0.69	-1.20	-0.81	0.39	0.53	-0.70	-1.54	-1.72	-0.80	-0.28	0.08	1.87
2013	-0.92	-0.94	-0.53	-0.84	-0.52	-0.95	0.37	0.16	-0.15	1.18	0.52	0.11
2014	2.07	-1.00	-0.27	0.37	-1.03	-0.81	0.67	1.02	0.05	-1.32	-0.98	-0.27
2015	-0.69	0.76	0.18	-0.68	-2.18	-2.30	-0.82	-0.32	-0.60	-0.38	-0.27	-0.37
2016	-0.69	-1.14	-1.17	-1.55	-1.51	-1.47	-1.51	-1.98	-0.74	0.73	-0.25	1.07
2017	0.88	-0.08	1.08	1.36	1.42	1.28	2.35	1.97	-0.78	-0.62	0.22	0.91
2018	1.14	-0.11	1.64	1.77	-0.05	-0.38	0.35	0.18	-0.63	-1.24	-0.83	-0.27
2019	0.15	0.14	-0.34	-0.47	-0.21	-1.06	-1.28	-0.40	1.36	0.84	-1.25	-0.65

1970		-1.05	0.03	0.67	0.90	1.87	1.50	0.47	1.62	0.47	-1.14	-0.72
1971	-0.18	-0.10	-0.81	-0.62	0.56	0.22	-0.41	0.38	-0.36	-1.00	-0.80	-0.63
1972	-0.23	-0.27	0.05	0.39	-1.55	-0.87	0.41	-1.44	-1.48	-0.37	1.06	1.01
1973	-0.04	-1.36	-0.58	-1.05	-0.89	-0.37	0.13	0.09	1.05	0.29	-1.51	-1.27
1974	0.26	-0.24	-0.04	0.63	-0.80	-1.99	-1.95	0.53	-0.34	-0.77	0.55	1.38
1975	2.69	3.15	1.28	-1.00	0.45	1.14	0.26	-0.04	0.22	0.89	0.57	-0.15
1976	-1.13	0.81	0.59	-0.02	-0.09	-0.57	-0.42	0.40	0.59	1.31	0.97	0.09
1977	0.34	-1.23	-0.70	0.70	0.06	-1.02	-1.54	-0.92	0.04	-0.99	-1.11	-0.19
1978	0.37	0.09	0.16	-0.25	0.24	0.27	1.88	2.14	1.38	0.53	-1.00	-0.45
1979	-0.31	1.46	-0.29	-0.90	0.51	1.40	0.56	-2.20	-1.43	-1.78	-1.66	-1.45
1980	-1.34	-0.92	-0.13	-0.36	0.76	2.12	2.00	-0.11	0.26	0.71	-0.43	-0.86
1981	-1.13	-0.73	-0.04	-0.08	0.14	0.03	0.78	0.52	-1.70	-0.86	1.07	1.41
1982	-1.05	0.36	0.50	-0.38	-1.06	-1.00	-0.88	-1.56	0.61	1.44	0.25	1.22
1983	1.88	0.26	-1.71	-1.47	-1.31	-0.19	0.36	0.16	-0.13	-0.13	0.71	0.85
1984	-0.06	0.53	-0.10	-0.51	-0.87	-0.27	0.37	-0.68	-0.36	0.18	0.09	0.17
1985	0.72	0.65	-0.96	-0.62	0.13	-0.24	-0.33	-1.75	-1.58	0.14	0.57	-0.15
1986	-1.13	-1.01	-1.58	-0.05	1.27	0.76	-0.23	-1.20	-1.56	-1.06	-0.35	-0.21
1987	-0.37	0.43	1.39	1.25	-0.66	-0.46	-0.86	-0.63	0.93	0.69	0.61	1.20
1988	-1.13	0.29	-0.70	0.33	1.62	0.74	0.37	0.06	-1.66	0.04	1.38	-1.32
1989	0.34	-1.15	0.13	0.72	0.53	0.35	-0.76	-1.45	-1.08	0.13	0.78	-1.19
1990	-1.09	0.66	1.78	0.14	0.47	1.29	0.30	-0.40	-0.72	0.37	1.28	0.85
1991	-0.06	-1.39	-0.47	-0.29	-0.33	-0.68	-1.38	1.16	1.14	-0.90	-1.25	-0.62
1992	1.93	1.09	-1.38	-2.13	-1.76	-1.28	0.54	0.68	-0.33	-0.68	-0.93	-0.56
1993	0.34	-1.14	-0.47	-0.88	-0.75	-0.98	-1.83	-1.30	-1.00	-1.58	-1.66	-1.38
1994	-1.17	0.23	1.89	0.89	0.02	1.45	0.89	0.51	1.11	-0.36	-1.03	-0.64
1995	0.26	-0.53	-0.86	-0.84	-0.00	0.28	1.41	2.04	0.26	-0.81	-0.11	-1.12
1996	-1.05	1.42	1.51	1.67	-0.05	-0.86	-0.41	-1.03	1.05	1.66	1.20	1.97
1997	-0.60	-0.85	0.56	0.95	-0.63	-1.54	-0.22	0.70	-0.88	-0.33	0.39	-0.80
1998	-1.25	1.02	0.30	-0.20	-0.23	0.18	0.32	0.18	-0.79	-1.54	-0.53	1.07
1999	0.86	-0.90	-0.86	1.31	2.03	1.01	0.19	0.25	-0.14	0.38	0.72	0.61
2000	-0.87	0.40	-0.22	1.25	1.79	1.38	1.11	1.05	0.78	0.24	-0.05	-1.39
2001	-0.67	-1.34	0.25	-0.38	0.17	0.51	-0.98	0.69	0.61	-0.21	0.17	-0.40
2002	-0.04	-0.97	-0.32	-0.61	-0.27	0.21	-1.07	0.55	2.46	1.98	0.51	1.31
2003	0.57	0.87	1.78	0.46	-1.27	-0.11	0.36	-0.94	0.36	-0.14	-1.38	-1.44
2004	0.56	2.15	0.80	-0.38	0.45	0.74	1.47	0.29	-1.42	-1.88	-1.79	-0.98
2005	-1.01	-1.47	-1.62	-1.23	-1.14	-0.61	0.04	-0.67	0.63	0.15	-0.74	1.64
2006	-1.13	-0.03	0.76	1.35	0.49	-0.68	-0.65	0.16	0.09	1.16	1.41	-0.48
2007	-1.25	0.26	-0.49	-0.66	0.30	0.33	-1.17	-0.30	0.74	1.69	1.85	-0.91
2008	0.95	1.31	1.00	1.50	1.02	0.33	0.48	-0.10	0.57	1.43	1.38	1.48
2009	-1.17	-1.32	1.32	1.83	1.38	0.19	-0.46	-0.11	-0.06	-0.23	-0.70	0.03
2010	1.65	0.60	-1.51	-1.23	-1.50	-1.59	-0.01	1.88	1.13	0.06	0.37	-1.02
2011	0.78	0.70	1.55	1.99	1.67	0.96	1.67	1.89	1.43	1.35	0.60	-0.27
2012	0.78	-0.90	-0.37	0.54	0.38	-0.25	-0.61	-1.09	-0.97	-0.88	-0.44	1.45
2013	0.98	-0.03	0.61	-0.77	-1.31	-0.32	0.82	1.02	1.18	0.92	-0.26	-0.10
2014	-0.21	-1.63	-1.44	0.12	-0.19	-0.81	-0.25	0.59	-0.09	-0.91	-0.70	0.44
2015	1.08	0.98	1.05	-0.01	-2.02	-2.36	-1.11	-0.14	-0.65	-0.22	0.13	0.67
2016	1.78	0.07	-1.72	-1.72	-0.08	0.34	-0.08	-0.44	-0.06	1.08	1.71	1.98
2017	1.22	0.17	0.99	1.19	1.46	1.71	1.80	1.22	0.16	0.89	1.07	0.21
2018	0.44	0.77	-0.34	0.84	1.10	0.18	-0.17	-0.08	-1.04	-1.51	-0.80	0.02
2019	0.70	1.26	-0.08	-1.67	-1.08	-0.74	-1.82	-0.76	-0.61	-1.64	-1.24	-0.34

รูปที่ 86 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี M.7 และสถานี KH.58A

1970	1.13	1.49	0.46	0.62	1.62	1.47	0.69	1.21	0.61	0.18	1.16	
1971	-2.04	-0.16	-0.37	-0.43	0.15	-0.21	-1.05	1.14	1.35	-0.34	-0.87	-1.24
1972	-0.96	-0.98	-0.07	1.04	-0.55	-0.72	-0.01	-1.30	1.23	0.84	0.75	1.76
1973	1.77	-1.51	0.48	-0.97	-0.73	0.53	-0.10	-0.59	0.50	0.10	-0.16	0.43
1974	-1.02	-1.55	1.20	1.87	1.17	-0.35	-0.26	0.63	-0.00	1.90	1.81	0.50
1975	1.57	1.46	-0.58	-0.74	0.02	0.08	-0.51	0.63	0.32	-0.47	0.21	0.81
1976	0.53	0.60	1.01	-0.47	0.21	0.13	-0.07	1.50	1.21	0.62	0.49	0.23
1977	-0.42	0.30	-0.72	-0.58	-0.66	-1.77	-0.81	-0.07	-0.82	-0.93	-0.62	-0.17
1978	1.19	2.31	1.10	-0.43	0.67	0.95	1.20	-0.06	-0.21	-0.73	-1.66	-1.28
1979	-1.00	-0.44	-1.69	-1.11	-0.69	-0.66	-1.09	-1.84	-0.90	-1.92	-2.22	-1.15
1980	-1.01	-1.33	-1.06	-0.52	-1.55	0.20	1.51	0.33	0.07	-0.10	0.07	-0.04
1981	-1.28	0.04	0.24	0.47	0.98	0.66	-0.23	-0.35	0.25	-0.43	0.94	1.72
1982	-1.40	0.05	1.60	1.50	0.50	0.51	0.72	-0.70	-2.24	-1.67	-0.76	0.13
1983	0.14	-1.51	-1.19	-1.90	-1.48	-0.81	0.53	2.13	1.70	1.53	2.17	1.74
1984	0.20	0.69	0.78	-0.12	-0.93	-0.39	1.23	-0.05	-1.53	-1.00	-0.73	-0.42
1985	-0.32	0.13	-1.41	-0.17	0.30	-0.74	-0.04	0.23	-0.54	0.30	0.53	0.47
1986	-1.41	-1.27	-1.88	-0.59	1.12	0.69	-0.79	0.08	-0.67	0.32	0.41	-0.21
1987	-0.41	-1.41	-0.95	-0.96	-1.01	-0.46	-0.93	-1.57	-1.01	-0.53	1.82	2.04
1988	-1.41	0.13	-0.57	0.77	1.47	1.43	0.79	1.23	1.49	1.43	0.17	-1.10
1989	0.99	1.28	0.10	-1.12	-1.27	-0.90	-0.99	-0.62	0.30	0.68	0.15	-0.49
1990	-0.92	-0.96	-0.59	-0.88	0.09	-0.42	-1.87	-1.67	-1.72	1.49	1.58	0.15
1991	-1.38	-0.43	-0.38	-0.21	0.06	-0.47	-1.01	-0.56	0.05	0.22	-0.46	-0.68
1992	1.16	0.70	-1.35	-2.08	-2.26	-1.78	1.05	1.30	-0.43	0.62	0.34	-1.20
1993	0.53	-0.41	0.04	-0.09	-0.45	-1.12	-1.75	-1.12	-0.07	-0.13	-0.70	-1.32
1994	-0.57	-0.99	0.99	0.44	0.09	1.31	0.62	-0.84	-0.43	-0.93	-1.33	-1.07
1995	0.48	-0.52	-1.11	-1.08	-0.74	-0.57	0.06	1.66	2.39	1.42	-0.83	-0.82
1996	-1.13	0.43	-0.11	0.59	0.97	1.10	1.21	0.38	0.74	0.63	0.51	0.92
1997	-0.66	-0.51	-0.41	-0.45	-1.43	-2.77	-2.01	-1.59	-0.12	-0.78	-0.64	0.24
1998	-0.31	0.54	-1.06	-1.33	-0.57	0.60	1.13	1.13	0.46	-0.09	0.46	0.60
1999	0.71	1.52	1.22	1.69	1.82	0.67	-1.08	-0.68	-0.79	1.11	1.27	0.48
2000	-0.07	1.56	0.86	1.76	1.45	0.38	0.18	0.01	-0.90	-0.72	-0.64	-1.27
2001	0.66	0.67	1.84	0.61	-0.23	-0.00	-1.42	-1.33	-1.17	0.18	0.49	-0.33
2002	-0.78	-0.77	0.34	-0.18	0.14	0.33	-1.23	-1.20	-0.77	-1.14	0.23	1.40
2003	1.41	-0.36	1.91	0.96	-0.37	0.60	1.65	0.70	-0.38	-0.94	-1.38	-1.64
2004	0.96	1.88	-0.01	-0.85	-0.14	0.27	-0.14	-0.40	-0.97	-2.07	-1.99	-1.28
2005	-0.79	-0.85	-0.19	0.90	0.69	0.08	-0.60	-0.94	0.53	0.79	1.09	1.55
2006	0.87	0.43	1.18	1.15	0.95	0.85	-0.21	-1.16	-0.30	-0.17	-0.70	-0.65
2007	-0.16	-0.43	-1.53	1.26	1.99	1.88	1.00	-0.31	-2.15	-1.59	-1.13	-0.95
2008	-0.74	0.52	-0.21	0.75	0.68	0.49	0.93	0.16	-0.56	-0.05	0.10	0.02
2009	-1.40	-1.54	0.26	0.78	0.90	1.14	0.46	0.64	0.73	-0.08	-0.49	-0.59
2010	0.23	0.34	-1.15	-1.16	-0.91	0.11	1.03	1.50	1.31	1.21	0.22	-0.95
2011	0.03	-0.09	1.75	1.62	1.16	1.19	2.07	1.73	0.07	-0.46	-0.35	-0.58
2012	0.41	0.82	0.20	-0.21	-0.15	-0.65	-0.43	-0.53	0.15	0.34	0.68	1.22
2013	0.55	0.56	-0.02	0.50	-0.54	-0.40	1.06	1.04	1.49	1.79	1.01	0.57
2014	-1.12	-1.25	-0.15	0.19	-0.60	-0.67	-0.37	0.06	-0.34	-0.79	-0.19	0.14
2015	0.32	-0.07	0.23	0.34	-0.84	-1.48	-0.30	0.07	1.07	0.51	-0.08	0.69
2016	1.15	-0.56	-0.72	-1.00	-1.33	-1.03	-0.19	0.16	0.25	1.44	1.75	1.24
2017	1.18	1.41	1.01	0.12	1.82	2.34	0.61	0.51	0.69	0.25	0.31	0.84
2018	1.66	0.94	0.67	1.53	0.80	-0.89	-0.06	0.75	-0.57	-1.00	-0.13	0.28
2019	0.60	0.30	-0.48	-1.13	-1.00	-0.64	-0.94	-0.50	0.38	-1.24	-1.53	-0.95

1970	0.33	1.48	1.03	0.67	1.40	1.36	0.62	0.18	-0.45	-0.10	0.76	
1971	-1.13	0.29	-0.16	-0.40	0.07	0.43	-0.25	1.13	1.47	-0.46	-0.67	-0.99
1972	-1.14	-0.24	0.41	1.00	-1.01	-1.11	0.02	-1.54	0.54	1.72	0.97	1.82
1973	0.81	-1.66	-0.36	-0.64	-1.06	-0.62	-0.06	-0.87	-0.77	-0.17	-0.74	0.27
1974	-0.10	0.42	1.50	1.79	1.21	-0.49	-0.93	-0.54	-0.98	1.19	2.12	1.27
1975	2.26	1.38	-0.13	-0.96	-1.11	-0.67	0.15	0.84	0.12	-0.84	-0.10	0.83
1976	-0.40	0.75	0.68	-0.51	-0.25	-0.65	0.07	1.37	0.92	0.25	0.65	0.23
1977	-0.16	0.01	-1.26	-0.56	0.01	-1.48	-1.46	-0.02	0.11	-1.23	-1.42	-0.68
1978	0.86	2.25	0.38	-1.19	0.17	0.73	0.57	-0.92	-1.15	-0.38	-1.47	-0.97
1979	-1.00	-0.88	-1.96	-1.29	-0.41	-0.09	-0.87	-1.85	-2.02	-1.94	-2.15	-1.15
1980	-1.37	-1.14	-0.68	-0.16	-0.57	1.37	1.92	0.49	0.56	0.44	0.17	-0.25
1981	-1.35	1.22	0.30	0.04	1.00	0.65	0.12	-0.37	-0.64	-0.25	0.33	1.79
1982	-1.38	-0.05	1.04	0.70	-0.01	0.87	1.12	0.15	-0.29	-0.59	-0.33	0.40
1983	0.55	-0.99	-1.55	-2.04	-1.64	-0.55	1.04	2.05	1.85	1.59	2.04	1.42
1984	0.26	0.63	0.57	0.17	0.06	0.22	0.42	0.23	-0.79	-0.95	-0.34	-0.30
1985	0.85	0.88	-0.49	0.25	0.56	-1.00	-0.97	-0.73	-0.16	0.86	0.33	0.62
1986	-1.37	-1.46	-1.90	-0.63	0.58	-0.81	-1.30	0.00	0.04	0.45	0.63	-0.22
1987	-0.74	-1.36	-0.89	-0.98	-0.84	-0.27	-1.05	-1.65	-0.27	0.66	0.76	1.67
1988	-1.37	0.74	-0.33	1.11	1.63	1.43	0.99	0.90	1.26	1.55	0.96	-1.25
1989	0.53	-0.30	0.33	-0.89	-0.71	-0.29	-0.27	0.23	-0.20	0.20	0.29	-0.61
1990	-1.14	-1.28	0.34	-0.38	-0.37	-0.60	-1.46	-1.60	-1.54	1.64	2.16	0.16
1991	-1.28	-1.31	-0.86	-0.55	-0.27	-0.84	-1.32	-0.48	0.19	-0.41	-0.87	-0.40
1992	0.94	0.35	-1.61	-1.96	-1.80	-0.98	0.34	0.71	-0.45	-0.70	-0.07	-1.08
1993	0.66	-0.86	1.07	0.40	-0.35	-0.94	-1.21	0.10	0.26	-0.78	-0.89	-1.47
1994	-1.07	-0.79	1.03	0.29	0.28	1.42	-0.04	-0.73	-0.43	-1.66	-1.52	-1.13
1995	0.38	-0.77	-0.91	-1.10	-0.41	0.61	0.79	1.80	2.35	1.30	-0.44	-0.54
1996	-0.47	0.29	-0.63	0.72	1.06	1.20	0.98	-0.17	0.27	0.41	0.42	1.40
1997	-0.90	0.46	0.73	0.10	-0.85	-2.69	-2.21	-1.52	-1.06	-0.91	-1.02	-0.60
1998	1.09	1.26	-0.74	-0.83	-0.45	0.19	0.30	1.14	1.02	-1.09	-0.46	0.65
1999	0.74	0.95	0.69	1.53	1.68	0.83	-0.79	-0.65	-0.89	0.33	1.21	0.74
2000	1.25	1.28	-0.34	1.60	1.64	1.41	1.21	1.08	0.60	-0.44	0.12	-1.08
2001	0.41	-0.14	2.06	0.47	-0.26	0.18	-1.44	-1.29	-1.59	-0.47	0.73	0.20
2002	-0.83	-0.79	-0.25	-0.42	0.07	-0.10	-0.97	-0.18	-0.19	-1.22	-0.70	1.02
2003	0.67	0.14	1.69	0.16	-1.05	0.56	1.19	0.60	-0.01	-0.86	-1.07	-1.68
2004	1.25	2.13	-0.11	-0.90	-0.56	0.20	0.68	-0.16	-1.19	-2.06	-1.99	-1.29
2005	-0.25	-0.64	-0.55	0.47	0.39	-0.41	-0.68	-1.29	-0.83	0.09	0.42	1.82
2006	0.12	-0.64	1.01	1.11	1.24	0.99	-0.09	-0.92	-1.04	0.33	0.02	-0.84
2007	-0.87	-1.30	-1.07	0.99	1.79	1.71	0.94	-0.53	-1.97	-1.03	-0.60	-0.92
2008	0.02	1.03	-0.88	0.73	1.18	0.39	0.34	0.15	0.69	1.21	0.42	0.03
2009	-1.38	-1.48	0.92	1.63	1.54	0.93	-0.09	0.46	0.63	0.05	-0.17	-0.42
2010	0.53	0.43	-0.63	-1.16	-0.69	0.32	0.92	1.48	1.49	1.25	0.85	-1.04
2011	-0.71	-0.19	1.56	1.85	1.32	0.94	1.93	1.69	0.89	0.88	0.76	-0.70
2012	1.04	0.86	-0.04	0.03	0.20	-0.71	-0.75	-0.85	0.03	0.70	0.16	1.40
2013	0.75	0.20	-0.43	0.14	-0.71	-0.41	1.68	1.47	1.39	1.76	1.26	0.36
2014	-1.24	-1.31	0.30	0.40	-0.39	-0.78	-0.66	0.45	0.95	-0.20	-0.34	0.12
2015	-0.22	0.25	0.17	-0.65	-1.95	-1.96	-0.21	0.24	0.49	0.38	0.01	0.54
2016	1.09	-0.62	-1.45	-1.55	-1.63	-0.88	-0.12	-0.11	0.26	1.10	1.40	1.39
2017	1.55	1.28	1.51	0.50	1.61	2.26	1.27	0.96	1.35	0.82	0.39	0.71
2018	1.63	0.95	0.98	1.64	0.80	-0.76	0.03	-0.04	-1.06	-0.99	-0.48	-0.15
2019	-0.39	-0.04	-0.34	-0.72	-0.86	-0.71	-1.07	-1.00	-0.05	-0.77	-1.60	-1.01

รูปที่ 87 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี K.11A และสถานี KGT.3

1970		0.44	-0.21	0.23	0.38	0.74	1.16	1.37	0.60	0.42	0.77	1.15
1971	0.61	-0.30	1.43	-0.75	-0.70	0.90	-1.06	-1.24	-0.44	1.62	1.32	-0.07
1972	-0.01	-0.66	-0.55	-0.25	-0.93	-1.71	-1.03	-1.77	-0.27	0.55	-0.21	0.12
1973	-0.06	-0.73	0.18	-0.17	-0.13	0.76	1.90	1.41	0.45	0.79	0.93	1.04
1974	0.36	-0.67	-0.08	-0.08	-0.12	-0.41	-0.09	-0.56	0.03	0.12	0.84	1.42
1975	1.55	1.88	0.20	-0.55	-0.03	1.59	0.50	-1.10	0.22	1.43	1.30	0.26
1976	-0.75	-1.88	-1.10	0.21	1.19	0.68	0.18	-0.11	-1.46	-0.91	-0.58	-1.09
1977	-1.23	0.40	-0.22	-1.54	-1.82	-1.62	-0.87	-0.73	0.16	0.40	0.47	-0.45
1978	-0.51	0.68	-0.63	0.51	0.42	-0.11	0.28	-0.66	-1.43	-1.46	-1.88	-1.70
1979	-1.16	-1.36	-1.72	-0.47	-0.35	0.30	2.20	0.84	-0.99	-1.81	-1.55	-1.35
1980	-1.71	-1.12	-0.48	-0.10	-0.37	0.74	1.39	1.41	0.71	-1.46	-0.35	0.22
1981	-0.51	-1.13	-1.33	-0.07	0.64	-0.73	-1.79	-2.14	-1.36	-0.96	-0.11	0.45
1982	-0.62	-1.45	0.74	1.50	1.30	-0.50	1.01	1.82	-0.58	-0.75	-0.39	-0.75
1983	-0.83	-0.93	-0.49	-1.21	-1.35	0.12	1.13	0.61	0.86	0.43	-0.64	-0.71
1984	-0.11	0.62	-0.04	0.34	-0.40	-0.36	0.97	-1.17	-1.25	-0.39	-1.03	0.38
1985	0.85	0.14	1.01	0.73	1.25	0.73	-1.05	-1.30	-0.13	1.17	-0.27	-0.67
1986	0.03	-0.43	-1.52	-0.97	1.26	2.10	-0.13	-0.85	1.45	1.84	0.53	-0.42
1987	-1.04	-0.75	-1.65	-1.61	-1.23	-1.24	-2.23	0.09	1.33	-0.84	0.36	0.76
1988	0.29	0.59	0.06	-0.21	0.58	0.36	0.25	0.88	1.51	0.67	1.44	0.77
1989	-1.55	-0.50	-0.28	0.12	0.71	0.30	-0.42	-0.16	-1.27	-0.29	-0.95	-1.97
1990	-1.93	-0.57	-0.93	-0.44	0.00	-0.98	-1.68	-1.85	-1.47	0.97	1.12	-0.31
1991	-0.99	-0.36	0.44	0.29	1.00	-0.12	-0.35	1.40	0.43	-1.45	-1.76	-1.02
1992	-0.10	-0.53	-1.56	-1.72	-1.36	-1.21	-1.31	-0.87	-1.60	0.11	0.11	-1.22
1993	-0.57	0.27	1.05	1.30	0.15	-1.02	-0.47	-0.11	0.07	1.06	0.65	0.84
1994	0.62	-0.30	1.53	1.19	0.59	0.92	-0.24	0.75	1.88	-0.36	-0.92	-0.54
1995	-0.77	-0.47	0.68	-0.22	-1.39	-1.49	0.66	1.69	0.80	-0.97	0.83	0.49
1996	-0.89	0.37	-0.50	0.93	0.72	-0.91	-0.87	0.12	0.01	-0.40	0.36	1.18
1997	0.69	-0.19	0.25	-0.29	-0.82	-1.08	-0.01	1.15	1.47	0.27	-1.00	-0.84
1998	-0.41	-1.42	-1.35	-1.49	-1.82	-1.97	-0.08	0.76	1.49	1.91	2.05	1.17
1999	0.83	1.49	1.49	1.19	1.00	-0.05	-0.78	-0.45	0.22	1.05	0.47	0.06
2000	0.48	0.85	1.77	1.32	0.74	0.84	-0.72	-0.21	0.20	-0.34	-0.03	0.06
2001	0.91	1.21	1.90	0.68	-0.49	0.45	0.66	-0.24	0.38	0.59	-1.37	-1.03
2002	-0.10	-1.57	-0.10	-0.13	-0.56	-1.15	-1.40	-0.79	-0.82	-1.61	-0.40	1.33
2003	1.03	-0.35	1.37	0.02	-0.74	-0.53	-0.20	0.16	0.25	1.84	0.92	-0.32
2004	-0.00	-0.29	-0.27	-1.23	-1.42	-0.72	0.21	-0.70	-0.12	-0.05	-1.36	-1.55
2005	-1.37	-1.23	-0.74	-1.31	-0.93	0.07	-0.10	-1.08	-1.64	-0.03	0.96	1.63
2006	1.12	0.38	1.14	0.69	0.66	1.79	0.91	0.05	0.51	-0.32	-1.68	-1.37
2007	0.27	0.29	0.23	1.35	2.04	1.87	1.14	0.53	-0.11	1.14	0.11	-1.10
2008	-0.14	1.16	0.97	0.62	1.20	1.39	-0.01	-0.76	-1.40	-1.26	-0.42	-0.70
2009	-0.80	0.15	1.44	2.35	1.55	-1.15	-1.12	0.34	-0.11	-0.94	-0.93	-0.97
2010	-0.29	0.69	-0.20	-0.97	-1.58	-0.30	1.22	-0.54	-0.78	0.30	1.24	1.68
2011	1.33	1.04	0.01	-0.36	-0.55	-0.18	0.86	1.58	0.84	0.41	0.33	0.34
2012	1.58	1.92	1.47	1.18	0.61	0.04	-0.58	-0.28	0.54	-0.53	0.55	1.37
2013	0.71	0.74	-0.30	1.26	1.05	0.17	1.10	0.81	0.20	1.03	1.78	0.14
2014	-1.17	-0.41	-1.27	-1.18	-0.96	0.62	0.65	-0.15	-1.10	-0.71	1.16	1.37
2015	0.42	-0.49	-0.95	0.36	0.08	-1.07	-1.08	1.54	2.22	0.02	-0.52	0.92
2016	1.64	1.59	-0.03	-1.58	-0.70	0.57	-0.08	-0.20	-0.10	0.39	0.30	1.42
2017	2.23	2.17	0.62	1.10	1.53	0.64	-0.50	0.46	1.02	-0.14	-0.88	0.72
2018	1.23	0.76	0.29	0.82	0.58	1.14	1.28	-0.36	-1.31	-0.62	-0.66	-0.18
2019	1.39	1.45	-1.37	-1.49	-0.64	0.72	0.48	0.85	0.15	-1.69	-1.24	-0.99

1970		0.19	-0.03	0.30	0.38	0.66	1.14	1.25	0.75	0.89	0.30	0.39
1971	0.21	-0.01	1.55	-0.60	-0.82	0.87	-1.34	-1.16	-0.03	1.44	1.01	0.40
1972	0.28	-0.64	-0.50	-0.40	-0.77	-1.72	-1.40	-1.69	0.74	1.23	-0.49	-0.35
1973	-0.36	-0.51	0.29	0.30	0.24	0.80	1.64	1.26	-0.10	0.53	2.05	1.92
1974	0.43	-1.00	-0.30	0.05	0.30	0.70	0.49	-0.56	0.48	0.72	0.68	0.96
1975	1.36	1.82	0.37	-0.29	0.52	1.69	0.07	-1.39	-0.05	1.41	0.94	0.29
1976	-0.62	-1.73	-1.17	0.03	1.20	0.87	0.73	0.43	-0.80	-0.85	-0.65	-1.12
1977	-1.28	0.06	-0.80	-1.62	-1.84	-1.30	-0.38	-0.41	-0.15	0.25	0.14	-1.02
1978	-0.97	0.13	-0.77	0.10	-0.12	-0.12	0.53	-0.69	-1.34	-1.53	-2.02	-1.56
1979	-1.14	-1.24	-1.59	-0.11	-0.05	0.23	1.87	0.26	-1.07	-1.55	-1.29	-1.23
1980	-1.69	-1.23	-0.51	-0.29	-0.20	1.22	1.19	1.29	0.86	-1.05	-0.44	0.11
1981	-0.41	-1.06	-1.23	0.07	0.73	-1.36	-1.68	-1.92	-1.54	-1.08	-0.44	0.34
1982	-0.45	-1.42	0.30	1.25	1.30	-0.33	1.07	1.47	-1.03	-1.01	-0.53	-1.01
1983	-1.09	-1.05	-0.04	-1.00	-1.38	0.57	1.30	0.85	1.25	0.75	-0.75	-0.53
1984	0.18	0.66	0.23	0.75	0.15	-0.25	1.16	-0.97	-1.49	-0.49	-1.13	0.62
1985	0.99	0.05	1.21	0.89	1.11	0.12	-1.09	-0.77	0.37	1.38	-0.10	-0.62
1986	-0.22	-0.45	-1.44	-0.94	1.20	1.86	-0.65	-1.07	1.15	1.88	0.70	-0.55
1987	-1.25	-0.83	-1.59	-1.65	-1.16	-0.66	-1.96	0.17	1.61	-0.64	-0.19	0.66
1988	0.65	0.70	0.17	-0.36	0.60	0.47	0.18	0.95	1.50	0.54	1.14	0.43
1989	-1.56	-0.90	-0.67	0.05	0.43	-0.27	-0.34	-0.14	-1.18	-0.19	-1.13	-2.21
1990	-1.88	-0.86	-0.73	-0.08	-0.07	-1.60	-1.42	-1.84	-1.80	0.78	0.80	-0.49
1991	-1.05	-0.44	0.22	-0.03	1.26	0.92	0.36	1.56	0.22	-1.28	-1.71	-0.89
1992	-0.29	-0.87	-1.42	-1.61	-1.09	-0.84	-1.29	-0.80	-1.24	-0.36	-0.25	-1.22
1993	-0.77	0.01	1.00	1.11	0.14	-0.37	-0.36	-0.33	0.34	1.53	0.97	1.20
1994	0.81	-0.52	1.43	1.22	0.44	0.94	-0.41	0.41	1.48	-0.42	-0.66	-0.83
1995	-1.18	-0.39	0.81	-0.01	-1.19	-1.65	0.19	1.48	0.62	-0.95	0.61	0.34
1996	-0.54	0.53	-0.63	1.00	1.32	-0.66	-0.82	0.66	-0.12	-1.15	0.72	1.36
1997	0.55	-0.16	0.48	-0.49	-1.12	-1.20	-0.25	0.58	1.07	0.16	-0.83	-0.54
1998	-0.30	-0.95	-1.28	-1.60	-1.67	-0.91	1.12	1.85	1.55	1.21	1.72	1.28
1999	1.17	1.58	1.41	1.48	1.17	-0.50	-1.03	0.41	0.93	0.73	1.90	1.13
2000	0.12	1.08	1.72	1.29	0.10	-0.38	-1.27	-0.71	0.29	0.90	0.74	0.22
2001	0.90	1.10	1.63	0.78	-1.15	-1.39	-0.22	-1.00	-0.20	0.35	-1.50	-0.71
2002	-0.13	-1.63	-0.17	-0.20	-1.08	-1.39	-1.23	-1.11	-1.01	-1.56	-0.47	1.06
2003	0.94	-0.34	1.09	-0.19	-1.38	-0.52	0.77	0.49	0.11	1.76	0.96	-0.29
2004	-0.23	-0.12	-0.18	-1.20	-1.46	-0.64	0.55	-0.47	-0.09	0.36	-1.32	-1.56
2005	-1.21	-0.97	-0.59	-1.28	-0.73	0.70	-0.35	-1.20	-1.73	-0.60	0.86	1.61
2006	1.27	0.49	1.23	0.68	0.69	2.12	0.63	-1.08	-0.64	-0.94	-1.67	-1.19
2007	0.26	0.61	0.56	1.32	1.34	1.04	0.61	0.12	0.25	0.94	-0.36	-1.03
2008	-0.02	1.22	0.88	0.52	0.43	0.72	0.32	0.05	-0.74	-0.03	0.69	-0.49
2009	-0.39	0.70	1.58	2.35	1.87	-1.39	-1.49	0.41	-0.20	-1.21	-0.44	-0.56
2010	-0.38	0.55	-0.58	-0.96	-1.58	0.25	1.99	-0.26	-0.76	0.26	1.38	1.76
2011	1.59	1.15	0.52	-0.01	-0.74	-0.39	0.26	1.30	0.75	0.47	0.86	0.75
2012	1.65	1.95	1.72	1.77	1.37	-0.18	-0.95	-0.07	0.74	-0.70	0.01	1.03
2013	0.79	0.91	-0.24	0.85	1.10	0.05	0.54	0.40	-0.49	0.63	1.17	-0.33
2014	-0.91	-0.46	-1.40	-1.15	-0.62	0.78	-0.23	-0.10	-0.50	-1.09	0.50	1.14
2015	0.59	-0.55	-1.06	0.27	0.34	-0.74	-0.72	1.70	2.00	-0.66	-0.34	0.84
2016	1.37	1.47	-0.31	-1.85	-0.84	0.84	0.53	0.05	-0.10	0.27	-0.06	0.95
2017	2.03	1.97	0.47	1.03	1.25	-0.21	-0.33	0.95	1.49	0.45	-0.12	0.92
2018	1.20	1.13	0.16	-0.09	0.06	1.31	0.89	-0.96	-1.30	-0.57	-0.76	-0.16
2019	1.26	1.24	-1.40	-1.47	-0.32	1.41	0.84	0.40	-0.69	-1.78	-1.30	-1.10

รูปที่ 89 ค่าดัชนี SPEI02 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี X.217 และสถานี X.234

1970			0.21	0.16	0.98	1.34	1.24	1.23	1.14	1.14	0.12	-0.32
1971	0.16	1.22	-0.36	-0.22	0.72	0.89	1.73	1.83	1.57	0.81	-0.66	-0.26
1972	-0.59	0.31	-0.91	1.19	-0.63	-0.89	-1.19	-0.29	0.09	0.12	1.38	1.78
1973	1.80	0.12	0.94	-0.82	0.29	0.28	0.88	1.00	1.29	0.70	-0.26	-1.52
1974	-1.02	-1.29	-0.06	1.22	0.51	0.26	-0.17	0.12	0.63	0.69	1.27	0.68
1975	1.87	1.73	1.95	-1.65	-0.58	0.05	0.60	1.20	0.94	1.26	0.50	0.96
1976	0.44	0.82	-0.22	-0.48	-0.50	-0.84	-0.70	-0.50	0.11	0.26	0.18	-0.11
1977	0.76	1.75	2.10	1.22	-0.06	-0.98	-1.29	-0.99	0.30	1.14	1.26	1.15
1978	0.61	1.92	1.20	-1.14	-0.61	-0.90	1.07	0.96	1.45	-0.41	-0.88	-1.24
1979	-1.52	-1.09	-1.57	-0.17	-0.68	-0.05	-0.96	-0.93	-1.16	-1.01	-1.40	-1.82
1980	-1.60	-1.32	-0.24	-0.80	0.56	0.53	0.56	-0.60	-0.39	-0.47	0.59	0.34
1981	0.45	0.74	-1.11	-0.09	0.27	0.53	1.17	0.75	0.10	-1.50	-0.85	0.10
1982	0.91	-0.49	-1.34	-0.50	-0.01	-0.10	-0.68	-1.23	-0.73	-0.68	-0.39	-1.36
1983	-1.05	-0.87	-0.85	-1.61	-1.35	-1.48	-1.37	-0.92	-0.49	0.50	1.48	1.84
1984	1.34	0.55	-0.58	1.07	-0.42	0.36	-0.30	0.13	-0.49	-0.30	-0.66	-0.71
1985	-1.41	-1.15	-1.31	0.94	0.24	0.24	-0.44	-0.53	-0.36	0.06	1.63	1.56
1986	1.46	-1.10	-1.56	0.06	-0.28	-0.13	-0.50	-0.85	-1.49	-1.69	-1.91	-0.21
1987	0.44	1.30	0.09	0.73	-1.18	-0.89	-1.73	0.08	0.05	0.34	-0.14	-0.26
1988	0.78	-1.17	-1.42	0.93	0.61	1.69	1.45	1.03	-1.28	-1.21	-0.30	1.03
1989	0.47	-1.00	-0.12	-1.31	-0.46	-0.46	0.04	-0.84	-1.33	-1.33	-0.92	-0.23
1990	-1.36	-0.60	0.68	0.16	1.12	0.69	0.48	-0.80	-1.26	-1.05	-0.35	0.24
1991	-0.12	-1.12	-1.17	-0.27	-1.27	-0.12	-0.52	0.83	-0.21	-0.23	-1.05	-0.06
1992	0.58	0.57	-0.05	-1.04	-2.22	-1.99	-0.51	0.55	1.09	0.13	0.56	0.50
1993	0.13	0.73	0.54	0.71	0.06	-0.73	-1.33	-1.68	-0.76	-0.75	-0.47	-1.55
1994	-1.53	-1.23	0.54	0.96	1.37	1.29	1.63	1.65	1.22	0.15	-1.60	-1.06
1995	-0.74	-0.59	-0.33	-0.69	-0.45	-0.50	0.34	1.14	1.17	0.38	-0.52	-0.36
1996	0.02	-0.67	0.02	1.41	0.11	1.05	0.66	0.98	0.26	-0.17	0.04	-0.39
1997	-0.16	-1.18	-0.36	0.00	-1.02	-1.02	-0.63	0.69	0.80	0.26	-0.94	-0.78
1998	-0.72	-1.15	-1.06	-0.87	-0.44	-0.57	-0.66	-1.03	-1.31	-1.90	-2.24	-1.39
1999	0.03	-0.07	0.44	1.84	1.40	0.61	-0.84	-1.05	-0.68	0.22	0.11	0.21
2000	-0.19	-0.18	0.04	1.86	1.63	1.38	0.43	-0.71	-0.77	-0.07	0.42	-0.23
2001	-1.38	-0.90	1.27	-0.45	0.28	-0.50	-0.05	-0.38	0.24	0.80	1.02	0.79
2002	-0.35	0.01	0.11	-0.67	0.84	0.51	0.18	0.31	0.87	1.22	1.37	1.33
2003	2.10	1.39	0.98	0.50	-0.66	-0.43	-0.70	-1.16	-1.06	-1.47	-0.81	-1.56
2004	-1.41	-1.08	-1.14	-0.80	0.68	1.22	1.23	-0.30	-0.46	-1.35	-0.23	-1.53
2005	-0.76	-1.01	-0.14	0.12	-0.97	-0.26	-0.03	0.67	1.38	1.35	1.66	0.27
2006	0.60	0.75	-0.14	1.57	1.23	0.95	1.21	1.28	1.47	0.85	-0.20	-0.91
2007	-1.47	-1.12	-1.17	-0.15	1.65	1.49	1.04	-0.66	-0.94	-0.59	0.31	-0.09
2008	0.38	0.74	1.36	1.09	0.53	0.31	-0.04	-0.68	-0.49	-0.05	1.22	1.26
2009	0.44	-0.14	-0.44	0.38	0.58	1.01	0.80	0.65	-0.11	0.06	-0.61	-0.46
2010	-0.89	0.13	0.62	-1.41	-1.81	-1.30	-0.67	0.92	1.08	1.88	0.89	0.99
2011	-0.41	1.00	1.21	0.86	1.42	1.43	1.43	1.90	1.72	2.04	-0.14	-0.90
2012	-1.04	-0.56	-0.06	0.16	-0.03	-0.76	-1.24	-1.63	-0.91	-0.80	-0.15	-0.73
2013	0.14	0.85	1.42	-1.32	-1.41	-1.23	0.11	1.04	1.69	1.93	1.75	1.20
2014	0.41	0.39	-1.30	-1.15	-0.08	-0.67	-0.43	-0.78	-0.73	-0.89	-1.42	-0.49
2015	0.60	1.59	1.98	0.31	-0.41	-1.44	-1.66	-2.02	-1.81	-1.71	-0.65	0.26
2016	1.07	0.93	0.86	-1.41	-1.15	-0.71	0.10	0.52	0.76	0.72	1.75	1.59
2017	1.65	0.31	0.68	1.44	2.20	2.07	1.88	0.85	0.32	0.82	0.96	1.24
2018	-0.20	0.52	-0.34	-0.04	1.04	0.95	0.57	-0.50	-1.26	-0.49	-0.26	0.78
2019	0.53	1.50	1.16	-1.54	-1.52	-1.87	-1.99	-1.11	-0.87	0.17	-0.10	0.59

1970			0.61	0.54	1.73	2.20	1.68	1.45	0.79	0.34	-1.24	-0.48
1971	0.24	1.25	-0.27	-0.25	1.08	1.26	2.07	2.05	1.77	1.03	-0.80	-0.01
1972	-0.63	-0.04	-0.73	1.58	-0.38	-0.67	-1.38	-0.71	-0.62	-0.10	1.46	1.78
1973	1.75	-0.27	1.39	0.51	0.58	-0.15	0.75	1.34	1.76	1.33	0.13	-1.26
1974	-0.94	-1.50	0.00	1.36	0.19	-0.26	-1.13	-1.14	-0.88	-0.18	0.72	0.24
1975	1.13	1.21	1.38	-1.56	-0.66	-0.22	0.37	1.13	1.09	1.57	0.54	0.92
1976	0.21	0.74	-0.53	-0.49	-0.20	-0.33	-0.58	-0.68	-0.24	0.62	0.42	-0.04
1977	0.17	1.04	1.55	0.61	-0.19	-0.93	-0.72	-0.39	0.68	1.40	1.61	1.71
1978	1.34	1.99	0.80	-0.94	-0.39	-0.13	1.06	1.07	1.37	0.71	0.07	-0.66
1979	-1.27	-0.72	-0.96	-0.84	-0.65	0.07	-0.76	-0.87	-1.76	-1.14	-1.71	-1.40
1980	-1.48	-1.10	-0.16	-0.94	-0.52	0.43	0.68	0.45	-0.37	-1.03	-0.57	-0.08
1981	0.25	0.64	-0.81	-0.73	1.14	1.06	1.70	0.61	-0.09	-1.75	-0.04	0.90
1982	1.11	-0.56	-1.26	-0.24	-0.76	-0.86	-1.41	-1.58	-0.19	0.20	0.62	-1.39
1983	-0.79	-0.59	-0.59	-1.76	-1.30	-1.28	-0.87	-0.76	-0.19	0.58	1.91	1.82
1984	1.51	0.32	-0.89	0.43	-0.64	-0.09	-0.48	0.02	-0.35	0.31	-0.31	-0.29
1985	-1.42	-1.05	-1.51	0.88	0.34	0.07	-0.65	-0.29	0.15	0.50	1.89	1.67
1986	1.66	-1.51	-1.83	0.50	0.02	0.23	-0.37	-0.81	-1.49	-1.56	-1.13	0.60
1987	0.59	1.50	0.33	0.64	-1.27	-1.33	-1.83	-0.98	-0.50	-0.01	0.50	-0.24
1988	0.38	-0.93	-1.19	1.02	0.74	1.60	1.25	1.03	-0.43	-1.01	-0.87	0.14
1989	-0.40	-1.18	-0.48	-1.48	0.04	-0.28	0.03	-1.18	-0.90	-0.67	0.04	-0.53
1990	-1.40	-0.26	0.95	-0.31	0.97	0.49	0.79	-0.94	-0.91	-1.18	0.65	0.37
1991	-0.02	-1.25	-1.32	-0.34	-0.70	0.04	-0.70	0.03	-0.52	-0.18	-0.27	-0.07
1992	0.39	0.80	0.23	-1.27	-2.30	-1.97	-0.63	-0.22	0.31	-0.45	0.69	0.91
1993	0.32	0.46	-0.37	0.04	-0.60	-1.01	-1.10	-1.32	-1.00	-1.17	-1.30	-1.71
1994	-1.66	-1.30	0.83	0.53	1.02	1.09	1.34	1.58	1.20	0.14	-1.44	-0.70
1995	0.13	0.68	-0.73	-1.42	-1.01	-0.36	0.68	1.73	1.45	0.56	-0.50	-0.18
1996	0.35	-0.64	0.08	0.98	-0.69	-0.21	-0.65	-0.04	-0.72	-0.44	-0.19	0.35
1997	-0.07	-0.70	-0.49	-0.45	-1.26	-1.38	-0.29	0.48	0.97	-0.04	-0.15	-0.68
1998	-0.83	-1.01	-0.57	-0.25	-0.19	-0.16	-0.20	-0.29	-0.58	-1.46	-1.27	-1.04
1999	0.12	0.03	0.67	1.58	0.75	0.12	-1.16	-1.27	-0.72	0.56	0.76	0.37
2000	-0.09	0.02	0.13	1.10	1.28	1.32	0.55	-0.36	-0.41	0.05	0.22	-0.66
2001	-1.42	-0.95	1.52	0.14	1.28	0.12	0.87	0.54	0.97	1.74	1.13	0.74
2002	-0.89	-0.26	0.09	-1.07	1.36	0.89	0.84	0.55	0.71	0.86	1.34	1.80
2003	2.15	1.60	1.62	0.83	-0.83	-0.99	-1.26	-1.32	-1.23	-1.12	-1.13	-1.91
2004	-1.60	-1.26	-1.43	-0.59	0.46	1.11	0.75	-0.43	-0.25	-1.13	0.14	-1.53
2005	-0.73	-1.18	0.34	0.58	-0.50	-0.15	0.08	0.55	1.18	0.93	1.16	0.33
2006	0.43	1.05	-0.42	1.22	1.58	1.12	1.22	1.35	1.41	1.25	-0.70	-0.62
2007	-1.64	-1.30	-1.25	1.15	1.61	1.34	0.02	-1.26	-1.20	-0.76	0.20	-0.39
2008	0.08	0.70	1.55	1.45	0.47	0.32	0.10	0.26	0.28	0.49	0.81	0.76
2009	0.07	-0.65	-0.94	-0.22	0.58	0.53	0.10	-0.86	-1.33	-1.58	-1.62	-1.47
2010	-0.98	-0.29	0.17	-0.87	-1.40	-1.19	-0.92	0.50	0.71	1.24	-0.46	-0.25
2011	-0.47	0.78	1.69	2.05	1.38	1.36	0.81	1.00	1.02	0.76	0.04	-1.33
2012	-0.75	-0.63	-0.43	-0.65	0.13	-0.34	0.04	-0.21	-0.02	-0.54	-0.06	0.13
2013	0.33	0.48	1.22	-0.50	-0.89	-1.10	0.16	1.10	1.69	1.84	1.09	1.11
2014	0.48	0.91	-1.23	-1.22	-0.39	-0.52	0.10	-0.07	-0.09	-0.75	-0.48	-0.32
2015	0.80	1.15	1.93	0.79	-0.91	-1.53	-1.57	-0.80	-0.52	-0.44	-0.36	0.26
2016	1.01	1.26	1.01	-0.90	-0.54	0.10	0.40	1.02	1.36	1.51	1.85	1.11
2017	1.60	0.26	0.55	0.38	1.33	1.56	1.48	0.91	0.10	0.06	-0.08	1.17
2018	0.12	1.02	0.14	0.27	1.17	1.20	0.71	0.50	-0.67	-0.15	-0.90	1.15
2019	1.04	1.77	0.31	-2.05	-1.98	-2.21	-1.98	-2.16	-2.45	-1.79	-2.09	-0.74

รูปที่ 90 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี SW.5A และสถานี G.8

1970			1.04	1.13	0.99	1.44	1.29	1.84	1.56	1.52	0.44	-0.79
1971	-0.59	-0.34	-0.25	-0.22	0.69	0.71	1.41	1.52	1.12	0.45	-0.82	-0.35
1972	-0.89	0.10	-0.29	1.07	-0.51	-0.56	-1.35	-0.85	-0.95	-0.45	0.50	1.31
1973	1.10	-0.88	1.69	-0.29	0.06	-0.60	0.62	1.06	1.62	1.09	0.50	-1.31
1974	-0.99	-1.42	0.71	1.73	0.95	0.28	-0.91	-0.21	0.16	1.04	1.13	1.52
1975	1.89	2.02	1.20	-1.62	-0.32	0.02	0.83	1.47	1.02	1.40	0.39	1.19
1976	0.57	0.64	-0.55	-0.95	-0.51	-0.41	0.11	-0.20	0.25	0.27	0.54	0.24
1977	0.83	1.50	1.43	0.96	0.17	-0.90	-1.09	-0.76	0.83	0.90	1.03	0.25
1978	0.02	1.63	0.30	-0.88	-0.87	-0.82	1.30	1.44	1.72	0.06	-0.21	-0.97
1979	-1.53	-0.29	-1.31	-0.70	-0.71	0.27	-0.35	-0.63	-1.75	-1.71	-1.83	-1.78
1980	-1.65	-1.35	0.26	-0.50	0.31	0.71	1.37	0.76	0.59	-0.17	0.48	-0.32
1981	0.07	-0.82	-0.78	0.13	0.75	0.43	1.01	-0.11	-0.74	-1.71	-0.78	0.86
1982	0.98	-1.27	-1.39	-0.57	-0.77	-0.97	-1.42	-2.23	-0.78	-0.40	1.10	-0.41
1983	0.19	-0.23	-1.36	-1.81	-0.88	-0.61	-0.09	-0.07	-0.03	0.61	1.34	1.95
1984	1.42	1.23	-0.39	0.15	-0.63	-0.23	-0.73	-0.84	-0.82	-0.44	-0.09	-0.27
1985	-0.91	-0.62	-1.49	0.04	0.05	0.16	-0.37	-1.31	-1.12	-0.54	1.39	1.77
1986	1.43	-1.25	-1.77	0.58	0.37	0.41	-0.55	-1.21	-1.42	-1.28	-0.95	-0.46
1987	-0.74	0.60	0.54	0.41	-1.10	-0.73	-1.58	0.41	0.32	0.97	0.10	-0.41
1988	0.62	-0.44	-1.29	1.36	1.24	1.79	1.38	1.15	-0.50	-0.49	-0.74	0.93
1989	-0.39	-1.02	-0.48	-1.11	0.16	0.04	0.30	-0.98	-1.50	-1.15	-0.82	0.15
1990	-1.14	0.19	0.96	0.22	1.17	0.57	0.39	-1.14	-1.01	-0.72	-0.12	0.37
1991	0.55	-0.90	-1.37	-0.36	-0.75	-0.66	-1.26	-0.14	-0.59	-0.30	-1.57	-0.85
1992	-0.41	1.54	-0.09	-1.69	-2.66	-2.24	-0.61	0.53	1.28	0.23	0.63	-0.36
1993	-0.73	-0.73	0.33	0.07	-0.63	-1.31	-1.57	-1.82	-1.23	-1.47	-1.31	-1.74
1994	-1.61	-1.33	1.83	1.17	1.83	1.52	1.55	1.19	0.23	-0.47	-1.87	-1.51
1995	-0.78	-0.85	-0.93	-1.27	-0.41	-0.42	0.63	1.61	1.31	0.70	-0.80	0.02
1996	0.47	1.33	1.13	1.92	0.16	0.55	-0.73	0.38	0.35	0.88	1.25	0.82
1997	0.91	-1.45	0.19	0.56	-0.74	-1.32	-1.24	-0.04	0.26	-0.15	-0.70	-0.39
1998	-0.69	-1.10	-0.73	-0.66	-0.75	-0.50	-0.34	-0.14	-0.25	-0.82	-0.31	-0.38
1999	1.02	0.48	0.09	1.46	1.40	1.23	0.03	-0.33	0.24	1.07	1.21	1.05
2000	0.38	0.34	-0.14	1.10	1.31	1.42	0.68	-0.37	-0.87	-0.30	-0.26	0.08
2001	-1.35	-1.22	1.50	-0.21	0.78	-0.14	0.30	0.61	0.18	0.79	-0.71	0.59
2002	-0.54	-0.08	0.15	-0.89	0.40	-0.20	-0.40	-0.39	1.14	1.75	1.83	0.98
2003	1.71	0.52	1.41	0.21	-0.56	-0.69	-0.42	-0.52	-0.15	-1.19	-0.84	-2.15
2004	-1.50	0.09	-1.11	-0.98	-0.41	0.87	1.38	0.49	-0.26	-1.71	-1.01	-1.96
2005	-0.36	-0.24	-0.44	0.23	-0.83	-0.25	-0.45	-0.12	1.12	0.74	1.70	-0.76
2006	0.20	0.12	-0.01	1.59	1.84	1.71	1.13	0.77	0.71	1.11	0.24	0.43
2007	-1.35	-0.96	-1.23	-0.12	1.27	1.31	0.76	-1.12	-1.25	-0.73	-0.34	-0.28
2008	-0.39	1.49	0.75	0.83	-0.18	-0.07	-0.74	-1.04	-1.18	-0.55	0.69	1.23
2009	0.78	-0.86	-0.14	0.62	0.68	0.87	0.37	0.07	-0.34	0.01	-0.07	-0.14
2010	-0.17	0.62	-0.20	-1.26	-1.84	-1.42	-1.04	1.21	1.12	1.54	-0.05	0.11
2011	-0.64	0.84	1.84	1.73	1.73	1.56	1.66	1.74	1.72	1.66	0.89	-0.08
2012	-0.36	-0.45	-0.22	0.08	0.44	0.07	-0.08	-0.85	-0.52	-0.98	-0.10	0.01
2013	1.28	1.25	1.28	-0.89	-1.04	-1.02	0.13	1.09	1.54	1.28	0.88	-0.23
2014	-0.07	-0.75	-1.34	-0.33	-0.29	-0.43	-0.41	-0.07	-0.05	-0.40	-0.67	-0.23
2015	0.83	1.30	1.43	0.11	-1.34	-1.98	-1.86	-1.50	-1.13	-1.08	-0.36	0.40
2016	1.22	1.05	-0.20	-1.42	-0.51	-0.25	0.34	0.34	0.81	1.11	2.01	2.02
2017	2.63	0.66	0.61	0.55	1.37	1.54	1.67	0.84	0.11	0.38	0.41	1.23
2018	-0.40	0.79	-0.30	0.49	0.92	0.92	0.43	-0.22	-1.11	-1.06	-1.39	-0.16
2019	0.31	1.14	-0.28	-1.50	-1.47	-1.49	-1.46	-1.08	-1.41	-1.25	-1.79	-1.03

1970			1.31	1.29	1.46	1.94	1.52	1.79	1.29	1.43	0.10	-1.12
1971	-0.51	-0.21	-0.62	-0.52	0.55	0.82	1.76	1.65	1.22	0.13	-1.13	-0.44
1972	-0.97	0.22	-0.22	1.38	-0.28	-0.54	-1.49	-1.02	-1.12	-0.52	-0.04	1.28
1973	0.93	-1.01	1.68	-0.13	0.02	-0.89	0.47	1.07	1.71	1.24	0.75	-1.43
1974	-1.19	-1.49	0.19	1.65	0.70	0.01	-1.28	-0.53	-0.19	0.83	0.86	1.15
1975	2.00	1.78	1.14	-1.77	-0.45	-0.17	0.88	1.43	1.26	1.50	0.49	1.28
1976	0.15	0.78	-0.36	-0.28	-0.37	-0.16	-0.21	-0.59	-0.13	0.18	0.82	0.12
1977	1.19	1.38	1.21	0.36	-0.01	-1.03	-0.96	-0.75	0.53	0.70	1.12	1.13
1978	0.83	1.50	0.10	-0.45	-0.46	-0.34	1.23	1.36	1.62	0.65	0.46	-0.08
1979	-1.13	0.30	-0.81	-0.48	-0.50	0.50	-0.30	-0.70	-2.06	-1.83	-2.09	-1.74
1980	-1.75	-1.17	0.19	-0.38	0.15	0.88	1.47	0.95	0.47	-0.46	0.39	-0.43
1981	-0.27	-0.69	-1.07	-0.39	0.89	0.60	1.35	0.26	-0.16	-1.47	-0.63	0.87
1982	0.62	-1.16	-1.34	-0.48	-0.99	-1.26	-1.72	-2.60	-0.58	0.02	1.68	-0.65
1983	0.34	-0.16	-1.14	-1.92	-1.03	-0.88	-0.41	-0.50	-0.42	0.10	0.89	1.85
1984	1.17	1.23	-0.35	0.36	-0.63	-0.31	-0.84	-0.85	-0.60	-0.05	0.27	-0.10
1985	-0.92	-0.95	-1.62	0.26	0.40	0.36	-0.27	-0.99	-1.00	-0.72	0.92	1.66
1986	1.21	-1.34	-1.83	0.48	0.22	0.35	-0.54	-1.38	-1.81	-1.85	-1.24	-0.25
1987	-0.30	0.85	0.51	0.44	-1.18	-0.99	-1.77	-0.28	0.01	0.93	0.23	-0.65
1988	0.32	-0.22	-0.98	1.85	1.56	1.93	0.95	0.69	-0.84	-0.76	-1.15	0.52
1989	-0.62	-1.28	-0.85	-1.04	0.21	0.10	0.35	-0.88	-0.96	-1.09	-0.43	-0.22
1990	-1.30	0.53	1.15	0.16	1.09	0.50	0.60	-0.66	-0.48	-0.38	0.30	0.41
1991	0.38	-1.00	-1.20	-0.66	-0.67	-0.63	-1.14	-0.45	-0.55	-0.23	-1.47	-1.16
1992	-0.32	1.67	0.21	-1.49	-2.66	-2.17	-0.49	0.52	1.07	-0.06	0.29	-0.05
1993	-0.41	-0.47	0.08	-0.41	-1.08	-1.54	-1.52	-1.90	-1.20	-1.39	-1.03	-1.71
1994	-1.71	-1.39	1.47	0.79	1.51	1.26	1.43	1.44	0.80	0.25	-1.51	-1.30
1995	-0.43	-0.53	-1.13	-1.55	-0.55	-0.38	0.88	1.74	1.57	0.98	-1.05	-0.12
1996	0.34	1.17	0.93	1.39	-0.58	-0.19	-0.98	0.00	-0.25	0.58	1.03	1.25
1997	0.62	-1.39	0.06	0.24	-0.56	-1.08	-0.75	-0.13	0.17	-0.05	-0.19	0.17
1998	-0.82	-1.07	-0.80	-0.18	-0.36	0.08	-0.39	-0.21	-0.63	-0.87	-0.75	-0.87
1999	0.76	0.08	0.20	0.92	1.14	0.86	-0.28	-0.41	-0.26	0.64	0.57	0.65
2000	0.25	0.20	-0.01	0.69	1.27	1.30	0.80	-0.34	-0.83	-0.70	-0.53	-0.53
2001	-1.46	-1.32	1.46	-0.12	0.77	-0.22	0.27	0.87	0.93	1.56	0.24	0.71
2002	-0.65	-0.08	-0.52	-1.57	0.15	-0.10	-0.23	-0.15	0.86	1.62	1.85	1.27
2003	1.81	1.11	1.41	0.25	-0.74	-0.81	-0.49	-0.45	-0.13	-1.02	-0.75	-2.12
2004	-1.61	-0.18	-1.12	-0.69	-0.15	1.02	1.38	0.57	0.03	-1.37	-0.48	-1.62
2005	-0.26	-0.36	0.48	0.06	-0.78	-0.30	0.07	0.43	1.16	0.71	1.76	-0.76
2006	-0.06	0.38	0.24	1.74	1.83	1.43	0.90	0.83	0.79	0.89	-0.24	0.15
2007	-1.75	-1.10	-1.26	0.09	1.21	1.19	0.17	-1.20	-1.21	-0.27	0.22	-0.03
2008	0.17	1.63	1.43	1.50	0.29	0.38	-0.23	-0.39	-0.97	-0.82	0.20	1.04
2009	0.28	-1.02	-0.56	0.39	0.68	0.76	0.40	-0.38	-0.85	-1.00	-0.42	-0.33
2010	0.02	-0.23	-0.46	-1.22	-1.63	-1.26	-0.93	1.16	1.31	1.65	-0.30	-0.41
2011	-0.19	0.88	1.85	1.82	1.78	1.56	1.57	1.69	1.68	1.67	1.17	-0.06
2012	-0.47	-0.67	-0.27	0.13	0.44	0.08	-0.05	-0.50	-0.40	-0.93	-0.30	0.02
2013	1.34	1.12	1.34	-0.69	-0.94	-0.89	0.24	1.06	1.46	1.26	0.97	-0.00
2014	-0.05	-0.55	-1.45	-0.72	-0.62	-0.60	-0.44	-0.02	-0.01	-0.30	-0.64	-0.20
2015	1.08	1.17	1.48	0.26	-1.24	-1.76	-1.59	-1.12	-0.82	-0.79	-0.46	0.42
2016	1.38	1.05	0.09	-1.21	-0.36	-0.05	0.45	0.62	1.06	1.26	2.22	1.88
2017	2.65	0.33	0.52	0.78	1.35	1.38	1.44	0.90	0.28	0.32	0.38	1.59
2018	-0.26	0.89	-0.21	0.80	1.07	1.00	0.23	-0.10	-0.92	-0.71	-1.37	0.09
2019	0.59	1.19	-0.18	-1.60	-1.66	-1.58	-1.49	-1.16	-1.51	-1.22	-1.99	-1.08

รูปที่ 92 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี Y.1C และสถานี N.1

1970			1.27	1.18	1.26	1.67	1.93	1.95	1.05	0.19	-0.48	-0.07
1971	0.30	1.00	-0.40	0.31	0.60	0.48	-0.33	0.44	-0.05	-0.12	-1.28	-0.88
1972	-1.06	-0.47	-0.55	0.43	-1.17	-0.60	-1.41	-0.50	-0.49	0.14	1.06	1.28
1973	1.42	0.42	0.93	-0.28	0.15	-0.19	0.55	0.35	0.96	-0.17	-0.41	-1.45
1974	-1.22	-0.83	0.54	0.79	0.42	0.13	-0.33	-0.30	-0.57	0.58	0.82	1.32
1975	1.65	2.43	2.16	-0.49	-0.28	-0.42	0.03	0.51	0.44	0.72	0.24	0.53
1976	0.36	0.36	0.33	-0.05	0.99	0.24	0.89	0.72	1.53	1.74	1.00	0.83
1977	0.24	-0.68	-0.13	-0.27	-0.06	-0.99	-1.52	-1.21	-0.34	-0.58	-0.90	-0.90
1978	-0.05	1.87	0.69	0.10	-0.39	-0.29	1.41	0.80	1.78	-0.35	0.08	-1.29
1979	-1.25	-0.13	-1.24	-0.69	-0.87	-0.32	-0.93	-1.65	-1.52	-1.84	-1.45	-1.83
1980	-1.82	-1.40	-0.82	-0.92	-0.21	0.83	1.32	0.78	0.29	0.15	0.55	0.15
1981	-0.42	-1.27	-0.00	0.33	0.37	0.67	1.06	0.73	-0.65	-1.36	-0.58	0.20
1982	1.10	-0.94	-1.16	-0.36	-0.79	-0.37	-0.82	-0.84	-0.06	-0.25	0.34	-0.34
1983	0.87	0.33	-1.46	-2.27	-1.50	-0.67	0.23	1.02	0.61	1.56	1.61	2.33
1984	1.59	1.25	-0.13	-0.40	-1.29	-0.82	-0.08	-0.22	-0.64	-1.22	-0.74	-0.78
1985	-0.60	-0.13	-0.84	-0.48	-0.28	-0.23	-0.40	-1.26	-0.40	0.36	1.12	0.92
1986	0.07	-1.81	-2.64	-0.01	0.29	0.60	-0.10	-0.21	-0.98	-0.94	-1.18	-0.61
1987	-1.21	-0.26	0.36	0.53	-0.65	-0.26	-1.42	-0.27	-0.05	0.32	1.07	0.66
1988	1.54	-0.89	-1.11	0.78	0.77	1.04	0.65	0.54	0.14	0.77	0.29	0.59
1989	-0.89	-0.27	-0.28	-1.41	-0.49	-0.05	0.08	-0.29	-1.42	-0.24	-0.35	0.47
1990	-0.89	0.30	1.38	0.20	0.73	-0.04	-0.21	-1.99	-2.29	-0.19	0.59	1.47
1991	-0.17	-1.33	-0.56	-0.80	-0.50	-1.06	-1.33	-0.06	-0.79	-0.70	-1.62	-0.72
1992	0.09	1.03	-1.18	-2.09	-2.15	-1.95	-0.47	0.44	0.08	-0.26	-0.53	-0.02
1993	-0.65	-0.46	-0.43	-0.56	-0.10	-1.08	-1.54	-2.24	-1.70	-1.70	-1.45	-1.51
1994	-1.30	-0.46	1.55	0.68	1.21	1.28	1.11	0.74	-0.89	-1.05	-1.56	-1.31
1995	-0.90	-0.72	-1.30	-1.41	-0.69	-0.44	0.63	1.67	1.85	0.82	-0.49	-1.02
1996	-0.54	0.23	0.66	1.91	1.10	1.20	-0.27	-0.39	0.91	1.11	1.94	0.93
1997	1.51	-1.61	-0.19	0.12	-0.39	-1.91	-1.71	-1.33	-0.20	-0.27	-0.19	-0.27
1998	-0.74	0.46	0.18	-0.12	0.06	0.10	1.04	0.95	0.08	-1.10	-0.96	-0.10
1999	1.01	0.72	0.07	1.75	2.05	1.77	0.88	-0.58	-0.58	0.08	0.24	0.84
2000	0.50	0.25	-0.22	1.54	1.17	1.66	0.72	1.02	0.36	1.05	0.23	0.24
2001	-0.84	-0.65	1.20	-0.19	0.69	0.09	0.28	-0.89	-1.82	-1.36	-1.12	-0.28
2002	-0.02	-0.31	0.32	0.04	0.08	-0.15	-0.81	0.43	1.24	1.26	0.46	0.03
2003	0.89	1.17	1.18	0.09	-0.58	-0.54	0.00	0.12	-0.10	-1.10	-1.06	-1.59
2004	-0.52	1.15	0.44	-0.92	-0.94	-0.13	0.57	-0.24	-0.39	-1.85	-1.45	-1.92
2005	-1.33	-1.34	-0.65	0.34	-0.63	-0.37	-0.98	-0.30	0.59	-0.21	0.87	-0.04
2006	1.47	0.56	1.02	1.52	1.10	1.11	0.44	-0.37	0.63	1.08	1.25	0.21
2007	-0.89	-1.16	-1.46	-0.17	1.19	1.30	0.85	-1.11	-1.12	0.17	0.39	0.54
2008	-1.30	0.40	-0.49	0.92	0.52	0.83	0.00	-0.22	0.60	1.07	1.28	0.78
2009	0.40	-1.44	0.26	0.50	0.87	0.41	0.17	-0.11	-0.04	0.16	-0.21	-0.20
2010	-0.08	0.22	-0.83	-1.49	-1.86	-1.12	-0.22	0.92	0.68	1.27	0.80	1.08
2011	-0.89	0.56	1.77	2.29	2.00	1.69	2.00	2.17	1.97	1.43	0.53	0.39
2012	-0.06	-0.01	0.16	0.06	0.12	-0.27	-0.43	-1.28	0.19	-0.38	0.70	-0.17
2013	1.26	0.36	0.81	-0.44	-0.78	-0.51	0.51	1.32	1.72	1.55	1.19	0.45
2014	-0.11	-1.32	-0.94	0.42	0.11	-0.12	-0.77	0.51	0.32	-0.03	-0.84	-0.56
2015	0.14	0.59	1.07	-0.19	-1.52	-2.93	-1.99	-0.68	0.11	-0.19	0.04	0.27
2016	1.16	0.83	-0.74	-1.91	-1.11	-0.81	-0.05	-0.25	-0.15	0.63	1.72	2.08
2017	2.05	1.07	1.81	0.72	1.81	1.99	2.18	1.88	1.46	1.88	1.12	1.24
2018	0.81	1.68	0.31	1.46	0.83	0.84	0.18	0.01	-0.91	-1.40	-1.34	-0.69
2019	0.14	1.01	-0.18	-0.93	-1.04	-0.91	-1.31	-1.06	-1.17	-1.27	-1.37	-1.43

1970			1.36	1.31	1.29	1.77	1.97	1.81	1.06	0.63	0.04	0.27
1971	0.75	1.42	-0.28	0.16	0.41	0.13	-0.55	0.63	0.40	0.28	-1.32	-1.08
1972	-1.46	-0.79	-0.61	0.76	-0.75	-0.17	-1.41	-0.39	0.61	1.11	1.76	1.14
1973	1.49	0.62	1.11	-0.52	-0.17	-0.67	-0.05	-0.29	0.07	-0.53	-0.51	-1.16
1974	-0.94	-1.21	0.46	1.03	0.72	0.30	-0.07	0.08	-0.33	0.83	0.96	1.77
1975	1.42	1.94	1.86	-0.89	-0.47	-0.68	-0.06	0.45	0.13	0.25	-0.28	0.26
1976	0.29	0.52	0.21	-0.35	0.82	0.03	0.93	0.57	1.32	0.97	0.31	0.23
1977	0.01	-0.51	-0.83	-0.21	-0.33	-0.94	-1.52	-1.23	-0.53	-0.80	-1.02	-1.09
1978	-0.07	2.00	0.84	-0.05	-0.58	-0.25	0.73	-0.09	0.78	-0.70	-0.17	-1.31
1979	-1.37	-1.00	-1.96	-1.21	-1.04	-0.59	-1.12	-1.75	-1.95	-2.29	-1.86	-1.96
1980	-1.75	-1.32	-1.31	-1.01	-0.89	0.34	0.93	1.24	0.93	0.85	0.80	0.34
1981	-0.06	-1.11	-0.23	0.32	0.54	0.77	1.00	0.54	-0.52	-1.20	-0.41	0.20
1982	1.26	-1.10	-0.38	1.06	0.54	0.60	-0.45	-0.51	-0.59	-0.72	-0.39	-0.54
1983	0.49	-0.01	-1.60	-2.19	-1.79	-1.33	0.10	1.62	1.77	2.08	1.75	2.32
1984	1.61	1.06	0.34	0.02	-0.88	-0.74	-0.21	-0.29	-0.67	-1.35	-0.91	-0.91
1985	-0.67	-0.23	-1.08	-0.88	-0.61	-0.63	-0.46	-0.94	-0.16	0.51	1.11	0.95
1986	0.02	-1.54	-2.21	-0.32	0.36	0.44	0.09	-0.28	-0.76	-0.58	-0.80	-0.19
1987	-0.72	-0.21	-0.14	-0.19	-0.95	-0.75	-1.51	-1.44	-0.93	-0.48	1.14	0.68
1988	1.74	-0.56	-1.03	0.90	0.99	1.13	0.64	0.74	0.90	1.45	0.77	0.61
1989	-0.56	0.26	0.47	-1.23	-0.42	-0.37	-0.28	-0.18	-0.69	0.06	-0.35	-0.01
1990	-0.74	-0.70	0.75	-0.35	0.42	-0.29	-0.35	-1.72	-1.93	-0.03	0.64	1.57
1991	-0.52	-1.36	-0.98	-0.79	-0.43	-1.01	-1.24	-1.06	-1.45	-1.15	-1.50	-0.60
1992	0.16	1.17	-1.01	-1.75	-2.18	-1.95	-0.78	0.10	-0.11	-0.13	-0.31	0.19
1993	-0.91	-0.23	-0.31	-0.57	-0.41	-1.02	-1.38	-1.26	-0.69	-0.78	-1.05	-1.37
1994	-1.52	-0.59	1.06	0.31	0.82	0.92	0.55	0.03	-1.23	-1.11	-1.44	-1.17
1995	-0.94	-0.45	-1.30	-1.41	-0.83	-0.56	0.11	1.29	1.86	1.26	0.01	-1.02
1996	-0.90	-0.60	0.17	1.47	1.19	1.17	0.18	-0.35	0.73	0.55	1.53	0.49
1997	1.47	-1.24	-0.12	0.07	-0.74	-2.03	-2.28	-1.96	-0.70	-0.31	-0.06	-0.41
1998	-0.43	0.46	-0.15	-0.61	-0.20	0.11	1.28	1.27	0.70	-0.39	-0.48	0.14
1999	0.93	0.94	0.22	1.74	1.93	1.67	0.76	-0.91	-1.16	-0.32	0.20	0.97
2000	0.23	0.12	0.01	1.75	1.27	1.48	0.29	0.45	-0.54	0.40	-0.16	0.30
2001	-0.92	-0.37	1.63	0.00	0.56	-0.22	-0.17	-1.33	-1.89	-1.16	-0.66	0.04
2002	-0.38	-0.75	0.03	-0.57	-0.19	-0.19	-0.38	-0.17	0.13	0.41	0.43	0.47
2003	1.15	1.24	1.81	0.54	-0.12	0.14	0.88	1.06	0.47	-0.84	-1.05	-1.60
2004	-0.73	1.33	0.37	-0.62	-1.10	-0.32	0.27	0.44	-0.05	-1.70	-1.74	-1.98
2005	-1.42	-1.47	-0.12	0.85	0.49	0.54	-0.20	-0.21	0.39	-0.06	0.85	0.17
2006	1.46	1.00	1.18	1.43	1.24	1.27	0.69	-0.57	-0.17	0.38	0.96	0.15
2007	-0.39	-0.18	-0.67	0.80	1.61	1.68	1.64	-0.30	-1.11	-1.00	-0.53	-0.11
2008	-0.95	0.42	-0.31	0.81	0.68	1.11	0.73	0.48	0.66	1.05	1.33	0.98
2009	0.43	-1.60	0.62	0.62	1.09	0.90	0.77	0.67	0.47	0.73	0.01	-0.09
2010	-0.24	0.25	-0.93	-1.17	-1.24	-0.26	0.36	1.31	1.23	1.60	0.93	0.95
2011	-0.95	0.54	1.80	2.03	1.80	1.55	1.99	2.02	1.86	1.14	0.28	0.25
2012	-0.12	0.26	0.11	-0.01	-0.02	-0.42	-0.54	-1.11	0.46	-0.06	0.91	-0.18
2013	1.28	0.28	0.53	-0.29	-0.78	-0.37	0.40	1.36	1.79	1.60	1.33	0.63
2014	0.07	-1.09	-0.59	0.43	-0.00	-0.25	-0.98	0.33	0.06	-0.03	-0.90	-0.58
2015	-0.01	0.54	0.72	-0.29	-1.53	-2.30	-1.74	-0.47	0.16	-0.04	0.04	0.19
2016	1.04	0.68	-1.09	-1.70	-1.23	-0.93	-0.29	-0.04	-0.01	0.78	1.61	2.08
2017	1.98	1.07	1.84	0.51	1.71	1.84	2.20	1.61	1.36	1.63	1.05	1.14
2018	1.01	1.82	0.53	1.44	0.81	0.70	-0.11	0.05	-0.81	-1.35	-1.41	-0.75
2019	0.16	0.94	-0.40	-0.85	-1.02	-0.86	-1.25	-0.99	-1.08	-1.29	-1.42	-1.57

รูปที่ 93 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี C.2 และสถานี CT.19

1970			1.30	1.18	1.18	1.63	1.67	1.53	0.51	-0.06	-0.39	-0.51
1971	0.05	0.91	0.01	0.41	0.67	0.65	-0.03	0.48	-0.13	-0.49	-1.44	-1.18
1972	-0.76	-0.22	-0.52	0.69	-1.14	-0.17	-1.62	-0.33	-0.98	0.02	0.85	1.15
1973	1.32	-0.42	0.42	-0.50	-0.47	-0.80	-0.04	-0.14	0.45	-0.74	-0.61	-1.47
1974	-0.85	0.00	0.65	0.16	-0.05	-0.78	-0.81	-1.03	-0.79	-0.04	0.55	1.31
1975	1.82	2.38	1.69	-0.63	-0.20	-0.48	0.65	0.27	0.37	0.07	0.13	0.14
1976	0.25	-0.16	0.52	-0.08	0.60	-0.36	0.37	0.08	0.94	1.23	0.92	1.08
1977	-0.18	-1.48	-0.99	-0.32	0.03	-0.44	-1.32	-1.14	-0.05	-0.19	-0.61	-1.05
1978	-0.14	1.79	-0.01	-0.26	-0.37	-0.22	1.47	1.04	1.95	0.12	0.52	-1.18
1979	-1.07	0.30	-1.50	-0.63	-0.62	0.09	-0.79	-1.77	-1.79	-1.90	-1.49	-1.79
1980	-1.79	-1.18	-0.63	-0.93	-0.48	0.86	1.37	1.08	0.31	0.22	0.52	0.06
1981	-0.38	-0.61	0.19	0.07	0.26	0.43	1.08	0.51	-0.88	-1.51	-0.90	0.15
1982	1.17	0.03	-0.33	-0.07	-0.81	-0.48	-0.74	-0.41	1.01	0.84	1.25	-0.34
1983	1.03	0.57	-1.73	-2.29	-1.94	-0.89	0.16	1.31	0.71	1.32	0.91	1.71
1984	1.15	0.69	-0.49	-0.59	-0.85	-0.25	0.23	0.32	-0.49	-0.92	-0.81	-0.55
1985	-0.37	0.15	-0.95	-0.66	-0.32	-0.19	-0.28	-1.30	-0.55	0.21	0.95	0.91
1986	-0.02	-1.69	-2.03	-0.18	-0.00	0.16	-0.80	-1.18	-1.95	-1.55	-1.46	-0.64
1987	-1.35	0.16	0.90	0.90	-0.07	-0.25	-1.52	-0.67	0.32	0.89	1.35	0.55
1988	1.44	-0.03	-0.56	1.29	1.28	1.33	0.89	0.31	-0.27	0.30	0.26	1.17
1989	-1.21	-1.35	-0.07	-0.87	0.01	-0.15	-0.12	-0.62	-1.66	-0.30	-0.42	0.98
1990	-1.11	0.18	1.61	0.07	0.78	0.09	0.45	-1.49	-1.66	-0.13	0.64	1.46
1991	-0.37	-1.70	-1.05	-0.96	-0.36	-0.76	-1.06	0.01	-0.30	-0.44	-1.47	-0.95
1992	0.32	0.86	-1.62	-2.02	-2.10	-1.76	-0.78	-0.06	0.04	-0.37	-0.40	-0.40
1993	-0.66	-0.57	-0.13	-0.60	-0.26	-1.08	-0.90	-1.53	-0.65	-1.29	-1.11	-1.44
1994	-1.54	-0.17	1.64	0.40	0.99	0.96	0.58	0.45	-0.87	-0.62	-1.38	-1.27
1995	-0.55	-0.41	-1.02	-1.30	-0.61	0.08	1.39	1.91	1.74	0.84	-0.36	-0.54
1996	-0.60	0.25	0.79	1.88	1.36	1.39	-0.43	-0.26	0.74	1.25	1.88	0.86
1997	1.79	-1.44	0.64	0.49	-0.18	-1.74	-1.83	-1.75	-0.99	-0.81	-0.48	0.03
1998	-0.76	1.30	0.29	0.36	0.14	0.17	0.51	0.91	-0.16	-0.99	-1.35	-0.31
1999	1.06	0.49	-0.36	1.60	1.87	1.66	0.68	-0.68	-0.93	-0.22	-0.03	0.98
2000	0.37	0.49	-0.29	1.64	1.52	2.03	1.28	1.71	0.89	1.31	0.01	0.18
2001	-0.95	-1.03	1.03	-0.26	0.58	-0.03	0.24	-0.75	-1.41	-1.11	-1.01	-0.27
2002	-0.24	-0.95	-0.34	-0.85	-0.52	-0.41	-0.48	0.87	1.43	1.64	0.71	-0.00
2003	0.86	1.42	1.74	0.30	-0.66	-0.98	-0.54	0.23	-0.06	-0.77	-0.94	-1.47
2004	-0.55	1.68	0.05	-0.42	-0.49	0.51	1.20	0.63	-0.31	-1.94	-1.67	-1.87
2005	-1.45	-1.71	-0.89	0.05	-0.41	-0.18	-0.57	-0.36	0.41	-0.45	0.44	-0.54
2006	1.53	0.45	0.60	1.26	0.93	0.97	0.09	-0.38	0.25	1.06	1.37	0.84
2007	-0.75	-0.34	-0.44	0.20	1.06	1.10	0.89	-0.11	-0.07	0.89	0.75	1.05
2008	-0.87	0.21	-0.76	0.95	0.63	1.02	0.25	0.56	1.38	1.60	1.72	0.68
2009	0.84	-1.48	1.30	1.25	1.53	0.73	0.40	0.11	0.66	0.46	-0.09	-0.43
2010	0.17	0.22	-1.19	-1.42	-1.82	-1.22	-0.40	0.89	0.90	1.45	1.10	1.28
2011	-1.01	0.47	1.69	2.04	1.83	1.50	1.84	1.90	1.93	1.54	1.01	0.96
2012	0.05	-0.30	0.06	0.07	0.12	-0.29	-0.52	-1.38	-0.18	-0.70	0.26	-0.44
2013	1.31	-0.51	0.37	-0.53	-0.87	-0.65	0.58	1.32	1.60	1.34	1.12	0.45
2014	-0.23	-1.33	-0.58	0.35	-0.01	-0.19	-0.79	0.43	0.37	0.03	-0.65	-0.54
2015	0.33	0.66	0.95	-0.39	-1.72	-2.96	-1.99	-0.70	0.05	-0.22	0.03	0.20
2016	1.11	0.15	-1.24	-1.94	-1.19	-0.91	-0.17	-0.72	-0.62	0.14	1.24	1.84
2017	1.99	0.87	1.78	0.99	1.74	1.79	2.11	1.65	1.26	1.53	1.07	1.13
2018	0.67	1.49	0.19	1.41	0.93	0.94	0.02	-0.10	-0.99	-1.40	-1.33	-0.77
2019	-0.00	1.15	-0.19	-0.89	-1.18	-1.06	-1.50	-1.14	-1.17	-1.16	-1.24	-1.36

1970			-0.35	-0.13	0.40	1.19	0.57	0.97	-0.21	-0.32	-1.30	-1.21
1971	-0.85	1.47	0.18	-0.39	-0.30	0.97	1.33	1.23	-0.10	-1.06	-1.22	-1.05
1972	-0.95	1.66	1.73	1.50	-1.07	0.18	0.41	1.12	0.11	0.64	1.08	1.54
1973	0.36	-0.37	-1.60	-1.58	-1.48	-1.21	-0.59	-1.07	-1.14	-1.51	-1.12	-1.11
1974	-0.89	-0.12	-0.15	1.10	1.15	0.59	-0.11	0.87	0.73	0.82	-0.14	0.70
1975	1.87	1.11	0.26	-1.23	0.03	0.17	0.82	0.34	0.14	0.03	-0.14	0.15
1976	0.06	-0.37	-0.35	0.40	-0.19	-0.71	-0.85	-0.57	0.17	0.43	0.60	0.57
1977	0.40	-1.27	-1.53	-1.15	-1.00	-1.73	-2.18	-1.45	0.87	1.01	0.66	-1.37
1978	-1.16	-0.38	-0.03	1.06	0.97	0.57	0.75	1.56	2.30	1.32	0.41	-0.85
1979	-0.32	-0.57	-1.76	0.86	1.62	2.28	0.93	0.25	-1.06	-0.86	-1.31	-1.83
1980	-1.44	-0.95	-0.89	-1.05	-0.20	0.79	0.74	-0.64	0.29	0.55	1.69	0.24
1981	0.30	1.32	0.25	-0.05	0.29	0.43	0.80	0.22	-1.53	-1.65	-1.64	0.51
1982	1.17	0.73	0.85	0.35	-0.75	-0.62	-0.83	-0.56	1.12	1.50	1.87	0.53
1983	0.73	-0.70	-1.91	-1.76	-1.40	0.13	-0.47	0.01	-1.58	0.59	0.25	1.73
1984	-0.15	-0.63	-0.15	0.27	0.31	0.08	-0.38	0.01	0.17	0.97	0.76	1.13
1985	0.87	0.88	0.13	0.76	0.13	0.45	-0.57	-0.84	-1.36	-0.55	-0.18	0.26
1986	0.04	-1.25	-1.39	-0.31	0.24	-0.14	-0.75	-0.36	-0.62	0.25	-0.38	0.69
1987	0.07	-0.17	-0.37	-0.66	-0.97	-0.03	-0.12	0.37	0.47	0.45	0.43	-0.35
1988	0.37	0.94	-0.24	0.27	0.72	1.53	0.77	-0.55	-1.93	-0.50	0.29	1.37
1989	-1.25	-1.29	0.34	0.27	0.38	-0.26	0.00	0.02	-0.23	-0.14	-0.33	0.51
1990	-0.66	2.08	2.34	0.64	0.00	0.35	1.21	0.82	0.14	-0.23	0.31	0.71
1991	0.91	-1.33	-1.36	-1.79	-1.61	-1.31	-1.07	0.50	0.95	1.65	0.56	0.50
1992	-0.76	0.98	-0.82	-1.70	-1.74	-1.12	-0.51	-0.12	-0.62	-0.84	-1.30	-1.02
1993	-1.22	-0.56	-0.62	-0.65	-0.84	-1.50	-1.20	-1.43	-1.22	-1.74	-1.53	-1.53
1994	-0.79	1.68	1.66	0.52	0.31	0.64	-0.20	0.06	0.50	1.09	0.59	-0.64
1995	-0.76	-0.24	0.14	-0.81	-0.55	-0.67	0.67	-0.19	-1.04	-1.64	-1.06	0.18
1996	0.51	-0.98	0.45	1.95	1.20	0.74	-1.27	-1.66	0.01	1.08	2.04	0.73
1997	1.99	0.49	0.80	0.31	-0.16	-0.16	0.44	0.80	-0.54	-0.78	-1.21	0.28
1998	-1.25	1.63	0.53	-0.24	-0.37	-0.31	-1.24	-1.50	-1.73	-1.08	-0.69	-0.43
1999	1.35	-0.20	0.98	1.53	2.00	1.61	1.54	-0.41	-1.11	-1.26	0.01	0.81
2000	1.26	0.74	-0.85	1.36	2.18	2.24	1.92	1.54	0.62	-0.17	-0.90	-0.65
2001	-1.24	-0.38	1.22	-0.54	-0.05	0.39	0.57	0.86	0.22	0.81	0.77	1.07
2002	1.49	-1.04	0.49	-0.18	0.30	-0.13	0.13	0.66	1.53	1.19	0.61	-0.35
2003	0.09	1.39	1.54	0.57	0.20	-0.24	-0.84	-0.77	1.02	1.03	0.90	-1.28
2004	-1.42	1.72	0.84	0.38	0.28	0.89	1.74	1.89	0.81	-1.49	-2.01	-1.81
2005	-1.14	-1.37	-0.78	-0.98	-0.42	-0.74	0.67	0.46	1.26	-0.61	-0.29	-1.04
2006	1.22	0.22	0.44	0.85	0.50	0.02	0.76	1.07	0.16	0.24	-0.03	1.71
2007	0.07	0.64	1.06	-0.43	0.80	-0.10	0.04	-0.27	-0.10	1.57	1.26	2.11
2008	-0.16	-1.00	0.36	0.31	1.07	0.53	-0.11	-0.90	0.26	0.68	1.31	0.52
2009	1.72	-0.54	0.94	1.32	1.33	0.28	0.42	-0.62	0.08	-0.93	-0.48	-0.93
2010	-0.39	0.12	-0.98	-0.94	-1.09	-1.17	-1.28	-0.27	-0.29	0.57	-0.26	0.46
2011	-1.29	0.10	-0.75	0.92	0.69	0.48	0.61	1.05	1.97	1.99	1.69	1.37
2012	-0.36	-1.11	-0.64	0.06	0.38	-0.26	-1.20	-1.89	-1.45	-1.20	0.04	-0.38
2013	1.80	-0.95	-0.54	-1.00	-0.69	-1.08	0.43	0.02	1.18	0.55	1.08	0.67
2014	-0.26	-0.84	-0.22	0.02	-0.74	-0.50	-0.24	0.91	0.51	-0.30	-1.04	-0.91
2015	-0.05	0.78	0.16	-0.88	-2.07	-2.39	-1.50	-0.74	-0.24	-0.46	-0.33	-0.18
2016	-0.21	-1.09	-1.43	-1.67	-1.56	-1.75	-1.58	-2.11	-1.16	-0.78	0.83	-0.21
2017	1.10	0.07	1.24	1.29	1.70	1.51	2.26	2.15	1.52	-0.38	-0.27	0.18
2018	0.74	-0.10	1.46	1.69	0.67	0.20	-0.04	0.04	-0.61	-1.08	-1.19	-0.80
2019	-0.33	0.25	-0.23	-0.58	-0.48	-1.00	-1.23	-1.07	0.68	0.47	0.46	-1.26

รูปที่ 94 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี S.42 และสถานี E.20A

1970			0.35	0.02	0.37	0.60	1.23	1.43	1.07	0.79	0.64	1.24
1971	0.70	0.67	0.35	-0.50	-0.20	-0.50	-0.49	-0.86	-1.40	1.59	0.93	1.22
1972	-0.32	0.02	-0.94	-0.18	-1.03	-1.13	-1.65	-1.67	-0.80	-0.49	0.35	-0.11
1973	-0.08	-0.15	-0.31	-0.30	0.02	0.19	1.81	1.54	1.44	0.69	1.01	1.14
1974	0.63	0.32	-0.58	-0.09	-0.15	-0.34	-0.18	-0.74	0.15	-0.59	1.13	0.90
1975	1.86	1.56	1.71	-0.25	-0.19	0.91	0.68	-0.00	-0.45	1.07	1.40	0.82
1976	-0.12	-0.87	-1.55	-0.04	0.83	0.83	1.00	-0.50	-0.67	-1.35	-0.81	-1.13
1977	-0.99	-0.95	-0.11	-1.29	-1.82	-1.83	-1.62	-0.77	-0.50	0.22	0.55	-0.34
1978	-0.10	-0.57	0.34	0.34	0.22	0.44	0.07	-0.57	-0.94	-1.81	-2.02	-1.81
1979	-1.87	-1.19	-1.82	-0.60	-0.74	0.29	1.46	1.31	0.43	-1.89	-1.61	-1.73
1980	-1.52	-1.59	-1.03	-0.16	-0.47	0.56	0.71	2.02	0.72	-0.36	-0.62	-0.38
1981	-0.11	-0.52	-1.57	-0.14	0.13	-0.16	-1.33	-2.22	-1.79	-1.67	-0.07	-0.21
1982	0.03	-0.63	-0.37	1.30	1.42	0.54	1.22	1.06	1.01	-0.49	-0.78	-0.70
1983	-0.83	-0.96	-0.67	-1.34	-1.22	-0.91	0.42	1.00	1.01	0.40	-0.17	-0.76
1984	-0.49	-0.02	0.27	0.44	-0.49	0.14	-0.09	-0.48	-0.79	-1.41	-0.80	-0.12
1985	0.15	0.93	0.24	0.96	1.22	0.90	-0.06	-1.37	-0.68	0.57	0.10	-0.20
1986	-0.67	-0.11	-1.00	-1.08	0.73	1.28	1.63	-0.68	1.14	1.46	1.56	-0.18
1987	-0.49	-1.14	-1.24	-1.71	-1.38	-1.62	-2.04	-0.64	-0.41	0.65	0.10	0.34
1988	0.65	0.40	0.18	0.04	0.31	0.24	0.78	0.41	1.74	0.72	1.83	0.26
1989	0.50	-1.52	-0.42	-0.04	0.60	0.26	0.29	-0.62	-0.90	-0.60	-1.27	-1.53
1990	-2.03	-1.89	-0.79	-0.59	-0.20	-0.82	-1.28	-2.12	-1.66	-0.03	0.90	0.33
1991	-0.42	-0.92	-0.09	0.24	1.00	-0.06	0.71	0.22	1.05	-0.89	-1.80	-1.43
1992	-1.06	-0.18	-1.22	-1.72	-1.54	-1.63	-1.42	-1.19	-1.75	-0.10	-0.59	-0.50
1993	-0.96	-0.70	0.80	0.99	0.71	-0.32	-0.67	-0.64	0.13	0.73	0.77	1.16
1994	0.45	0.69	0.42	1.27	1.00	1.03	-0.04	1.06	1.26	0.70	-0.35	-1.06
1995	-0.62	-0.76	0.04	-0.27	-1.04	-1.40	-0.60	1.50	1.17	0.01	0.52	0.02
1996	0.37	-0.66	-0.27	1.03	0.27	0.46	-1.11	-0.21	-0.51	0.01	0.02	1.05
1997	0.68	0.82	-0.57	0.11	-0.93	-0.75	-0.88	1.04	1.25	1.05	-0.69	-0.83
1998	-1.04	-0.50	-1.61	-1.53	-1.87	-1.94	-1.27	0.28	1.53	2.12	2.18	1.76
1999	1.30	1.05	1.44	1.58	1.04	0.72	-0.45	-0.69	-0.24	0.89	0.57	0.51
2000	0.17	0.64	1.13	1.52	1.16	1.06	-0.38	0.14	-0.82	0.25	-0.35	0.10
2001	0.56	0.87	1.61	0.66	0.47	-0.19	0.53	0.05	0.48	0.05	-0.87	-0.99
2002	-1.20	-0.27	-0.76	-0.37	-0.38	-1.02	-1.39	-1.21	-1.27	-1.42	-0.71	0.59
2003	0.96	0.91	0.58	-0.10	-0.02	-1.03	-0.19	-0.33	0.40	1.73	1.01	0.82
2004	-0.46	0.05	-0.57	-1.08	-1.42	-1.22	-0.63	-0.40	-0.21	-0.63	-1.04	-1.52
2005	-1.69	-1.41	-1.04	-1.40	-0.93	-0.92	-0.05	-0.95	-1.29	-0.90	0.62	1.62
2006	1.27	1.11	0.62	0.77	0.89	1.52	1.23	0.93	0.14	-0.17	-1.54	-1.38
2007	-1.11	0.10	0.45	1.04	1.96	2.17	2.16	0.63	0.53	0.82	0.24	-0.44
2008	-0.64	0.10	1.05	0.89	1.13	1.37	0.85	-0.47	-1.28	-1.45	-0.75	-0.93
2009	-0.52	-0.88	0.91	2.04	1.99	0.52	-0.78	-0.82	-0.03	-0.78	-0.97	-1.17
2010	-0.59	-0.35	0.49	-0.99	-1.45	-0.94	-0.13	0.35	-0.51	-0.37	1.08	1.64
2011	1.60	1.22	0.90	-0.43	-0.44	-0.50	0.49	1.48	1.23	1.03	0.22	0.54
2012	1.28	1.63	1.96	1.42	0.83	0.62	-0.51	-0.26	-0.08	-0.37	0.65	0.75
2013	1.17	0.75	0.22	1.32	0.63	1.42	0.54	1.08	0.54	1.09	1.47	0.73
2014	0.04	-1.23	-0.82	-1.28	-1.09	-0.30	0.18	0.56	-1.08	-0.65	0.48	1.29
2015	0.95	0.33	-0.85	0.23	-0.19	-0.23	-1.29	1.11	1.78	1.57	-0.05	0.38
2016	1.34	1.64	1.30	-1.29	-0.83	-0.75	0.42	-0.32	-0.09	0.04	0.40	1.35
2017	2.13	2.24	2.17	1.12	1.43	1.18	0.39	-0.01	0.80	0.12	-0.48	0.17
2018	0.68	1.27	0.43	1.00	0.37	1.55	0.81	0.72	-1.07	-0.88	-1.00	-0.18
2019	0.66	1.26	1.04	-1.54	-0.87	-0.46	0.71	0.88	0.26	-1.07	-1.38	-1.40

1970			0.27	0.05	0.50	0.49	1.30	1.24	1.38	1.00	0.47	0.59
1971	0.06	0.40	0.57	-0.16	-0.12	-0.74	-0.79	-0.98	-1.24	1.42	0.76	1.17
1972	0.01	0.30	-0.95	-0.24	-0.96	-1.16	-1.74	-1.74	-0.16	0.27	0.56	-0.47
1973	-0.46	-0.44	-0.09	0.13	0.49	0.50	1.71	1.36	0.98	0.40	1.80	2.01
1974	1.40	0.33	-0.82	-0.04	0.19	0.58	0.63	-0.36	0.59	-0.11	1.25	0.63
1975	1.52	1.40	1.58	0.09	0.31	1.32	0.75	-0.71	-0.62	0.55	1.24	0.62
1976	-0.16	-0.74	-1.57	-0.23	0.68	1.00	1.42	0.10	0.08	-1.07	-0.76	-1.23
1977	-1.05	-1.14	-0.50	-1.51	-1.97	-1.77	-1.28	-0.27	-0.59	0.16	-0.01	-0.70
1978	-0.79	-1.06	-0.10	-0.17	-0.21	0.05	0.14	-0.55	-0.90	-1.79	-1.99	-1.85
1979	-1.70	-1.15	-1.68	-0.27	-0.58	0.67	1.08	0.79	-0.05	-1.68	-1.31	-1.62
1980	-1.43	-1.60	-1.07	-0.36	-0.30	0.82	0.98	2.01	0.85	0.01	-0.61	-0.28
1981	-0.25	-0.43	-1.46	0.01	0.10	-0.38	-1.44	-2.18	-1.78	-1.76	-0.43	-0.24
1982	-0.12	-0.49	-0.66	1.04	1.26	0.73	1.19	0.89	0.43	-0.84	-1.08	-0.90
1983	-1.12	-1.18	-0.46	-1.20	-1.07	-0.90	0.80	1.35	1.49	0.86	-0.10	-0.57
1984	-0.32	0.24	0.44	0.81	0.11	0.53	0.42	-0.64	-0.74	-1.55	-0.92	0.20
1985	0.28	1.09	0.33	1.14	1.21	0.50	-0.41	-1.18	-0.07	0.90	0.34	-0.16
1986	-0.64	-0.37	-0.96	-1.09	0.54	1.24	1.02	-0.98	0.58	1.36	1.51	-0.22
1987	-0.66	-1.32	-1.26	-1.80	-1.39	-1.49	-1.78	-0.35	0.08	0.89	-0.20	0.27
1988	0.60	0.76	0.30	0.01	0.28	0.16	0.87	0.43	1.81	0.63	1.65	-0.02
1989	0.11	-1.53	-0.88	-0.13	0.21	-0.06	-0.07	-0.63	-0.85	-0.54	-1.43	-1.73
1990	-2.22	-1.84	-0.84	-0.28	-0.20	-1.03	-1.33	-2.12	-1.76	-0.75	0.63	0.00
1991	-0.62	-0.99	-0.20	-0.08	1.15	0.41	1.72	0.76	1.16	-0.73	-1.72	-1.22
1992	-1.04	-0.35	-1.39	-1.62	-1.39	-1.47	-1.20	-1.16	-1.59	-0.48	-0.87	-0.77
1993	-1.04	-0.86	0.70	0.79	0.88	-0.13	-0.34	-0.61	0.28	1.10	1.20	1.51
1994	0.72	0.84	0.34	1.27	1.04	1.13	-0.32	0.88	0.62	0.62	-0.40	-1.07
1995	-0.91	-1.09	0.18	-0.02	-0.69	-1.50	-0.61	1.03	1.06	-0.13	0.33	-0.04
1996	0.33	-0.38	-0.14	1.06	0.62	1.06	-0.90	0.27	-0.52	-0.22	-0.07	1.21
1997	0.84	0.77	-0.46	0.08	-1.18	-1.03	-1.11	0.59	0.70	0.75	-0.61	-0.54
1998	-0.76	-0.37	-1.36	-1.62	-1.86	-1.54	-0.01	2.07	1.91	2.03	1.69	1.53
1999	1.50	1.30	1.57	1.71	1.29	0.72	-0.85	-0.13	0.41	1.24	1.73	1.29
2000	1.11	0.39	1.32	1.53	0.77	0.17	-1.38	-0.65	-0.89	1.14	0.50	0.74
2001	0.60	0.83	1.52	0.73	-0.09	-1.30	-0.93	-1.07	-0.15	-0.64	-0.91	-0.87
2002	-0.98	-0.31	-0.87	-0.45	-0.82	-1.26	-1.61	-1.18	-1.58	-1.40	-0.87	0.52
2003	0.77	0.79	0.48	-0.29	-0.65	-1.30	0.07	0.52	0.54	1.58	0.93	0.66
2004	-0.42	-0.15	-0.39	-1.02	-1.48	-1.32	-0.29	-0.27	0.12	-0.37	-0.87	-1.46
2005	-1.63	-1.23	-0.85	-1.38	-0.72	0.75	0.17	-1.10	-1.65	-1.24	0.32	1.52
2006	1.35	1.27	0.78	0.83	1.06	2.07	1.16	0.12	-1.19	-1.07	-1.65	-1.34
2007	-0.77	0.09	0.84	1.00	1.51	1.58	1.06	0.21	0.51	0.54	-0.03	-0.68
2008	-0.52	0.18	1.11	0.80	0.52	0.80	0.42	0.27	-0.67	-0.09	0.16	-0.11
2009	-0.14	-0.45	1.33	2.02	2.95	0.42	-1.03	-0.93	-0.26	-0.72	-0.78	-0.79
2010	-0.29	-0.42	0.18	-0.98	-1.59	-0.63	0.55	0.94	-0.26	-0.47	1.23	1.71
2011	1.80	1.43	1.17	-0.11	-0.30	-0.76	-0.09	1.20	0.88	1.18	0.57	1.01
2012	1.44	1.72	2.03	1.94	1.66	1.02	-0.67	-0.47	0.21	-0.35	0.21	0.43
2013	0.98	0.90	0.27	1.08	0.45	1.39	0.18	0.52	-0.23	0.55	0.71	0.29
2014	-0.37	-1.01	-0.89	-1.32	-0.87	-0.24	-0.10	0.21	-0.95	-0.62	-0.13	0.93
2015	0.79	0.46	-0.96	0.14	-0.10	0.11	-0.91	1.48	1.67	1.19	-0.19	0.33
2016	1.17	1.41	0.94	-1.50	-1.12	-0.90	1.09	-0.11	0.39	-0.30	0.19	0.77
2017	1.71	2.00	1.86	1.04	1.12	0.70	0.06	0.31	1.59	0.81	0.50	0.56
2018	1.03	1.24	0.74	0.23	-0.15	1.20	0.71	-0.00	-1.32	-1.04	-1.00	-0.17
2019	0.51	1.07	0.66	-1.56	-0.69	0.04	1.43	0.62	-0.27	-1.45	-1.50	-1.50

รูปที่ 98 ค่าดัชนี SPEI03 เพื่อแสดงการเกิดอุทกภัยบริเวณสถานี X.217 และสถานี X.234

4.8 การประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อคาดการณ์อุทกภัยเทียบกับสถานการณ์จริง

สำหรับการประเมินความถูกต้องของดัชนีอุทกภัยหลายช่วงเวลาเทียบกับสถานการณ์จริงในประเทศไทยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี และ 2) ประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือน เพื่อทราบประสิทธิภาพโดยรวมของการวิเคราะห์อุทกภัยจากดัชนี SPEI ครอบคลุมทั้งประเทศไทยตลอดระยะเวลา 30 ปี เพื่อสะท้อนว่าบริเวณใดหรือลุ่มน้ำใดบ้างที่ดัชนี SPEI สอดคล้องกับสถานการณ์จริงและสามารถบ่งชี้การเกิดอุทกภัยได้อย่างเหมาะสม และบริเวณใดบ้างที่ดัชนี SPEI ไม่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายการเกิดอุทกภัยได้ ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการเกิดอุทกภัยรายเดือน เพื่อตรวจสอบภายในรอบปีว่ามีช่วงเวลาใดบ้างที่ดัชนี SPEI สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายการเกิดอุทกภัยได้อย่างเหมาะสม และช่วงเดือนใดบ้างที่ดัชนี SPEI ไม่สามารถอธิบายการเกิดอุทกภัยได้หรือความถูกต้องต่ำ

ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ประเมินความถูกต้องของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาโดยนำข้อมูลผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยจากหัวข้อ 4.7 ที่ประกอบด้วย SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 มาสอบเทียบความถูกต้องกับอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย โดยข้อมูลอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทยใช้ปริมาณน้ำท่า และค่าระดับน้ำมากวิกฤตจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ อ้างอิงจากส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน จำนวน 22 ลุ่มน้ำ เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นเกณฑ์บ่งชี้การเกิดอุทกภัย ซึ่งกำหนดให้เดือนที่มีปริมาณน้ำท่าสูงกว่าค่าระดับน้ำมากวิกฤต คือช่วงเดือนที่เกิดอุทกภัย ทั้งนี้ข้อมูลสถานีตรวจวัดที่ใช้เพื่อสอบเทียบ อันประกอบด้วย ชื่อลุ่มน้ำ รหัสสถานี ที่ตั้ง ปีที่เก็บข้อมูลปริมาณน้ำท่า ระดับน้ำวิกฤตมาก (ค่าความจุลน้ำ) และจำนวนครั้ง (เดือน) ที่ปริมาณน้ำท่ามากกว่าระดับน้ำวิกฤตมาก รายละเอียดตามตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ข้อมูลสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ	รหัสสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ปีที่เก็บข้อมูล	ระดับน้ำ วิกฤตมาก (ลบ.ม./วิ)	การเกิด อุทกภัย (ครั้ง)
สาละวิน	SW.5A	19.25	97.75	1989-2018	700	6
โขงเหนือ	G.8	20.25	99.75	1994-2018	310	9
ปิง	P.17	15.75	99.75	1989-2018	2990	5
วัง	W.4A	17.25	99.25	1989-2018	700	6
ยม	Y.1C	18.25	100.25	1989-2018	992.5	8
น่าน	N.1	18.75	100.75	1989-2018	1217	12
เจ้าพระยา	C.2	15.75	100.25	1989-2018	3590	39
สะแกกรัง	CT.19	15.25	100.25	2001-2018	510	1
ป่าสัก	S.42	15.75	101.25	2005-2018	295	28
ชี	E.20A	15.25	104.25	1989-2018	1220	78
มูล	M.7	15.25	104.75	1989-2018	2300	85
โขงตะวันออก	KH.58A	17.25	101.75	1990-2018	584	3
แม่กลอง	K.11A	13.75	99.75	1993-1999 2005-2018	1495	12
บางปะกง	KGT.3	14.25	101.75	1989-2018	519	77
เพชรบุรี- ประจวบคีรีขันธ์	B.10	13.25	99.75	1989-2018	400	2
ชายฝั่งทะเล ตะวันออก	Z.10	12.75	102.25	2000-2018	404	21
ภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก ตอนบน	X.217	8.75	99.25	2003-2008 2012-2018	1430	1
ภาคใต้ฝั่ง ตะวันตก	X.234	7.75	99.75	2004-2014 2017-2018	426	14

*หมายเหตุ การเกิดอุทกภัย (ครั้ง) – จำนวนครั้ง (เดือน) ที่ปริมาณน้ำท่ามากกว่าระดับน้ำวิกฤตมาก

4.8.1 ประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี

จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤติมาจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำครอบคลุมระยะเวลา 30 ปี ตั้งแต่ ค.ศ.1989-2018 อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน รูปที่ 99-101 แสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของจำนวนครั้งการเกิดอุทกภัยเฉพาะช่วงเวลา 30 ปี ที่วิเคราะห์โดยใช้ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา และตารางที่ 46 เพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยจากดัชนี SPEI กับจำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัยจริง ณ สถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำหลัก พบว่าการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา มีความถูกต้องค่อนข้างต่ำ ส่วนใหญ่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 มีเพียงบางสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าเท่านั้นที่ค่าความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ สถานี SW.5A ลุ่มน้ำสาละวิน สถานี W.4A ลุ่มน้ำวัง สถานี CT.19 ลุ่มน้ำสะแกกรัง และสถานี X.217 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน ส่วนกรณีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเพื่อวิเคราะห์การเกิดอุทกภัย พบว่า ส่วนใหญ่ทุกสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันคือ ดัชนี SPEI03 มีค่าความถูกต้องมากที่สุด รองลงมา คือ ดัชนี SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังคงมีบางสถานีที่แตกต่างออกไป เนื่องจาก SPEI01 และ SPEI02 กลับมีค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยมากกว่า SPEI03 เช่น สถานี Y.1C ลุ่มน้ำยม และสถานี X.234 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก นอกจากนี้ยังมีสถานี Z.10 ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกที่ดัชนี SPEI02 ที่มีค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยมากกว่า SPEI อื่น ๆ

สืบเนื่องจากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในช่วงต้นพบข้อสังเกตว่าสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่มีค่าความถูกต้องสูงมักเป็นสถานีที่มีจำนวนเหตุการณ์อุทกภัยต่ำ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางกายภาพอยู่ 2 ประการที่สอดคล้องกัน คือ หนึ่ง สถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่มีค่าความถูกต้องสูงมีทำเลที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำที่ลำน้ำสาขามีแหล่งต้นน้ำอยู่ภายในประเทศ สอง ที่ตั้งของสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าเหล่านั้นไม่ได้ตั้งอยู่ปลายลำน้ำ ทำให้ไม่ได้รับอิทธิพลของการสะสมมวลน้ำจากลำน้ำอื่น ๆ

ส่วนทางด้านสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่มีค่าความถูกต้องต่ำในรายงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หนึ่ง กลุ่มสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่เกิดอุทกภัยอย่างต่อเนื่องทุกปี ได้แก่ สถานี C.2 ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สถานี S.42 ลุ่มน้ำป่าสัก สถานี E.20A ลุ่มน้ำชี สถานี M.7 ลุ่มน้ำมูล สอง กลุ่มสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่เกิดอุทกภัยเฉพาะปี ได้แก่ สถานี G.8 ลุ่มน้ำโขงเหนือ สถานี P.17 ลุ่มน้ำปิง สถานี Y.1C ลุ่มน้ำยม สถานี N.1 ลุ่มน้ำน่าน สถานี KH.58A ลุ่มน้ำโขงตะวันออก สถานี K.11A ลุ่มน้ำแม่กลอง สถานี Z.10 ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก สถานี B.10 ลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ และสถานี X.234 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

กลุ่มที่หนึ่ง ค่าความถูกต้องต่ำ ณ สถานีที่เกิดอุทกภัยอย่างต่อเนื่องทุกปี พบว่าสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าเหล่านั้นตั้งอยู่ในลุ่มน้ำใหญ่ ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญ (หลัก) ที่มีลุ่มน้ำสาขาจำนวนมาก จึงได้รับอิทธิพลจากการสะสมมวลน้ำจากลำน้ำสาขาส่งผลให้ปริมาณน้ำมาก นอกจากนี้ยังมีเขื่อนขนาดใหญ่ตั้งอยู่ ทำให้ปริมาณน้ำท่าที่สำรวจได้ ณ สถานีนั้น ๆ อาจไม่สัมพันธ์โดยตรงกับสภาพภูมิอากาศของบริเวณนั้น และสาเหตุที่

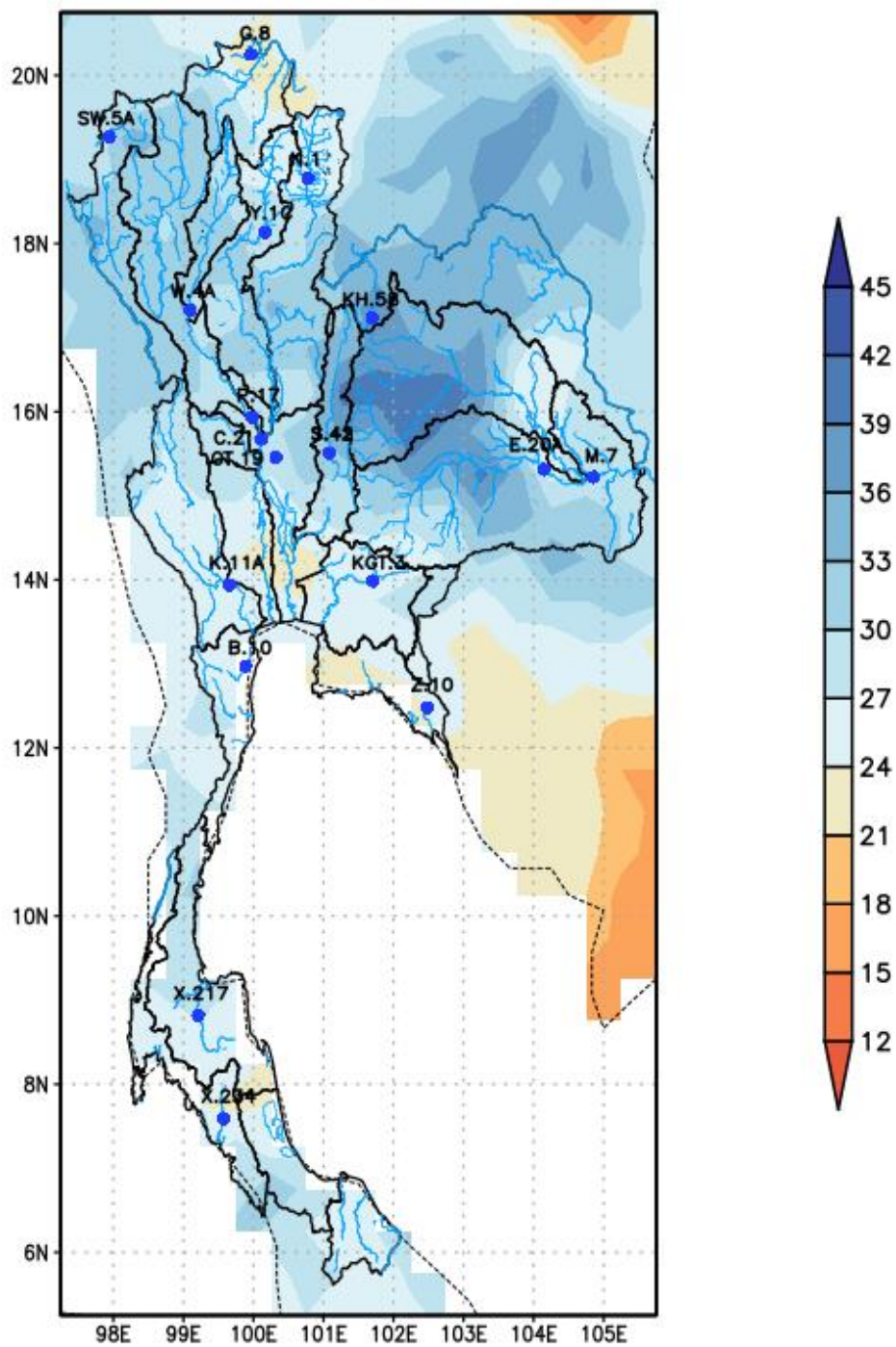
ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI ไม่สัมพันธ์กับการเกิดอุทกภัยจริง อาจเนื่องมาจากภายใต้ งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ดัชนี SEPI บนพื้นฐาน grid based การประมวลผลจึงยึดตามข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ณ พื้นที่นั้น ๆ เป็นหลัก โดยไม่พิจารณาอิทธิพลของพื้นที่ข้างเคียง แตกต่างจากปริมาณน้ำท่าที่สำรวจจากสถานี ตรวจวัดที่ได้รับอิทธิพลจากการสะสมมวลน้ำจากลำน้ำสาขา โดยเฉพาะกลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่มีสถานีสำรวจตั้งอยู่ ปลายน้ำจะทำให้เกิดการสะสมของมวลน้ำจำนวนมาก ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้ดัชนี SPEI ไม่สามารถอธิบาย การเกิดอุทกภัยในกลุ่มน้ำเหล่านี้ได้ รวมทั้งกลุ่มน้ำที่มีเขื่อนขนาดใหญ่ตั้งอยู่อาจทำให้ปริมาณน้ำท่าที่สำรวจ ณ สถานีตรวจวัดไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นั้น

กลุ่มที่สอง ค่าความถูกต้องต่ำ ณ สถานีเกิดอุทกภัยเฉพาะปี พบว่าส่วนใหญ่เป็นสถานีสำรวจปริมาณ น้ำท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำที่มีลำน้ำสาขาไม่มากและเป็นแม่น้ำสายสั้น ยกเว้นกลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่านที่มีลำน้ำสาขา มากและเป็นลำน้ำขนาดใหญ่ สำหรับสาเหตุที่ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในกลุ่มนี้ไม่สัมพันธ์กับการเกิด อุทกภัยจริง อาจเนื่องมาจากหลายปัจจัยและแตกต่างบริบทกัน เช่น กรณีสถานี P.17 ลุ่มน้ำปิง เนื่องจากเป็น ลุ่มน้ำขนาดใหญ่และมีลำน้ำสาขามาก สถานีมีที่ตั้งสถานีอยู่ปลายน้ำ อีกทั้งยังตั้งอยู่ใต้เขื่อนขนาดใหญ่ ปัจจัย เหล่านี้อาจส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าที่สำรวจ ณ สถานีตรวจวัดไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นั้น ส่วน ทางด้านสถานี N.1 ลุ่มน้ำน่าน เมื่อพิจารณาจากบริบทลุ่มน้ำจะพบว่ามีความลำน้ำสาขาจำนวนมากนี้ปัจจัยที่ทำให้ ปริมาณน้ำท่า ณ สถานีสำรวจไม่สอดคล้องกับการคาดการณ์อุทกภัยที่วิเคราะห์จากดัชนี SPEI ส่วนกรณีสถานี อื่น ๆ พบว่าการประเมินประสิทธิภาพการเกิดอุทกภัยที่ครอบคลุมระยะเวลา 30 ปี โดยไม่พิจารณาความ แตกต่างของเดือนและฤดูกาลอาจไม่เพียงพอต่อการทำความเข้าใจถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดการประเมิน ประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือนแยกราย สถานี จะอธิบายในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 46 การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี ณ สถานีสำรวจปริมาณน้ำท่า

สถานี	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)						
	สถิติ อุทกภัย	SPEI01	ร้อยละ	SPEI02	ร้อยละ	SPEI03	ร้อยละ
SW.5A	6	2	33.3	4	66.7	3	50
G.8	9	2	22.2	1	11.1	2	22.2
P.17	5	0	0	0	0	0	0
W.4A	6	1	16.7	2	33.3	3	50
Y.1C	8	3	37.5	3	37.5	2	25
N.1	12	3	25	3	25	5	41.7
C.2	39	4	10.3	6	15.4	7	17.9
CT.19	1	0	0	1	100	1	10
S.42	28	2	7.1	5	17.9	8	28.6
E.20A	78	8	10.3	10	12.8	14	17.9
M.7	85	8	9.4	11	12.9	11	12.9
KH.58A	3	0	0	1	33.3	1	33.3
K.11A	12	1	8.3	1	8.3	2	16.7
KGT.3	77	6	7.8	6	7.8	12	15.6
B.10	2	0	0	0	0	0	0
Z.10	21	1	4.8	4	19	3	14.3
X.217	1	1	100	1	100	1	100
X.234	14	3	21.4	3	21.4	2	14.3

SPEI01

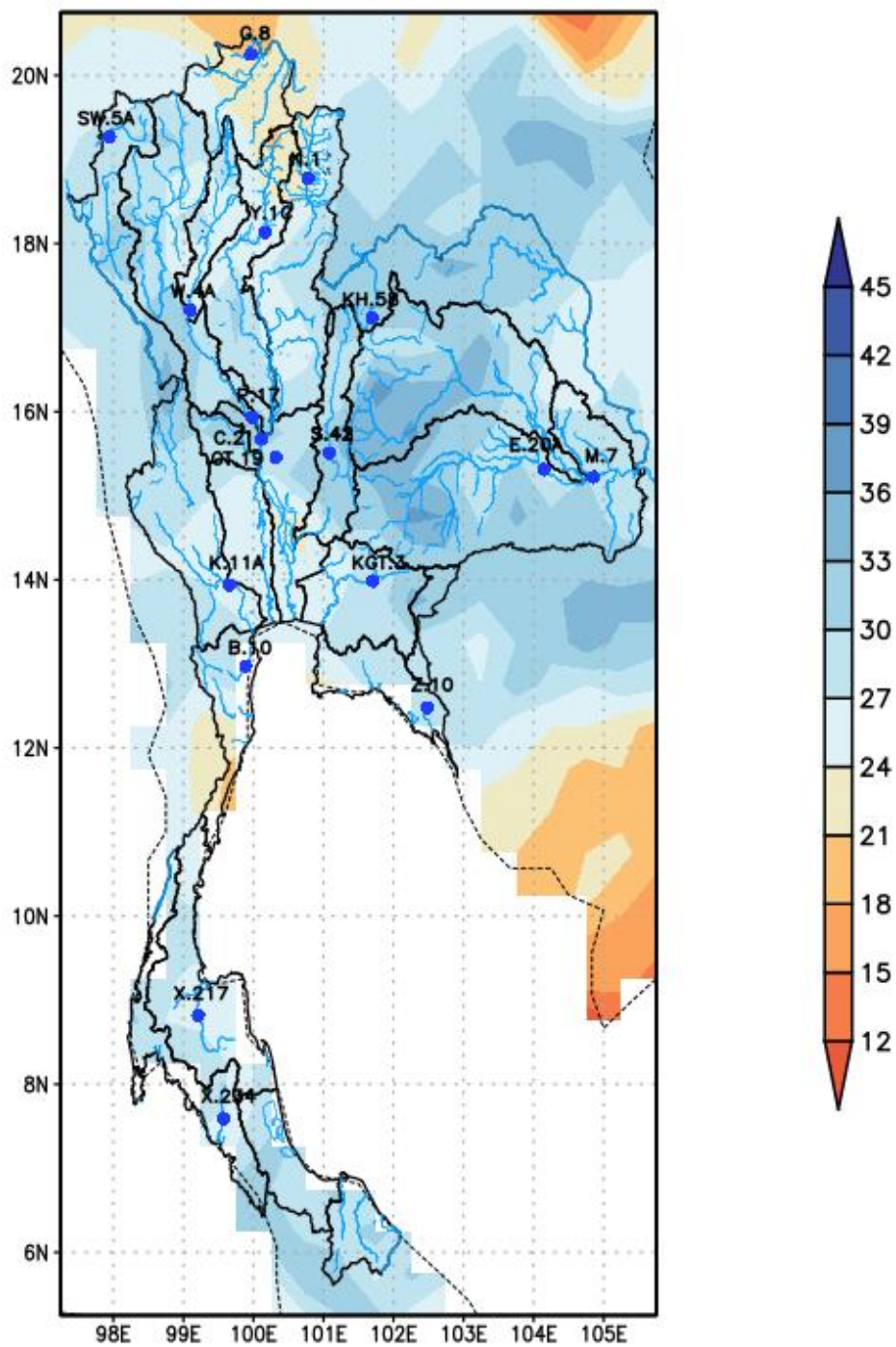


GrADS/COLA

2021-03-25-14:41

รูปที่ 99 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI01

SPEI02

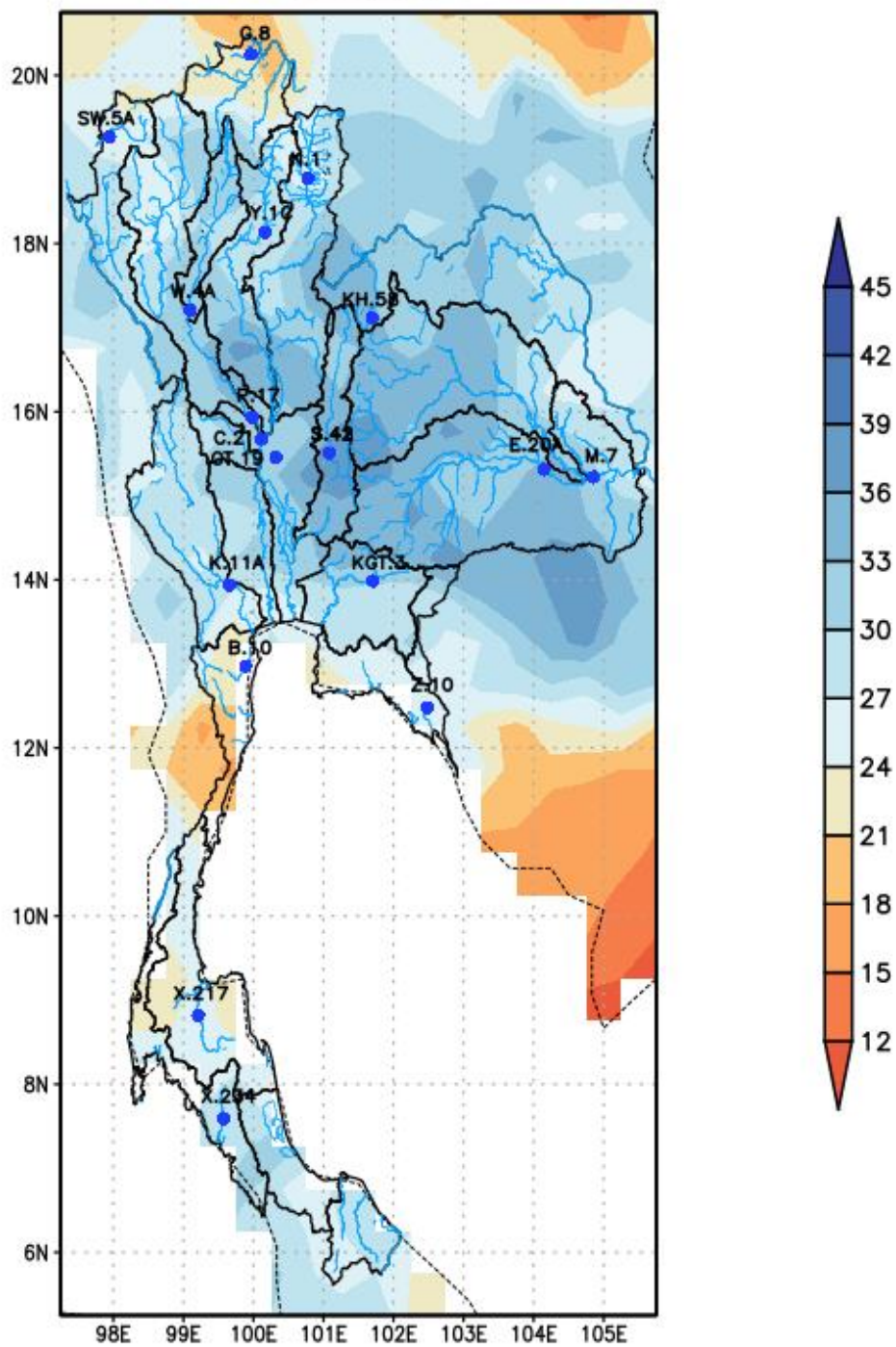


GrADS/COLA

2021-03-25-14:41

รูปที่ 100 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI02

SPEI03



GrADS/COLA

2021-03-25-14:41

รูปที่ 101 ความถี่ของการเกิดอุทกภัยของดัชนี SPEI03

4.8.2 ประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือน

จากผลการประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในรอบ 30 ปี ทำให้ทราบว่าในภาพรวมการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI ยังคงมีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยอิทธิพลของทำเลที่ตั้งของสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่า ลุ่มน้ำสาขาและปริมาณน้ำท่าสะสมของลุ่มน้ำสาขา รวมทั้งมีแนวโน้มว่าหลาย ๆ สถานีตรวจวัดที่ตั้งอยู่ใต้เขื่อนขนาดใหญ่จะได้รับอิทธิพลจากการบริหารจัดการน้ำในเขื่อน เป็นต้น ดังนั้นหัวข้อนี้จึงทำการประสิทธิภาพของดัชนี SPEI ต่อการวิเคราะห์อุทกภัยรายเดือน เพื่อประเมินว่าความผิดพลาดของดัชนี SPEI มีความสอดคล้องกับช่วงเดือนหรือฤดูกาลหรือไม่ และความแตกต่างของพื้นที่ส่งผลต่อศักยภาพการวิเคราะห์อุทกภัยรายเดือนแตกต่างกันอย่างไร

ผลการประเมินประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือน (ตารางที่ 47-64) พบว่า ส่วนใหญ่อุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่มักตรงกับช่วงฤดูฝน บางพื้นที่เริ่มมีปริมาณน้ำท่าเกินกว่าค่าระดับน้ำวิกฤตตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่จะเริ่มมีปริมาณน้ำท่าเกินกว่าค่าระดับน้ำวิกฤตตั้งแต่ช่วงเดือนสิงหาคมเป็นต้นไป โดยความยาวนานของการเกิดอุทกภัยในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน บางพื้นที่เกิดในช่วงสั้น ๆ 2-3 เดือน บางพื้นที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลายาวนานมากกว่า 3-5 เดือน ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์บริบทของสถานการณ์พบว่าปัจจัยด้านช่วงเวลาหรือความยาวนานของอุทกภัยเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI มีค่าประสิทธิภาพต่ำ เพราะเมื่อพิจารณาร่วมกับข้อสรุปที่ได้รับจากการศึกษาในหัวข้อ 4.7.2 พบว่า ส่วนใหญ่ดัชนี SPEI01 และ SPEI02 จะวิเคราะห์ว่าช่วง wet events หรือที่งานวิจัยนี้หมายถึงการเกิดอุทกภัยนั้นมักเกิดขึ้นในช่วงนอกฤดูฝน โดยเฉพาะ SPEI01 ที่คาดการณ์ว่ามีความถี่ของการเกิดอุทกภัยมากกว่า SPEI02 ตรงกันข้ามกับดัชนี SPEI03 ที่ทุก ๆ เดือนมีโอกาสเกิดอุทกภัยใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาจะพบว่า SPEI03 สามารถคาดการณ์การเกิดอุทกภัยในฤดูฝนได้สูงกว่า SPEI01 และ SPEI02 ดังนั้นความไม่สอดคล้องกันของการเกิดอุทกภัยที่วิเคราะห์จากดัชนี SPEI กับอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงจึงมีสาเหตุมาจากความสามารถต่อการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยในช่วงฤดูฝนที่ต่ำ รวมทั้งการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยนอกช่วงฤดูฝนที่สูงกว่าปกติ โดยเฉพาะในดัชนี SPEI01 และ SPEI02

ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นสรุปได้ว่า อุทกภัยที่อนุমানจากการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤตมักเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้ขอบเขตความแม่นยำของการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยเกิดขึ้นเฉพาะช่วงเวลา 2-5 เดือนเท่านั้น ซึ่งหากวิเคราะห์ความสามารถการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยเฉพาะในช่วงฤดูฝนพบว่า ดัชนี SPEI03 สามารถคาดการณ์การเกิดอุทกภัยรายเดือนได้ดีที่สุด รองลงมาคือดัชนี SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ โดยที่ทุกสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าสามารถใช้ดัชนี SPEI คาดการณ์การเกิดอุทกภัยในช่วงต้นฤดูน้ำหลากได้ดี ค่าความถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 50-100 โดยแต่ละพื้นที่จะมีฤดูน้ำหลากแตกต่างกันออกไป บางสถานีฤดูน้ำหลากเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน เช่น สถานี E.20A ลุ่มน้ำชี สถานี M.7 ลุ่มน้ำมูล สถานี KH.58A ลุ่มน้ำโขงตะวันออก สถานี KGT.3 ลุ่มน้ำบางปะกง สถานี SW.5A ลุ่มน้ำสาละวิน เป็นต้น บางสถานีเริ่มฤดูน้ำหลากเดือนกรกฎาคม เช่น สถานี N.1 ลุ่มน้ำน่าน สถานี S.42 ลุ่มน้ำป่าสัก สถานี Z.10 ลุ่มน้ำ

น้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก เป็นต้น และบางสถานีเริ่มฤดูน้ำหลากช่วงเดือนสิงหาคม เช่น สถานี SW.5A ลุ่มน้ำสาละวิน สถานี G.8 ลุ่มน้ำโขงเหนือ สถานี P.17 ลุ่มน้ำปิง สถานี W.4A ลุ่มน้ำวัง สถานี Y.1C ลุ่มน้ำยม สถานี N.1 ลุ่มน้ำน่าน สถานี C.2 ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สถานี K.11A ลุ่มน้ำแม่กลอง เป็นต้น หลังจากเริ่มต้นฤดูน้ำหลากแล้วค่าความถูกต้องของการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI มักจะมีค่าลดลง ส่วนใหญ่ค่าความถูกต้องจะไม่เกินร้อยละ 50 ตรงกันข้ามกับลุ่มน้ำในภาคใต้ ประกอบด้วย สถานี X.217 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน และสถานี X.234 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ที่พบว่า ฤดูน้ำหลากของสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำเหล่านี้มักมีค่าปริมาณน้ำท่าเกินกว่าค่าวิกฤติตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคมเป็นต้นไปจนถึงช่วงมกราคม ซึ่งดัชนี SPEI ยังใช้เพื่อคาดการณ์การเกิดอุทกภัยช่วงต้นฤดูน้ำหลากได้ต่ำ แต่ทางกลับกันช่วงปลายฤดูกาล ได้แก่ เดือนมกราคมกลับพบว่าดัชนี SPEI สามารถคาดการณ์การเกิดอุทกภัยได้ถูกต้องสูง คิดเป็นร้อยละ 100

ดังนั้นข้อสรุปที่ได้รับ คือ การประยุกต์ใช้ดัชนี SPEI เพื่อคาดการณ์อุทกภัยยังมีข้อจำกัดอยู่มาก และค่าความถูกต้องโดยรวมยังต่ำ แต่ในกรณีที่ต้องการประยุกต์ใช้ดัชนี SPEI เพื่ออธิบายสถานการณ์อุทกภัยควรเลือกใช้ดัชนี SPEI ตามช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้พบว่าควรเลือกใช้ดัชนี SPEI03 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากค่าความถูกต้องสูงที่สุด รองลงมา คือ SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ โดยที่ดัชนี SPEI จะสามารถคาดการณ์การเกิดอุทกภัยได้ดีเฉพาะฤดูน้ำหลากเท่านั้น และฤดูน้ำหลากของแต่ละพื้นที่แตกต่างกันออกไปจึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับบริบทของพื้นที่และฤดูน้ำประจำถิ่น

ตารางที่ 47 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี SW.5A

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	2	1	2	2
September	4	1	2	1
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 48 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี G.8

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	4	1	1	2
September	5	1	0	0
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 49 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี P.17

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	1	0	0	0
September	2	0	0	0
October	2	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 50 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี W.4A

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	1	0	1	1
September	3	1	1	2
October	2	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 51 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี Y.1C

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	4	1	2	2
September	4	2	1	0
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 52 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี N.1

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	1	0	1	1
August	7	3	1	2
September	4	0	1	2
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 53 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี C.2

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	2	0	1	2
September	11	2	3	2
October	17	1	2	2
November	9	1	0	1
December	0	0	0	0

ตารางที่ 54 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี CT.19

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	0	0	0	0
September	1	0	1	1
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 55 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี S.42

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	2	0	1	1
August	4	0	1	2
September	13	1	1	2
October	9	1	2	3
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 56 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี E.20A

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	1	0	1	1
July	4	1	1	2
August	16	0	2	3
September	23	2	1	3
October	20	2	2	3
November	13	3	2	2
December	1	0	1	0

ตารางที่ 57 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี M.7

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	1	0	1	1
July	2	1	1	2
August	14	0	1	2
September	26	2	2	3
October	24	2	2	1
November	16	3	2	2
December	2	0	2	0

ตารางที่ 58 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี KH.58A

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	2	0	0	0
July	1	0	1	1
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 59 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี K.11A

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	3	0	0	0
September	5	1	1	1
October	4	0	0	1
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 60 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี KGT.3

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	1	0	0	1
July	5	1	1	2
August	18	1	2	2
September	27	3	1	4
October	24	1	2	3
November	2	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 61 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี B.10

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
October	2	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 62 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี Z.10

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	0	0	0	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	6	1	2	0
August	9	0	2	2
September	5	0	0	1
October	1	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 63 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี X.217

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	1	1	1	1
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	0	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	0	0	0	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
October	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	0	0	0

ตารางที่ 64 การเกิดอุทกภัยรายเดือน ณ สถานี X.234

เดือน	จำนวนการเกิดอุทกภัย (ครั้ง)			
	สถิติอุทกภัย	SPEI01	SPEI02	SPEI03
January	1	1	1	0
February	0	0	0	0
March	0	0	0	0
April	1	0	0	0
May	0	0	0	0
June	0	0	0	0
July	1	0	0	0
August	0	0	0	0
September	1	0	0	0
October	2	0	0	0
November	4	1	0	0
December	4	1	2	2

บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล

5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตจากฐานข้อมูล CRU

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตทั้งการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลาครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2019 พบว่า ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ในช่วง 100-150 มิลลิเมตรต่อเดือน ยกเว้นฝั่งตะวันตกของภาคกลางที่มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนสูงกว่าบริเวณอื่นอยู่ที่ประมาณ 200-300 มิลลิเมตรต่อเดือน ส่วนภาคตะวันออก ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ที่ประมาณ 150-200 มิลลิเมตรต่อเดือนและภาคใต้ทั้งสองฝั่งนั้นมีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนสูงที่สุดอยู่ที่ประมาณ 200-250 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยตลอดช่วงระยะเวลาปี 1970-2019 พื้นที่ส่วนใหญ่แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน เช่น ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ส่วนภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่เกิน 50 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเวลา ค.ศ. 1970-2019 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3-4 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยภาคเหนือและภาคใต้มีศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 3-3.5 มิลลิเมตรต่อเดือน ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ภาคใต้อยู่ในช่วง 3.5-4 มิลลิเมตรต่อเดือน ซึ่งในภาพรวมแนวโน้มค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนลดลงเล็กน้อยประมาณ 0.001-0.003 มิลลิเมตรต่อเดือน ยกเว้นบางภูมิภาคที่ศักยภาพการคายระเหยลดลงสูง เช่น ภาคกลาง บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทำให้บริเวณดังกล่าวเผชิญกับภัยแล้งทางการเกษตรมากกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากค่าศักยภาพการคายระเหยส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตทางการเกษตรโดยตรง

ส่วนผลการสอบเทียบความถูกต้องของตัวแปรจากข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU เทียบกับค่าตรวจวัดรายสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรณีตัวแปรปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนพบว่า ส่วนใหญ่ค่า r อยู่ในระดับปานกลาง (0.4-0.7) โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มค่า r สูงที่สุด รองลงมา คือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก และเมื่อวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (rmse) พบว่า ความคลาดเคลื่อนประมาณ 100 มิลลิเมตรต่อเดือน โดยภาคใต้ทั้งสองฝั่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกมีค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ส่วนกรณีตัวแปรอุณหภูมิแบ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ในตัวแปรอุณหภูมิสูงสุดพบว่า ค่า r อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง แต่ไม่เกิน 0.9 ภูมิภาคที่มีค่าความถูกต้องสูง เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง โดยผลจากงานวิจัยพบว่าอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนจากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าค่าตรวจวัด (Overestimate) เช่น บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ขณะที่ภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันออกพบว่าอุณหภูมิต่ำสุดจากแบบจำลองต่ำกว่าอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน (Underestimate) ส่วนในกรณีอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน พบว่า ค่า r อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูงเช่นกัน โดยที่ภาคเหนือมีค่าความถูกต้องสูงที่สุด อย่างไรก็ตามยังคงพบค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนจากแบบจำลองสูงกว่าค่าตรวจวัด (Overestimate) เกือบทุกภูมิภาคยกเว้นกลาง

5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและพื้นที่ของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

ในสถานการณ์ภูมิอากาศระยะสั้น SPEI01 พบว่า ตลอดระยะเวลา 50 ปีที่ครอบคลุมช่วงเวลาศึกษา ค่าเฉลี่ย SPEI ระยะสั้นมีค่าอยู่ในช่วง 0.1 และแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.001-0.004 ส่วนดัชนี SPEI ระยะกลาง ได้แก่ SPEI03 และ SPEI06 ค่าเฉลี่ย SPEI03 พบว่าทุกพื้นที่ในประเทศไทยเป็นบวก (สภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น) แต่ค่าเฉลี่ย SPEI06 แตกต่างเล็กน้อยเนื่องจากบางพื้นที่มีค่าเป็นลบ (สภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างแห้งแล้ง) เช่น ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตอนกลางของภาคใต้ ซึ่งในภาพรวม SPEI06 มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า SPEI03 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ SPEI06 ลดลงขยายเป็นพื้นที่กว้างมากกว่า ดังนั้นเป็นไปได้ที่ผลการวิเคราะห์ SPEI ระยะกลางนี้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงจึงยากต่อการอธิบายสถานการณ์ภูมิอากาศระยะกลางที่เกิดขึ้นจริง ต่อมาเป็นดัชนี SPEI ระยะยาว ประกอบด้วย SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 พบว่า ค่า SPEI ยังคงอยู่ในช่วงสถานการณ์ภูมิอากาศปกติ ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงคือ -0.1 ถึง 0.1 ซึ่งการกระจายเชิงพื้นที่ของค่า SPEI ระยะยาวมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน คือ ทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนของภาคใต้ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่าเฉลี่ยเป็นลบแสดงว่าภาพรวมสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างแห้งแล้ง ส่วนบริเวณอื่น ๆ ของประเทศ มีค่าเฉลี่ยเป็นบวก แสดงว่าสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีแนวโน้มดัชนี SPEI ระยะยาวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา พบว่า SPEI ระยะยาวสามารถวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าโดยเฉพาะการอธิบายสถานการณ์ที่ยาวนานหลายทศวรรษ

5.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI หลายช่วงเวลากับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

จากการวิเคราะห์ดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเทียบกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา พบว่า ดัชนี SPEI มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำฝน แสดงว่าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าดัชนี SPEI เพิ่มขึ้น ซึ่งดัชนี SPEI ที่มีค่าสหสัมพันธ์ระดับสูงกับตัวแปรปริมาณน้ำฝน คือ SPEI12 และ SPEI24 ค่า r ประมาณ 0.8-1.0 รองลงมา คือ SPEI18 มีค่าสหสัมพันธ์ระดับปานกลางถึงระดับสูง ค่า r ประมาณ 0.4-1.0 ถัดมาเป็น SPEI01 SPEI06 SPEI02 และ SPEI03 มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ ค่า r ไม่เกิน 0.6 ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPEI กับตัวแปรศักยภาพการคายระเหยน้ำ พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในทิศทางลบ แสดงว่าศักยภาพการคายระเหยที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ดัชนี SPEI ลดลง เมื่อพิจารณาแต่ละช่วงเวลา พบว่าดัชนี SPEI12 มีค่าสหสัมพันธ์กับศักยภาพการคายระเหยสูงสุด รองลงมา คือ SPEI24 และ SPEI18 โดยที่ค่า r สูงสุดใน 3 ระยะเวลาแล้วยังไม่เกิน -0.6 ถือว่าอยู่ในระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ส่วน SPEI01 SPEI02 SPEI03 และ SPEI06 ค่าสหสัมพันธ์เป็น -0.2 ถึง 0 ถือว่าอยู่ในระดับความสัมพันธ์ต่ำ ดังนั้นสรุปได้ว่าตัวแปรปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ต่อดัชนี SPEI มากกว่าตัวแปรศักยภาพการคายระเหย โดยดัชนี SPEI12 มีระดับความสัมพันธ์สูงสุด รองลงมา คือ SPEI24 SPEI18 SPEI01 SPEI06 SPEI02 และ SPEI03 ตามลำดับ

จากข้อสรุปที่ได้รับจะเห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาวนานของดัชนี SPEI เสมอไป เช่น ดัชนี SPEI ระยะยาวทั้งความสัมพันธ์ระหว่าง SPEI กับปริมาณน้ำฝน และความสัมพันธ์ระหว่าง

SPEI กับศักยภาพการคายระเหยของดัชนี SPEI12 มีค่าที่ดีที่สุด รองลงมา คือ SPEI24 และ SPEI18 ตามลำดับ ซึ่งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มว่าได้รับอิทธิพลจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันระหว่างฤดูกาล เนื่องจากค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุทกนิยมนิยาม 18 เดือน คาบเกี่ยวฤดูกาล 4-5 ฤดูกาล เช่น กำหนดค่าเริ่มต้นเป็นเดือนพฤษภาคม ปี 2010 ค่าสุดท้ายจะเป็นเดือนตุลาคม ปี 2011 แสดงว่า SPEI18 ได้คำนวณค่าเฉลี่ยของปัจจัยอุทกนิยมนิยามที่คาบเกี่ยวฤดูฝน ปี 2010 ฤดูหนาว ปี 2010-2011 ฤดูร้อนปี 2011 และฤดูฝนปี 2011 รวมทั้งหมด 4 ฤดูกาล ดังนั้นหากดัชนี SPEI มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งต่ำ ค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจะสะสมจนส่งผลให้ค่าสหสัมพันธ์ลดลง เช่นเดียวกับ SPEI03 และ SPEI06 ที่มักได้รับอิทธิพลของการคำนวณค่าเฉลี่ยเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศภายในฤดูกาลและระหว่างฤดูกาล ทำให้ดัชนี SPEI บางช่วงเวลาไม่สามารถสะท้อนสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งหรือสภาพภูมิอากาศชุ่มชื้นที่เกิดขึ้นจริงได้

5.4 การวิเคราะห์เหตุการณ์ภัยแล้งและประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

ผลการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดภัยแล้งในดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา จำแนกภัยแล้งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ภัยแล้ง Moderate dryness (D1) ภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) และภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) พบว่าภัยแล้งระดับ D1 เกิดขึ้นบ่อยที่สุด รองลงมา คือ ภัยแล้งระดับ D2 และภัยแล้งระดับ D3 ตามลำดับ ระดับ D1 พบมากที่สุดในระดับนี้ระยะสั้น SPEI01 และดัชนีระยะกลาง SPEI03 ซึ่งทั้งดัชนีระยะสั้นและดัชนีระยะกลางนี้สัมพันธ์กับภัยแล้งที่กระทบต่อภาคเกษตรโดยตรง ส่วนใหญ่พืชเกษตรที่ได้รับผลกระทบจะเป็นพืชอายุสั้น ดังนั้นเมื่อเกิดภัยแล้งแต่ละครั้งจะส่งผลกระทบต่อการขาดน้ำของพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์และผลผลิตทางการเกษตรลดลง ส่วนดัชนี SPEI24 เกิดภัยแล้งระดับ D1 ในหลายพื้นที่เช่นกัน ได้แก่ ภาคกลางและภาคตะวันออก ทำให้บริเวณดังกล่าวเกิดภัยแล้งด้านอุทกและกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำที่มีสาเหตุมาจากภัยแล้งสะสมระยะยาวนาน ส่วนภัยแล้งระดับ D2 พบว่าเกิดขึ้นมากที่สุดในดัชนีระยะยาว ได้แก่ SPEI12 SPEI18 และ SPEI24 ตามลำดับ แสดงว่าความรุนแรงของภัยแล้งระดับ D2 มีแนวโน้มว่าจะกระทบโดยตรงกับภัยแล้งด้านอุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ ส่วนมากบริเวณที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ ภาคเหนือลุ่มน้ำสาละวิน ปิง และวัง ลุ่มน้ำโขงตะวันออก และมูล ภาคตะวันออกลุ่มน้ำบางปะกง และภาคใต้ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ภาคใต้แนวชายฝั่งตะวันตก ภาคใต้แนวชายฝั่งตะวันออก ตาปี และทะเลสาบสงขลา สุดท้ายภัยแล้งระดับ D3 พบว่าคล้ายคลึงกับภัยแล้งระดับ D2 ที่ส่วนมากจะพบในดัชนีระยะยาวมากที่สุด เช่น SPEI12 และ SPEI24 ทำให้ภัยแล้งระดับ D3 มีแนวโน้มกระทบต่ออุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำเช่นกัน ส่วนใหญ่พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ คือ บริเวณลุ่มน้ำโขงตะวันออก ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำบางปะกง โตนเลสาบ และชายฝั่งทะเลตะวันออก เป็นต้น

ต่อมาเป็นผลการประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา โดยใช้ข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงจากรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุทกนิยมนิยามเทียบกับช่วงเวลาการศึกษาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970-2019 (พ.ศ. 2513-2562) พบว่า สถิติภัยแล้งที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 18 เดือน (N=18)

วิเคราะห์ความถูกต้องโดยเทียบกับผลวิเคราะห์ภัยแล้งจาก SPEI ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาเดียวกัน ผลการประเมิน พบว่า ดัชนีระยะสั้น SPEI01 สามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดี ค่าความถูกต้องจะอยู่ในช่วง 50-72.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดัชนีระยะกลาง SPEI06 สามารถคาดการณ์ภัยแล้งได้ดีกว่า SPEI03 ภูมิภาคที่สามารถนำดัชนีระยะกลางมาอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งได้อย่างเหมาะสม คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันออก ค่าความถูกต้องอยู่ในช่วง 66.7-72.2 เปอร์เซ็นต์ สุดท้ายดัชนีระยะยาว SPEI18 สามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งได้ดีที่สุด รองลงมา คือ SPEI12 และ SPEI24 ซึ่งภูมิภาคที่สามารถนำดัชนี SPEI ระยะยาวมาอธิบายภัยแล้งได้อย่างเหมาะสม คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคกลาง ค่าความถูกต้องอยู่ในช่วง 61.1-88.9 เปอร์เซ็นต์ ในภาพรวมพบข้อสังเกตคือ ดัชนี SPEI ระยะสั้นไม่เหมาะสมต่อการใช้เพื่ออธิบายภัยแล้งในภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตรงกันข้ามหากเป็นดัชนี SPEI กลางและดัชนี SPEI ระยะยาว กลับนำมาใช้อธิบายภัยแล้งในภาคใต้ฝั่งตะวันตกได้ดี และมีแนวโน้มว่าภาคใต้ทั้งสองฝั่งรวมถึงภาคกลางมีถูกต้องเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าภูมิภาคที่มีทำเลที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือจะมีค่าความถูกต้องสูงในดัชนี SPEI ระยะสั้น แต่ในดัชนีระยะกลางและระยะยาวค่าความถูกต้องจะลดลงมาก

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งของงานวิจัยครั้งนี้เทียบกับดัชนีภัยแล้งอื่น ๆ ที่เคยศึกษาในประเทศไทย เช่น การศึกษาของ (Khalil, 2020) ที่วิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งแต่ปี 1971-2015 โดยใช้ดัชนีภัยแล้ง SPI03 SPI06 และ SPI12 พบว่า สำหรับดัชนี SPI03 ภัยแล้งส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลอง ขณะที่ดัชนี SPI06 และ SPI12 พบว่าพื้นที่ภัยแล้งส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลอง ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการวิจัยนี้จะพบว่าดัชนี SPEI03 SPEI06 และ SPEI12 มีผลการวิเคราะห์ไปในทิศทางเดียวกัน (หัวข้อ 4.3) คือ โดยทั่วไป ณ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนจะมีความชื้นมากกว่าตอนกลางและตอนล่าง โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้งเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลองจะค่อนข้างแล้ง ซึ่งสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนในดัชนีภัยแล้ง SPEI03 เป็นต้น นอกจากนี้ดัชนี SPI ยังถือว่าเป็นดัชนีภัยแล้งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย (Khalil, 2020; Khampeera et al., 2018; Thavorntam et al., 2015) ซึ่งผลการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับดัชนีช่วงเวลา (multi-scalar) ที่เลือกใช้ อย่างไรก็ตามดัชนี SPI ยังมีข้อจำกัดอยู่ดังที่กล่าวไปแล้วในข้างต้น เช่นเดียวกับดัชนี SPEI ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เนื่องจากดัชนี SPEI พัฒนาต่อยอดโดยมีพื้นฐานแนวคิดมาจากดัชนี SPI ดังนั้นข้อจำกัดหลาย ๆ อย่างของทั้งสองดัชนีจึงสอดคล้องกัน ทำให้การเลือกใช้ดัชนีภัยแล้งหลายช่วงเวลาจำเป็นต้องต้องประเมินศักยภาพของการวิเคราะห์ภัยแล้งเชิงพื้นที่ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีหลายการศึกษานำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและเทคนิคด้านรีโมทเซนซิงมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินสถานการณ์ภัยแล้ง เช่น ดัชนี VCI (Thavorntam et al., 2015) ดัชนี NDVI และ SVI (Laosuwan et al., 2016) ดัชนี NDDI (Khampeera et al., 2018) ซึ่งผลการวิเคราะห์จากดัชนีเหล่านี้สามารถอธิบายสถานการณ์ภัยแล้งได้ดีในหลายพื้นที่ เนื่องจาก

ภาพถ่ายดาวเทียมและรีโมทเซนซึ่งสามารถสะท้อนวัตถุและปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ ได้อย่างแม่นยำ เช่น งานวิจัยของ (Khampeera et al., 2018) ที่ศึกษาภัยแล้งด้วยดัชนี NDDI และ พบว่าปี ค.ศ. 2010 ซึ่งตรงกับปี เอลนีโญพื้นที่บริเวณป่าพรุควนเคร็ง จ.นครศรีธรรมราช เกิดภัยแล้งตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกันยายน เนื่องจาก ช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ดัชนี SPEI ในการศึกษาภายใต้ โครงการวิจัยนี้อ้างอิงจากรูปที่ 98 ที่พบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวบริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบนและลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกเกิดภัยแล้งอย่างต่อเนื่องหลายเดือนติดต่อกัน แม้ว่าการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งด้วย ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและรีโมทเซนซึ่งจะสามารถประเมินสถานการณ์ภัยแล้งได้ดี แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและความถี่ของการถ่ายภาพ ทำให้การวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งด้วย ข้อมูลตรวจวัดและแบบจำลองมีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ภัยแล้งระยะยาวได้เหมาะสมกว่า นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์แนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ภัยแล้งได้ดี

ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ (Homdee et al., 2016) ที่ทำการศึกษาสถานการณ์ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำชี โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบดัชนีภัยแล้งจำนวน 3 ดัชนี ได้แก่ 1) SPEI ซึ่งดัชนีดังกล่าวใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นฐาน 2) ดัชนี SPEI ใช้ปริมาณน้ำฝนและศักยภาพการคายระเหย (PET) เป็นฐาน และ 3) ดัชนี SPEI ใช้ปริมาณน้ำฝนและการคายระเหยจริง (AET) เป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าดัชนี SPEI และ SPAEI สามารถตรวจสอบสถานการณ์ภัยแล้งหลายช่วงเวลาได้ดีกว่าดัชนี SPI โดยที่งานวิจัยดังกล่าวได้นำข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่จากการวิเคราะห์ด้วยดัชนีภัยแล้งทั้ง 3 ดัชนีเทียบกับการเกิดเอลนีโญ พบว่า ภัยแล้งของประเทศไทยมักได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอุณหภูมิเป็นปัจจัยขับเคลื่อนหลัก เพราะตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 เป็นต้นมาปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่อุณหภูมิกลับเพิ่มขึ้นสูงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยสอดคล้องกับอุณหภูมิที่สูงขึ้น เป็นเหตุผลว่าดัชนี SPEI ที่สมการได้คำนวณการคายระเหยทั้ง PET และ AET สามารถนำมาใช้คาดการณ์สถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยได้ดีกว่าดัชนี SPI นอกจากนี้ (Prabnakorn et al., 2018) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองต่อผลผลิตข้าว เนื่องจากแนวโน้มสภาพภูมิอากาศและดัชนีภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำมูล พบว่า ดัชนีภัยแล้ง SPEI สามารถอธิบายภัยแล้งที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวได้เหมาะสมกว่าการวิเคราะห์ปัจจัยสภาพภูมิอากาศโดยตรง ซึ่งงานวิจัยนี้ชี้ชัดว่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่ได้ส่งผลตรงไปตรงมาต่อผลผลิตข้าว เช่น ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในฤดูฝนไม่ได้ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นหรืออุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นนอกฤดูเพาะปลูกก็ไม่ได้ส่งผลต่อผลผลิตข้าวเช่นกัน ดังนั้นการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งที่จะส่งผลต่อผลผลิตข้าวจำเป็นต้องคำนึงถึงความชื้นของดินและความเครียดของพืช ซึ่งปัจจัยดังกล่าวไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ทำให้ดัชนีภัยแล้งที่วิเคราะห์เกี่ยวกับการคายระเหยของพืชและความชื้นในดินมีศักยภาพต่อการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรได้ดีกว่า โดยเฉพาะการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งระยะสั้นที่สัมพันธ์กับภาคเกษตร

5.5 การวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยและประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา

ผลการศึกษาความถี่ของการเกิดอุทกภัยตั้งแต่ปี 1970-2019 ด้วยดัชนี SPEI หลายช่วงเวลา กำหนดให้บริเวณเกิดอุทกภัยต้องมีค่า SPEI มากกว่า 1.50 ขึ้นไป พบว่า กรณีดัชนี SPEI01 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเกิดอุทกภัยอยู่ในช่วง 38-50 เหตุการณ์ มีพื้นที่เกิดอุทกภัยสูง คือ กลุ่มน้ำสาละวิน กลุ่มน้ำปิง กลุ่มน้ำป่าสัก และกลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ ส่วนดัชนี SPEI02 แตกต่างออกไป เนื่องจาก SPEI01 มีแนวโน้มการเกิดอุทกภัยต่ำกว่า SPEI01 อย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณกลุ่มน้ำโขงตะวันออก กลุ่มน้ำชี และกลุ่มน้ำมูล ส่วนดัชนี SPEI03 มีความถี่ของการเกิดอุทกภัยอยู่ในช่วง 30-50 เหตุการณ์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มักเกิดอุทกภัยครอบคลุมบริเวณกลุ่มน้ำวัง และกลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนกลุ่มน้ำภาคใต้ทั้งหมดเกิดอุทกภัยต่ำ ไม่เกิน 40 เหตุการณ์ตลอดรอบ 50 ปีที่ผ่านมา

ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤติจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ ครอบคลุมระยะเวลา 30 ปี ตั้งแต่ ค.ศ.1989-2018 จากแหล่งข้อมูลส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 มีเพียงบางสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่ค่าความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ สถานี SW.5A กลุ่มน้ำสาละวิน สถานี W.4A กลุ่มน้ำวัง สถานี CT.19 กลุ่มน้ำสะแกกรัง และสถานี X.217 กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน โดยที่ดัชนี SPEI03 มีค่าความถูกต้องมากที่สุด รองลงมา คือ ดัชนี SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ ส่วนทางด้านสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าที่มีค่าความถูกต้องต่ำ ได้แก่ สถานี C.2 กลุ่มน้ำเจ้าพระยา สถานี S.42 กลุ่มน้ำป่าสัก สถานี E.20A กลุ่มน้ำชี สถานี M.7 กลุ่มน้ำมูล สถานี G.8 กลุ่มน้ำโขงเหนือ สถานี P.17 กลุ่มน้ำปิง สถานี Y.1C กลุ่มน้ำยม สถานี N.1 กลุ่มน้ำ่าน สถานี KH.58A กลุ่มน้ำโขงตะวันออก สถานี K.11A กลุ่มน้ำแม่กลอง สถานี Z.10 กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก สถานี B.10 กลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ และสถานี X.234 กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก สาเหตุที่ผลการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยโดยใช้ดัชนี SPEI ไม่สัมพันธ์กับการเกิดอุทกภัยจริง อาจเนื่องมาจากภายใต้งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ดัชนี SEPI บนพื้นฐาน grid based การประมวลผลจึงยึดตามข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ณ พื้นที่นั้น ๆ เป็นหลัก โดยไม่พิจารณาอิทธิพลของพื้นที่ข้างเคียง แตกต่างจากปริมาณน้ำท่าที่สำรวจจากสถานีตรวจวัดที่ได้รับอิทธิพลจากการสะสมมวลน้ำจากลำน้ำสาขา โดยเฉพาะลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่มีสถานีสำรวจตั้งอยู่ปลายน้ำจะส่งผลให้เกิดการสะสมของมวลน้ำจำนวนมาก ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้ดัชนี SPEI ไม่สามารถอธิบายการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำเหล่านี้ได้ รวมทั้งลุ่มน้ำที่มีเขื่อนขนาดใหญ่ตั้งอยู่อาจทำให้ปริมาณน้ำท่าที่สำรวจ ณ สถานีตรวจวัดไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นั้น

นอกจากนี้เมื่อประเมินประสิทธิภาพของ SPEI ต่อการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยรายเดือน พบว่าอุทกภัยที่อนุมาณจากการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤติมักเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้ขอบเขตความแม่นยำของการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยเกิดขึ้นเฉพาะช่วงเวลา 2-5 เดือนต่อปีเท่านั้น โดยดัชนี SPEI03 คาดการณ์การเกิดอุทกภัยรายเดือนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ดัชนี SPEI02 และ SPEI01

ตามลำดับ ซึ่งทุกสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าสามารถใช้ดัชนี SPEI คาดการณ์การเกิดอุทกภัยในช่วงต้นฤดูน้ำหลากได้ดี ค่าความถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 50-100 หลังจากเริ่มต้นฤดูน้ำหลากแล้วค่าความถูกต้องของการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยด้วยดัชนี SPEI จะมีค่าลดลง ส่วนใหญ่ค่าความถูกต้องจะไม่เกินร้อยละ 50

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่น ๆ ที่นำใช้ดัชนี SPEI และดัชนี SPI เพื่อศึกษาเกี่ยวกับภัยแล้งและอุทกภัย เช่น (Wang et al., 2017) ศึกษาการเกิดเหตุการณ์น้ำอุทกภัยบริเวณลุ่มน้ำ Minjiang ประเทศจีน โดยใช้ดัชนี SPI พบว่า ดัชนี SPI02 สามารถตรวจสอบการเกิดอุทกภัยบริเวณลุ่มน้ำ Minjiang ได้ดี แต่ยังไม่สามารถตรวจสอบเหตุการณ์อุทกภัยรุนแรงได้ (Large floods) ส่วนการศึกษาของ (Ayugi et al., 2020) ใช้ดัชนี SPEI เพื่อตรวจสอบการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยในประเทศเคนย่า พบว่าผลจากการวิเคราะห์ค่าดัชนี SPEI โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของ Wet events มักสัมพันธ์กับอุทกภัย และอุทกภัยดังกล่าวเกี่ยวข้องกับอย่างมีนัยสำคัญกับปรากฏการณ์เอลนีโญ เช่น กรณีอุทกภัยครั้งใหญ่ในปี 1997-1998 ดัชนี SPEI สามารถระบุการเกิดเหตุการณ์อุทกภัยในประเทศเคนย่าได้อย่างแม่นยำและสอดคล้องกับช่วงเอลนีโญรุนแรง (Strong El Nino) ส่วนในบริบทของประเทศไทยนั้นพบว่า ยังไม่นิยมใช้ดัชนี SPI และ SPEI เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับศึกษาอุทกภัย เนื่องจากอุทกภัยเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ และเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งสาเหตุของการเกิดอุทกภัยเกิดมาจากหลายปัจจัยไม่เฉพาะปัจจัยด้านธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยมนุษย์ด้วย ด้วยปัจจัยดังกล่าวทำให้ดัชนี SPEI ที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ที่ยังคงมีข้อจำกัดอยู่มากและไม่สามารถตรวจจับ (Detect) การเกิดเหตุการณ์อุทกภัยได้อย่างครอบคลุม เนื่องจากผลการศึกษาภายใต้งานวิจัยครั้งนี้พบว่า ดัชนี SPEI สามารถอธิบายเหตุการณ์อุทกได้ดีเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนหรือช่วงน้ำหลากเท่านั้น

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สำหรับรายงานการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตโดยใช้ข้อมูลตรวจวัด CRU 2) การวิเคราะห์ดัชนี SPEI และปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่ส่งอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI 3) วิเคราะห์เหตุการณ์ภัยแล้งด้วยดัชนี SPEI และประเมินประสิทธิภาพ และ 4) วิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยด้วยดัชนี SPEI และประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งผลการวิจัยตลอดการดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

ในรายงานการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตโดยใช้ข้อมูลตรวจวัด CRU เป็นฐาน เพื่อต้องการนำข้อมูลจากแบบจำลองเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับสอบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต เนื่องจากข้อมูลจากแบบจำลองเป็นข้อมูล grid base ซึ่งครอบคลุมทุกภูมิภาคทั่วโลก ความละเอียดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาสูง ตลอดจนสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ได้ดีในพื้นที่ที่ขาดข้อมูลสำรวจภาคพื้นดิน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลตรวจวัดในรูปแบบกริด CRU เพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ข้อมูลตรวจวัดจาก CRU มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง โดยตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าความถูกต้องมากที่สุด รองลงมา คือ อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณน้ำฝนตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามหลายพื้นที่ยังมีค่าสหสัมพันธ์การนำข้อมูล CRU เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ดังกล่าวจึงต้องเข้าใจความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นการศึกษารายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตโดยใช้ข้อมูลตรวจวัด CRU เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานถือว่ายอมรับได้ในระดับปานกลางถึงสูง แต่การประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ต้องคำนึงเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน สำหรับข้อเสนอแนะต่อการดำเนินงานต่อ ยอดเนื่องจากการใช้ข้อมูลตรวจวัดจาก CRU ในบางพื้นที่ยังมีค่าสหสัมพันธ์ระดับต่ำ ดังนั้นอาจพิจารณาเพื่อเลือกใช้ข้อมูลตรวจวัดอื่น ๆ ทดแทน หากสามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความถูกต้องมากกว่า เช่น ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ถัดมาเป็นผลวิเคราะห์ดัชนี SPEI รวมทั้งปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่ส่งอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI เพื่อสะท้อนให้เห็นว่าดัชนี SPEI ที่มีความแตกต่างด้านระยะเวลาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของค่าเฉลี่ย SPEI ซึ่งผลการศึกษาในประเด็นนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนี SPEI ระยะสั้น และ SPEI ระยะกลาง ทุกพื้นที่ในประเทศไทยเป็นบวก คือสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น แต่ดัชนี SPEI ระยะกลางมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงจึงยากต่อการอธิบายสถานการณ์ภูมิอากาศระยะกลางที่เกิดขึ้นจริง ส่วนดัชนี SPEI ระยะยาว พบว่าทางตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนของภาคใต้ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างแห้งแล้ง ส่วนบริเวณอื่น ๆ ของประเทศ มีสภาพภูมิอากาศปกติและค่อนข้างชุ่มชื้น ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อดัชนี SPEI คือ ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์สูงกว่าปัจจัยศักยภาพการคายระเหย โดยเฉพาะดัชนี SPEI ระยะยาวที่พบว่ามีระดับความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง ในขณะที่ปัจจัยศักยภาพการคายระเหยมีระดับความสัมพันธ์อยู่ที่

ระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น ส่วนทางด้านทิศทางความสัมพันธ์พบว่าปัจจัยปริมาณน้ำฝนกับดัชนี SPEI มีความสัมพันธ์กันเชิงบวก ขณะที่ปัจจัยศักยภาพการคายระเหยกับดัชนี SPEI มีความสัมพันธ์กันเชิงลบ จากข้อสรุปผลการวิจัยที่จากประเด็นการศึกษานี้ ทำให้ทราบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อดัชนี SPEI คือ ปริมาณน้ำฝน ดังนั้นเมื่อต้องการศึกษาเพื่อคาดการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขั้วในอนาคตโดยใช้ดัชนี SPEI จำเป็นต้องใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ความถูกต้องแม่นยำสูงที่ทั้งเชิงพื้นที่และเวลา รวมทั้งต้องปรับลดความแปรปรวนของแบบจำลองที่พิจารณาเกี่ยวกับอิทธิพลของความแตกต่างเชิงพื้นที่และความแปรปรวนระหว่างปี และระหว่างฤดูกาล

อันดับต่อมาเป็นการวิเคราะห์เหตุการณ์ภัยแล้งด้วยดัชนี SPEI และประเมินประสิทธิภาพของดัชนีภัยแล้งหลายช่วงเวลา เพื่อวิเคราะห์ดัชนี SPEI ที่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ภัยแล้งในประเทศไทยได้ดีที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้จำแนกภัยแล้งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ภัยแล้ง Moderate dryness (D1) ภัยแล้งระดับ Severe dryness (D2) และภัยแล้งระดับ Extreme dryness (D3) พบว่าภัยแล้งระดับ D1 พบมากที่สุดในดัชนีระยะสั้น และดัชนีระยะกลาง ส่วนภัยแล้งระดับ D2 และ D3 พบว่าเกิดขึ้นมากที่สุดในดัชนีระยะยาว สำหรับดัชนีระยะสั้นและดัชนีระยะกลางสัมพันธ์กับภัยแล้งที่กระทบต่อภาคเกษตรและพืชเกษตรที่ได้รับผลกระทบมักเป็นพืชอายุสั้น ดังนั้นเมื่อเกิดภัยแล้งแต่ละครั้งจะส่งผลต่อการขาดน้ำของพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์และผลผลิตทางการเกษตรลดลง ส่วนดัชนีระยะยาวส่งผลต่อภัยแล้งสะสมทำให้กระทบต่ออุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ จากนั้นเมื่อประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI เทียบกับข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงจากรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุตุฯ พบว่า ดัชนี SPEI ระยะสั้นสามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดี ส่วนดัชนีระยะกลางสามารถนำอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้งในภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดี ส่วนดัชนีระยะยาวสามารถนำมาอธิบายภัยแล้งใน ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคกลางได้ดี ข้อสรุปที่ได้รับจากประเด็นการศึกษานี้ คือทราบประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการศึกษาระยะสั้น กลาง และยาว ตลอดจนภูมิภาคที่เหมาะสมต่อการนำดัชนีแต่ละช่วงเวลามาประยุกต์ใช้ เนื่องจากการวิเคราะห์สถานการณ์ภัยแล้งทุกช่วงเวลาไม่ได้มีประสิทธิภาพที่ดีเทียบเท่ากันและการประมวลผลทุกดัชนี (SPEI01-SPEI24) จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์และพื้นที่จัดเก็บข้อมูลมาก ดังนั้นผลจากงานวิจัยนี้จึงเป็นหนึ่งกลไกที่จะช่วยให้การวิจัยภัยแล้งด้วยดัชนี SPEI ในอนาคต สามารถเลือกดัชนีเพียงบางช่วงเวลาเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่และเหมาะสมกับประเด็นวิจัย ทำให้ลดกระบวนการดำเนินงานซ้ำซ้อน และลดการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์

สุดท้ายผลวิเคราะห์เหตุการณ์อุทกภัยด้วยดัชนี SPEI และประเมินประสิทธิภาพ เพื่อวิเคราะห์ดัชนี SPEI ที่เหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์อุทกภัยในประเทศไทยได้ดีที่สุด งานวิจัยนี้กำหนดให้บริเวณเกิดอุทกภัยต้องมีค่า SPEI มากกว่า 1.50 ขึ้นไป พบว่า โดยรวมการเกิดอุทกภัยจากการวิเคราะห์ภายใต้ดัชนี SPEI01 SPEI02 และ SPEI03 ประเทศไทยเกิดอุทกภัยอยู่ในช่วง 30-50 เหตุการณ์ ซึ่งพื้นที่เกิดอุทกภัยสูง คือ ลุ่มน้ำสาละวิน ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำเพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำภาคใต้ทั้งหมด จากนั้นเมื่อการประเมินประสิทธิภาพของดัชนี SPEI หลายช่วงเวลาเทียบกับข้อมูลปริมาณ

น้ำท่าและค่าระดับน้ำวิกฤติมากจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าประจำลุ่มน้ำ จากส่วนอุทกวิทยา กรมชลประทาน พบว่าดัชนี SPEI03 คาดการณ์การเกิดอุทกภัยรายเดือนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ดัชนี SPEI02 และ SPEI01 ตามลำดับ ซึ่งทุกสถานีสำรวจปริมาณน้ำท่าสามารถใช้ดัชนี SPEI คาดการณ์การเกิดอุทกภัยในช่วงต้นฤดูน้ำหลากได้ดี ค่าความถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 50-100 หลังจากเริ่มต้นฤดูน้ำหลากแล้วค่าความถูกต้องของการคาดการณ์การเกิดอุทกภัยด้วยดัชนี SPEI จะมีค่าลดลง ส่วนใหญ่ค่าความถูกต้องจะไม่เกินร้อยละ 50 ข้อสรุปที่ได้รับจากประเด็นวิจัยนี้คือ การประยุกต์ใช้ดัชนี SPEI เพื่อคาดการณ์อุทกภัยยังมีข้อจำกัดอยู่มาก งานวิจัยนี้จึงเสนอแนะว่าหากต้องการศึกษาอุทกภัยด้วยดัชนี SPEI ควรเลือกใช้ดัชนี SPEI03 เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามดัชนี SPEI สามารถคาดการณ์การเกิดอุทกภัยได้ดีเฉพาะต้นฤดูน้ำหลากเท่านั้น และฤดูน้ำหลากของแต่ละพื้นที่แตกต่างกันไปจึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับบริบทของพื้นที่และฤดูน้ำหลากประจำถิ่น

บรรณานุกรม

- Abramowitz, M., and I. A. Stegun (1965), Handbook of Mathematical Functions, with Formulas, Alam, N. M., Sharma, G. C., Moreira, E., Jana, C., Mishra, P. K., Sharma, N. K., & Mandal, D. (2017). Evaluation of drought using SPEI drought class transitions and log-linear models for different agro-ecological regions of India. *Physics and Chemistry of the Earth*.
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.02.008>
- Ayugi, B., Tan, G., Rouyun, N., Zeyao, D., Ojara, M., Mumo, L., Babaousmail, H., & Ongoma, V. (2020). Evaluation of meteorological drought and flood scenarios over Kenya, East Africa. *Atmosphere*. <https://doi.org/10.3390/atmos11030307>
- Bischiniotis, K., Van Den Hurk, B., Jongman, B., Coughlan De Perez, E., Veldkamp, T., De Moel, H., & Aerts, J. (2018). The influence of antecedent conditions on flood risk in sub-Saharan Africa. *Natural Hazards and Earth System Sciences*.
<https://doi.org/10.5194/nhess-18-271-2018>
- Gao, X., Zhao, Q., Zhao, X., Wu, P., Pan, W., Gao, X., & Sun, M. (2017). Temporal and spatial evolution of the standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in the Loess Plateau under climate change from 2001 to 2050. *Science of the Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.226>
- Guerreiro, M. J., Lajinha, T., & Abreu, I. (2008). Flood Analysis with the Standardized Precipitation Index (SPI). *Revista Da Faculdade de Ciência e Tecnologia. Porto*.
- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P., & Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*.
<https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>
- Homdee, T., Pongput, K., & Kanae, S. (2016). A comparative performance analysis of three standardized climatic drought indices in the Chi River basin, Thailand. *Agriculture and Natural Resources*. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.02.002>
- Khalil, A. (2020). Drought characterization in the Mae Klong River Basin, Thailand, using Standardized Precipitation Index. *Arabian Journal of Geosciences*.
<https://doi.org/10.1007/s12517-020-05546-w>
- Khampeera, A., Yongchalermchai, C., & Techato, K. (2018). Drought monitoring using drought indices and gis techniques in kuan kreng peat swamp, Southern Thailand. *Walailak*

Journal of Science and Technology. <https://doi.org/10.48048/wjst.2018.2723>

- Laosuwan, T., Sangpradid, S., Gomasathit, T., & Rotjanakusol, T. (2016). Application of remote sensing technology for drought monitoring in Mahasarakham Province, Thailand. *International Journal of Geoinformatics*.
- Lee, S. H., Yoo, S. H., Choi, J. Y., & Bae, S. (2017). Assessment of the impact of climate change on drought characteristics in the Hwanghae Plain, North Korea using time series SPI and SPEI: 1981–2100. *Water (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/w9080579>
- Mondal, A., Kundu, S., & Mukhopadhyay, A. (2012). Case Study 70 RAINFALL TREND ANALYSIS BY MANN-KENDALL TEST: A CASE STUDY OF NORTH-EASTERN PART OF CUTTACK DISTRICT, ORISSA. In *Online) An Online International Journal Available at*.
- Polong, F., Chen, H., Sun, S., & Ongoma, V. (2019). Temporal and spatial evolution of the standard precipitation evapotranspiration index (SPEI) in the Tana River Basin, Kenya. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02858-0>
- Prabnakorn, S., Maskey, S., Suryadi, F. X., & de Fraiture, C. (2018). Rice yield in response to climate trends and drought index in the Mun River Basin, Thailand. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.136>
- Somorowska, U. (2016). Changes in drought conditions in Poland over the past 60 years evaluated by the standardized precipitation-evapotranspiration index. *Acta Geophysica*. <https://doi.org/10.1515/acgeo-2016-0110>
- Sun, P., Zhang, Q., Cheng, C., Singh, V. P., & Shi, P. (2017). ENSO-induced drought hazards and wet spells and related agricultural losses across Anhui province, China. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3002-4>
- Thavorntam, W., Tantemsapya, N., & Armstrong, L. (2015). A combination of meteorological and satellite-based drought indices in a better drought assessment and forecasting in Northeast Thailand. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1501-0>
- Tirivarombo, S., Osupile, D., & Eliasson, P. (2018). Drought monitoring and analysis: Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and Standardised Precipitation Index (SPI). *Physics and Chemistry of the Earth*. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.07.001>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index.

Journal of Climate. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

Wang, J., Ji, F., Zhai, Y., Park, H., & Tao, J. (2017). Is Willems method universal for age estimation: A systematic review and meta-analysis. In *Journal of Forensic and Legal Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.09.003>

Zhang, Y., Yu, Z., & Niu, H. (2018). Standardized Precipitation Evapotranspiration Index is highly correlated with total water storage over China under future climate scenarios. *Atmospheric Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.09.028>

Zhao, M., Geruo, A., Velicogna, I., & Kimball, J. S. (2017). A global gridded dataset of GRACE drought severity index for 2002-14: Comparison with PDSI and SPEI and a case study of the Australia millennium drought. *Journal of Hydrometeorology*. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-16-0182.1>

Graphs, and Mathematical Tables, Dover Publications, 1046.

Asian Development Bank: A region at risk: The human dimensions of climate change in Asia and the Pacific. doi:10.22617/TCS178839-2 (2017).

Beguéría, S., Vicente-Serrano, S. M., & Angulo-Martínez, M. (2010). A multiscalar global drought dataset: The SPEI base: A new gridded product for the analysis of drought variability and impacts. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/2010BAMS2988.1>

Cai, W., Wang, G., Santoso, A., Mcphaden, M. J., Wu, L., Jin, F. F., ... Guilyardi, E. (2015). Increased frequency of extreme La Niña events under greenhouse warming. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2492>

Chen, Y., Chen, X., & Ren, G. (2011). Variation of Extreme Precipitation over Large River Basins in China. *Advances in Climate Change Research*. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1248.2011.00108>

Chowdhury, A., M. M. Dandekar, and P. S. Raut, (1989). Variability in drought incidence over India—a statistical approach. *Mausam*, 40, 207–214.

Christidis et al. Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 European heatwave. *Nat. Clim. Change* 5, 46–50 (2015).

Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., ... Valentini, R. (2005). Europe-

- wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*.
<https://doi.org/10.1038/nature03972>
- Dai, A. (2011). Drought under global warming: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. <https://doi.org/10.1002/wcc.81>
- Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate1633>
- Donat, M. G., Lowry, A. L., Alexander, L. V., O’Gorman, P. A., & Maher, N. (2016). More extreme precipitation in the world’s dry and wet regions. *Nature Climate Change*.
<https://doi.org/10.1038/nclimate2941>
- Deser C, Phillips A, Alexander MA. Projecting North American climate over the next 50 years: Uncertainty due to internal variability. *J. Climate*: 2014 27: 2271–2296.
- Deser C, Knutti R, Solomon S. Communication of the role of natural variability in future North American climate. *Nat. Climate Change*: 2012a, 2: 775–779.
- Deser C, Phillips AS, Bourdette V. Uncertainty in climate change projections: The role of internal variability. *Climate Dyn.*: 2012b, 38: 527–546.
- Easterling, D. R., Evans, J. L., Groisman, P. Y., Karl, T. R., Kunkel, K. E., & Ambenje, P. (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. *Bulletin of the American Meteorological Society*. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2000\)081<0417:OVATIE>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2000)081<0417:OVATIE>2.3.CO;2)
- Fischer, E. M., and coauthors, 2007: Soil moisture–atmosphere interactions during the 2003 European summer heat wave. *J. Climate*, 20, 5081–5099.
- Gao, X., Zhao, Q., Zhao, X., Wu, P., Pan, W., Gao, X., & Sun, M. (2017). Temporal and spatial evolution of the standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in the Loess Plateau under climate change from 2001 to 2050. *Science of the Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.226>
- Guhathakurta, P. (2003). Drought in districts of India during the recent all India normal monsoon years and its Probability of occurrence. *Mausam*, (54), 542–545.
- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P., & Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*.

<https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>

- Heim, R. R. (2002). A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2002\)083<1149:AROTDI>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2002)083<1149:AROTDI>2.3.CO;2)
- Hoang, L. P., Lauri, H., Kummu, M., Koponen, J., van Vliet, M. T. H., Supit, I., ... Ludwig, F. (2015). Mekong River flow and hydrological extremes under climate change. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. <https://doi.org/10.5194/hessd-12-11651-2015>
- Hong, C. (2011). Roles of European blocking and tropical-extratropical interaction in the 2010 Pakistan flooding. *Geophysical Research* <https://doi.org/10.1029/2011GL047583>
- HSBC Report. (2012). Importance of river basins in driving global growth to rocket : top ten basins ' GDP set to exceed that of USA , Japan and Germany combined by 2050.
- Hosking, J. R. M. (1990), L-Moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics, *J. Roy. Stat. Soc.*, 52B, 105–124.
- Huang, J., Yu, H., Guan, X., Wang, G., & Guo, R. (2016). Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2837>
- Huang, J., Yu, H., Dai, A., Wei, Y., & Kang, L. (2017). Drylands face potential threat under 2 °c global warming target. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3275>
- King, A. D., Karoly, D. J. & Henley J. H. (2017). Australian climate extremes at 1.5°C and 2°C of global warming. *Nat. Clim. Change* 7, 412–416.
- Lee, S. H., Yoo, S. H., Choi, J. Y., & Bae, S. (2017). Assessment of the impact of climate change on drought characteristics in the Hwanghae Plain, North Korea using time series SPI and SPEI: 1981–2100. *Water (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/w9080579>
- Lloyd-Hughes, B., & Saunders, M. A. (2002). A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*, 22(13), 1571–1592. <https://doi.org/10.1002/joc.846>
- Masud, M. B., Soni, P., Shrestha, S., & Tripathi, N. K. (2016). Changes in Climate Extremes over North Thailand, 1960–2099. *Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1155/2016/4289454>
- Mckee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *AMS 8th Conference on Applied Climatology*, (January), 179–

184. <https://doi.org/citeulike-article-id:10490403>
- Mondal, A., Kundu, S., & Mukhopadhyay, A. (2012). Case Study 70 RAINFALL TREND ANALYSIS BY MANN-KENDALL TEST: A CASE STUDY OF NORTH-EASTERN PART OF CUTTACK DISTRICT, ORISSA. In *Online) An Online International Journal Available at.*
- Nath, R., Cui, X., Nath, D., Graf, H. F., Chen, W., Wang, L., ... Li, Q. (2017). CMIP5 multimodel projections of extreme weather events in the humid subtropical Gangetic Plain region of India. *Earth's Future*. <https://doi.org/10.1002/2016EF000482>
- Nath, R., D. Nath, Q. Li, W. Chen, and X. F. Cui, (2016). Impact of drought on agriculture in the Indo-Gangetic Plain, India. *Adv. Atmos. Sci.*, 34, doi: 10.1007/s00376-016-6102-2.
- Pai, D. S., Sridhar, L., Guhathakurta, P., & Hatwar, H. R. (2011). District-wide drought climatology of the southwest monsoon season over India based on standardized precipitation index (SPI). *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9867-8>
- Pan, Z., Zhang, Y., Liu, X., & Gao, Z. (2016). Current and future precipitation extremes over Mississippi and Yangtze River basins as simulated in CMIP5 models. *Journal of Earth Science*. <https://doi.org/10.1007/s12583-016-0627-2>
- Polong, F., Chen, H., Sun, S., & Ongoma, V. (2019). Temporal and spatial evolution of the standard precipitation evapotranspiration index (SPEI) in the Tana River Basin, Kenya. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02858-0>
- Potop, V., Boroneant, C., Možný, M., Štěpánek, P., & Skalák, P. (2014). Observed spatiotemporal characteristics of drought on various time scales over the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0908-y>
- Rahmstorf R. & Coumou D. Increase of extreme events in a warming world. *PNAS*, 108(44), 17905-17909.
- Ricke, K. L., & Caldeira, K. (2014). Natural climate variability and future climate policy. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2186>
- Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J., ... Zwiers, F. W. (2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.006>

- Sato et al. (2015). Analysis of Extreme Hydrological Events in Major River Basins in Japan under Climate Change. *Climate Change*.
- Singh, V. P., H. Guo, and F. X. Yu. (1993), Parameter estimation for 3-parameter log-logistic distribution (LLD3) by Pome, *Stochastic Hydrol. Hydraul.*, 7, 163–177.
- Solomon, S. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Journal of Geophysical Research*. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9107-5>
- Somorowska, U. (2016). Changes in drought conditions in Poland over the past 60 years evaluated by the standardized precipitation-evapotranspiration index. *Acta Geophysica*. <https://doi.org/10.1515/acgeo-2016-0110>
- Sun, Y., Zhang, X., Zwiers, F. W., Song, L., Wan, H., Hu, T., ... Ren, G. (2014). Rapid increase in the risk of extreme summer heat in Eastern China. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2410>
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., & Meehl, G. A. (2012). An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>
- Thornthwaite, C.W. (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Rev.*, 38(1), 55–94.
- Trenberth, K. E., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P. D., Barichivich, J., Briffa, K. R., & Sheffield, J. (2014). Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate2067>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I., Angulo, M., & El Kenawy, A. (2010). A New Global 0.5° Gridded Dataset (1901–2006) of a Multiscalar Drought Index: Comparison with Current Drought Index Datasets Based on the Palmer Drought Severity Index. *Journal of Hydrometeorology*. <https://doi.org/10.1175/2010JHM1224.1>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก- 1 รหัสกริดอ้างอิง

ID	LON	LAT	ID	LON	LAT	ID	LON	LAT
1	97.25	21.25	210	97.25	15.75	419	97.25	10.25
2	97.75	21.25	211	97.75	15.75	420	97.75	10.25
3	98.25	21.25	212	98.25	15.75	421	98.25	10.25
4	98.75	21.25	213	98.75	15.75	422	98.75	10.25
5	99.25	21.25	214	99.25	15.75	423	99.25	10.25
6	99.75	21.25	215	99.75	15.75	424	99.75	10.25
7	100.25	21.25	216	100.25	15.75	425	100.25	10.25
8	100.75	21.25	217	100.75	15.75	426	100.75	10.25
9	101.25	21.25	218	101.25	15.75	427	101.25	10.25
10	101.75	21.25	219	101.75	15.75	428	101.75	10.25
11	102.25	21.25	220	102.25	15.75	429	102.25	10.25
12	102.75	21.25	221	102.75	15.75	430	102.75	10.25
13	103.25	21.25	222	103.25	15.75	431	103.25	10.25
14	103.75	21.25	223	103.75	15.75	432	103.75	10.25
15	104.25	21.25	224	104.25	15.75	433	104.25	10.25
16	104.75	21.25	225	104.75	15.75	434	104.75	10.25
17	105.25	21.25	226	105.25	15.75	435	105.25	10.25
18	105.75	21.25	227	105.75	15.75	436	105.75	10.25
19	106.25	21.25	228	106.25	15.75	437	106.25	10.25
20	97.25	20.75	229	97.25	15.25	438	97.25	9.75
21	97.75	20.75	230	97.75	15.25	439	97.75	9.75
22	98.25	20.75	231	98.25	15.25	440	98.25	9.75
23	98.75	20.75	232	98.75	15.25	441	98.75	9.75
24	99.25	20.75	233	99.25	15.25	442	99.25	9.75
25	99.75	20.75	234	99.75	15.25	443	99.75	9.75
26	100.25	20.75	235	100.25	15.25	444	100.25	9.75
27	100.75	20.75	236	100.75	15.25	445	100.75	9.75
28	101.25	20.75	237	101.25	15.25	446	101.25	9.75
29	101.75	20.75	238	101.75	15.25	447	101.75	9.75
30	102.25	20.75	239	102.25	15.25	448	102.25	9.75
31	102.75	20.75	240	102.75	15.25	449	102.75	9.75
32	103.25	20.75	241	103.25	15.25	450	103.25	9.75
33	103.75	20.75	242	103.75	15.25	451	103.75	9.75
34	104.25	20.75	243	104.25	15.25	452	104.25	9.75
35	104.75	20.75	244	104.75	15.25	453	104.75	9.75
36	105.25	20.75	245	105.25	15.25	454	105.25	9.75
37	105.75	20.75	246	105.75	15.25	455	105.75	9.75
38	106.25	20.75	247	106.25	15.25	456	106.25	9.75
39	97.25	20.25	248	97.25	14.75	457	97.25	9.25

ID	LON	LAT	ID	LON	LAT	ID	LON	LAT
40	97.75	20.25	249	97.75	14.75	458	97.75	9.25
41	98.25	20.25	250	98.25	14.75	459	98.25	9.25
42	98.75	20.25	251	98.75	14.75	460	98.75	9.25
43	99.25	20.25	252	99.25	14.75	461	99.25	9.25
44	99.75	20.25	253	99.75	14.75	462	99.75	9.25
45	100.25	20.25	254	100.25	14.75	463	100.25	9.25
46	100.75	20.25	255	100.75	14.75	464	100.75	9.25
47	101.25	20.25	256	101.25	14.75	465	101.25	9.25
48	101.75	20.25	257	101.75	14.75	466	101.75	9.25
49	102.25	20.25	258	102.25	14.75	467	102.25	9.25
50	102.75	20.25	259	102.75	14.75	468	102.75	9.25
51	103.25	20.25	260	103.25	14.75	469	103.25	9.25
52	103.75	20.25	261	103.75	14.75	470	103.75	9.25
53	104.25	20.25	262	104.25	14.75	471	104.25	9.25
54	104.75	20.25	263	104.75	14.75	472	104.75	9.25
55	105.25	20.25	264	105.25	14.75	473	105.25	9.25
56	105.75	20.25	265	105.75	14.75	474	105.75	9.25
57	106.25	20.25	266	106.25	14.75	475	106.25	9.25
58	97.25	19.75	267	97.25	14.25	476	97.25	8.75
59	97.75	19.75	268	97.75	14.25	477	97.75	8.75
60	98.25	19.75	269	98.25	14.25	478	98.25	8.75
61	98.75	19.75	270	98.75	14.25	479	98.75	8.75
62	99.25	19.75	271	99.25	14.25	480	99.25	8.75
63	99.75	19.75	272	99.75	14.25	481	99.75	8.75
64	100.25	19.75	273	100.25	14.25	482	100.25	8.75
65	100.75	19.75	274	100.75	14.25	483	100.75	8.75
66	101.25	19.75	275	101.25	14.25	484	101.25	8.75
67	101.75	19.75	276	101.75	14.25	485	101.75	8.75
68	102.25	19.75	277	102.25	14.25	486	102.25	8.75
69	102.75	19.75	278	102.75	14.25	487	102.75	8.75
70	103.25	19.75	279	103.25	14.25	488	103.25	8.75
71	103.75	19.75	280	103.75	14.25	489	103.75	8.75
72	104.25	19.75	281	104.25	14.25	490	104.25	8.75
73	104.75	19.75	282	104.75	14.25	491	104.75	8.75
74	105.25	19.75	283	105.25	14.25	492	105.25	8.75
75	105.75	19.75	284	105.75	14.25	493	105.75	8.75
76	106.25	19.75	285	106.25	14.25	494	106.25	8.75
77	97.25	19.25	286	97.25	13.75	495	97.25	8.25
78	97.75	19.25	287	97.75	13.75	496	97.75	8.25
79	98.25	19.25	288	98.25	13.75	497	98.25	8.25
80	98.75	19.25	289	98.75	13.75	498	98.75	8.25
81	99.25	19.25	290	99.25	13.75	499	99.25	8.25
82	99.75	19.25	291	99.75	13.75	500	99.75	8.25

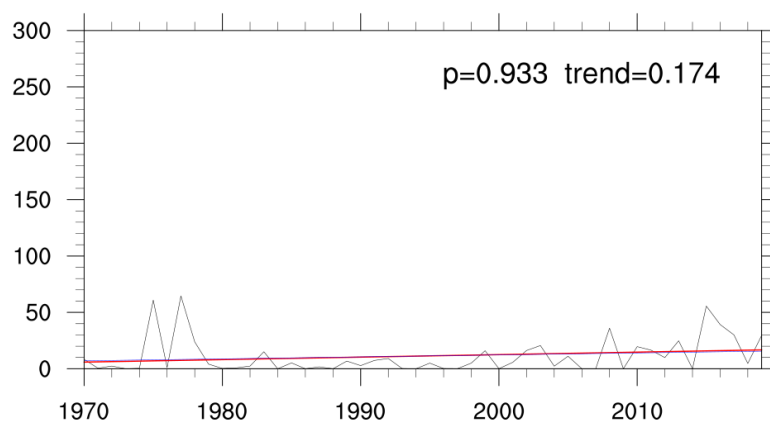
ID	LON	LAT	ID	LON	LAT	ID	LON	LAT
83	100.25	19.25	292	100.25	13.75	501	100.25	8.25
84	100.75	19.25	293	100.75	13.75	502	100.75	8.25
85	101.25	19.25	294	101.25	13.75	503	101.25	8.25
86	101.75	19.25	295	101.75	13.75	504	101.75	8.25
87	102.25	19.25	296	102.25	13.75	505	102.25	8.25
88	102.75	19.25	297	102.75	13.75	506	102.75	8.25
89	103.25	19.25	298	103.25	13.75	507	103.25	8.25
90	103.75	19.25	299	103.75	13.75	508	103.75	8.25
91	104.25	19.25	300	104.25	13.75	509	104.25	8.25
92	104.75	19.25	301	104.75	13.75	510	104.75	8.25
93	105.25	19.25	302	105.25	13.75	511	105.25	8.25
94	105.75	19.25	303	105.75	13.75	512	105.75	8.25
95	106.25	19.25	304	106.25	13.75	513	106.25	8.25
96	97.25	18.75	305	97.25	13.25	514	97.25	7.75
97	97.75	18.75	306	97.75	13.25	515	97.75	7.75
98	98.25	18.75	307	98.25	13.25	516	98.25	7.75
99	98.75	18.75	308	98.75	13.25	517	98.75	7.75
100	99.25	18.75	309	99.25	13.25	518	99.25	7.75
101	99.75	18.75	310	99.75	13.25	519	99.75	7.75
102	100.25	18.75	311	100.25	13.25	520	100.25	7.75
103	100.75	18.75	312	100.75	13.25	521	100.75	7.75
104	101.25	18.75	313	101.25	13.25	522	101.25	7.75
105	101.75	18.75	314	101.75	13.25	523	101.75	7.75
106	102.25	18.75	315	102.25	13.25	524	102.25	7.75
107	102.75	18.75	316	102.75	13.25	525	102.75	7.75
108	103.25	18.75	317	103.25	13.25	526	103.25	7.75
109	103.75	18.75	318	103.75	13.25	527	103.75	7.75
110	104.25	18.75	319	104.25	13.25	528	104.25	7.75
111	104.75	18.75	320	104.75	13.25	529	104.75	7.75
112	105.25	18.75	321	105.25	13.25	530	105.25	7.75
113	105.75	18.75	322	105.75	13.25	531	105.75	7.75
114	106.25	18.75	323	106.25	13.25	532	106.25	7.75
115	97.25	18.25	324	97.25	12.75	533	97.25	7.25
116	97.75	18.25	325	97.75	12.75	534	97.75	7.25
117	98.25	18.25	326	98.25	12.75	535	98.25	7.25
118	98.75	18.25	327	98.75	12.75	536	98.75	7.25
119	99.25	18.25	328	99.25	12.75	537	99.25	7.25
120	99.75	18.25	329	99.75	12.75	538	99.75	7.25
121	100.25	18.25	330	100.25	12.75	539	100.25	7.25
122	100.75	18.25	331	100.75	12.75	540	100.75	7.25
123	101.25	18.25	332	101.25	12.75	541	101.25	7.25
124	101.75	18.25	333	101.75	12.75	542	101.75	7.25
125	102.25	18.25	334	102.25	12.75	543	102.25	7.25

ID	LON	LAT	ID	LON	LAT	ID	LON	LAT
126	102.75	18.25	335	102.75	12.75	544	102.75	7.25
127	103.25	18.25	336	103.25	12.75	545	103.25	7.25
128	103.75	18.25	337	103.75	12.75	546	103.75	7.25
129	104.25	18.25	338	104.25	12.75	547	104.25	7.25
130	104.75	18.25	339	104.75	12.75	548	104.75	7.25
131	105.25	18.25	340	105.25	12.75	549	105.25	7.25
132	105.75	18.25	341	105.75	12.75	550	105.75	7.25
133	106.25	18.25	342	106.25	12.75	551	106.25	7.25
134	97.25	17.75	343	97.25	12.25	552	97.25	6.75
135	97.75	17.75	344	97.75	12.25	553	97.75	6.75
136	98.25	17.75	345	98.25	12.25	554	98.25	6.75
137	98.75	17.75	346	98.75	12.25	555	98.75	6.75
138	99.25	17.75	347	99.25	12.25	556	99.25	6.75
139	99.75	17.75	348	99.75	12.25	557	99.75	6.75
140	100.25	17.75	349	100.25	12.25	558	100.25	6.75
141	100.75	17.75	350	100.75	12.25	559	100.75	6.75
142	101.25	17.75	351	101.25	12.25	560	101.25	6.75
143	101.75	17.75	352	101.75	12.25	561	101.75	6.75
144	102.25	17.75	353	102.25	12.25	562	102.25	6.75
145	102.75	17.75	354	102.75	12.25	563	102.75	6.75
146	103.25	17.75	355	103.25	12.25	564	103.25	6.75
147	103.75	17.75	356	103.75	12.25	565	103.75	6.75
148	104.25	17.75	357	104.25	12.25	566	104.25	6.75
149	104.75	17.75	358	104.75	12.25	567	104.75	6.75
150	105.25	17.75	359	105.25	12.25	568	105.25	6.75
151	105.75	17.75	360	105.75	12.25	569	105.75	6.75
152	106.25	17.75	361	106.25	12.25	570	106.25	6.75
153	97.25	17.25	362	97.25	11.75	571	97.25	6.25
154	97.75	17.25	363	97.75	11.75	572	97.75	6.25
155	98.25	17.25	364	98.25	11.75	573	98.25	6.25
156	98.75	17.25	365	98.75	11.75	574	98.75	6.25
157	99.25	17.25	366	99.25	11.75	575	99.25	6.25
158	99.75	17.25	367	99.75	11.75	576	99.75	6.25
159	100.25	17.25	368	100.25	11.75	577	100.25	6.25
160	100.75	17.25	369	100.75	11.75	578	100.75	6.25
161	101.25	17.25	370	101.25	11.75	579	101.25	6.25
162	101.75	17.25	371	101.75	11.75	580	101.75	6.25
163	102.25	17.25	372	102.25	11.75	581	102.25	6.25
164	102.75	17.25	373	102.75	11.75	582	102.75	6.25
165	103.25	17.25	374	103.25	11.75	583	103.25	6.25
166	103.75	17.25	375	103.75	11.75	584	103.75	6.25
167	104.25	17.25	376	104.25	11.75	585	104.25	6.25
168	104.75	17.25	377	104.75	11.75	586	104.75	6.25

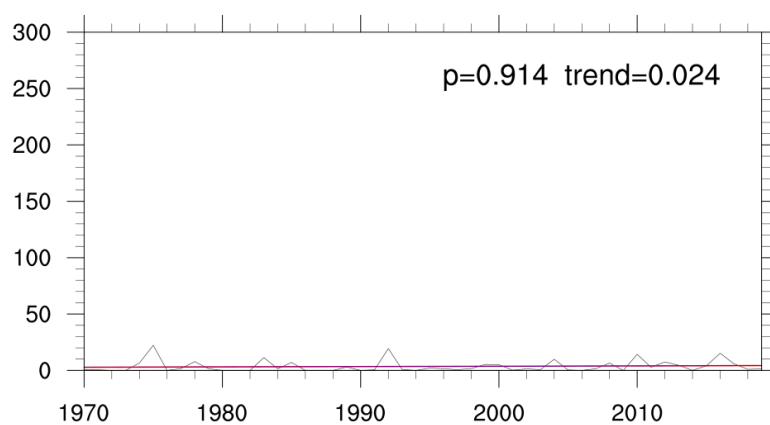
ID	LON	LAT	ID	LON	LAT	ID	LON	LAT
169	105.25	17.25	378	105.25	11.75	587	105.25	6.25
170	105.75	17.25	379	105.75	11.75	588	105.75	6.25
171	106.25	17.25	380	106.25	11.75	589	106.25	6.25
172	97.25	16.75	381	97.25	11.25	590	97.25	5.75
173	97.75	16.75	382	97.75	11.25	591	97.75	5.75
174	98.25	16.75	383	98.25	11.25	592	98.25	5.75
175	98.75	16.75	384	98.75	11.25	593	98.75	5.75
176	99.25	16.75	385	99.25	11.25	594	99.25	5.75
177	99.75	16.75	386	99.75	11.25	595	99.75	5.75
178	100.25	16.75	387	100.25	11.25	596	100.25	5.75
179	100.75	16.75	388	100.75	11.25	597	100.75	5.75
180	101.25	16.75	389	101.25	11.25	598	101.25	5.75
181	101.75	16.75	390	101.75	11.25	599	101.75	5.75
182	102.25	16.75	391	102.25	11.25	600	102.25	5.75
183	102.75	16.75	392	102.75	11.25	601	102.75	5.75
184	103.25	16.75	393	103.25	11.25	602	103.25	5.75
185	103.75	16.75	394	103.75	11.25	603	103.75	5.75
186	104.25	16.75	395	104.25	11.25	604	104.25	5.75
187	104.75	16.75	396	104.75	11.25	605	104.75	5.75
188	105.25	16.75	397	105.25	11.25	606	105.25	5.75
189	105.75	16.75	398	105.75	11.25	607	105.75	5.75
190	106.25	16.75	399	106.25	11.25	608	106.25	5.75
191	97.25	16.25	400	97.25	10.75	609	97.25	5.25
192	97.75	16.25	401	97.75	10.75	610	97.75	5.25
193	98.25	16.25	402	98.25	10.75	611	98.25	5.25
194	98.75	16.25	403	98.75	10.75	612	98.75	5.25
195	99.25	16.25	404	99.25	10.75	613	99.25	5.25
196	99.75	16.25	405	99.75	10.75	614	99.75	5.25
197	100.25	16.25	406	100.25	10.75	615	100.25	5.25
198	100.75	16.25	407	100.75	10.75	616	100.75	5.25
199	101.25	16.25	408	101.25	10.75	617	101.25	5.25
200	101.75	16.25	409	101.75	10.75	618	101.75	5.25
201	102.25	16.25	410	102.25	10.75	619	102.25	5.25
202	102.75	16.25	411	102.75	10.75	620	102.75	5.25
203	103.25	16.25	412	103.25	10.75	621	103.25	5.25
204	103.75	16.25	413	103.75	10.75	622	103.75	5.25
205	104.25	16.25	414	104.25	10.75	623	104.25	5.25
206	104.75	16.25	415	104.75	10.75	624	104.75	5.25
207	105.25	16.25	416	105.25	10.75	625	105.25	5.25
208	105.75	16.25	417	105.75	10.75	626	105.75	5.25
209	106.25	16.25	418	106.25	10.75	627	106.25	5.25

ภาคผนวก ข

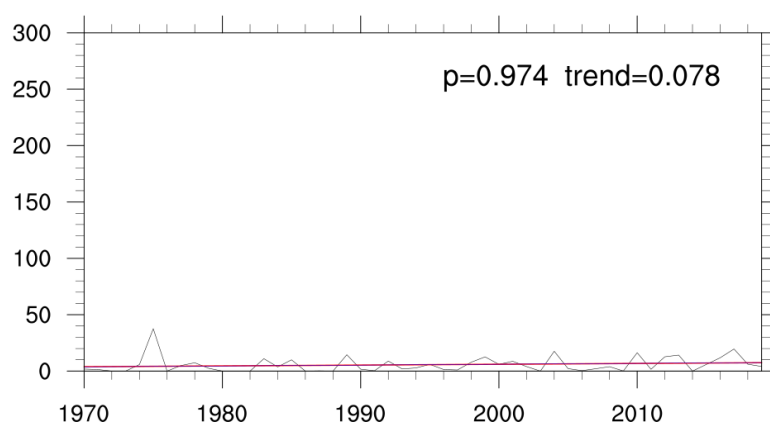
PRE at location 99.75_19.75



PRE at location 102.75_16.25

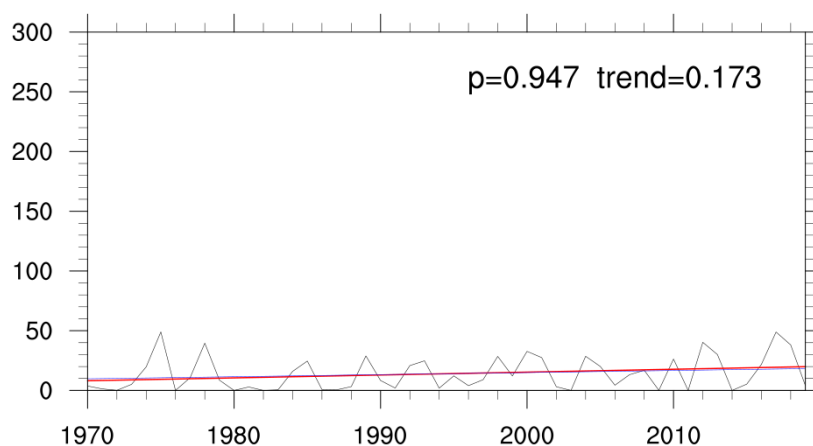


PRE at location 100.75_15.25

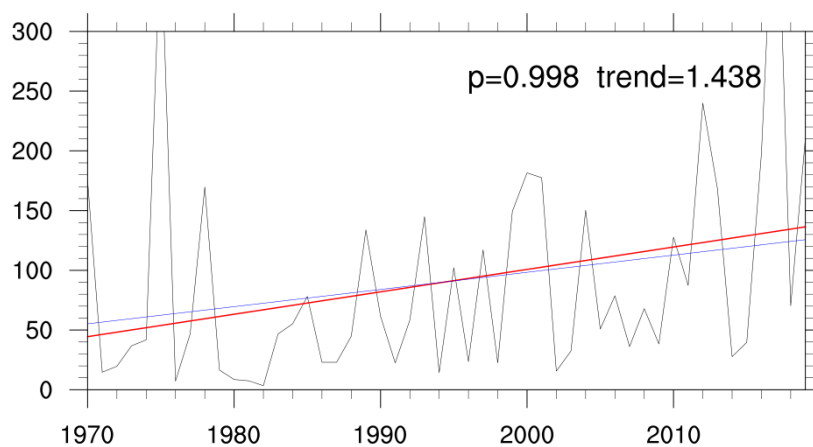


รูป ข- 1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

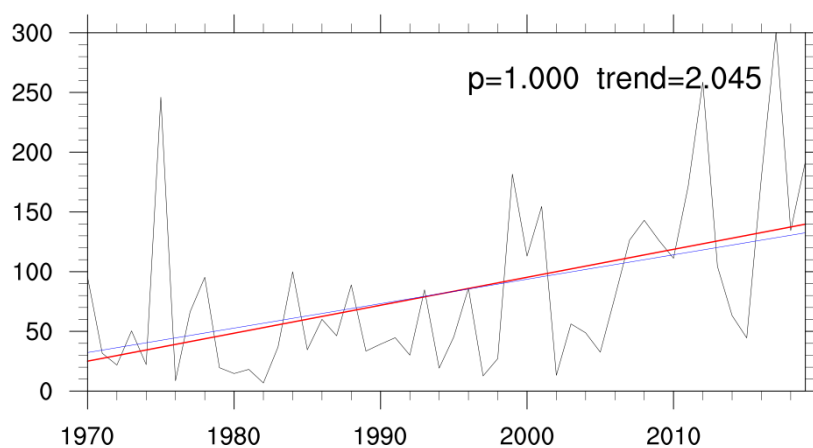
PRE at location 102.25_12.75



PRE at location 99.25_10.75

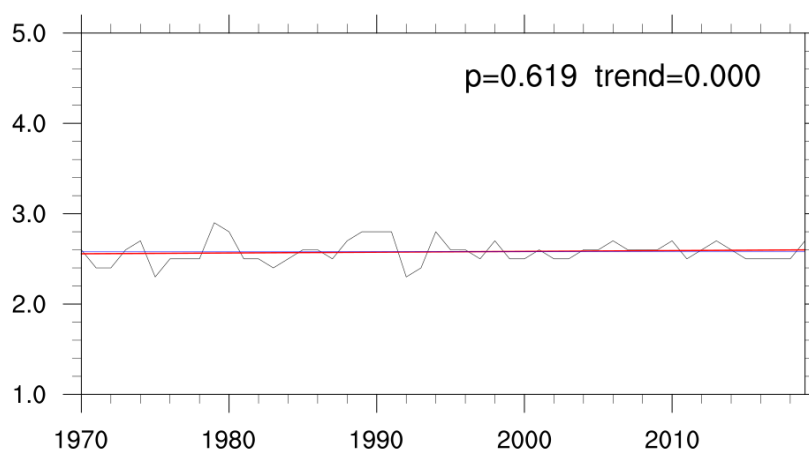


PRE at location 99.75_7.75

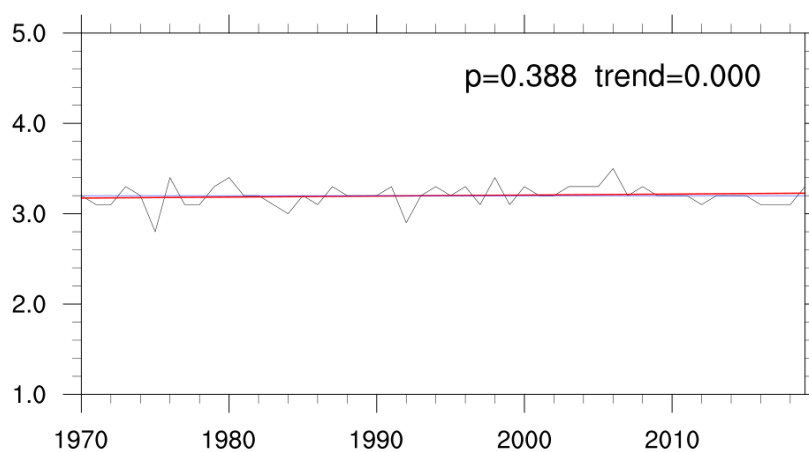


รูป ข- 2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออก (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

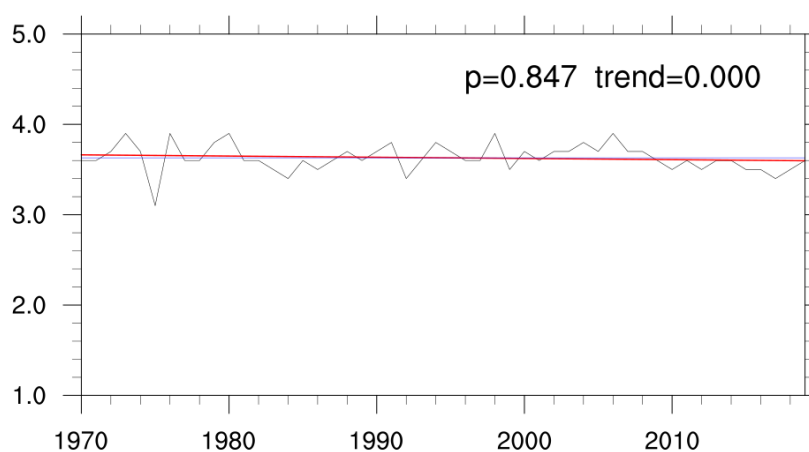
PET at location 99.75_19.75



PET at location 102.75_16.25

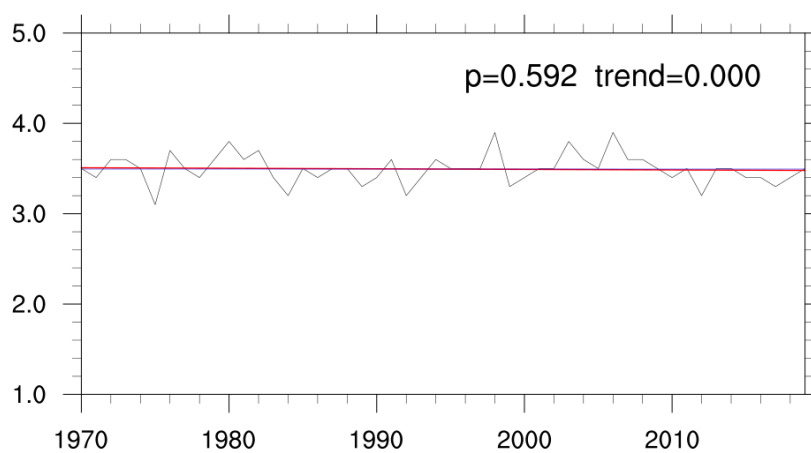


PET at location 100.75_15.25

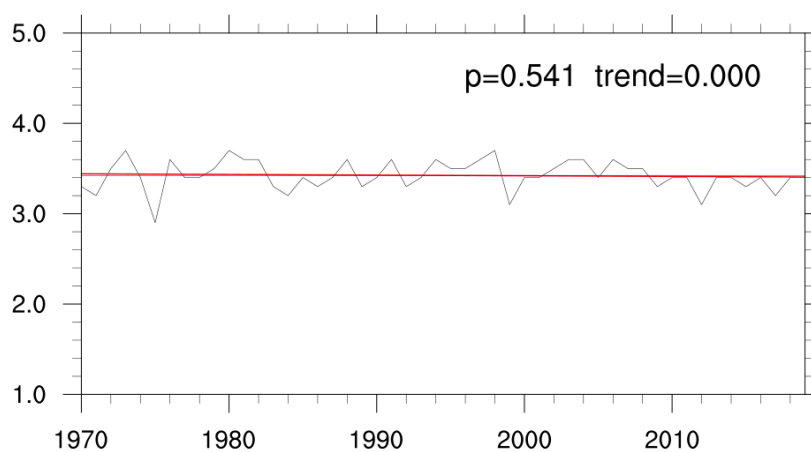


รูป ข- 3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

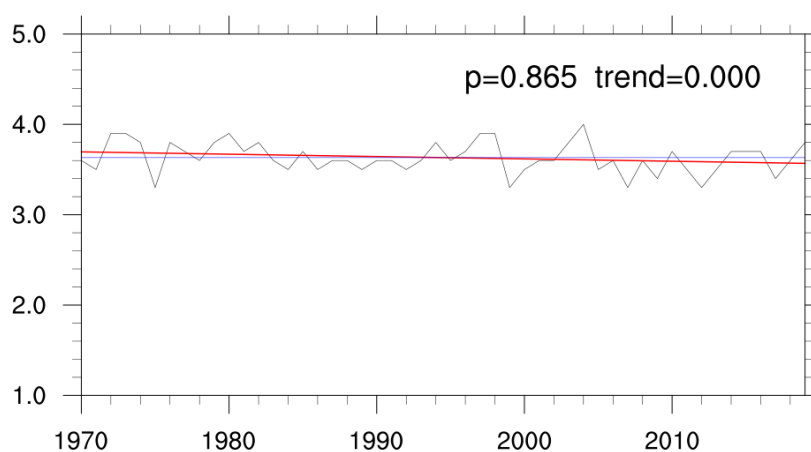
PET at location 102.25_12.75



PET at location 99.25_10.75

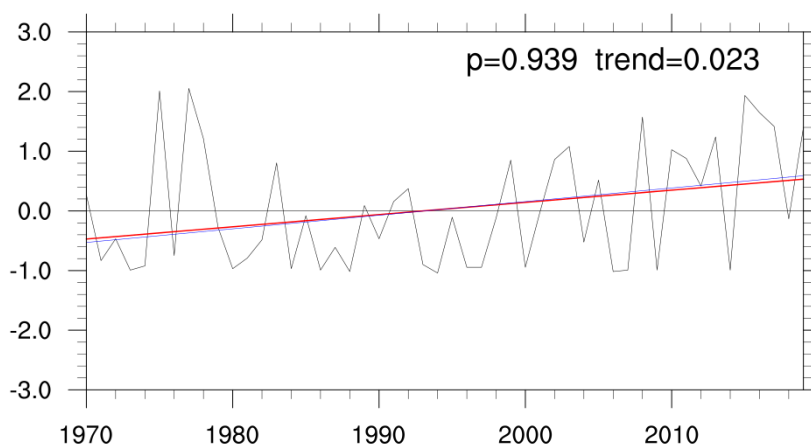


PET at location 99.75_7.75

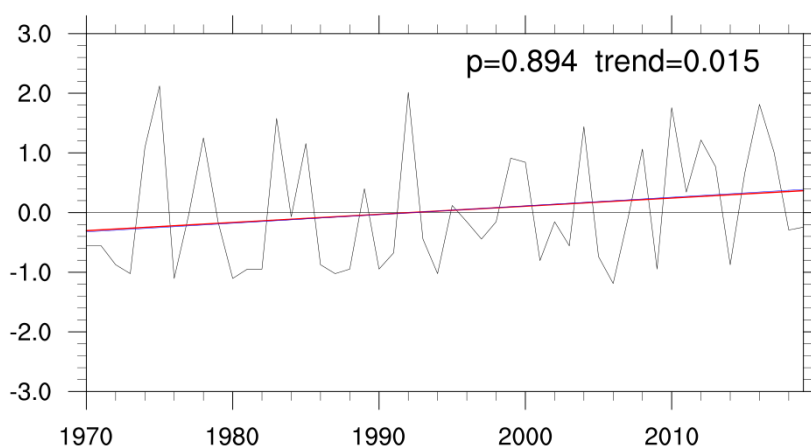


รูป ข- 4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือนด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

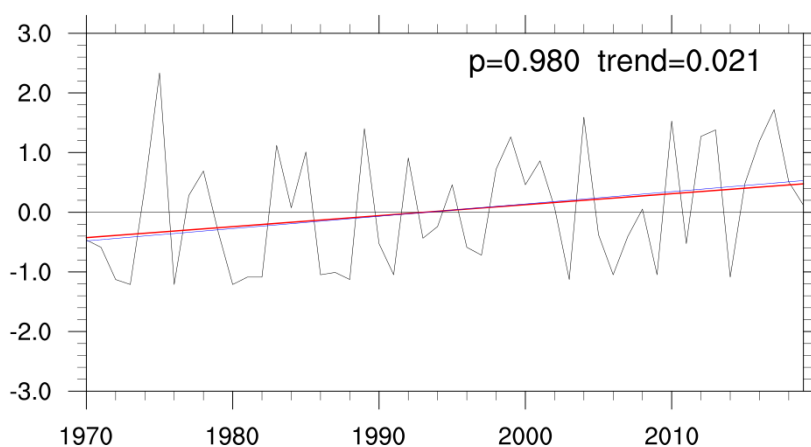
SPEI01 at location 99.75_19.75



SPEI01 at location 102.75_16.25

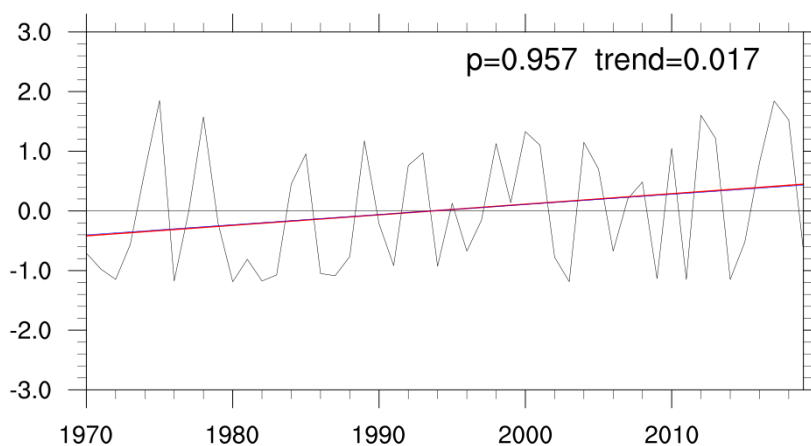


SPEI01 at location 100.75_15.25

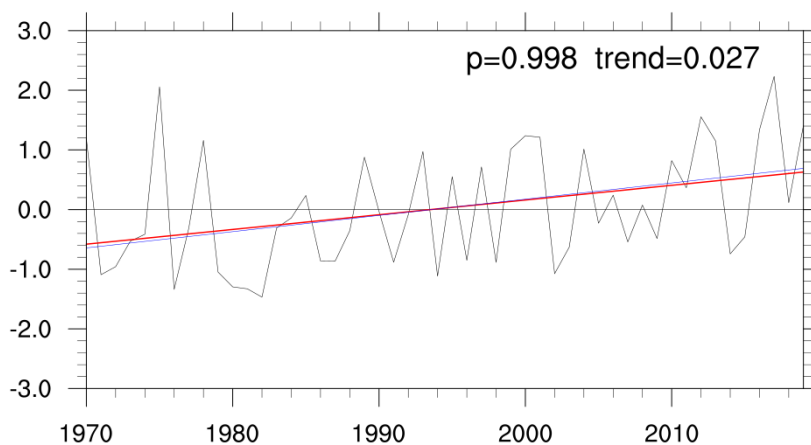


รูป ข- 5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI01 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

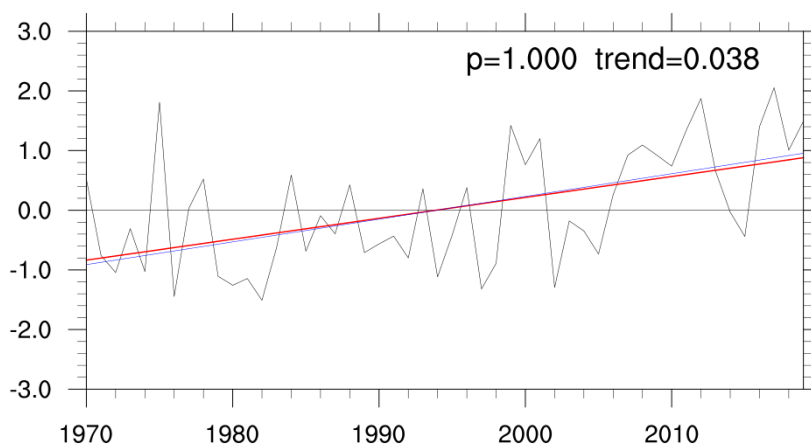
SPEI01 at location 102.25_12.75



SPEI01 at location 99.25_10.75

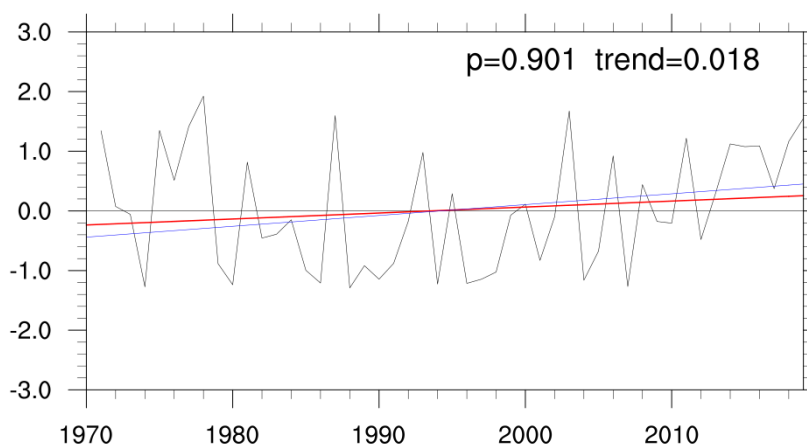


SPEI01 at location 99.75_7.75

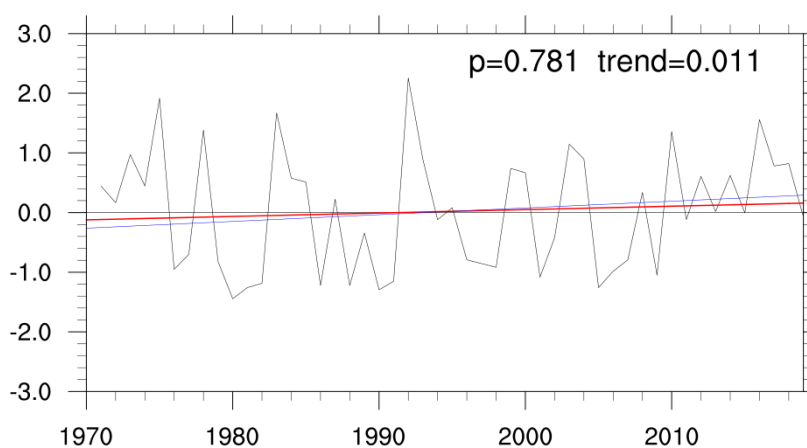


รูป ข- 6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI01 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

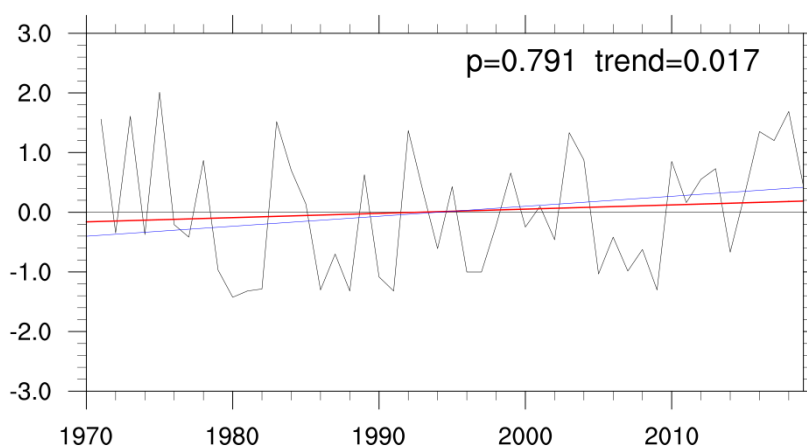
SPEI02 at location 99.75_19.75



SPEI02 at location 102.75_16.25

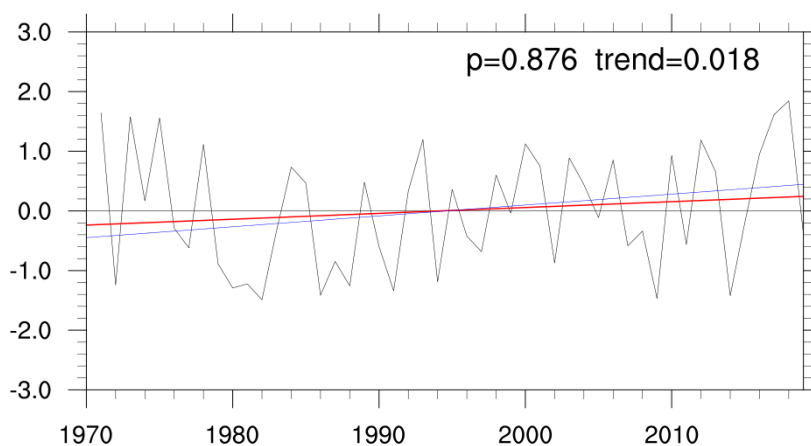


SPEI02 at location 100.75_15.25

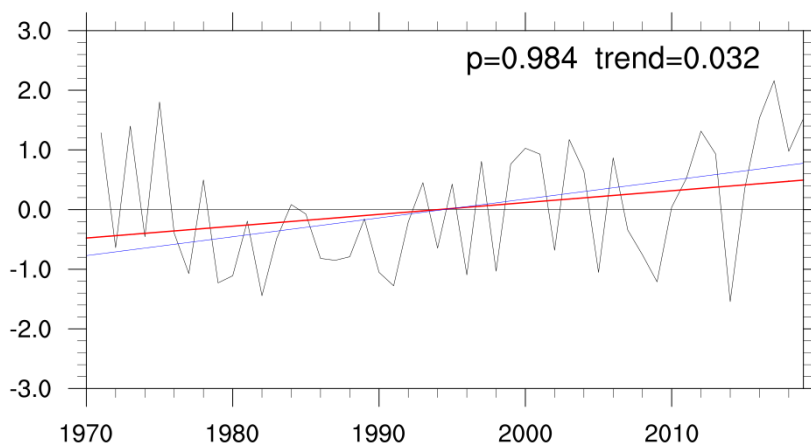


รูป ข- 7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI02 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

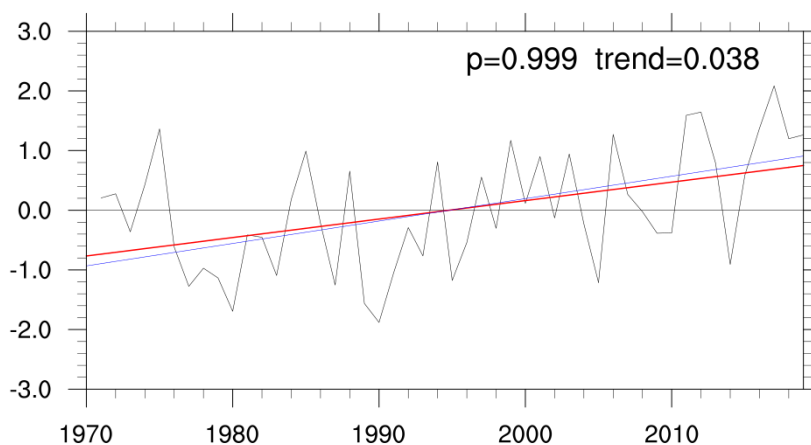
SPEI02 at location 102.25_12.75



SPEI02 at location 99.25_10.75

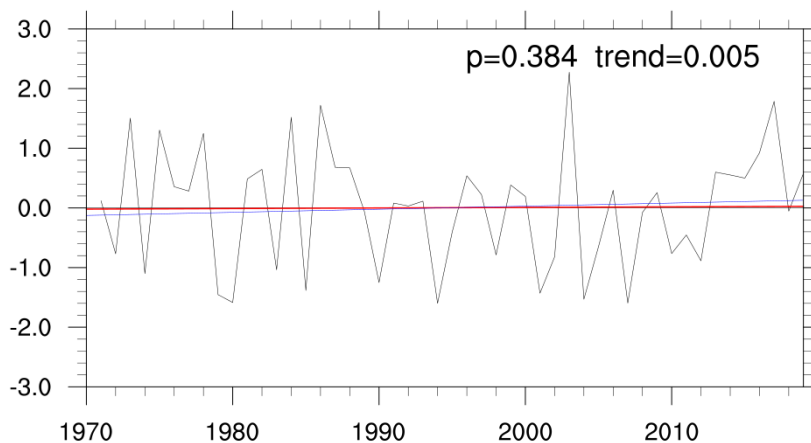


SPEI02 at location 99.75_7.75

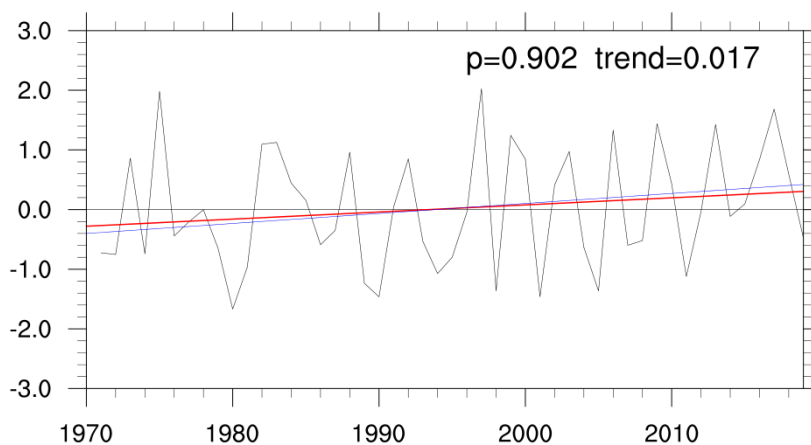


รูป ข- 8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI02 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

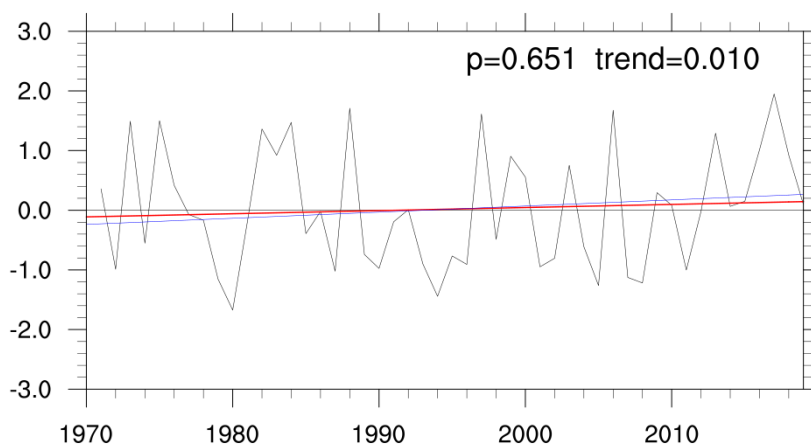
SPEI03 at location 99.75_19.75



SPEI03 at location 102.75_16.25

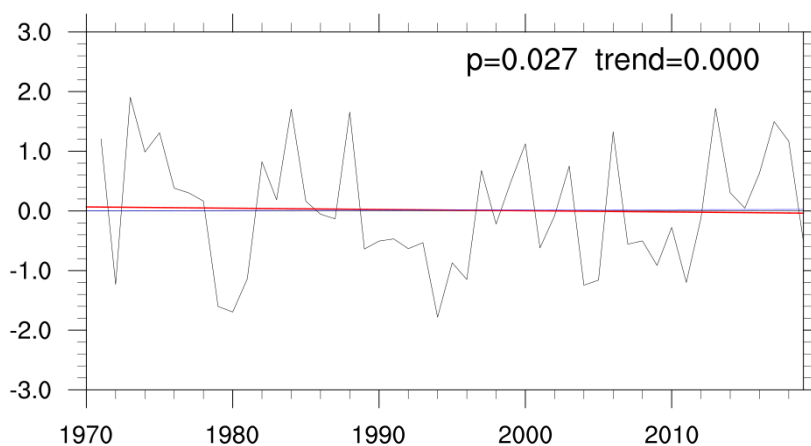


SPEI03 at location 100.75_15.25

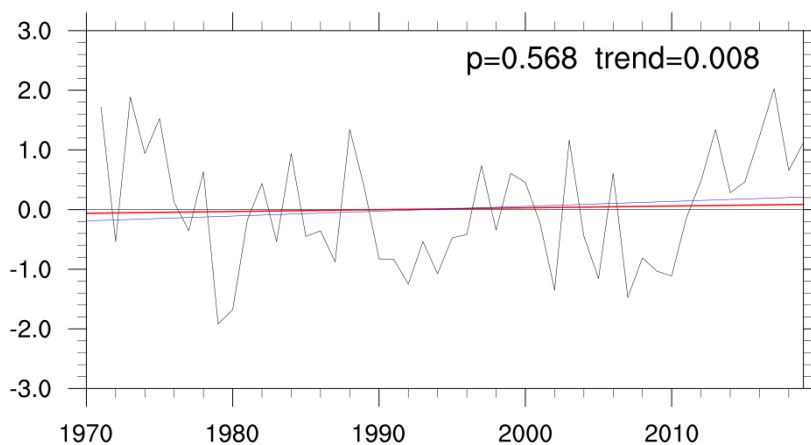


รูป ข- 9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI03 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

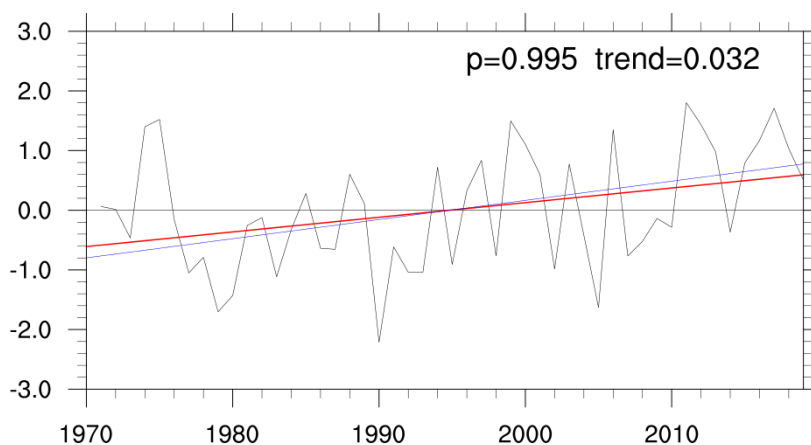
SPEI03 at location 102.25_12.75



SPEI03 at location 99.25_10.75

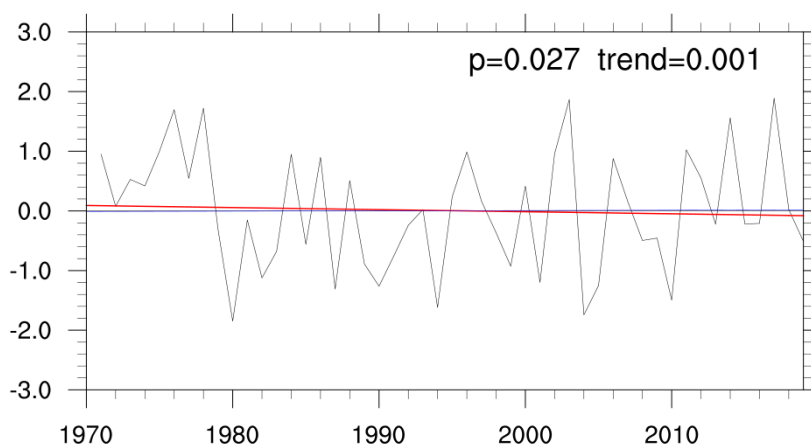


SPEI03 at location 99.75_7.75

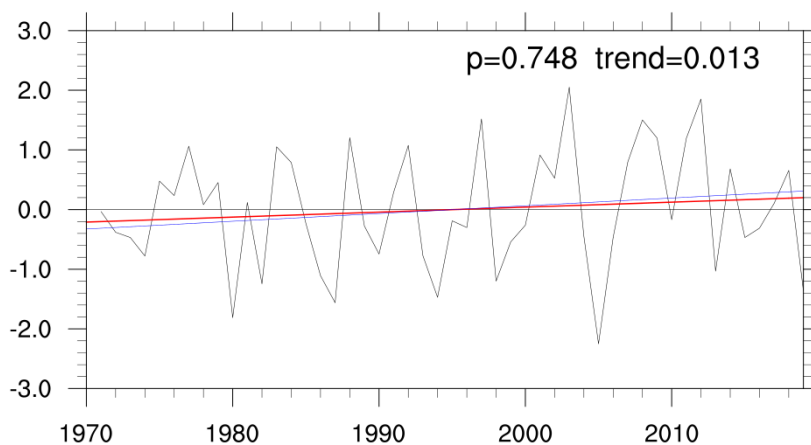


รูป ข- 10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI03 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

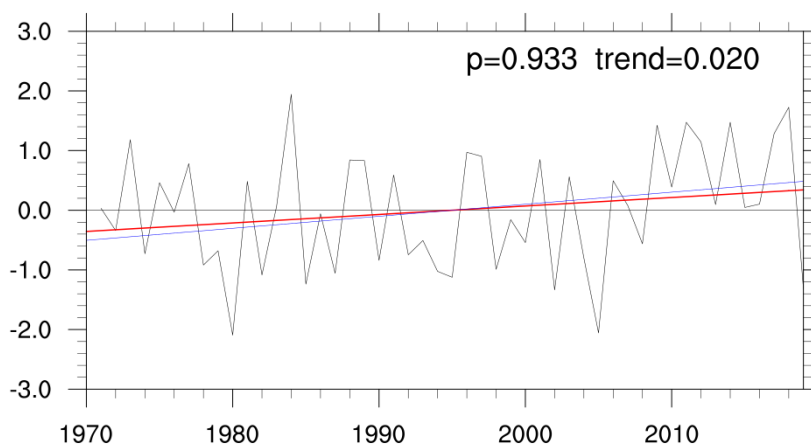
SPEI06 at location 99.75_19.75



SPEI06 at location 102.75_16.25

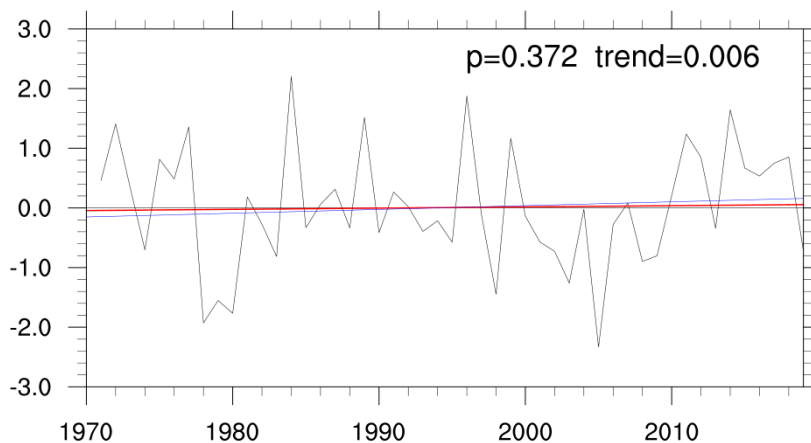


SPEI06 at location 100.75_15.25

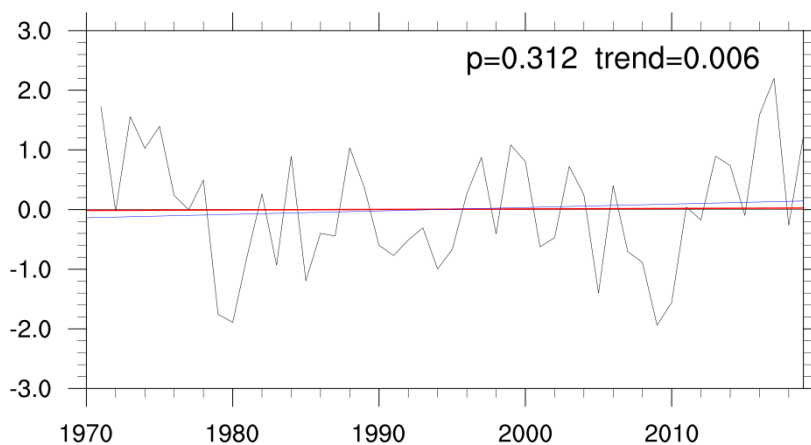


รูป ข- 11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI06 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

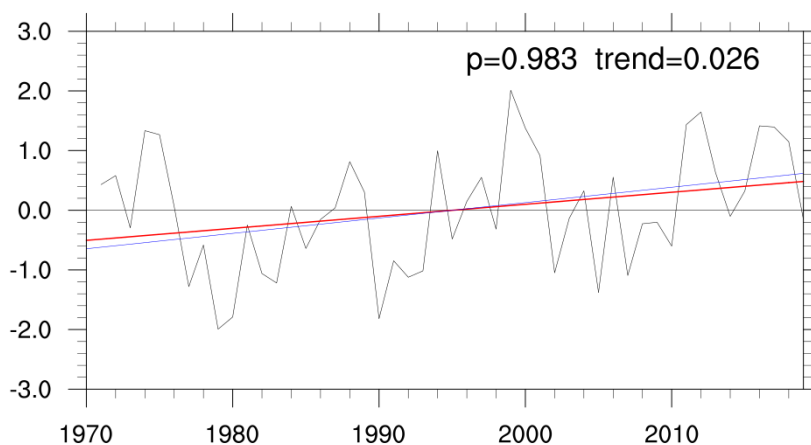
SPEI06 at location 102.25_12.75



SPEI06 at location 99.25_10.75

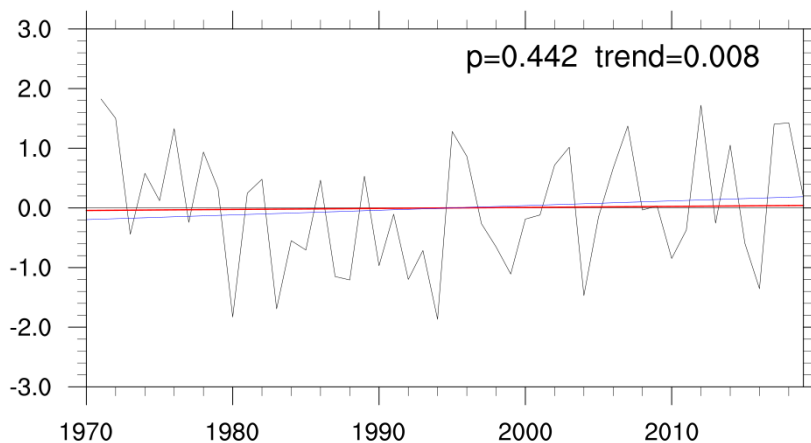


SPEI06 at location 99.75_7.75

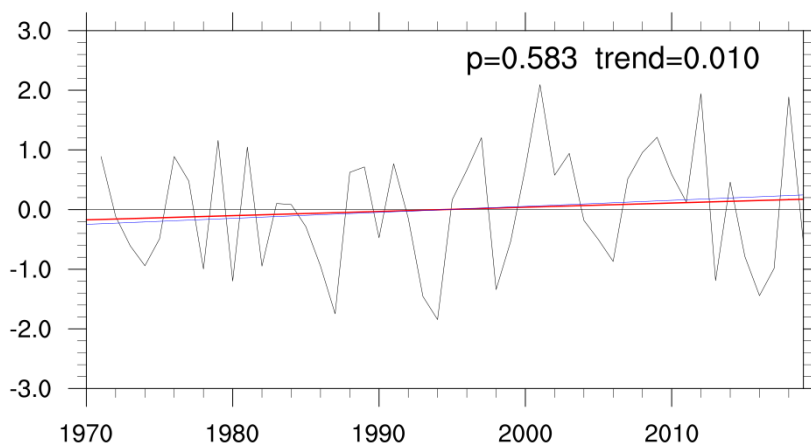


รูป ข- 12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI06 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

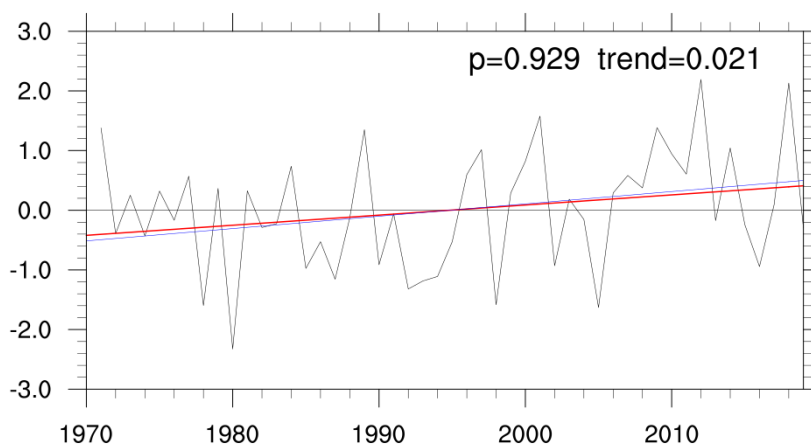
SPEI12 at location 99.75_19.75



SPEI12 at location 102.75_16.25

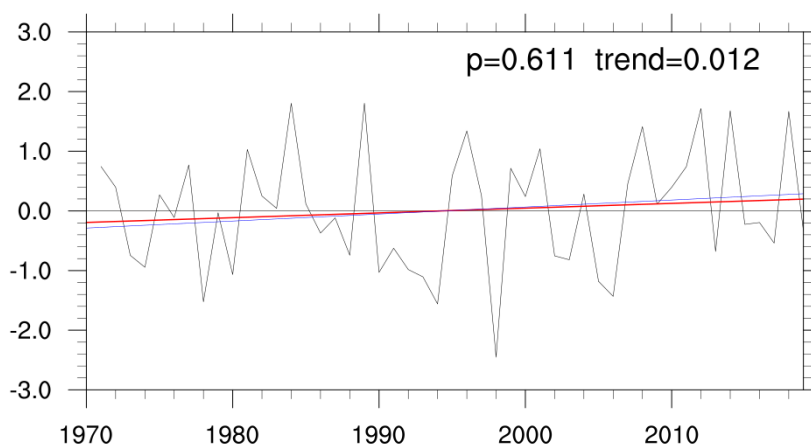


SPEI12 at location 100.75_15.25

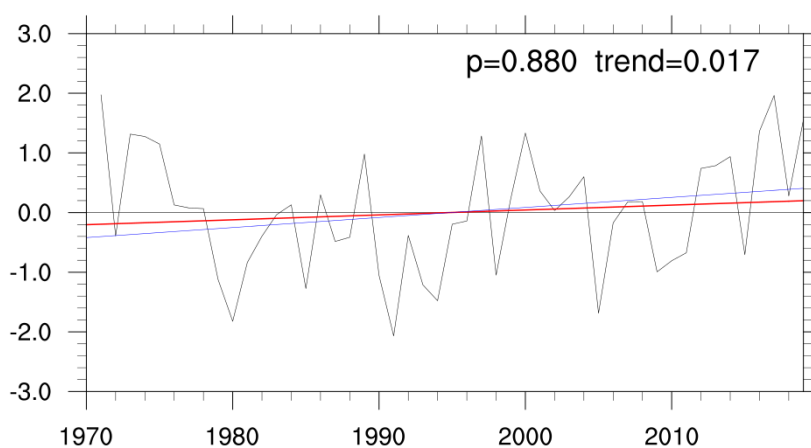


รูป ข- 13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI12 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

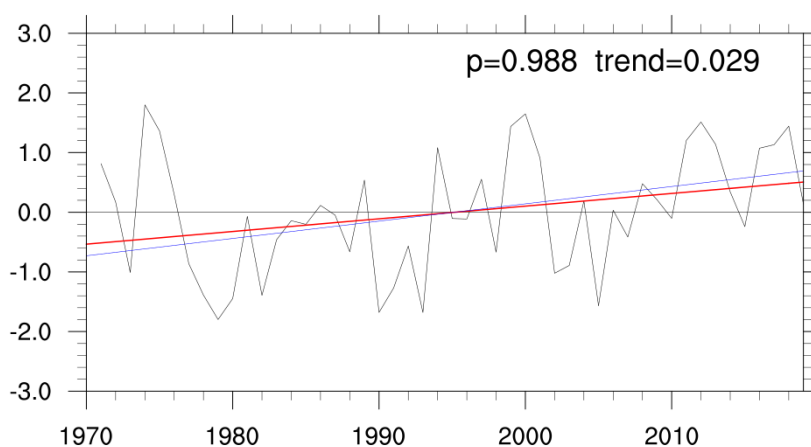
SPEI12 at location 102.25_12.75



SPEI12 at location 99.25_10.75

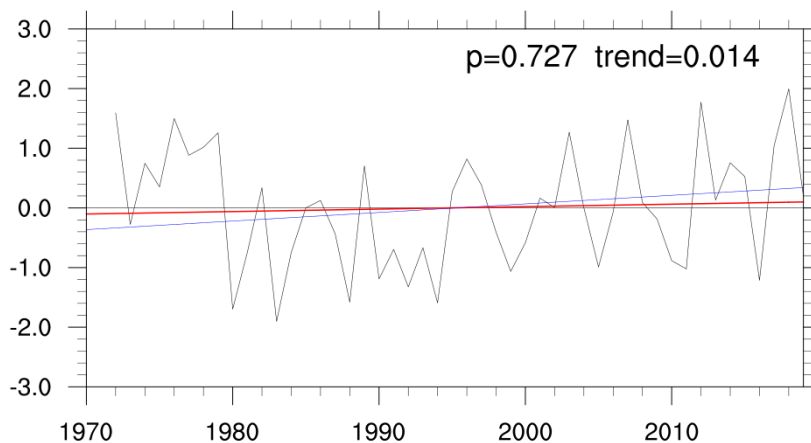


SPEI12 at location 99.75_7.75

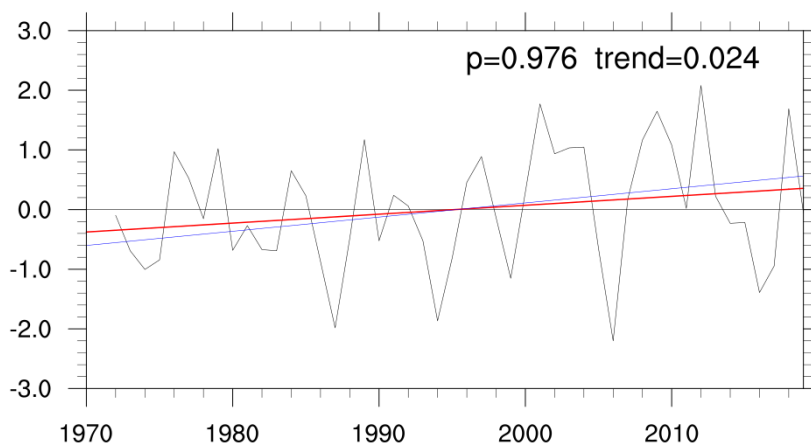


รูป ข- 14 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI12 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออกเฉียง (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

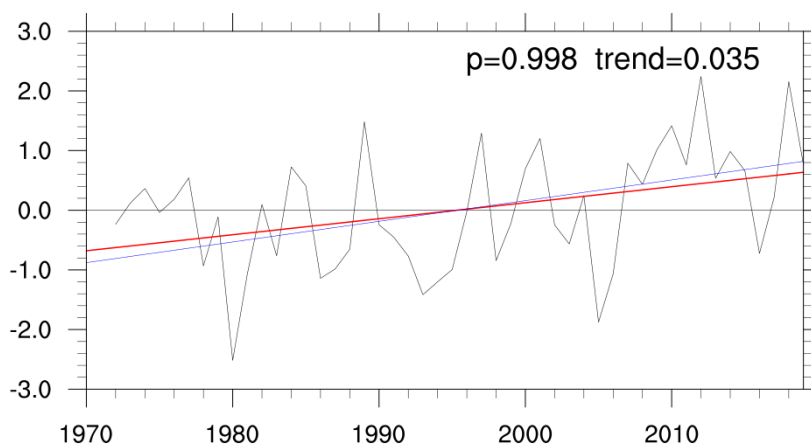
SPEI18 at location 99.75_19.75



SPEI18 at location 102.75_16.25

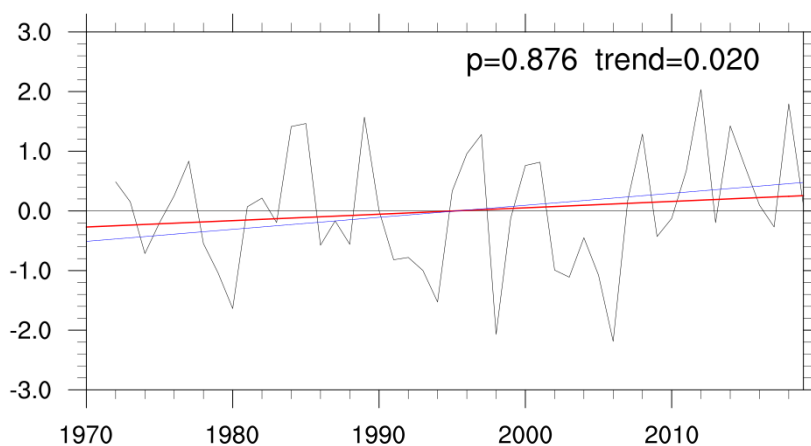


SPEI18 at location 100.75_15.25

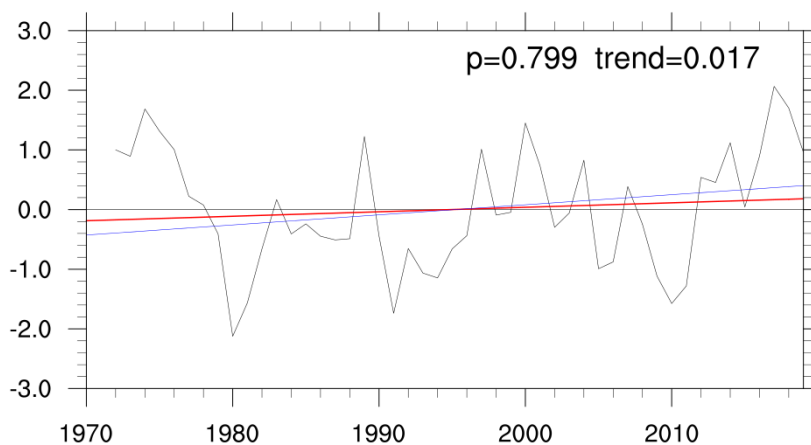


รูป ข- 15 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI18 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

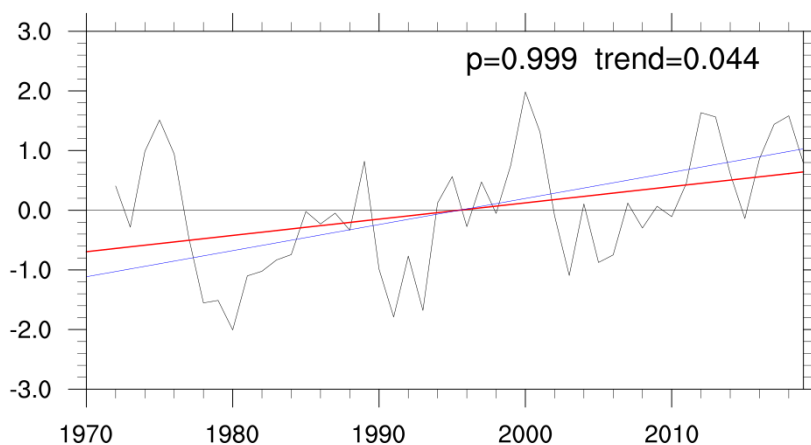
SPEI18 at location 102.25_12.75



SPEI18 at location 99.25_10.75

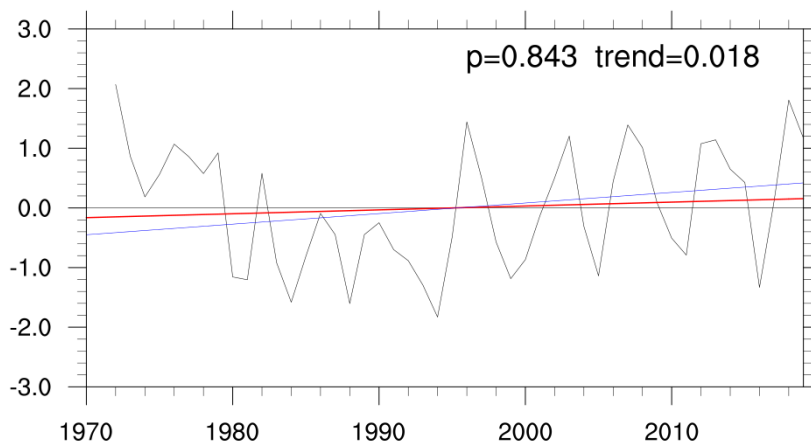


SPEI18 at location 99.75_7.75

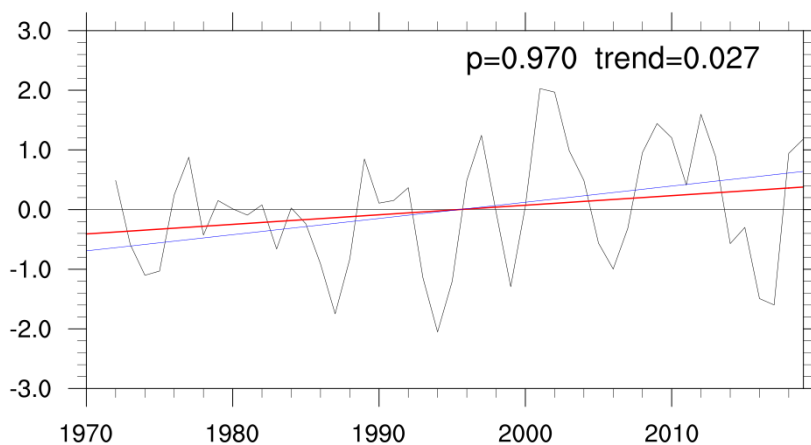


รูป ข- 16 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI18 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออก (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

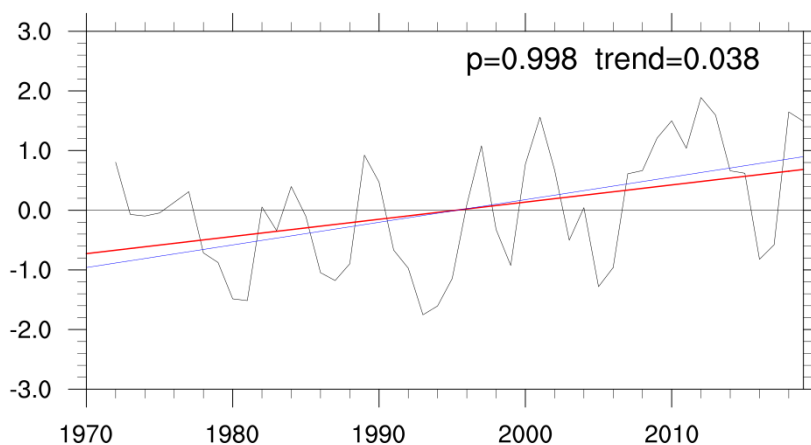
SPEI24 at location 99.75_19.75



SPEI24 at location 102.75_16.25

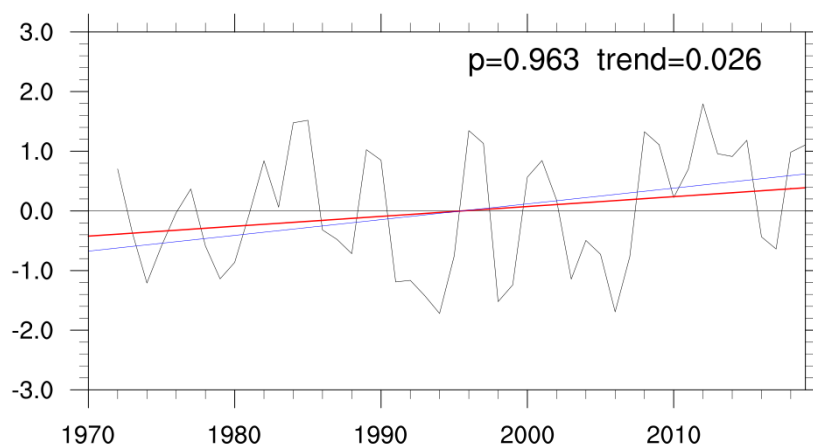


SPEI24 at location 100.75_15.25

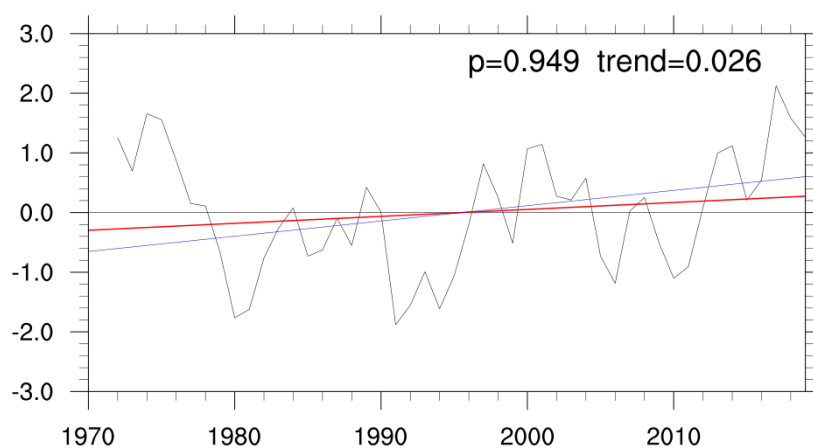


รูป ข- 17 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI24 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่ที่พิกัดตัวอย่างภาคเหนือ (บน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลาง) และภาคกลาง (ล่าง)

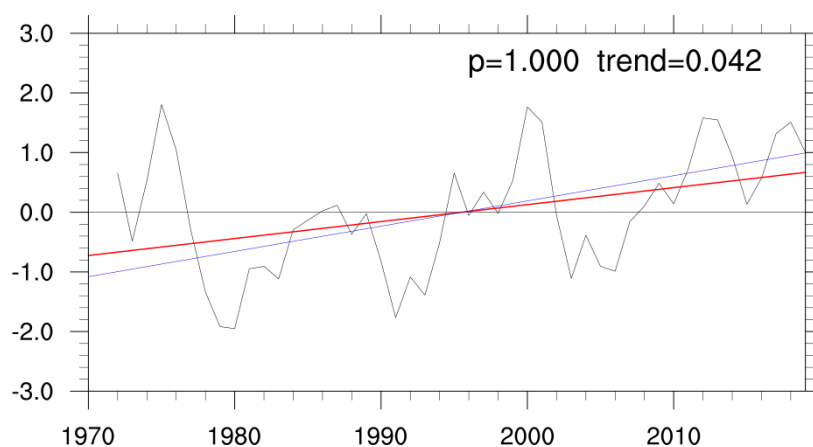
SPEI24 at location 102.25_12.75



SPEI24 at location 99.25_10.75

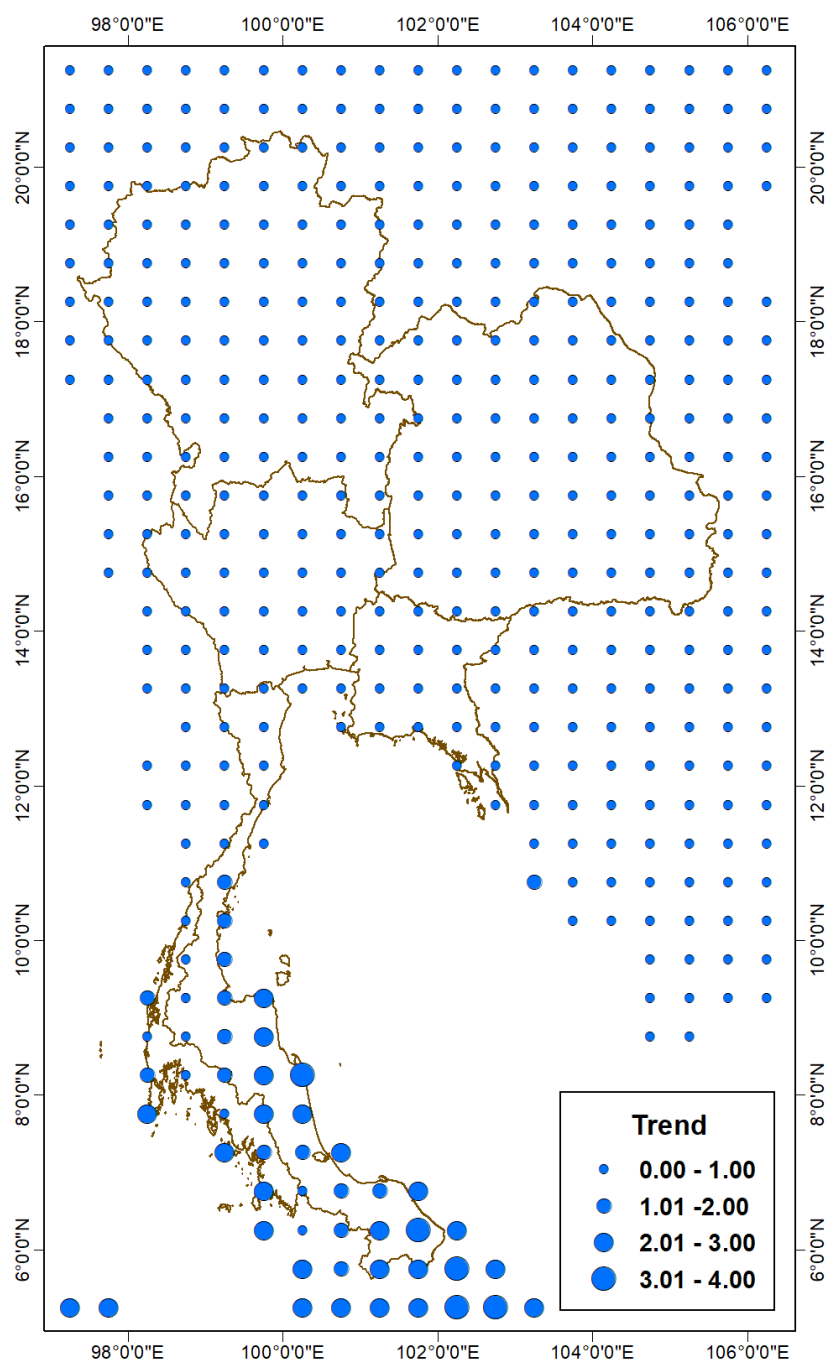


SPEI24 at location 99.75_7.75

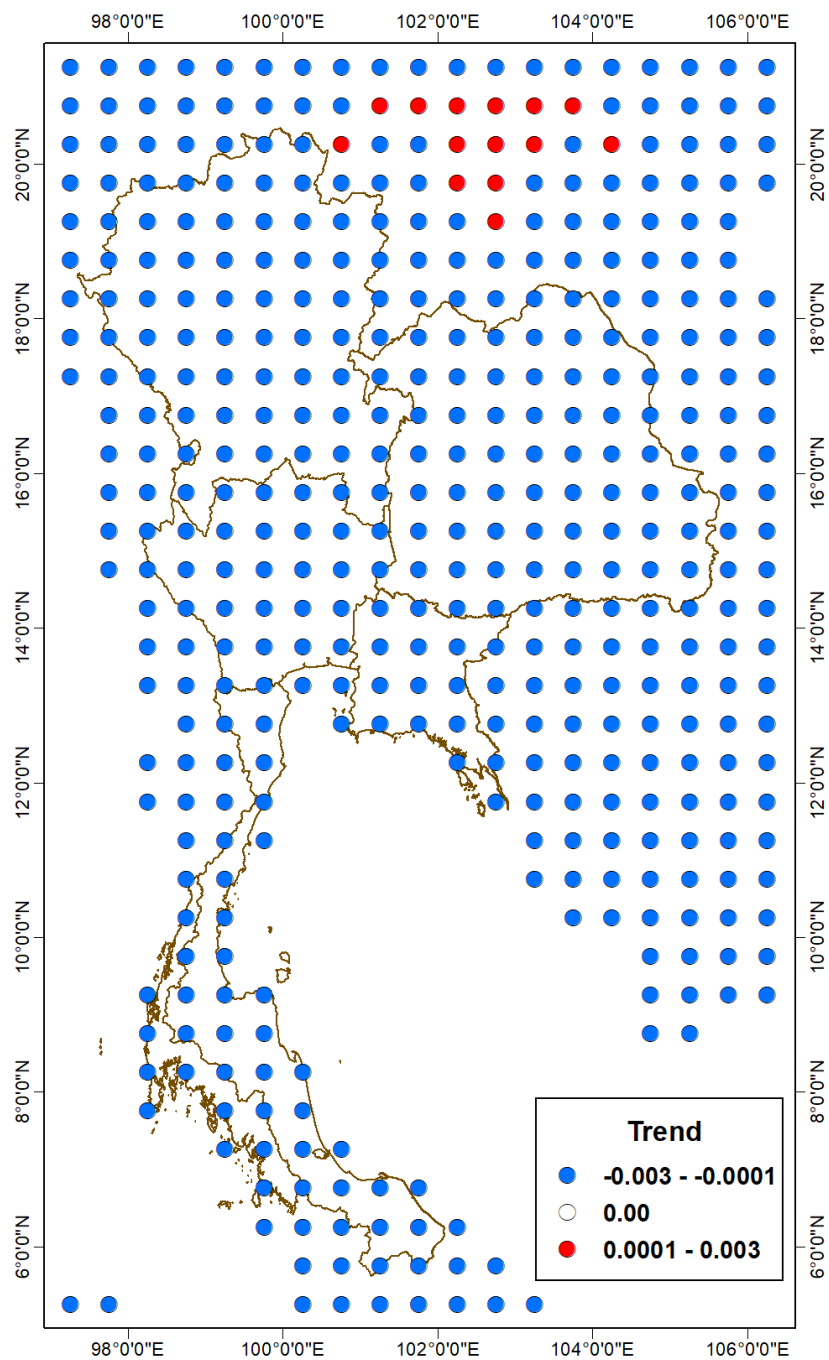


รูป ข- 18 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนี SPEI24 ด้วยวิธีการทดสอบแมนส์-เคนดอลล์
พื้นที่พิกัดตัวอย่างภาคตะวันออก (บน) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กลาง) และภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ล่าง)

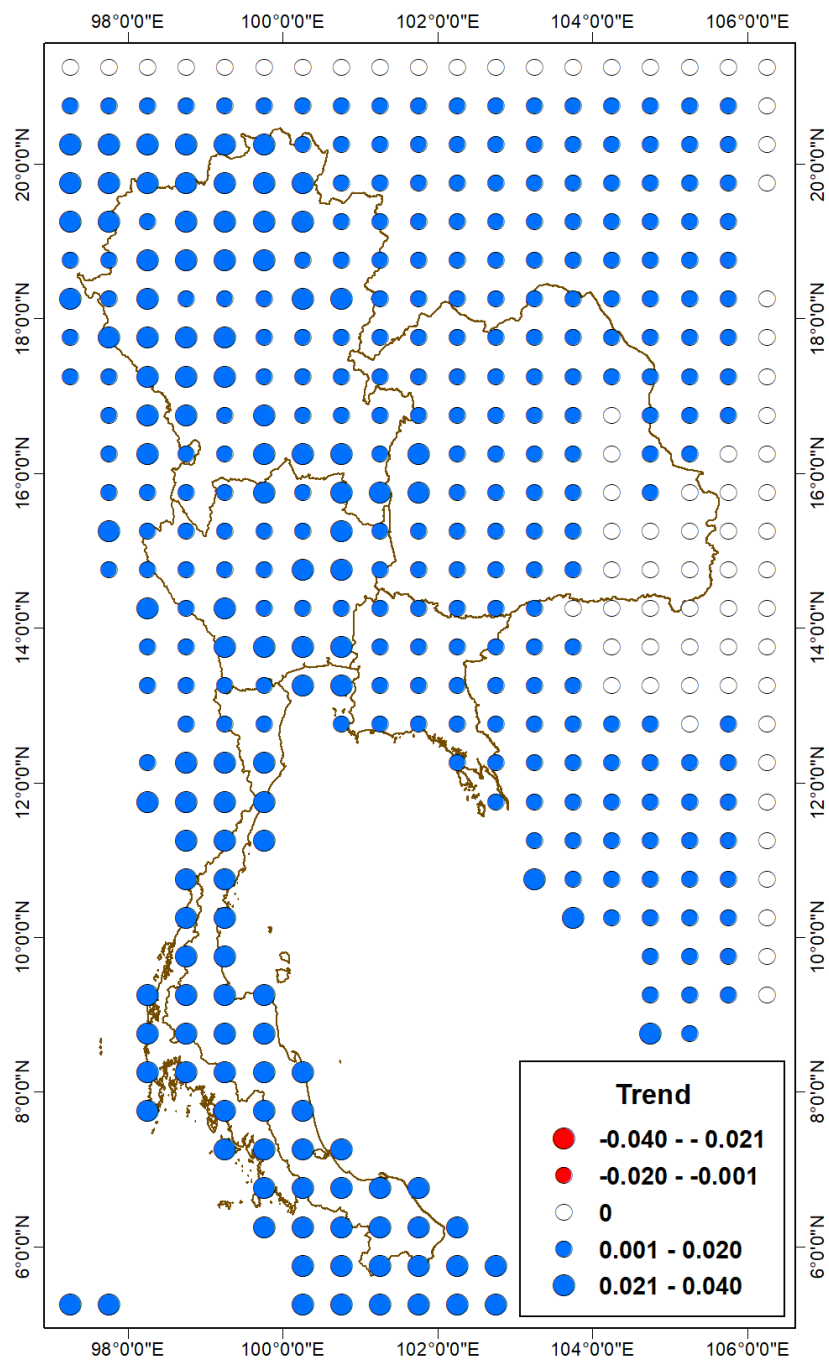
ภาคผนวก ค



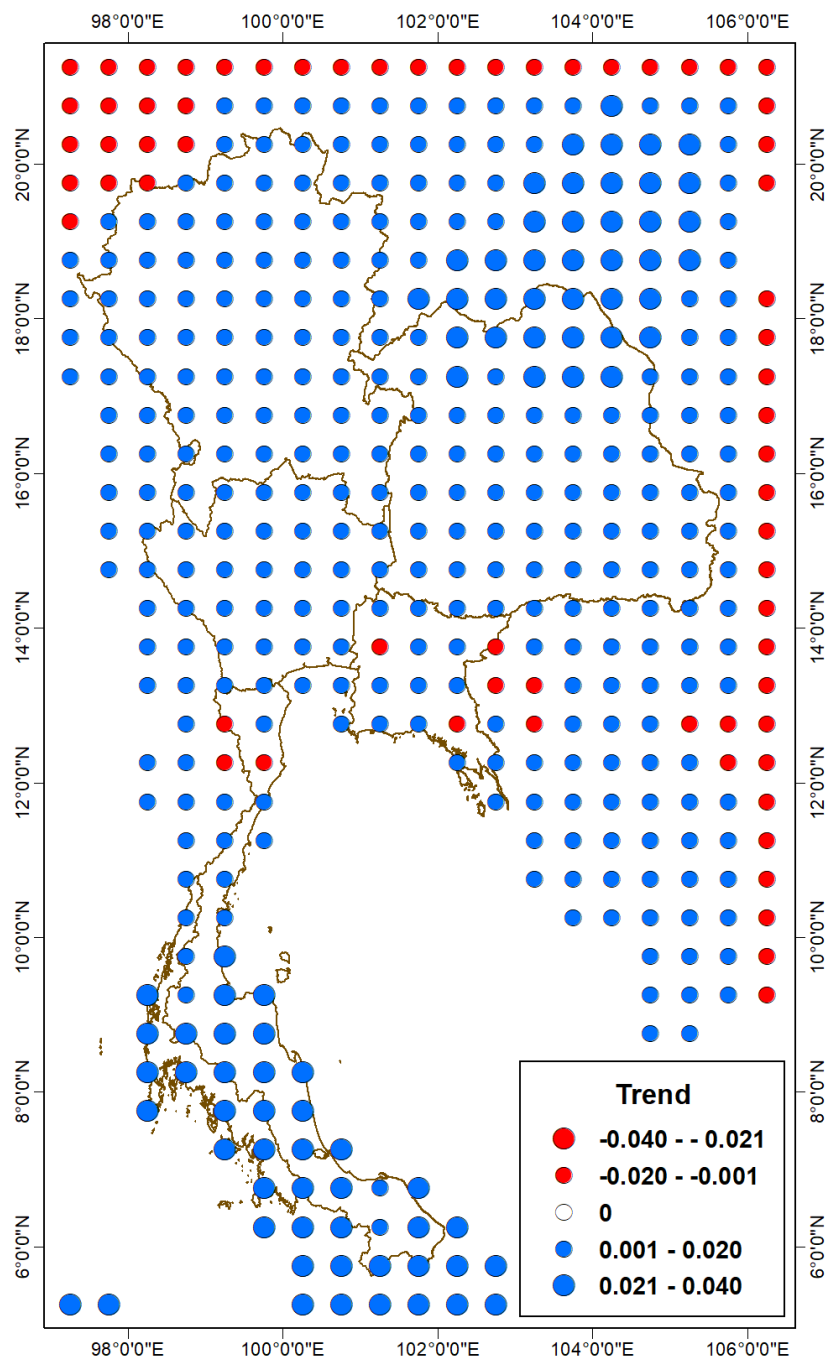
รูป ค- 1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน



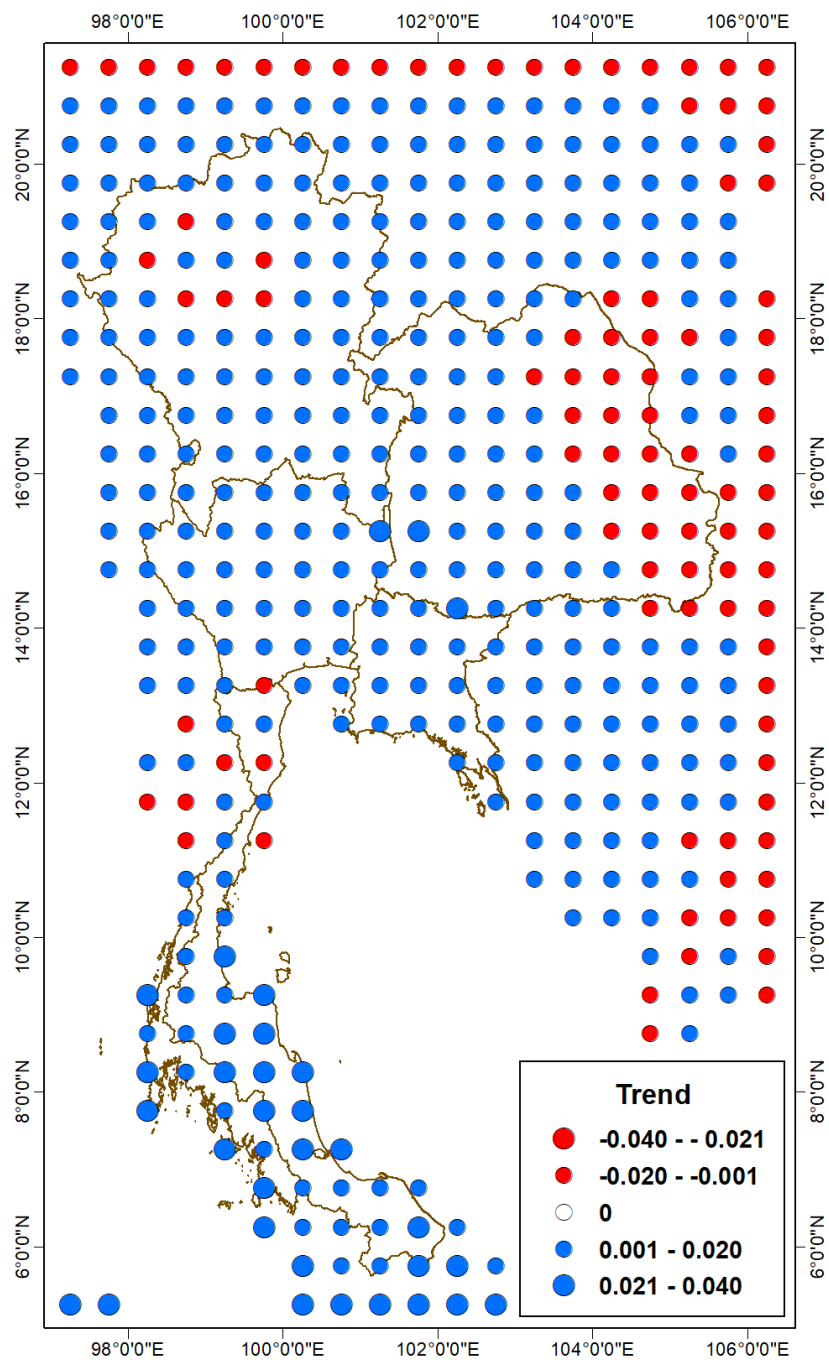
รูป ค- 2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของศึกัยการคายระเหยน้ำรายเดือน



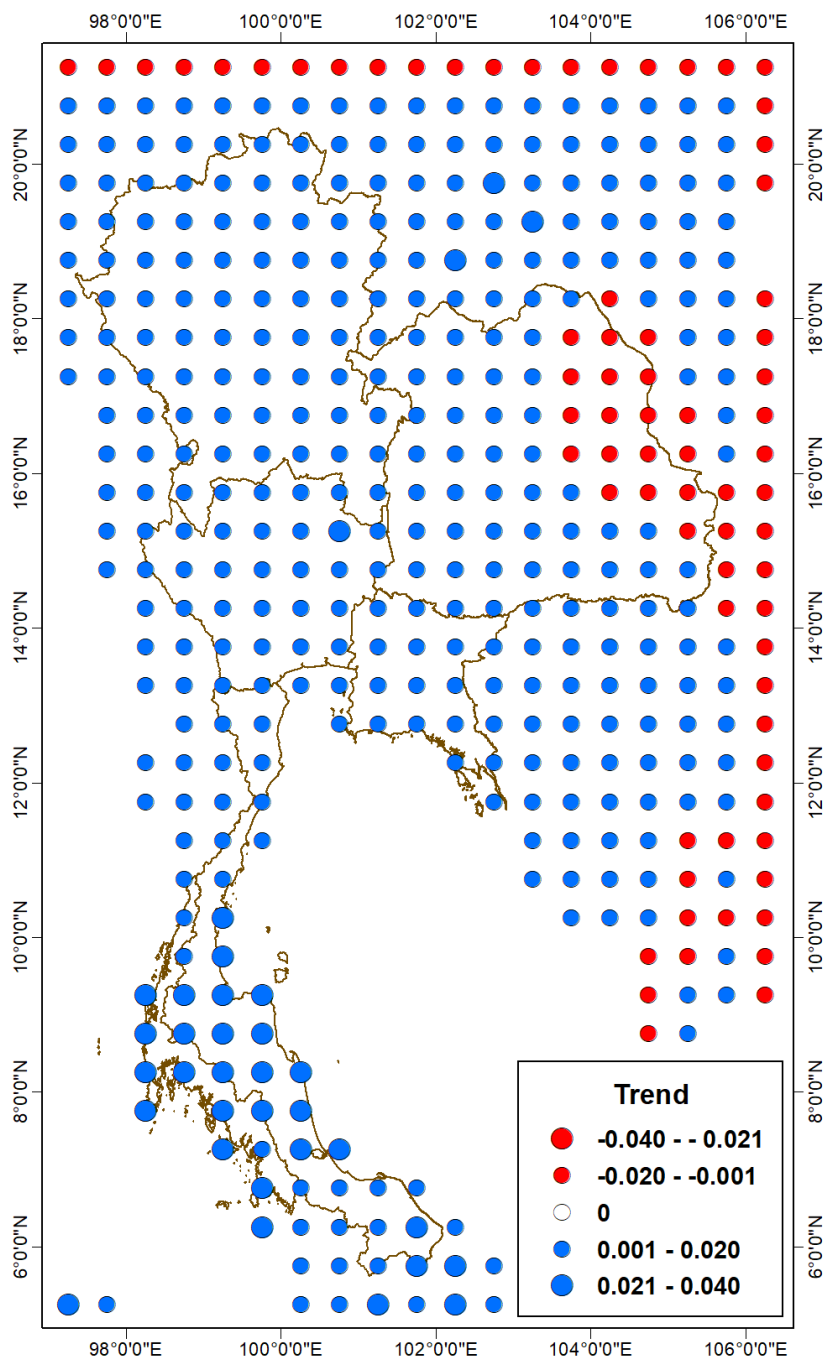
รูป ค- 3 ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI01



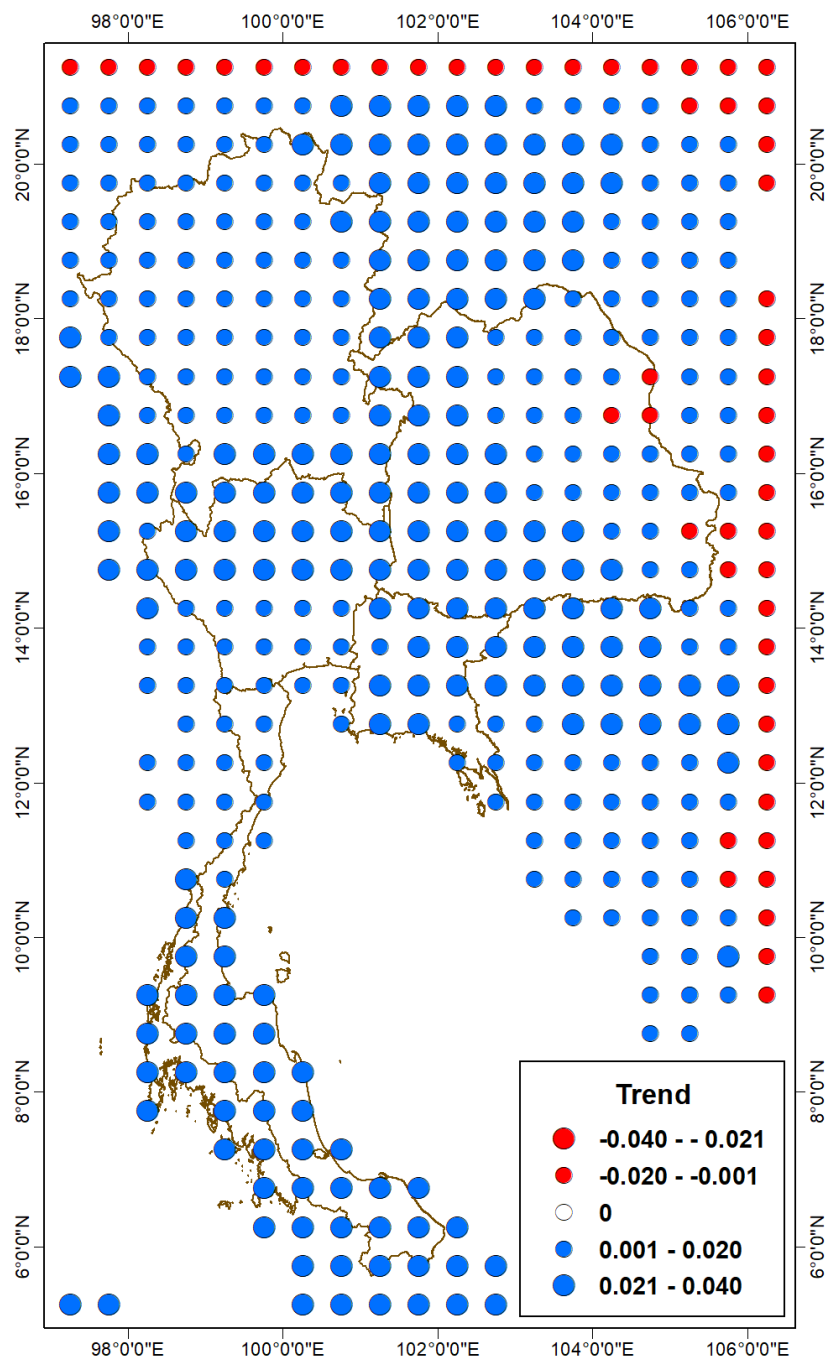
รูป ค- 4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI03



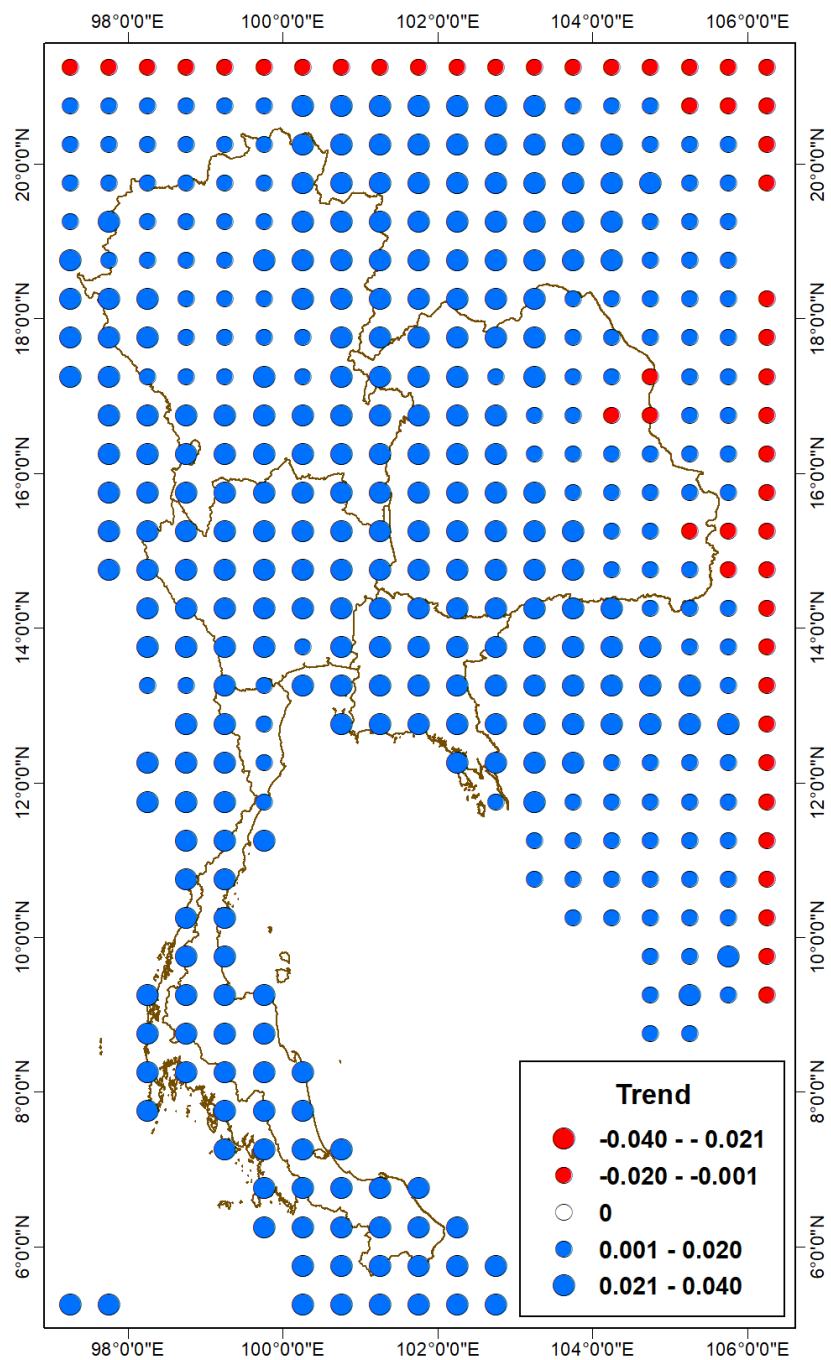
รูป ค- 5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI06



รูป ค- 6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI12

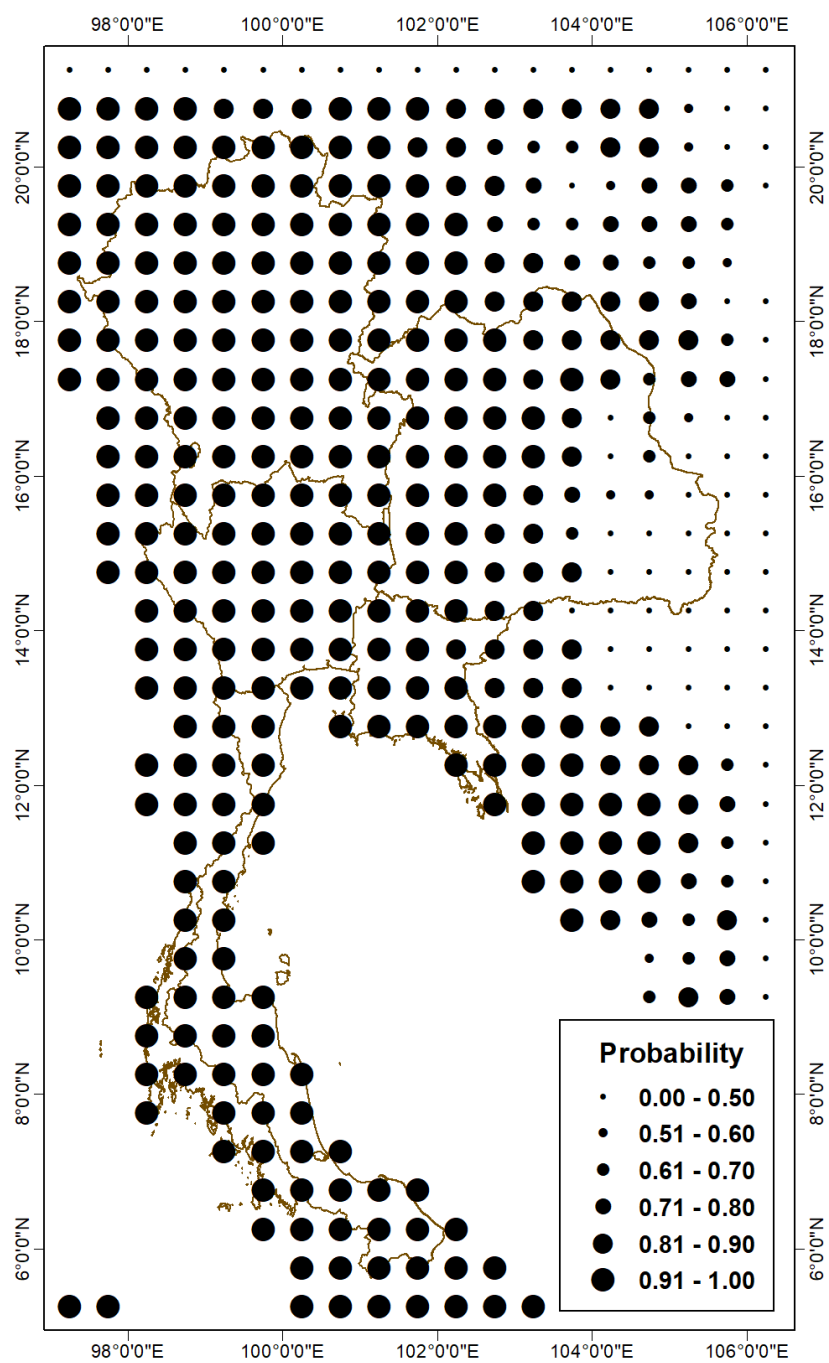


รูป ค- 7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI18

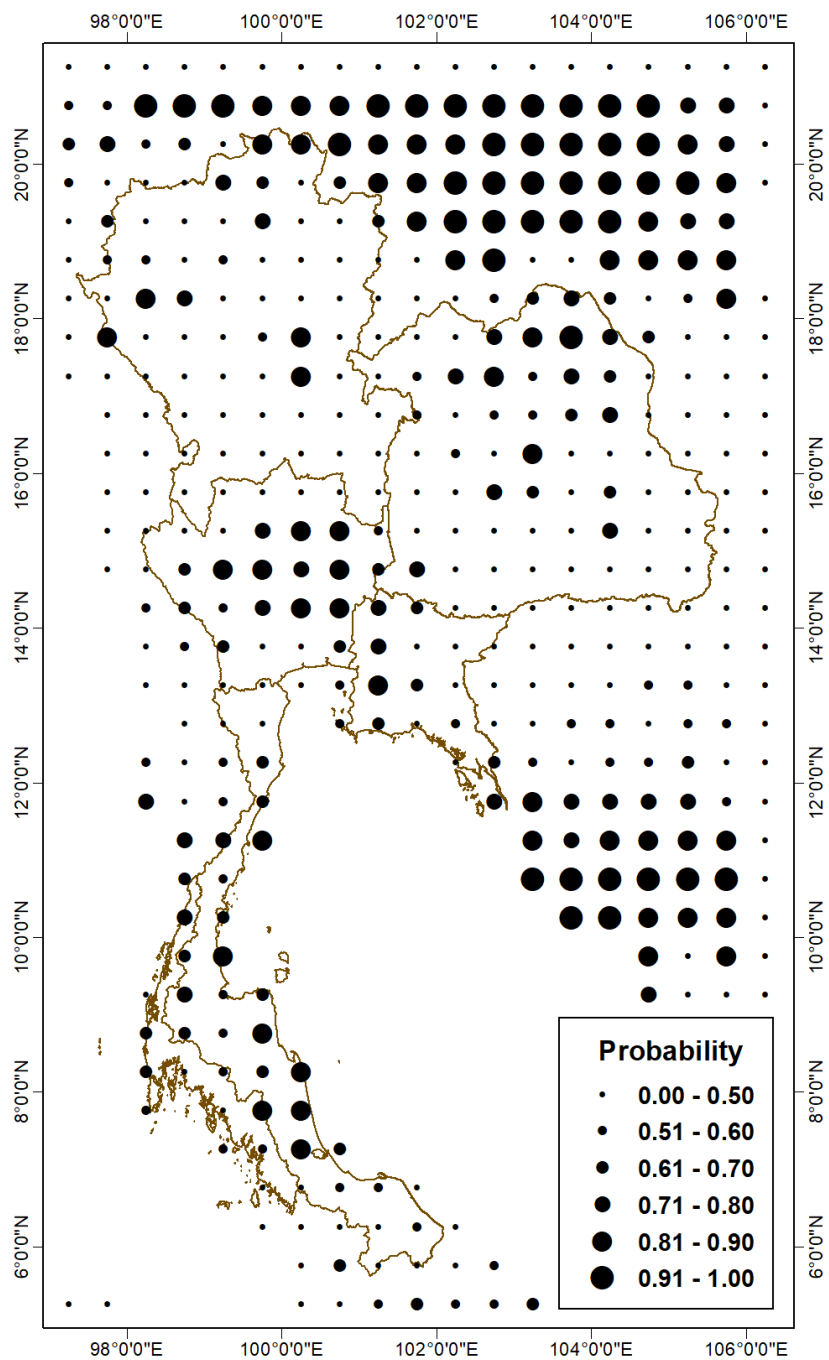


รูป ค- 8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trend) ของดัชนี SPEI24

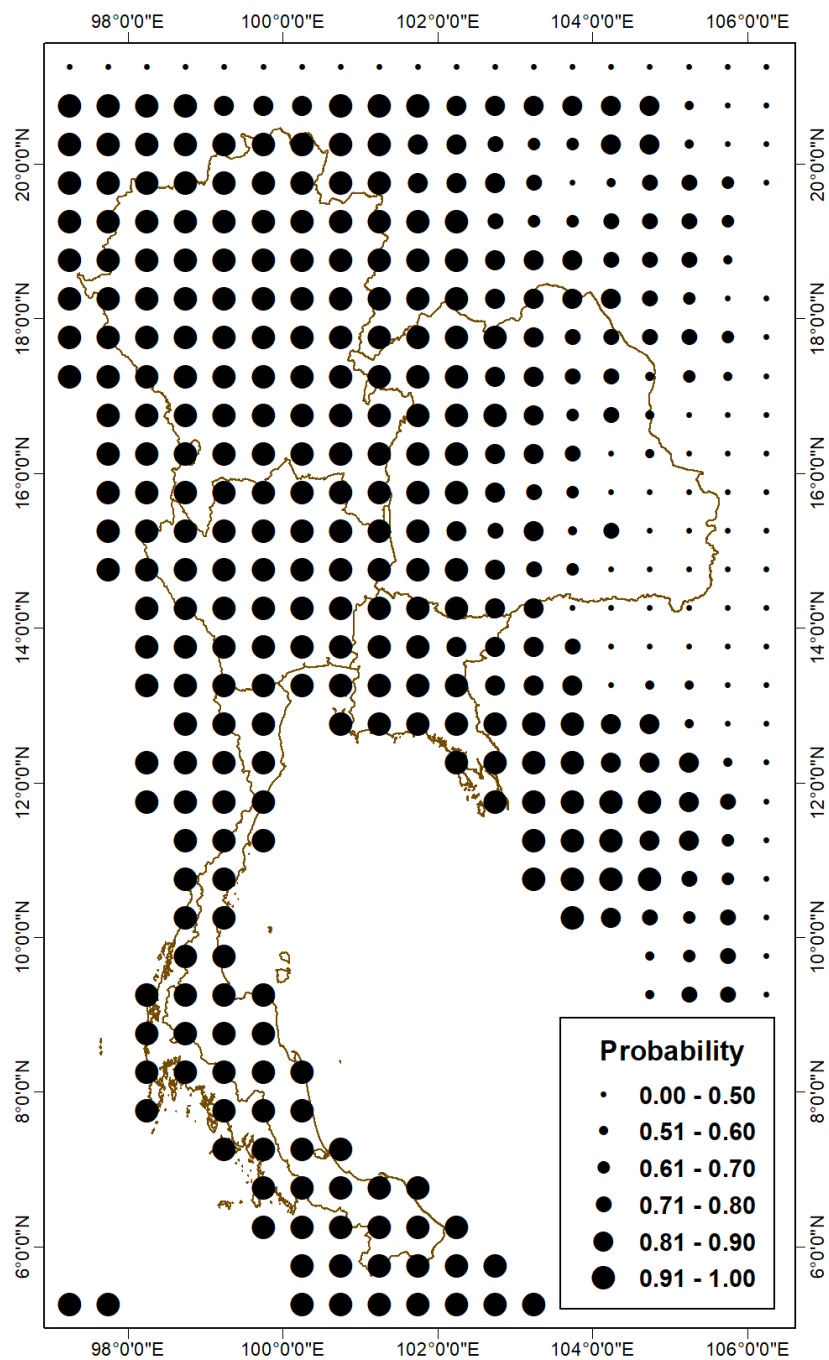
ภาคผนวก ง



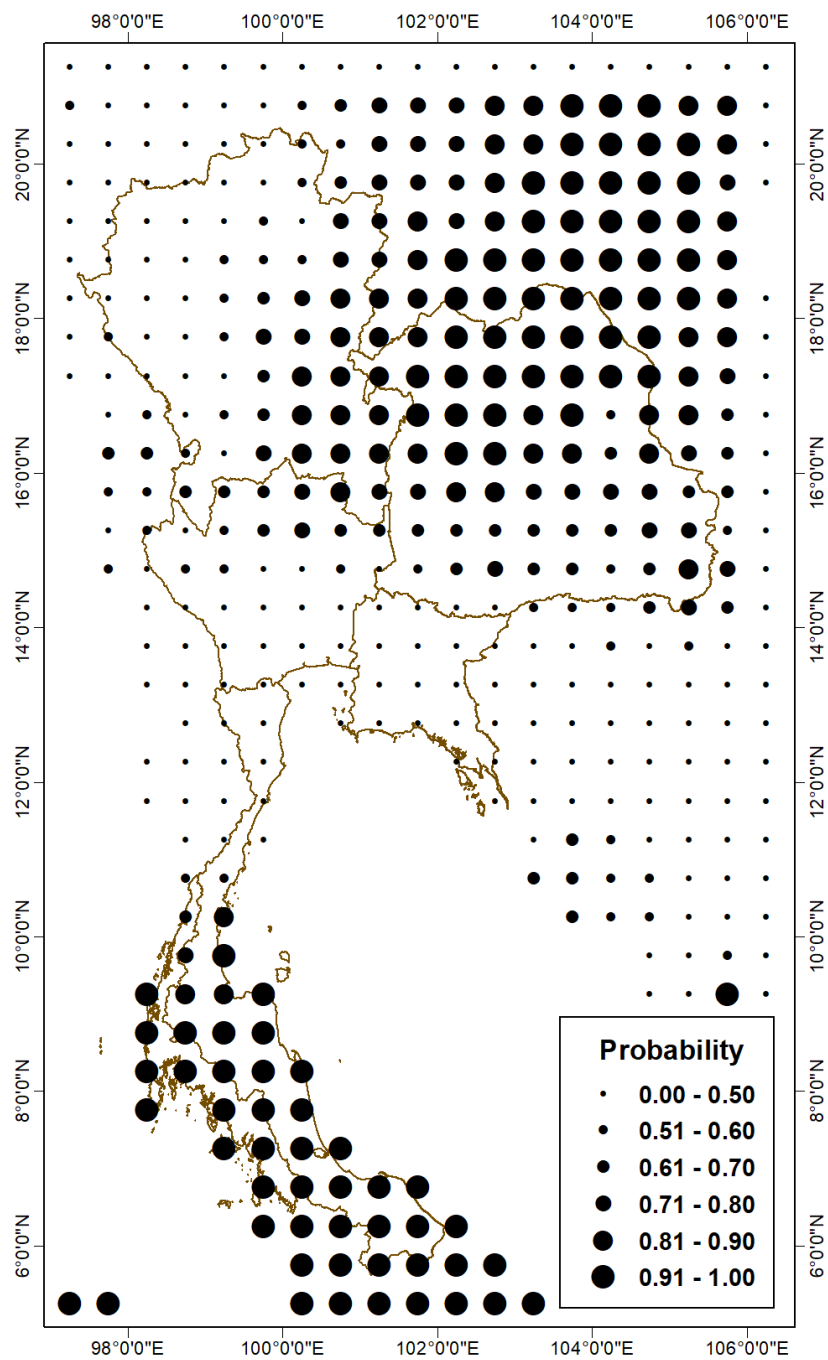
รูป ง- 1 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน



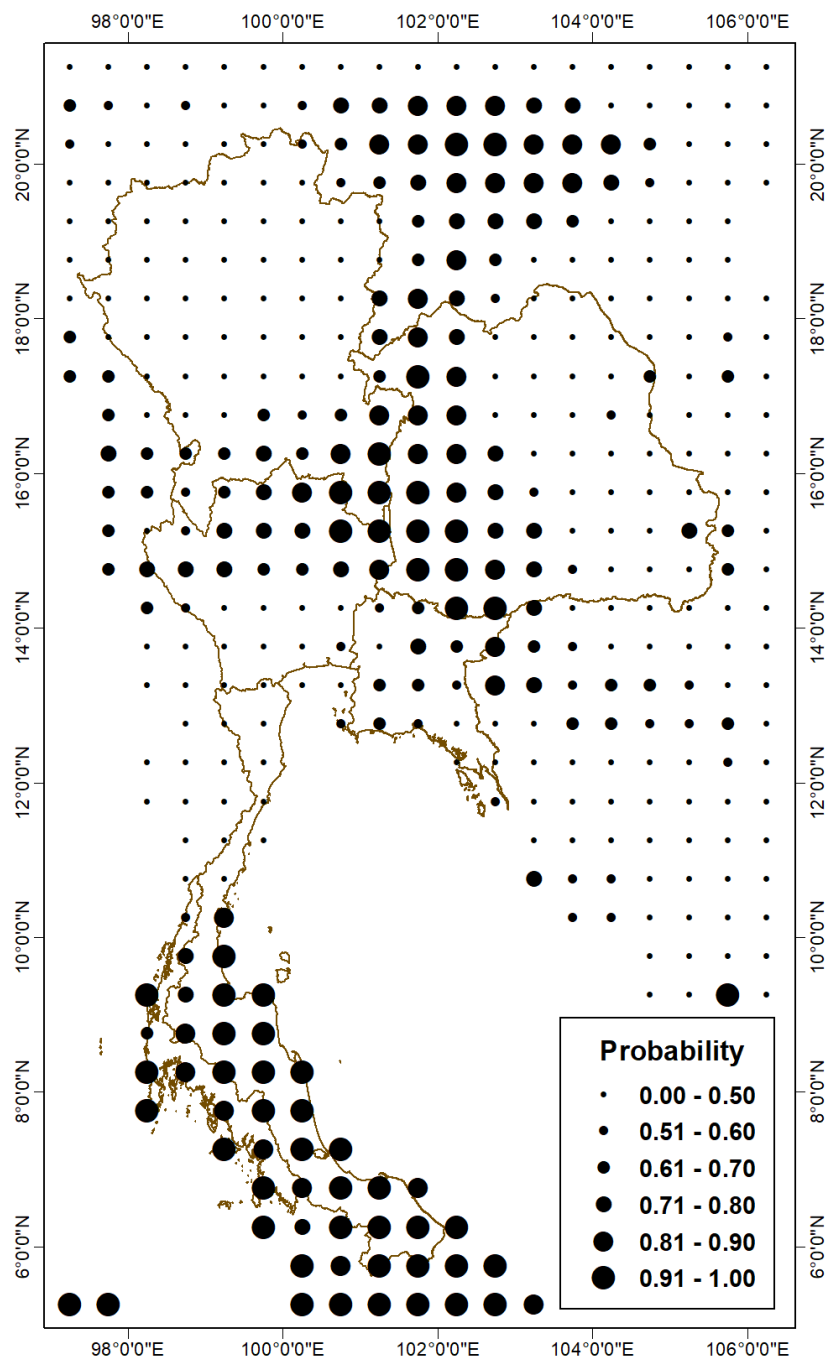
รูป ง- 2 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของศึกภัยการคายระเหยน้ำรายเดือน



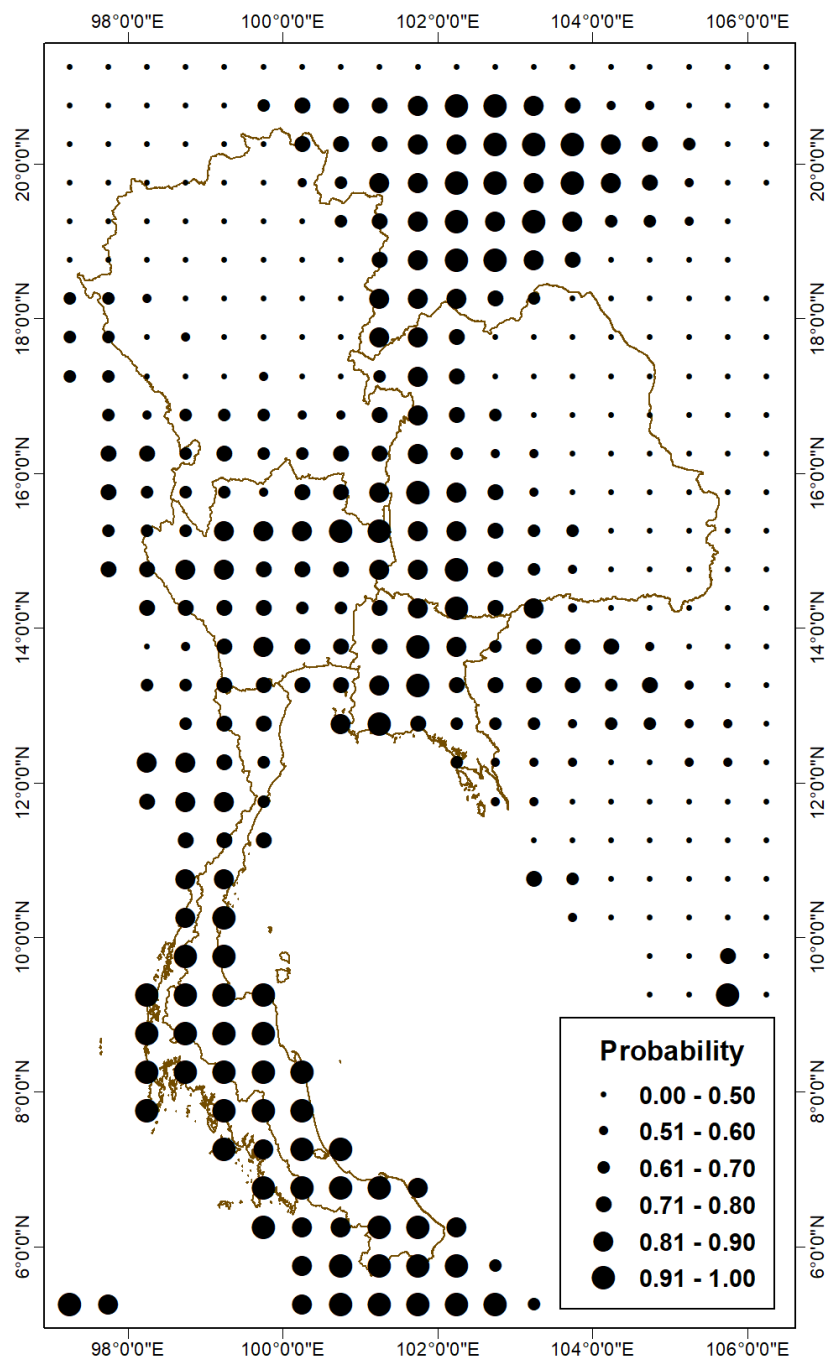
รูป ง- 3 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI01



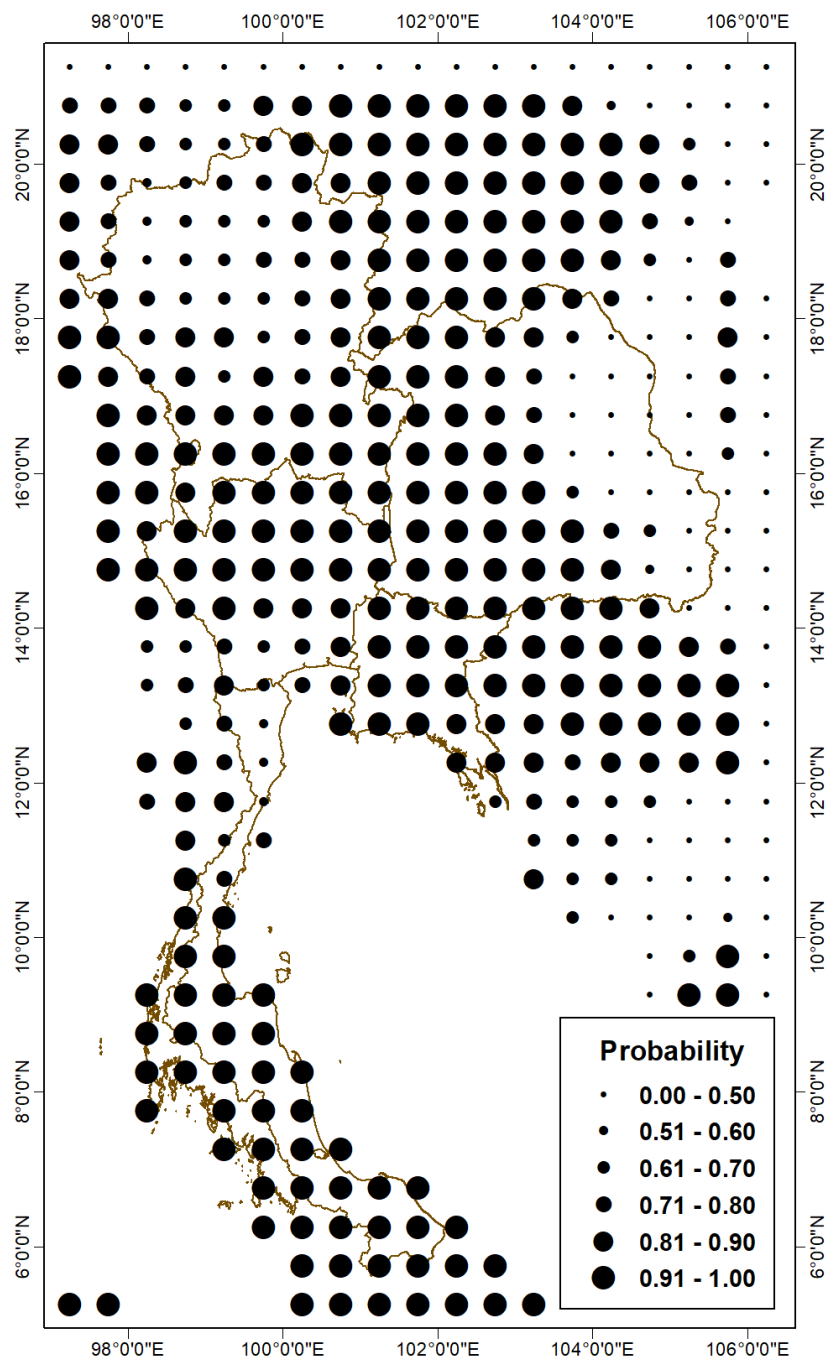
รูป ง- 4 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI03



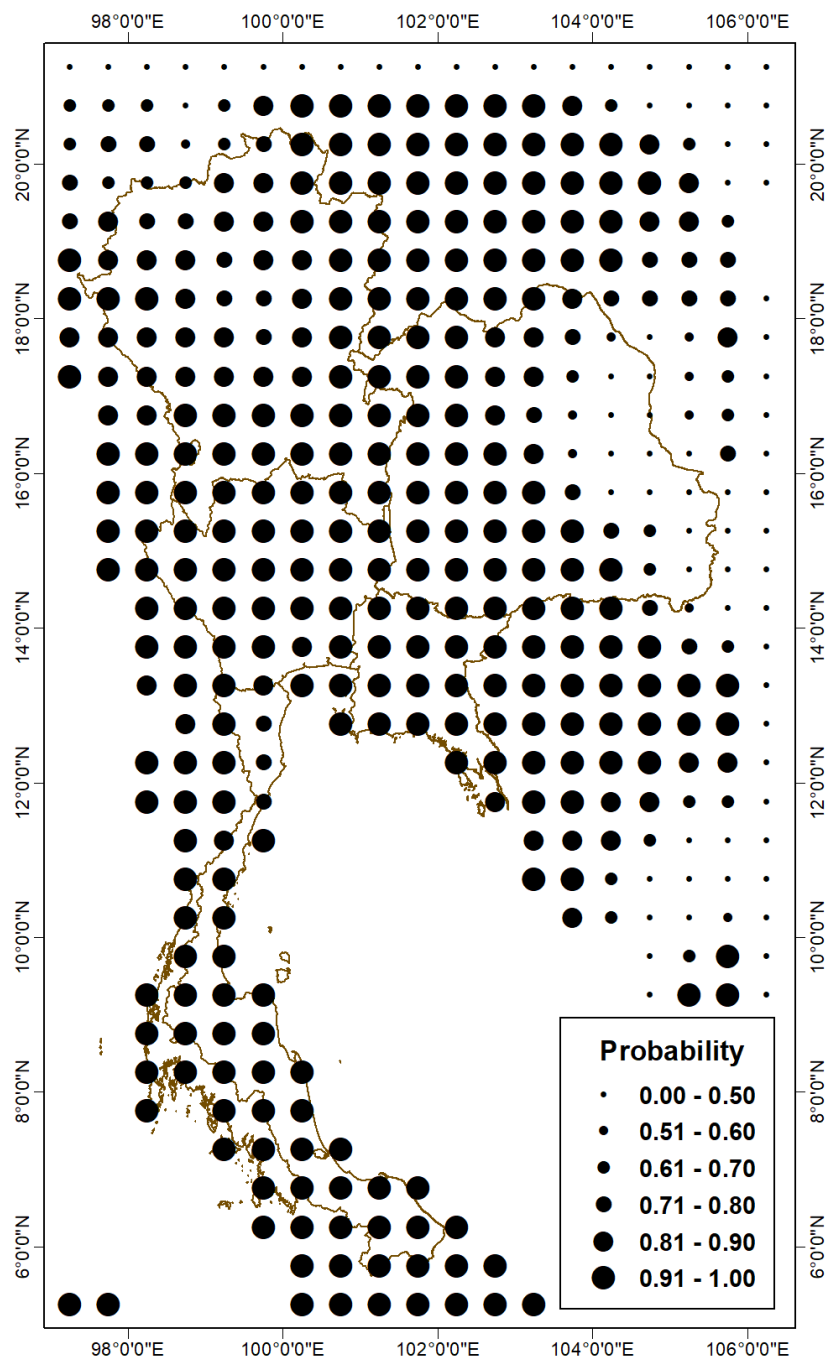
รูป ง- 5 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI06



รูป ง- 6 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI12



รูป ง- 7 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI18



รูป ง- 8 ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของดัชนี SPEI24